

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

11° CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS Y AGRONÓMICAS

22 Y 23 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

División de Ciencias Económico Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas

22 y 23 de septiembre del 2022

MEMORIA MESA 3: CIENCIAS BÁSICAS Y AGRONÓMICAS



11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

11° CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS BÁSICAS Y AGRONÓMICAS

22 Y 23 DE SEPTIEMBRE DEL 2022

División de Ciencias Económico Administrativas
Universidad Autónoma Chapingo

Coordinadoras de la mesa 3

Rosa María García Núñez

Graciela Huerta Miranda

Amelia Rendón García



11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Índice

Elementos para una Agricultura Sustentable en el estado de Morelos	6
Sergio Cruz Hernández; Gerardo Noriega Altamirano.....	6
El Manejo Forestal Sustentable, la Silvicultura comunitaria y el Programa Sembrando Vida en el ejido Peñuelas Pueblo Nuevo, Chignahuapan, Puebla	19
Aurelio Bastida Tapia; Gladys Martínez Gómez; Nancy Belén Hernández Montes	19
Viabilidad técnica y económica del uso de feromonas atrayentes de abejas en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>), en Rosales, Chihuahua	33
Dávila Chavira Isabel Cristina; Ortega Montes Fabiola Iveth; Macías López María Guadalupe ;Magaña Magaña José Eduardo.....	33
Desarrollo sostenible del desierto chihuahuense y la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU): Uso de la goma de mezquite (<i>Prosopis spp</i>) en la cocina molecular	42
Debanhi Yazmin Gómez-Saldaña; José Eduardo Magaña Magaña; María Elvira González Anchondo;María Guadalupe Macías López	42
Nanopartículas de plata incrementan el número de flores y frutos en plantas de fresa (<i>Fragaria × ananassa</i> Duch.) cv. Festival	50
Moreno-Guerrero Disraeli Eron; Trejo-Téllez Libia Iris; García-Pérez Eliseo; Hernández-Zárate Galdy	50
Efecto de las fitohormonas en pepino cultivado en invernadero	62
Cándido Mendoza-Pérez; José Bernardo Hernández-Palomo; Juan Enrique-Rubiños Panta; Guadalupe Araceli Mendoza Martínez	62
Respuestas hídricas en clones de <i>Coffea canephora</i> a la inundación de suelo y reoxigenación posterior a la inundación	74
Marco Antonio Toral Juárez	74
Ácido abscísico y etileno no influyen en el cierre estomático y tolerancia de <i>Coffea canephora</i> a la inundación	83
Marco Antonio Toral Juárez	83
Análisis de las políticas, programas y proyectos en los Sistemas socio-ecológicos para la sustentabilidad en México: el Programa Sembrando Vida y proyectos universitarios	96
Gladys Martínez Gómez; María Josefa Santos Corral; Rebeca de Gortari Rabiela; Juan Luis Hernández Pérez	96
Los Sistemas socio-ecológicos: un análisis desde la complejidad.....	107

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Gladys Martínez Gómez; Saúl Arriaga Martínez; Carlos Alberto Cortés Rodríguez; Josué Tovar Campos	107
Análisis de la operatividad del Programa Sembrando Vida: un instrumento de medición para beneficiarios	119
Norma Marina Alarcón Rodríguez; Carlos Alberto Cortés Rodríguez; Roberto L. Flores Pérez, Rosa María García Núñez	119
Instrumentos de colecta para actores participantes del Programa Sembrando Vida	128
Ma de Lourdes Aguilera Peña; Andrés Miranda Rangel; Román Sánchez Carrillo ; Priscila Guerra Ramírez	128
Proyecto de implementación para la producción de huevo en comunidades del municipio de Texcoco con enfoque socio-pedagógico	134
Lourdes Aguilera Peña; Laura Verónica Ortiz Balcázar; Carlos Alberto Cortés Rodríguez; Jonhatan William Velasco Bustamante	134
Puesta en marcha de un Huerto Escuela en las instalaciones de la casa hogar “Hogares Infantiles San Martín de Porres y Juan XXIII, A.C”	141
Amelia Rendón García; Gamaliel López López; Aurelio Bastida Tapia; Nancy Belén Hernández Montes.....	141
Análisis de crecimiento y rendimiento de maíz en función del genotipo y nitrógeno, en clima templado	150
Cid Aguilar Carpio; José Alberto Salvador Escalante Estrada; Adriana Pérez Ramírez; Yessica Flor Cervantes Adame.....	150
Valoración genética de árboles progenitores de cedro rojo (<i>Cedrela odorata</i> L.) a través de la evaluación de sus progenies.....	163
José Vidal Cob Uicab; Xavier García Cuevas; Gilbert José Herrera Cool; Refugio Ramón Rivera Leyva; Esteban Cruz López.....	163
Variación clonal del crecimiento de cedro rojo (<i>Cedrela odorata</i> L.) en un huerto semillero asexual	174
José Vidal Cob Uicab; Arturo Antonio Alvarado Segura; Bartolo Rodríguez Santiago; Kary Guadalupe León Landeros.....	174
Calidad Fisiológica de la semilla de cacahuate almacenadas bajo condiciones naturales...185	185
Claudia Perez-Mendoza; Leticia Tavitas-Fuentes.....	185
Análisis de crecimiento del capulín (<i>Prunus serótina</i> Ehrh.) en zonas semiáridas.....199	199
Gerardo Emilio Balderas Zamorano; Julio César Buendía Espinoza; Elisa del Carmen Martínez Ochoa; Rosa María García Núñez	199
Prácticas de educación ambiental para la conservación de los bosques de pino y encino...210	210

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Rogelio Álvarez Hernández; Jessica J. Galán Reséndiz; Miriam Galán Reséndiz; Jacqueline Galán Reséndiz; Norma Ramírez Ibarra.....	210
Contribución a la anatomía del tallo del “licopodio chino” <i>Huperzia serrata</i> (Thunb. ex Murray) Trevis	222
María Sol Robledo y Monterrubio; Higinio Francisco Arias Velázquez; Mario Iván Venegas Ayala; Daniel López Velázquez.....	222
Neodimio en el Crecimiento de Plantas de Chile (<i>Capsicum annuum</i>) bajo Estrés Salino..	236
Sara Monzerrat Ramírez-Olvera; Libia Iris Trejo-Téllez; Fernando Carlos Gómez- Merino; Ernesto Gabriel Alcántar González	236
Análisis Proximal y de Taninos de las gomas de especies nativas de mezquite (<i>Prosopis spp.</i>) y huizache (<i>Vachellia farnesiana</i>) del ejido de Naica, Chihuahua	250
José Eduardo Magaña Magaña; María del Rosario Baray Guerrero; María Elvira González Anchondo; Francisco Nahúm Valenzuela Arizpe	250
Caracterización hidrológico-forestal de la microcuenca de Oasis Los Ahuehuetes Pue., y alternativas para restauración ambiental	262
Alejandro Santiago Sánchez Vélez; Gaudencio Rodríguez Abat.....	262
Percepción, usos y manejo de sistemas agroforestales con tepejilote en la región montañosa central de Veracruz	279
Rosa María García Núñez; Vanessa Guerrero Hernández	279
Zonificación ecológica de los recursos fitogenéticos medicinales en el ejido Nopalillo, Hidalgo	290
Felipe Reyes Fuentes; Ameyali Hernández Hernández	290

Elementos para una Agricultura Sustentable en el estado de Morelos

Sergio Cruz Hernández; Gerardo Noriega Altamirano¹

Resumen

En la degradación de los recursos naturales como el suelo, se vuelve necesaria la restauración biológica para recuperar su fertilidad. El objetivo del presente trabajo es difundir la estrategia de manejo agroecológico donde se busca incrementar la producción agrícola orgánica en el marco de la sustentabilidad. El enfoque de la investigación fue cuantitativo, las variables analizadas fueron puntos georreferenciados de 118 perfiles de suelos, 1159 análisis de suelos y 52 estaciones meteorológicas; los resultados de los análisis químicos de suelos fueron interpretados según Castellanos, interpolados con el análisis geoestadístico Kriging, estos criterios se aplican para la generación de mapas en un formato raster. La interpolación generó mapas de distribución de las variaciones de pH, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico (CIC); la interacción de estas propiedades permitió delimitar zonas de manejo agronómico y para la fertilidad por sitio específico. Los resultados indican que es posible la construcción de un planteamiento tecnológico con el fin de diferenciar la capacidad productiva de los suelos del estado de Morelos, por ello se integran los mapas de pH, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico, delimitando 23 zonas de manejo que serán de auxilio en la reducción del impacto degradativo por la realización de actividades agrícolas.

Palabras clave: Manejo agroecológico, cultivos básicos, restauración ecológica

¹ Universidad Autónoma Chapingo. km. 38.5, Carretera México – Texcoco, Chapingo, Estado de México. C.P.56230. Email: gerardonorieg@gmail.com; sergiocruzhdz@gmail.com

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Abstract

In the degradation of natural resources such as soil, biological restoration becomes necessary to recover its fertility. The objective of this work is to disseminate the agroecological management strategy which seeks to increase organic agricultural production within the framework of sustainability. The research approach was quantitative, the variables analyzed were georeferenced points of 118 soil profiles, 1159 soil analyzes and 52 weather stations; the result of the chemical analyzes of soils were interpreted according to Castellanos, interpolated with the geostatistical analysis Kriging, these criteria are applied for the generation of maps in a raster format. The interpolation generated distribution maps of the variations of pH, organic matter and cation exchange capacity (CEC); the interaction of these properties allowed to delimit agronomic management zones and for fertility by specific site. The results indicate that the construction of a technological approach is possible in order to differentiate the productive capacity of the soils of the state of Morelos, for this reason the maps of pH, organic matter and cation exchange capacity are integrated, delimiting 23 management zones. that will be helpful in reducing the degradation impact of carrying out agricultural activities.

Keywords: Agroecological management, staple crops, ecological restoration

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

En la gestión ecológica de suelos, producto de la intensificación agrícola se han provocado pérdidas importantes de materia orgánica, lo cual explica la menor capacidad agronómica, que se relaciona con la degradación biológica y de la estructura física, de los agregados que definen la macroestructura, la cual se sostiene por los cementantes orgánicos producto de la biología del suelo: hongos, bacterias y actinomicetos. La actividad microbiana se favorece con el contenido de materia orgánica. Por ello, en el manejo agroecológico se promueve la aplicación de la materia orgánica para restaurar la capacidad agronómica y de servicios ambientales de los suelos, promoviendo el funcionamiento de los ciclos biogeoquímicos al reactivar procesos de mineralización y movilización, así como la sanidad del suelo y de los cultivos.

Los componentes de un programa con visión de agricultura sustentable, con enfoque de producción orgánica, incluyen: (1) rescate del conocimiento campesino combinado con las aportaciones de la sociedad del conocimiento; (2) diagnóstico de la fertilidad del suelo; (3) aprovechamiento intensivo del potencial genético del cultivo; (4) incorporación de minerales no metálicos al suelo; (5) incorporación de la materia orgánica; (6) restauración de la biología del suelo; (7) manejo adecuado y suplementario de fertilizantes químicos; (8) complementación nutricional con fertilizantes foliares; (9) manejo de malezas; (10) manejo de plagas y enfermedades; (11) prácticas de restauración, conservación de suelo y agua; (12) asistencia técnica; y (13) monitoreo de los cultivos.

El estado de Morelos forma parte de la región del Pacífico Sur junto con Guerrero, Chiapas y Oaxaca, se caracteriza por la variabilidad genética de maíz y sus parientes silvestres, que debido a la orografía se cuenta con aislamientos geográficos naturales, por ello existen aislamientos de diferentes razas de maíz, las más frecuentes en Morelos son: Ancho, Pepitilla, Elotes Occidentales, Vandeño, Tuxpeño, Chalqueño, Olotillo, Arrocillo, Bolita, Cacahuacintle, Ratón, Elotes Cónicos y Palomero toluqueño; en el patrimonio genético se tienen maíces de colores Negro (azul), Amarillo y Rojo en diferentes tonalidades.

Desde el punto de vista de un programa de restauración de la fertilidad de suelos con manejo orgánico para mejorar la productividad, con rendimientos competitivos, existen aspectos de interés: (1) uso de materiales con genética que exprese potencial productivo y (2) interacciones variedad-fertilidad. En los factores ambientales, que son la integración de las condiciones externas que afectan el crecimiento y desarrollo de un cultivo, por ejemplo, el maíz, se consideran importantes, los siguientes: (1) temperatura; (2) humedad; (3) radiación solar; (4) estructura del suelo; (5) reacción del suelo; (6) factores bióticos; (7) calidad del suelo y oferta de nutrientes en el suelo.

Otro factor de importancia es la materia orgánica, cuyo contenido en el suelo es importante para el desarrollo de la biología del suelo, por ejemplo, *Azospirillum*, y en general microorganismos, los cuáles deben sobrevivir a las interacciones que ocurren entre la raíz y el suelo, además de disponer de fuentes de carbono, nitrógeno y otros metabolitos. De ahí la importancia de la materia orgánica con este componente del planteamiento, que promueve la restauración de las propiedades edáficas para mejorar la distribución de raíces, hongos, por ello se fomenta la aireación, retención de humedad y fertilidad alta en Ca^{++} , K^{++} y P mediante la incorporación de materiales compostados para favorecer condiciones para el desarrollo radicular (Labrador, 1996).

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Los objetivos del trabajo son los de difundir la estrategia que se viene construyendo en la restauración de suelos, donde además de mitigar el cambio climático, se busca incrementar la producción agrícola orgánica en el marco de la sustentabilidad, donde se recomienda un plan de cultivo y de nutrición vegetal que favorezca a los suelos y cultivos con el fin de incrementar rendimientos, reducir costos de producción y mejorar la fertilidad de los suelos con un impacto ambiental mínimo. Para incrementar los niveles de productividad del cultivo de maíz con un enfoque orgánico, se promueve la adopción de innovaciones tecnológicas de bajo costo con enfoque agroecológico, se debe capacitar a los extensionistas, inducir el establecimiento de parcelas y días demostrativos.

Materiales y Métodos

El Estado de Morelos se encuentra en la parte centro-sur de la República Mexicana, entre los paralelos 18°20' y 19°10' de latitud norte y en los meridianos 98°30' y 99°30' de longitud oeste. Comprende una superficie de 4,893 km², equivale al 0.2% del territorio nacional Limita con el Distrito Federal, el Estado de Puebla al oriente y sureste, con el Estado de Guerrero al sur y suroeste y el Estado de México al norte y oeste; su capital Cuernavaca. Posee características ecológicas explicable por su ubicación geográfica en la zona neotropical; recibe influencia directa del Eje Neovolcánico en la parte alta por el norte; por el centro- sur tiene la influencia de la Cuenca del Balsas, con un gradiente altitudinal en dirección norte-sur, ello favorece una amplia biodiversidad.

Con el objetivo de delimitar zonas de manejo agronómico y el manejo de la abonadura por sitio específico se acudió a los criterios de Avadía et al.,(2004), para ello se utilizaron puntos georreferenciados de 118 perfiles de suelos, 1159 análisis de suelos y 52 estaciones meteorológicas; los resultados de los análisis químicos de suelos fueron interpretados según Castellano et al, (2000), interpolados con el análisis geoestadístico Kriging, según Clay y Shanahan (2011), estos criterios se aplican para la generación de mapas en un formato raster. La interpolación generó mapas de distribución de las variaciones de pH, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico (CIC); la interacción de estas propiedades permitió delimitar zonas de manejo agronómico y para la fertilidad por sitio específico en el Estado de Morelos.

Resultados y Discusión

El suelo es un cuerpo natural, forma parte de los ecosistemas, desde el punto de vista agronómico, es un producto natural resultado del intemperismo de las rocas, se encuentra en la parte superficial de la corteza terrestre, sirve como soporte para las plantas y es hábitat para ellas, de ahí obtienen agua y nutrientes, es fuente de servicios ambientales (Ortíz y Ortiz, 2003; Porta et al., 2003). El suelo posee profundidad y extensión, se conforma por: materiales minerales: arcillas, limos y arenas; materia orgánica; agua y aire. En esta mezcla viven innumerables macro y microorganismos: hongos, bacterias y actinomicetos. El suelo es el contacto entre la atmósfera y la litósfera, su espesor varía de unos centímetros hasta varios metros, ahí coexisten el reino mineral, vegetal, animal, fungí, monera y protista.

Reacción del suelo. La distribución de los suelos alcalinos está relacionada con el clima y el material parental; en los suelos calcáreos el pH se relaciona con las reacciones entre el carbonato

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

cálcico, el agua y el CO₂. Valores de pH superiores a 7 se asocian a la presencia de carbonatos en el suelo y en la solución del suelo. En los suelos un aumento en el pH reduce la solubilidad de hierro y manganeso, conduce a una clorosis en los cultivos; en el caso del fósforo la disponibilidad es baja en los suelos calizos; con frecuencia se encuentran deficiencias de zinc (Fassbender y Bornemisa, 1987; Mengel y Kirby, 1987). En el Estado de Morelos 34% de los suelos son moderadamente ácidos; 33% califican como neutros; los alcalinos alcanzan 24.1% del territorio estatal, son suelos moderadamente alcalinos, por ello requieren la incorporación de mejoradores de suelos, como se reporta en el Cuadro 1 y, en la Figura 1 se muestra su distribución.

Cuadro 1.- Distribución porcentual del pH en los suelos del estado de Morelos.

Clasificación del pH	Superficie	%
pH moderadamente ácido: 5.1 - 6.5	165,636	33.98
pH neutro: 6.6 - 7.3	161,489	33.13
pH medianamente alcalino: 7.4 - 8.5	115,625	23.72
mancha urbana	43,630	8.95
cuerpos de agua	1,126	0.23
Total	487,506	100

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

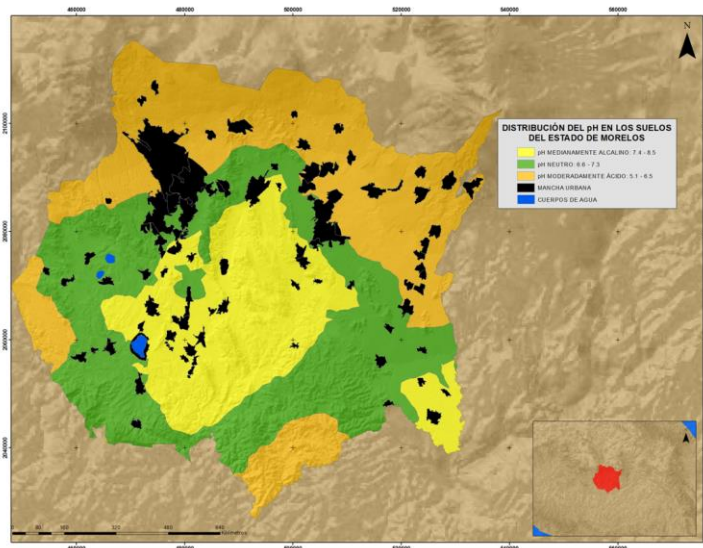


Figura 1.- Distribución espacial de la reacción del suelo en el territorio morelense.

Materia orgánica. En el estado de Morelos los suelos revelan que el 21% tienen valores de materia orgánica que se interpretan como clase baja; un 62% tiene valores que califican en la clase media; la clase alta representa 8%. La superficie restante lo conforma la mancha urbana y cuerpos de agua. El suelo tiene fertilidad biológica alta cuando los microorganismos edáficos mineralizan la materia orgánica y liberan nutrientes inorgánicos (Labrador, 1996).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

El nivel de materia orgánica en la región revela que la actividad biológica se encuentra suprimida. Como política de manejo para mantener la calidad de los suelos se recomienda incorporarla de manera humificada, como: composta, lombricomposta, ácidos húmicos y fúlvicos, estos materiales contribuyen a mejorar el drenaje y la aireación de los suelos, además, los ácidos húmicos y fúlvicos tienen un efecto positivo sobre muchas funciones de la planta, a nivel de células y órganos; estos compuestos son estimulantes para la formación de raíces al acelerar la diferenciación del punto de crecimiento, así los suelos donde se incorpora materia contienen un mayor contenido de C, Ca, Mg, Mn, Cu y Zn (Chen y Aviad, 1990), el Cuadro 2 reporta el contenido de materia orgánica y la Figura 2 su distribución en el estado de Morelos.

Cuadro 2.- Distribución porcentual del contenido de materia orgánica en los suelos del estado de Morelos

Interpretación de materia orgánica	Superficie	%
nivel de materia orgánica bajo: 0.6 - 1.5 %	101,820	20.89
nivel de materia orgánica medio: 1.6 - 3.5 %	300,942	61.73
niv. de materia orgánica nivel alto: 3.6 - 6.0 %	39,988	8.
mancha urbana	43,630	8.95
cuervos de agua	1,12	0.23
TOTAL	487,506	100

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

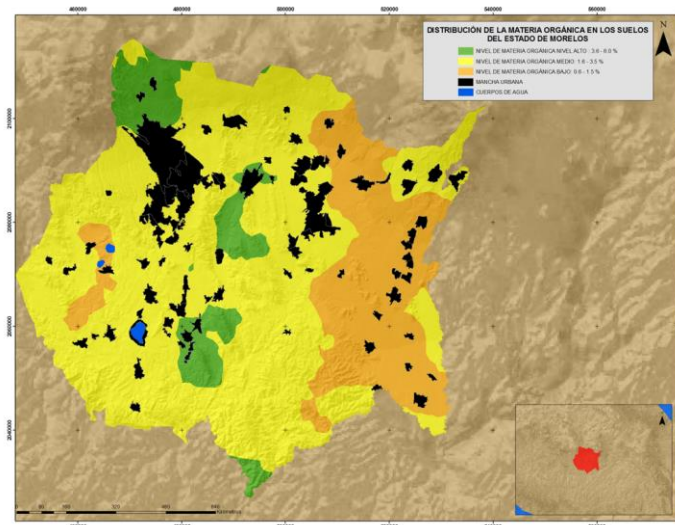


Figura 2. Distribución de la materia orgánica en los suelos del estado de Morelos

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Capacidad de Intercambio Catiónico. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es un parámetro que mide la cantidad de cargas negativas que existen en la superficie de los minerales que tiene el suelo, así como la de los compuestos orgánicos del suelo, de la materia orgánica y las sustancias húmicas (Marschner, 1995). Así se tuvo que el 4 % de los suelos en el estado de Morelos posee una CIC baja; el 14% tienen una media. Por ello es conveniente la remineralización con zeolitas en el 18 % del territorio en estudio, el Cuadro 3 muestra lo descrito.

Cuadro 3. Distribución porcentual de la capacidad de intercambio catiónico de los suelos del estado de Morelos.

Clasificación de CIC	Superficie	%
CIC nivel muy bajo: < 5 (Cmol(+))kg-	297	0.1
CIC nivel bajo: 5 - 15 (Cmol(+))kg-1	18,680	3.8
CIC nivel medio: 15 - 25 (Cmol(+))kg-	68,140	14
CIC nivel alto: 25 - 40 (Cmol(+))kg-1	294,437	60.4
CIC nivel muy alto: > 40 (Cmol(+))kg-	61,196	12.6
Mancha urbana	43,630	8.9
Cuerpos de agua	1,126	0.2
Total	487,506	100

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Los resultados conducen a la construcción de un planteamiento tecnológico con el fin de diferenciar la capacidad productiva de los suelos del estado de Morelos, por ello se integran los mapas de pH, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico, delimitando 23 zonas de manejo que serán de auxilio en la reducción del impacto degradativo por la realización de actividades agrícolas. Se recomienda la incorporación de materia orgánica, minerales no metálicos ricos en silicio, así como la biología de suelos incluyendo bacterias fijadoras de nitrógeno, micorrizas y microorganismos entomopatógenos para suprimir plagas y enfermedades, con ello se promoverá la colonización por microorganismos simbióticos, como bacterias y hongos.

El manejo agronómico con estos componentes promueve la colonización radicular por algas, líquenes, bacterias y micorrizas, mejorando la fijación y asimilación de nitrógeno y fósforo entre otros minerales, corrigiendo el desarrollo radicular en las plantas y aumentando el rendimiento de los cultivos. Con estos componentes activará la movilización de nutrientes, entre ellos fósforo, hierro, potasio y zinc; reducirá la lixiviación de fósforo, nitrógeno y potasio, en las áreas de cultivo agrícola.

La agricultura orgánica en sus propósitos es más conservadora de los recursos naturales, representa una estrategia para mantener la armonía entre el hombre y la naturaleza, pretende:

- ❖ Comprender y respetar las leyes ecológicas para abordar y solucionar problemas ambientales con tecnologías dirigidas a restaurar sistemas de producción, para ofertar a los consumidores productos limpios ambientalmente hablando.
- ❖ Producir alimentos de alta calidad nutritiva, en cantidades suficientes y exentas de residuos tóxicos, acudiendo a un manejo agroecológico.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

- ❖ Aprovechar los ciclos biogeoquímicos para el funcionamiento nutrimental de la relación suelo-cultivo y biorremediar los recursos suelo, agua y atmósfera.
- ❖ Considerar al suelo como un organismo vivo, así como difundir e impulsar las prácticas que garanticen conservar y restaurar la fertilidad del suelo.
- ❖ Conservar las cuencas y microcuencas hidrográficas que suministran agua para consumo humano, animal, uso agrícola e industrial.
- ❖ Proteger a los recursos renovables; evitar las formas de contaminación que pudieran resultar de las técnicas agrícolas y disminuir el uso de los recursos no renovables.
- ❖ Cuidar la salud de productores, consumidores y del ambiente, al disminuir los riesgos inherentes al uso de productos de síntesis química.
- ❖ Generar fuentes de empleo en el sector rural, que sumado a la producción agrícola permite que los productores alcancen una vida digna, obtengan ingresos aceptables y alcancen los servicios de salud y educación en un ambiente sano.

En Morelos, el costo Social por el deterioro ambiental es alto, el abandono del campo, la pobreza, la migración, el desempleo, la desnutrición son la expresión del sector rural. Para recomendar un manejo agroecológico con un enfoque orgánico de abonadura, por ejemplo, en el cultivo de maíz, se debe reconocer el requerimiento de nutrientes del cultivo, los cuales se reportan como promedio en distintas fuentes bibliográficas, estos requerimientos se expresan en kg de nutrientes que deben ser absorbidos por el cultivo de maíz para producir una tonelada de grano.

Las dosis actuales de fertilización que utilizan los productores en el cultivo de maíz revelan que se deben incluir otros factores que inciden en el crecimiento de las plantas. En el caso de la nutrición del cultivo de maíz, sólo se está aplicando Nitrógeno y Fósforo, principalmente. Por ello la fijación biológica de Nitrógeno, los abonos orgánicos mediante el compostaje, la lombricultura y la incorporación de minerales son una estrategia promisoría que conducirá al alto rendimiento en la producción orgánica de maíz. En nutrición vegetal se reconoce que cualquier nutriente limita el crecimiento y desarrollo del cultivo, amén de otros factores abióticos. Ni el buen material genético, ni las tecnologías de riego o las mejores prácticas culturales lograrán un máximo rendimiento, si existe un factor de la producción que sea deficiente. Se debe reconocer que la aplicación de fertilizante nitrogenado y fosforado es insuficiente para una producción de alto rendimiento y alta calidad de grano de maíz.

Para las condiciones del territorio explorado, podría implementarse un manejo agroecológico, con los siguientes componentes:

- Incorporación de mezclas minerales, para mejorar las condiciones de alcalinidad y capacidad de intercambio catiónico, así como aportar nutrientes.
- Incorporación de materia orgánica humificada.
- Inoculación a la semilla con microorganismos promotores del crecimiento.
- Fertilización vía foliar con insumos de especialidad: micronutrientes y bioestimulantes de acuerdo con la fenología del cultivo.
- Manejo preventivo de plagas y enfermedades mediante consorcios microbianos.

En general, bajo el escenario de cambio climático que permea, las condiciones actuales en el mercado de los fertilizantes, las importaciones de granos básicos que realiza México y, desde los

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

resultados obtenidos, se plantea la siguiente propuesta como recomendaciones para el ciclo agrícola primavera-verano 2022

- ❖ **Inoculación de la semilla de maíz.** Utilizar 500 ml de microorganismos promotores del crecimiento vegetal para estimular una germinación homogénea.
- ❖ **Remineralización del suelo.** Aplicar 200 kg de mezcla mineral, que deberá ser diseñada en función de las condiciones de degradación de la fertilidad del suelo, que se aplicará al momento de la siembra.
- ❖ **Densidad de población.** Sembrar 5 semillas por metro lineal (20 cm de distancia entre planta y planta). Una sola semilla por punto. Distancia entre surcos 80 cm. La densidad de siembra será de 62,500 semillas por hectárea.
- ❖ **Fertilización al suelo.** En función del análisis de suelos definir una dosis racional de NPK en el caso de los productores convencionales, o una dosis de abonadura con composta.
- ❖ **Fertilización foliar.** Se recomienda realizar tres aplicaciones:

Primera fertilización foliar. Aplicar en hoja 2, mezclando 2 litros de fertilizante foliar, 2 litros de bioestimulante y 2 litros de consorcio microbiano en 200 litros de agua. Estos insumos son los que se vienen formulando en el Módulo de Producción de Abonos Orgánicos y Lombricultura en el Campo Agrícola San Ignacio.

Segunda fertilización foliar. Aplicar en hoja 5, mezclando 2 litros de fertilizante foliar, 2 litros de bioestimulante y 2 litros de consorcio microbiano en 200 litros de agua.

Tercera fertilización foliar. Aplicar cuando el cultivo tenga de 9 a 10 hojas, mezclando 2 litros de fertilizante foliar, 2 litros de bioestimulante y 2 litros de consorcio microbiano en 200 litros de agua.

Aplicación de silicio foliar. En cada fertilización foliar, agregar a la mezcla 2 Kg de silicio orgánico soluble.

Para fortalecer la estrategia de producción de alimentos y la construcción del desarrollo rural sustentable en Morelos en el contexto de las actividades productivas del sector agropecuario y rural, se presenta un resumen en el Cuadro 4, donde se ilustra el impacto social-económico que podrá alcanzarse en las familias rurales que cultivan maíz por efecto de la inducción tecnológica.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Cuadro 4. Impacto social y económico de la propuesta de manejo agroecológico con visión sustentable en Morelos.

CONCEPTOS	Maíz grano
Superficie Total cosechada en Morelos (ha)	18,737
Superficie cosechada con maíz de temporal (ha)	8850
Rendimiento actual (t/ha)	2.0
Incremento en rendimiento en la agricultura de temporal(impacto) t/ha	1.0
Precio promedio (\$/t)	6,000
Superficie a atender (ha)	8,850
Incremento (impacto) (\$/ha)	6,000
Valor total de la producción de maíz en el Programa (\$)	159,300,000.00
Volumen de producción que se incrementa (tn)	8,850

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Morelos es una entidad maicera, un programa como el descrito en el Cuadro anterior, significa una contribución para la producción agrícola, en el marco de la sustentabilidad, donde se recomienda un plan de cultivo y de nutrición vegetal que favorezca a los suelos y cultivos con el fin de incrementar rendimientos, reducir costos de producción y mejorar la fertilidad de los suelos con un impacto ambiental mínimo. Para incrementar los niveles de productividad del cultivo de maíz con un enfoque orgánico, la presente propuesta orienta que, mediante la organización para la producción, asistencia técnica, adopción de innovaciones tecnológicas de bajo costo con enfoque agroecológico, capacitación a los extensionistas, parcelas y días demostrativos, se impulsará la adopción tecnológica por parte de los productores para transitar a una agricultura orgánica.

Zonas de manejo Agroecológico

Se delimitaron tres zonas de manejo que se identifican en el polígono donde se encuentran emplazadas las parcelas de maíz de alto rendimiento, las cuales se reportan en el Cuadro 5, cada una de ellas requiere de una propuesta de manejo que conduzca a la restauración y a la productividad sustentable.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Cuadro 5. Zonas de manejo agronómico en Morelos donde se ubican las parcelas maíz de alto rendimiento

pH	M.O.	CIC (Cmol(+)kg ⁻¹)	H A	%	CLASE
pH NEUTRO: 6.6 - 7.3	NIVEL DE MATERIA ORGÁNICA BAJO: 0.6 - 1.5 %	NIVEL MEDIO: 15 - 20	15,913.00	7.00	11
pH NEUTRO: 6.6 - 7.3	NIVEL DE MATERIA ORGÁNICA BAJO: 0.6 - 1.5 %	NIVEL ALTO: 25 - 40	28,396.00	13.00	12
pH NEUTRO: 6.6 - 7.3	NIVEL DE MATERIA ORGÁNICA MEDIO: 1.6 - 3.5	NIVEL ALTO: 25 - 40	99,788.00	44.00	14
pH MEDIANAMENTE ALCALINO: 7.4 - 8.5	NIVEL DE MATERIA ORGÁNICA MEDIO: 1.6 - 3.5	NIVEL ALTO: 25 - 40	81,615.00	36.00	20
		TOTAL	225,712	100	

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Considerando las características de las zonas de manejo, de manera general, se recomienda que se valore la incorporación de prácticas agrícolas, como el impulso de sistemas de labranza de conservación por sus efectos benéficos, como: restauración de la fertilidad del suelo; reducción de la erosión, de la maleza y del uso de fertilizantes químicos, en parte atribuible a la incorporación de los residuos de cosecha, restauración de la biología del suelo y reactivación de algunos ciclos biogeoquímicos.

Conclusiones

El presente trabajo ofrece propuestas de manejo agronómico, restauración ambiental y, de fertilidad de suelos; así como de la observación meteorológica con un fundamento geoestadístico, brinda elementos para diseñar el aprovechamiento sustentable, la preservación y la restauración del recurso suelo. Se pretende atender la degradación y los desequilibrios ecológicos que afloran en los suelos, lo cual exige la ejecución de un programa de restauración ecológica.

Este documento sienta las bases para promover una reingeniería de las prácticas agrícolas actuales, que su ejecución en la producción agrícola convencional puede conducir a la pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables de los hábitat, ecosistemas, elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan, en este caso particular el recurso suelo.

La producción de biomasa en una estrategia basada en la restauración de la fertilidad del suelo, constituye una estrategia de transición de la agricultura del modelo de revolución verde a una agricultura orgánica, la cual se orienta al manejo agronómico orgánico, elevar rendimientos y disminuir costos de producción, partiendo de un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de cada predio, impulsando las siguientes líneas de acción:

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

(1) diagnóstico de la fertilidad de suelos y nutrición vegetal balanceada atendiendo la abonadura y fertilización foliar con nutrientes, aminoácidos, inductores de resistencia y sustancias fisiológicamente activas; (2) labranza de restauración y conservación; (3) restauración de la capacidad productiva de los suelos, mediante la corrección del pH, elevar el contenido de materia orgánica, rompimiento de la compactación de suelo, mejoramiento de la Capacidad de Intercambio Catiónico, inoculación de bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre, micorrizas, hongos entomopatógenos y actinomicetos; (4) siembra de precisión para el mejor aprovechamiento de la radiación solar; (5) manejo biológico de plagas y enfermedades haciendo uso de microorganismos, elementos halógenos y biopreparados; (6) prácticas de conservación de suelos y aguas; (7) monitoreo continuo del cultivo; (8) parcelas demostrativas y de seguimiento; capacitación a extensionistas, productores y líderes tecnológicos.

La importancia de desarrollar estrategias para atender la producción de alimentos, en este primer momento enfatizando en la producción de maíz es impostergable; no se omite comentar que por el cambio climático, en breve se tendrá un escenario nacional de reducción de superficie a cultivar tanto en riego como en temporal; además, ante la crisis energética y los altos precios de los fertilizantes, deben contemplarse escenarios de mediano y largo plazo que garanticen la alimentación de los mexicanos y el mejor aprovechamiento de los recursos naturales, así como la viabilidad de la agricultura y la mejoría en los niveles de bienestar de los productores.

El desarrollo rural busca armonía entre el crecimiento económico y el bienestar en las localidades. Requiere que actores económicos, sociales, políticos, tecnológicos y ambientales incidan en la transformación de las comunidades, incrementando oportunidades, valores sociales y ambientales, capacidad productiva, ingreso, riqueza y calidad de vida para el desarrollo humano.

En la política pública se carece de una estrategia para la construcción del desarrollo rural a nivel de los ejidos, comunidades indígenas y localidades rurales, por ello, se pretende desarrollar la propuesta tecnológica que contribuya a fomentar acciones para impulsar un crecimiento económico y bienestar con sustentabilidad y orientado a desarrollar la agricultura orgánica. Se espera contribuir al manejo agronómico, incrementar rendimientos, reducir costos de producción y aumentar la fertilidad del suelo, producir alimentos sanos y de alta calidad, entre otros.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Literatura Citada

- Abadía, J., A. Álvarez-Fernández, A. Rombolà, M. Sanz, M. Tagliavini, and A. Abadía. (2004). Technologies for the diagnosis and remediation of Fe deficiency. *Soil Science and Plant Nutrition* 50 (7): 965 – 971.
- Castellanos, J. Z., J. X. Uvalle B. y A. Aguilar S. (2000). Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. 2da. Edición. INCAPA. México. 226 p.
- Clay, D. E. y J. F. Shanahan. (2011) . GIS Applications in agriculture. Nutrient management for energy efficiency. GIS applications in agricultura series .Volume two. New York, U.S.A
- Chen, Y and Aviad, T. (1990). Effect of humic substances on plant growth. In MacCarthy P. (Ed.) Humic substances in soli and crop sciences; selected readings. American Sociaty of Agronomy and Soil Science Society of American Journal. Wisconsin. U.S.A.
- Doorenbos, J. y Kassam, H. A. (1986). Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Organización de las Naciones Unida para la Agricultura y la Alimentación. Estudio FAO: riego y drenaje No. 33. Roma, Italia. pp. 107- 110.
- Fassbender W. H. y Bornemisza E. (1987). Química de suelos con énfasis en suelos de América latina. Servicio Editorial IICA. San José Costa Rica.
- Labrador, M., J. (1996). La materia orgánica en los agroecosistemas. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid, España
- Ley General de Equilibrio Ecológico, México. (2011) Agenda Ecológica Federal Editorial ISEF. México.
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. 2da ed. Academic Press. New York. 888 p.
- MengeL, K.; Kirby, E. A. (1987). Principios de nutrición vegetal. Cuarta Edición. Ed. International Potash Institute. Suiza.
- Ortiz V. B Y Ortiz S. C. A. (1980). Edafología. 3ª edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México.
- Porta J., Acevedo L. M. y Roquero C. (2003). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Mundi prensa. España.
- Villalpando I., J.F. y Ruiz C., J. A. (1993). Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura. 1a. Ed. LIMUSA-UTEHA. México, D.F. 123 p.

El Manejo Forestal Sustentable, la Silvicultura comunitaria y el Programa Sembrando Vida en el ejido Peñuelas Pueblo Nuevo, Chignahuapan, Puebla

Aurelio Bastida Tapia²; Gladys Martínez Gómez³; Nancy Belén Hernández Montes⁴

Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar las formas de manejo y aprovechamiento de los recursos forestales, así como las formas de organización social para la producción bajo el esquema de silvicultura comunitaria, en el ejido de Peñuelas Pueblo Nuevo, Municipio de Chignahuapan en el estado de Puebla y su vinculación con el Programa Sembrando Vida (2020). Desde esta perspectiva se ha realizado el aprovechamiento forestal maderable sustentable en más de 800 hectáreas de sus bosques sin cambiar el uso del suelo, lo que ha generado ventajas como la recuperación de terrenos de uso agrícola a forestal, la conformación de varias empresas sociales generadoras de alrededor de 100 fuentes de empleo para los habitantes del ejido, la comunidad ha obtenido certificaciones nacionales e internacionales por el buen manejo de los bosques y se han constituido en una comunidad de escuela forestal han impartido cursos y talleres intercambiando sus saberes con otros ejidos y comunidades. En este marco un grupo de mujeres y hombres del poblado se incorporó al Programa Sembrando Vida (PSV, 2020), como una alternativa más de desarrollo comunitario. Este trabajo se llevó a cabo durante los periodos 2012–2015 y 2015– 2018 y 2022, a través de las técnicas de investigación como son las entrevistas a los representantes ejidales, la observación en diferentes momentos, la revisión documental de la carpeta básica del núcleo agrario y de la literatura existente sobre le tema.

Palabras clave: Silvicultura comunitaria, manejo forestal sustentable, organización comunitaria, programa sembrando vida.

² Aurelio Bastida Tapia. Profesor investigador. Área de Agronomía. Departamento de Preparatoria Agrícola. UACH. Correo: abastidat@chapingo.mx

³ Gladys Martínez Gómez. Profesora investigadora. Área de Lenguas Extranjeras. Departamento de Preparatoria Agrícola. UACH

⁴ Nancy Belén Hernández Montes. Consultora independiente

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Abstract

The purpose of this research was to analyze the forms of management and use of the forest resources, as well as, the social organization for production under the community forestry in the ejido Peñuelas Pueblo Nuevo, Municipality of Chignahuapan, Puebla and its relationship with Sembrando Vida Program (2020). On this way, sustainable timber harvesting has been carried out in more than 800 hectares of its forest without changing the use of the land, which has generated advantages such as the recovery of land from agricultural to forest use, the formation of several social enterprises that generate around 100 sources of employment for the inhabitants of the area, the community has obtained national and international certifications for good forest management and has become a community forest school, has given courses and workshops exchanging their knowledge with other ejidos and communities. In this framework, a group of women and men from the town joined the Sembrando Vida Program (PSV, 2020), as one more community development alternative. This work was carried out during the periods 2012-2015 and 2015-2018 through research techniques such as interviews with ejido representatives, observation at different moments, documentary review and the basic folder of the agrarian nucleus about the literature on the subject.

Key words: community forestry, sustainable forest management, community organization, Programa Sembrando Vida

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Introducción

La superficie forestal arbolada de México ocupa alrededor de 65 millones de hectáreas, cerca del 80% son de propiedad ejidal y comunal, el 15 % es propiedad privada y el 5% restante son terrenos nacionales. En varios ejidos y comunidades originarias, con terrenos forestales de uso común, se ha desarrollado la silvicultura comunitaria, una actividad en la cual se aprovechan los bosques para beneficio de sus dueños (Bray *et al*, 2007; Gerez y Purata, 2008), sin embargo, los bosques y selvas del país se les ha considerado de interés público, ya que contribuyen con una serie de servicios ecológicos como la producción de oxígeno, la limpieza del aire, la captación de CO₂, la recarga de mantos acuíferos, la protección a la biodiversidad, entre otros beneficios. Por ello para aprovecharlos es necesario que los dueños soliciten permisos a las dependencias oficiales que regulan su manejo para que el aprovechamiento sea en forma legal y sustentable, sin cambiar el uso del suelo. El concepto manejo forestal sustentable consiste en aprovechar los bosques y selvas para la producción de bienes, productos y servicios de manera continua y óptima conservando las funciones de los ecosistemas, así como los bienes y servicios que de ellos se obtienen. Cuando se cortan los árboles se vuelve a regenerar el bosque de forma natural mediante semillas y brotes o con el establecimiento de plantas producidas en viveros, haciendo un uso diversificado y generando oportunidades de desarrollo comunitario, empleos y el mejoramiento en los niveles de vida e ingresos de los pobladores locales (CONAFOR, 2017). El PSV es un programa federal que pretende contribuir al bienestar social de la población del campo impulsar la autosuficiencia alimentaria, la reconstrucción del tejido social y la recuperación del medio ambiente implementando parcelas con sistemas productivos agroforestales lo que redundaría en la disminución de la **pobreza y la degradación ambiental** (DOF-PSV, 2020).

Materiales y Métodos

Método

En esta investigación descriptiva que recuperaron los datos de las condiciones existentes de la comunidad a estudiar, analizando sus prácticas agrícolas, los procesos agroforestales, así como las experiencias en sus formas de producción, organización y empleos generados. La investigación descriptiva no solo reporta lo que se encuentra, sino que también interpreta los significados y los analiza para, posteriormente, tomar decisiones de atención e intervención. En la descripción se vinculan otros procesos como la comparación, el contraste, la clasificación, el análisis y la interpretación (Best, 1982)

Técnicas e Instrumentos

Se utilizaron dos técnicas de investigación social: la entrevista y la observación. La entrevista es una técnica que nos permitió recopilar información sobre los conocimientos, las experiencias, las creencias, los acontecimientos de la comunidad. Es una conversación profunda, no estructurada, por medio de la cual se posibilitó la libre expresión del entrevistado sobre el tema. Asimismo, se realizaron observaciones sobre los procesos y a partir de esto se interactuó con los integrantes de la comunidad, lo que permitió alcanzar el objetivo y comprender e interpretar la información (Varguillas y Ribot, 2007). Con base en ello se diseñaron dos instrumentos como las guías de entrevista y de observación que posibilitaron la recopilación de datos.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Resultados y discusión

Características generales del poblado Pueblo Nuevo

El poblado de Pueblo Nuevo pertenece al Municipio de Chignahuapan, Puebla, núcleo poblacional del Ejido Peñuelas Pueblo Nuevo. Se localiza en la Sierra Norte de Puebla, al noroeste, en los límites con Hidalgo y el Municipio de Zacatlán. Entre los 19° 57' 21" de Latitud Norte y 98° 06' 40" y Longitud Oeste. A una altitud promedio entre 2650 a 3100 msnm. En el año 2020 había 553 habitantes, de ello 273 (49.37%) eran hombres y 280 (50.63%) mujeres, la población mayor de 18 años era de 274 personas (Foro México, 2019; Pueblo América, s/f). La escolaridad promedio era de 4.67 años con una población económicamente activa (PEA) de 151 personas (27.31% del total). En el sector primario se ocupaban 126 (el 85.71%), en el secundario había 8 personas (5.44%) y en el terciario 13 personas (8.84%) (Foro México, 2019). Las principales actividades son el aprovechamiento forestal, la agricultura y la ganadería en baja escala, la transformación primaria de la madera, camiones de transporte de madera y el comercio local. En el año 2005 existían un total de 129 viviendas de las cuales 71 tenían piso de tierra, 11 consistían en una sola habitación, 110 tenían instalaciones sanitarias y 123 tenían acceso a energía eléctrica. Ese año, había 66 personas analfabetas de 15 y más años. De la población de los 15 años en adelante, 63 personas no tenían ninguna escolaridad, 150 primaria incompleta, otras 78 tenían primaria y 33 contaban con secundaria a bachillerato (Nuestro México, s/f). Para el año 2020 la distribución poblacional fue la siguiente.

Tabla 1.- Población total y distribución por edades (año 2020)

Categoría	Franja de años	Mujeres	Hombres	Total
niños	0 a 5	38	25	63
Edad escolar	6 a 14	47	36	83
Edad productiva	15 a 59	162	187	349
Tercera edad	60 años o más	33	24	57
Población total		280	272	552

Fuente: Modificado de Pueblo América (s/f)

El ejido Peñuelas Pueblo Nuevo, sus características y organización

Aspectos generales

Este ejido es uno de los 2943 ejidos y comunidades, que según la CONAFOR (2020), realizan algún tipo de aprovechamiento forestal en México de los 15,584 que cuentan con al menos 200 hectáreas de bosques o selvas. El ejido fue creado por resolución presidencial de fecha 28 de febrero de 1929, publicada en el Diario Oficial de la Federación, beneficiando a 105 ejidatarios con una superficie de 1260 hectáreas iniciales. Posteriormente, les otorgaron una ampliación de 371.36 hectáreas, con resolución presidencial del día 12 de mayo de 1943. Años después les adjudicaron otras 60.2925 hectáreas para completar las 1691.6525 hectáreas con que actualmente cuentan (SRA s/f; RIEPPN, 2002).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

La misión de ejido consiste en: “La conservación, restauración y protección de los recursos naturales en base a un aprovechamiento sustentable, contribuyendo al desarrollo socioeconómico y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del ejido”. Como visión se plantea: “Ser un ejido ejemplar en el ramo del manejo forestal sustentable cumpliendo con los más altos estándares de calidad a nivel nacional e internacional, generando empleos y contribuyendo al desarrollo de sus integrantes” (RIEPPN; 2002). Llevan más de 35 años realizando el aprovechamiento sustentable y legal de sus bosques. Hasta mediados de la década de 1980, los servicios técnicos forestales dependían de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), los ejidos y comunidades dependían de ellos. Con la Ley Forestal de 1986 los servicios técnicos forestales quedaron en manos de los profesionistas forestales quienes ejercieron como tutores más que como asesores de los ejidos. Actualmente, existen ejidos que todavía no se han liberado de esa dependencia, los técnicos proponen los proyectos a gestionar, aunque no correspondan a los intereses y necesidades de los ejidatarios. Proyectos que no avanzan por porque los no productores los sienten como propios ni son acorde a sus (Merino y Segura, 2007). Las autoridades ejidales señalan que, aproximadamente durante 20 años, esta fue la situación de Peñuelas Pueblo Nuevo, los técnicos determinaban que proyectos se gestionaban y se los daban al presidente del comisariado ejidal para que los propusiera a la asamblea para su aprobación, en otras ocasiones, eran los mismos técnicos quienes los registraban en las dependencias sin consultar antes con los integrantes de la comunidad. Durante el periodo de 2010 al 2015 los ejidatarios se opusieron a esas prácticas y acordaron que los proyectos a implementar serían según sus necesidades de desarrollo y los técnicos sólo serían acompañantes y facilitadores (Ortega Hernández, José Antonio presidente del comisariado ejidal, periodo 2012 – 2015, comunicación personal y Ortega Ortega, Baldomero, presidente del comisariado ejidal, periodo, 2015 – 2018, comunicación personal). Los elementos que les permitieron consolidar su organización fueron el establecimiento de los derechos y obligaciones que todos los ejidatarios deberían acatar, plasmados en el Reglamento Interno (RIEPPN, 2002) del ejido, aprobado en el año 2000 (Vega, 2022) y la rendición periódica de cuentas a la asamblea de ejidatarios. La organización actual del ejido se presenta en el siguiente diagrama.

Tabla 2. Distribución de la superficie del ejido Peñuelas Pueblo Nuevo

Clasificación	Superficie (hectáreas)	Porcentaje (%)
Uso común (bosques)	834.7004	49.3423
Área Parcelada	784.9877	46.4036
Asentamiento humano	53.4330	03.1586
Parcela agrícola	09.5229	00.5629
Parcela de la mujer	05.0455	00.2982
Ocupada con infraestructura	03.9630	00.2342
Total	1691.6525	100.00

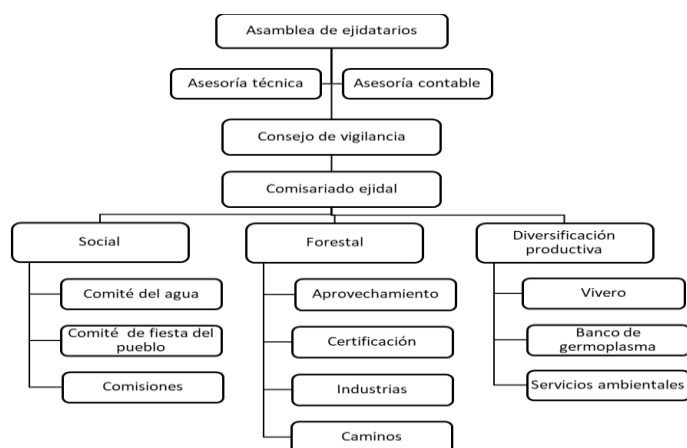
Fuente: RIEPPN (2002).

La organización del ejido y el aprovechamiento sustentable del bosque

Una vez aprobado el reglamento, se dio a conocer tanto al interior como al exterior del ejido, con colindantes y vecinos, explicando las medidas y sanciones que aplicarían para cuidar y proteger sus bosques. Para la aplicación del reglamento al interior, las autoridades debían demostrar que las

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

sanciones se aplicarían a todos por igual, sin importar parentesco o grado de autoridad. Por reglamento y acuerdos de asamblea, los ejidatarios deben realizar trabajo comunitario o faenas, además conformar brigadas que les toca cuidar los bosques un día al mes. Los que no asisten a esas actividades deberán pagar un jornal para que asista en su representación, en caso de no hacerlo se cobra una multa. Algunos llegaban tarde, incluso al medio día y pedían que se les pasara el día completo. Cuando ello ocurrió con el promotor forestal y con un familiar del presidente del comisariado ejidal, este no les aceptó que llegaran tarde y no les considero esa actividad. De allí en adelante todos se empezaron a disciplinar y cumplir. De igual forma las autoridades necesitaban crear las condiciones para generar confianza y transparencia en el manejo de las finanzas del ejido, aspecto que lograron al establecer asambleas mensuales para informar sobre los asuntos financieros y contables. Los ejecutantes de las disposiciones que emanan de la asamblea son el comisariado ejidal, el consejo de vigilancia y las comisiones especiales conformadas para diferentes actividades, que incluyen a los responsables o encargados de las empresas y los comités establecidos para alguna necesidad (Ortega Hernández, José Antonio; Comunicación personal).



Fuente: RIEPPN (2002).

Figura 1. Organigrama del Ejido Peñuelas Pueblo Nuevo

Las obligaciones y los derechos de los ejidatarios

Los derechos y obligaciones de los ejidatarios están plasmados en la Ley Agraria vigente desde 1992 y las disposiciones específicas en el Reglamento Interno Ejido (RIEPPN; 2002), donde se señalan que todos los miembros deben: 1) participar en las labores de conservación, fomento y protección de los recursos renovables y no renovables, así como en todas las labores que se lleven a cabo en el ejido de conformidad con los programas autorizados y actividades acordadas por la asamblea; 2) integrarse en las labores comunes de cuidado de los bosques, conservación y mantenimiento de caminos, construcción de edificios e infraestructura comunal, controlar y apagar incendios forestales y todas las demás actividades donde se requiera la participación comunitaria; 3) aquellos que no puedan realizar sus faenas deberán enviar a una persona capacitada físicamente, según sea el trabajo que se realice, o hacer una aportación económica como sanción. Mientras que se plantean como derechos para todos los ejidatarios que cumplen con sus obligaciones: a) recibir los beneficios económicos y sociales que les corresponde; b) aprovechar madera y leña con fines

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

domésticos propios; c) recibir asesoría y capacitación para las actividades forestales, agropecuarias, hortícolas y frutícolas que realicen.

Los órganos de gobierno, las comisiones y sus funciones

La Asamblea de ejidatarios como órgano rector del ejido. El órgano máximo de decisión del ejido es la Asamblea, constituida por todos los ejidatarios con sus derechos legalmente reconocidos. Regula el uso, aprovechamiento, acceso y conservación de los recursos naturales del ejido, apegándose a las leyes, reglamentos, decretos y disposiciones correspondientes. Para que sus decisiones sean válidas y obligatorias deberán ser tomadas en asamblea de ejidatarios con el 50% más uno de los miembros que integran el núcleo agrario o con los porcentajes que la Ley Agraria señala para la segunda convocatoria.

El Comisariado ejidal, sus funciones y obligaciones. Es el órgano encargado de la ejecución de los acuerdos de la asamblea y en quien recae la representación, gestión administrativa y legal del ejido. Está constituido por un presidente, un secretario y un tesorero y tienen como funciones: a) el representar al ejido y administrar sus bienes; b) vigilar que se respeten los derechos de los ejidatarios; c) informar de las labores efectuadas y del movimiento de recursos; d) proponer los proyectos y calendario de actividades a realizar en las empresas ejidales; e) hacer cumplir los acuerdos de la asamblea y aplicar las sanciones correspondientes en caso de incumplimiento; f) cambiar a los representantes cada tres años.

El Consejo de vigilancia y la buena marcha de los asuntos ejidales. Es el órgano encargado de vigilar el buen funcionamiento del comisariado ejidal y los asuntos del ejido y se cambia cada tres años. Está integrado por un presidente y dos secretarios y sus funciones son: a) vigilar que los actos del comisariado ejidal se apeguen a las normas vigentes, así como a los acuerdos de asamblea; b) revisar las cuentas y operaciones del comisariado ejidal; c) apoyar al comisariado ejidal en las actividades que acuerden o decida la asamblea; d) vigilar y verificar cualquier acto jurídico dentro del ejido.

Los fondos comunes y su papel en el desarrollo del ejido. Son los recursos económicos obtenidos por el ejido que forman parte de su patrimonio, provenientes de las utilidades obtenidas por la operación de sus empresas o por el aprovechamiento de los recursos y comercialización de los bosques, montes, pastos y recursos no renovables, arrendamiento de terrenos, indemnizaciones, cuotas y sanciones económicas a sus integrantes. El fondo común de ejido se destinará a: i) realizar trabajo u obras de conservación de suelos, aprovechamiento de aguas para el riego, para abrevaderos, uso doméstico y otros servicios urbanos; ii) construcción de obras de infraestructura para apoyar las actividades productivas, de industrialización y comercialización de sus productos o para el óptimo aprovechamiento de sus recursos naturales; iii) adquisición de maquinaria, implementos de labranza, animales de trabajo o de cría, semillas y fertilizantes; iv) gasto de oficina de los órganos de representación y vigilancia; v) pago de honorarios a asesores del ejido; vi) los demás que la asamblea considere pertinentes (RIEPPN, 2002). La creación de este fondo fue decisiva en la historia del ejido, porque le permitió contar con recursos para invertir e impulsar empresas comunitarias (Ortega Hernández José Antonio y Baldomero Ortega Ortega, comunicación personal; Vega, 2022).

Las comisiones especiales y sus funciones

La asamblea tiene la facultad de nombrar a los secretarios, auxiliares, comisiones y asesores que se requieran como apoyo a los miembros del comisariado ejidal, para el mejor desarrollo y control de las actividades económicas y productivas del ejido. Las más importantes son las siguientes:

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

La comisión de vigilancia, su papel e importancia. Todos los ejidatarios deben incorporarse a tareas de vigilancia a realizarse los 365 días del año, en los terrenos y bosques de uso comunal. Se conforman grupos integrados por tres a cinco ejidatarios o sus representantes, quienes realizan recorridos por el bosque con el propósito de detectar la tala y cacería ilegal, las invasiones, los incendios o daños en los bienes ejidales y cualquier otro delito dentro del ejido. Cuando se requiere se hacen rondines de vigilancia por las noches, mediante comisiones especiales.

El grupo técnico comunitario y los asesores técnicos. En su conjunto, el presidente del consejo de vigilancia y los encargados o responsables de las actividades productivas conforman en grupo técnico comunitario que analiza, discute y propone alternativas a los problemas de producción en las empresas forestales en apoyo a las autoridades ejidales. En el año 2018 estaba integrado por un representante del consejo de vigilancia; el jefe de monte quien distribuye el trabajo durante los aprovechamientos forestales; el documentador, encargado de documentar la madera en rollo que sale del bosque; el encargado del vivero forestal, un auxiliar del vivero forestal, el encargado del aserradero ejidal y el promotor forestal comunitario. Asimismo, contaba con los siguientes asesores técnicos: a) un despacho de técnicos forestales, para realizar los estudios sobre el aprovechamiento forestal y su ejecución técnica; b) un Banco de germoplasma y laboratorio de análisis de semillas forestales; c) personal que impartía seminarios y capacitación.

Las empresas sociales forestales y su importancia en el desarrollo social y económico

Los dos programas de mayor relevancia son el Programa de Manejo Forestal Sustentable y la Comunidad escuela, Comunidad instructora o Comunidad extensionista.

El Programa de Manejo Forestal Sustentable. Llevan aproximadamente 35 años de experiencia en el aprovechamiento forestal sustentable, en los bosques comunales, donde a partir de la incorporación de parcelas individuales con plantaciones forestales ha alcanzado una superficie de 910.74.20 hectáreas de bosque bajo aprovechamiento forestal sustentable, aplicando el Método de Desarrollo Silvícola (MDS), con un plan de manejo a 50 años y refrendos cada 10 años, mediante los tratamientos de árboles semilleros y corta total; ambos con resalvos y reforestación mediante plantaciones, así como el método de selección en las áreas con mayores pendientes o donde existe mayor biodiversidad. De la superficie indicada, 835 hectáreas son de propiedad comunal, las que se dividieron en 50 áreas de corta. En promedio aprovechan unas 16 hectáreas por año, mismas que inmediatamente se reforestan con la planta producida en su vivero y la mayor cantidad de madera la procesan en los aserraderos de la comunidad, vendiendo madera aserrada como producto principal.

Comunidad escuela o instructora. En el año 2013 el ejido fue autorizado para desempeñarse como comunidad instructora, comunidad escuela o comunidad extensionista. Estas comunidades son núcleos forestales organizados y con un manejo sustentable consolidado, mismas que son habilitados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), con la finalidad de capacitar a otros ejidos y comunidades con menor nivel de organización y desarrollo productivo a través del intercambio de experiencias y conocimientos sobre organización y manejo de sus empresas, así como el establecimiento de acuerdos de cooperación y la formación de capital humano. Situación que permite transmitir sus experiencias y procesos de organización a ejidos y comunidades que inician o sustentan un incipiente manejo (CONAFOR, 2014).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Las empresas forestales con enfoque social

En el año 2014 el ejido tenía: a) 35 años de experiencia en el aprovechamiento maderable en una superficie de 910.74.20 hectáreas; b) contaba con un vivero forestal con 18 años de experiencia en la producción de plantas forestales, con una capacidad instalada para producir 4 millones de plantas, en contenedor y riego semiautomatizado, c) un Banco de Germoplasma con área de beneficio, invernadero para secado de frutos, laboratorio de análisis de semilla y una cámara fría, con capacidad de almacenamiento de una tonelada de semilla; d) capacitación para la colecta de germoplasma forestal; e) tres Unidades Productoras de Germoplasma Forestal (UPGF) clasificadas como Ensayos de Procedencia, previstas para convertirse en Huertos Semilleros, los cuales estaban bajo la supervisión y dirección técnica de un profesor investigador del Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, en el Estado de México (CONAFOR, 2014). Actualmente el ejido cuenta con las siguientes empresas comunitarias, con las que aprovecha sus bosques, fomenta empleos permanentes y temporales, para obtener ingresos para todos los ejidatarios, hijos de ejidatarios y avecindados (Comunicación personal José Antonio Ortega Hernández y Balamero Ortega Ortega; Vega, 2022).

- 1) *Aprovechamiento del bosque bajo manejo sustentable* en 835 hectáreas, con un plan a 50 años, donde aplican los métodos de ordenación de Desarrollo Silvícola (MDS) con áreas de corta promedio de 16 hectáreas por año, las que inmediatamente son reforestadas con la planta producida en su vivero reforestando unas 1200 plantas por hectárea.
- 2) *Un vivero forestal* de dos hectáreas, con capacidad e infraestructura para producir dos millones de planta forestal de diferentes especies, tanto para cubrir sus necesidades como para la venta a la CONAFOR, así como a ejidos y particulares.
- 3) *Un banco de germoplasma regional integrado* por: a) 100 árboles semilleros; b) dos huertos semilleros; c) un huerto clonal; d) instalaciones para la extracción, limpieza y tratamiento de las semillas; e) un laboratorio de análisis de semillas y el personal capacitado para la colecta, limpieza, análisis de pureza y viabilidad de la semilla.
- 4) *Un aserradero moderno* semi automatizado y otro tradicional los que se abastecen de los bosques del ejido y procesan la mayor cantidad de la madera obtenida de los aprovechamientos forestales que tienen autorizados. Además, cuentan con una estufa para el secado para la madera y obtener productos de mayor calidad.
- 5) *Es Comunidad instructora o comunidad escuela*, capacitan e imparte cursos a otras comunidades, grupos de productores y a estudiantes de diferentes instituciones que los visitan para conocer su desarrollo, organización y empresas sociales con las que cuentan.
- 6) *Disponen de dormitorios*, personal y comedor para proporcionar alojamiento y alimentación a grupos de hasta 40 integrantes.
- 7) *Cuentan con maquinaria pesada* para realizar caminos; tractores montacargas, retroexcavadora, camiones de volteo y camionetas y tractores agrícolas. Con esta maquinaria también construyen o dan mantenimiento a los caminos de otras comunidades y ejidos.
- 8) *Realizan el cobro por servicios ambientales hidrológicos* en más de 240 hectáreas.
- 9) *Tienen una batería de hornos* para elaborar carbón con leña de encino.
- 10) *Un taller de artesanías y muebles de madera* de un grupo de mujeres de la comunidad.
- 11) *Unos 10 camiones madereros* pertenecientes a ejidatarios y pobladores.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

- 12) *Un aserradero particular* de uno de los ejidatarios
- 13) *Presa y sistemas de riego*. En años pasados, con recursos del ejido, se construyó una pequeña presa y se instaló un sistema de riego para varias parcelas.

Además, cuentan con un proyecto ecoturístico a consolidar, con cabañas, restaurante y un recorrido por el bosque, así como un proyecto para establecer una embotelladora del agua que captan en sus bosques. Actualmente están en proceso de recuperar empleos, ya que, con la pandemia del coronavirus, algunas de las actividades disminuyeron. Si se considera una población económicamente activa de unas 250 personas, en los momentos de mayor ocupación se emplea más de 50% de ella. Con las empresas comunitarias han generado empleos, de los recursos económicos obtenidos una parte se destina a los ejidatarios y con otra parte se conforma un fondo común para financiar las obras e infraestructura que se requiere en el ejido, así como a obras de beneficio social para la comunidad. Recursos que también se destinan a nuevos proyectos para generar empleos. Todo ello ha permitido que algunas personas que habían emigrado regresen a la comunidad al generarse fuentes de empleo (Vega, 2022). Con todo lo anterior, en la comunidad se han generado unos 60 empleos permanentes y más del doble de empleos temporales, además de un número indefinidos de empleos indirectos como se puede apreciar en la tabla 3.

Tabla 3. Empleos anuales generados en el ejido

Empresa o proyecto	Empleos generados	
	Permanentes	Temporales
Comisariado ejidal, ecoturismo y alojamiento	5	3
Aprovechamiento del bosque	0	60 a 90
Aserradero ejidal	10	5
Vivero, banco de germoplasma y laboratorio	10	10
Construcción de caminos	0	10
Mujeres artesanas	5	5
Aserradero particular	8	0
Camiones madereros (10)	20	10
Hornos de carbón	2	1
Empleos generados	60	104 a 134

Fuente: Datos proporcionados por los representantes ejidales

Certificaciones y reconocimientos obtenidos

Además de ser comunidad instructora, el ejido actualmente cuenta con certificaciones nacionales e internacionales, que les ha valido el reconocimiento como uno de los ejidos que hacen un buen manejo forestal sustentable de sus bosques, aspectos que dan a conocer mediante la capacitación a otros núcleos agrarios.

Certificación nacional para el aprovechamiento del bosque. A partir del año 2012 obtuvieron la certificación Manejo Sustentable de Bosques (MSB) para 912 hectáreas, bajo el esquema de la

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Norma Mexicana NMX-AA-143-SCFI-2008, la cual contempla los principios, criterios e indicadores que aseguran la sustentabilidad ambiental, económica y social de los aprovechamientos forestales con lo que se verifica el cumplimiento de principios, criterios e indicadores y certifica el manejo sustentable de los bosques. Algunas de las hectáreas certificadas fueron parcelas individuales con plantaciones forestales de ejidatarios (CONAFOR, 1016). En la actualidad, la certificación vigente, con numero NMX-143-BS-2018/180, se les otorgó para 830 hectáreas de bosques de uso común (CONAFOR, 2022).

Certificación internacional de manejo forestal sustentable. Desde el año 2015 obtuvieron la certificación internacional de manejo sustentable del bosque, FSC (Forest Stewardship Council; Consejo de Manejo Forestal), para 903.66 hectáreas. Actualmente cuentan con el certificado FSC para 830 hectáreas de bosques, con numero NC-FM/COC-007242 y vigencia del 22/01/2021 al 21/01/2026 (CCMSS, 2020).

Certificación internacional del aserradero. En el año 2016 certificaron su aserradero, bajo el concepto de madera controlada provenientes de bosques sustentables y certificados, mediante los estándares del Forest Stewardship Council (FSC) (CONAFOR, 2018). Certificado que se otorga para procesar la madera proveniente de los bosques certificados y sustentables, mismo que les posibilita el uso de madera como elemento de empaques y tarimas para productos de exportación, conceptos que le agregan valor.

El Programa Sembrando Vida y sus perspectivas en Pueblo Nuevo

En este marco, un grupo de personas conformado por hombres y mujeres del ejido, se incorporaron al Programa Sembrando Vida (PSV). En la región existía cierto escepticismo sobre este programa por lo que los productores no se querían incorporar, sin embargo, la experiencia de trabajo y aprendizaje comunitario fue lo que los motivó a ingresar y ser de los primeros grupos con la perspectiva de incorporarlo a las actividades de mejora del ejido. Los logros alcanzados, entre los involucrados, han motivado a otros a tomar la decisión de incorporarse. El grupo está constituido por 25 integrantes, 15 hombres y 10 mujeres, de ellos, 16 son ejidatarios y 9 son hijos de ejidatarios. En la visita realizada el 25 de junio de 2022 se tuvo la oportunidad de conocer el trabajo realizado en la parcela del C. Baldomero Ortega, integrante del PSV, quien, además, ha sido presidente del comisariado ejidal en dos ocasiones. Asimismo, se pudo establecer una plática con algunos productores integrantes de este grupo, quienes expresaron que están aprovechando y aplicando los saberes adquiridos de otras actividades realizadas con anterioridad, por ejemplo, la experiencia en la producción de planta forestal, la organización y el trabajo comunal, hábitos adquiridos durante su participación en las actividades y empresas comunales del ejido. En esa visita se detectó que cuentan con una organización muy eficiente, ya que el grupo trabaja sin necesidad de tener el acompañamiento completo del técnico encargado, han logrado tener una visión clara de cada una de las actividades a realizar y con ello, una programación eficaz de las mismas. Las habilidades desarrolladas en las actividades anteriores les permitieron conseguir beneficios extras en algunas actividades a realizar dentro del PSV, como sucedió en la adquisición de insumos vegetales. Nuestro informante comentaba que, al negociar con una empresa, la compra de árboles de manzana, ésta se comprometió a brindarles capacitación en manejo de los frutales, la técnica de injertos, el proceso de industrialización del producto y el establecimiento de una cámara fría para almacenar la cosecha. Lo mismo sucedió con la compra de nopal semilla, en una de las visitas realizadas se

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

pudo constatar que les estaba llegando un tráiler de nopal y que les habían impartido talleres sobre su cultivo. Otro aspecto importante y de especial relevancia ha sido la adquisición de insumos y otros materiales ubicados a partir de la búsqueda de alternativas, por parte de los ejidatarios, a fin de tomar la mejor decisión con base en sus necesidades y condiciones (climáticas, estructurales y de manejo) y no aceptar todas las cotizaciones sugeridas por el técnico. Los beneficios de estas decisiones les han permitido conseguir insumos vegetales y beneficios extras para los productores. En el grupo se observa compromiso y disposición, actitud positiva hacia el trabajo, con visión de futuro para emplear sus recursos. Señalan que con los ahorros del grupo apoyarán proyectos comunitarios en desarrollo como una embotelladora de agua o la cámara fría para el manejo post cosecha de la manzana y otros frutales, resultado de la implementación del PSV. El recurso económico otorgado para los beneficiarios no limita la ejecución de las actividades, no dependen de él en su totalidad, ya que desarrollan otras actividades dentro del ejido. La mayoría de los ejidatarios manifestaron su interés de incrementar sus aprendizajes en los sistemas de producción y en la comercialización de sus productos. Son conscientes de las habilidades de los hombres y las mujeres. El programa tiene buena ejecución en la comunidad por el esfuerzo de los productores. Asimismo, señalan que observan deficiencias en los técnicos productivos y en el programa en su conjunto. Si bien la capacitación es deficiente sus proyectos avanzan porque ellos realizan las actividades de acuerdo con el tiempo del desarrollo de las plantas porque tienen los conocimientos sobre el proceso.

Conclusiones

- En esta comunidad existe una cultura de organización y cumplimiento de compromisos de más de tres décadas.
- La elaboración participativa de todos en la elaboración, aprobación y aplicación de su Reglamento interno y la rendición de cuentas en forma periódica ha sido los elementos centrales para la transparencia y aplicación de los recursos del ejido.
- La rendición de cuentas a la asamblea de manera periódica y la aplicación de su Reglamento interno han sido factores claves para la organización del ejido y la comunidad.
- En el ejido se tiene como principal finalidad de las empresas sociales, la creación de fuentes de empleo para los ejidatarios, para sus hijos y para otros pobladores del núcleo ejidal.
- Han logrado la generación de empleos, tanto permanentes como temporales, para más del 50% de la población económicamente activa del núcleo poblacional.
- Desde varios enfoques, particularmente en cuestiones de organización el Ejido Peñuelas Pueblo Nuevo, ha sido ejemplo para seguir para el aprovechamiento forestal sustentable bajo un enfoque de silvicultura comunitaria.
- Ha sido un claro ejemplo de cómo debe ser un aprovechamiento integral de los recursos naturales.
- Se espera que el Programa Sembrando Vida (PSV) tenga buenos resultados en esta comunidad.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Literatura Citada

- Best, J.W. (1982). Cómo investigar en educación. Morata, España.
- CCMSS (2020) Certificación del manejo forestal comunitario. *Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible*. En línea. https://comunidadesybosques.ccmss.org.mx/certificacion_forestal.php. Fecha de consulta, 11/08/2022.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (1992). Ley Agraria. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de febrero de 1992. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 08-03-2022. En línea. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAgra.pdf>, fecha de consulta: 05/07/2022.
- CONAFOR (2014). Comunidades Instructoras 2014. Gerencia de Silvicultura Comunitaria. Coordinación General de Producción y Productividad. Comisión Nacional Forestal. En línea. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/37/4345Comunidades%20Instructoras.pdf>, fecha de consulta. 30/06/2022.
- CONAFOR (2016). Padrón de predios certificados y en proceso de certificación de NMX-143 al 30 de junio de 2016. Comisión Nacional Forestal. En línea. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/5/6756Padr%c3%b3n%20de%20predios%20certificados%20NMX.pdf>, fecha de consulta: 11/08/2022.
- CONAFOR (2017). Silvicultura Comunitaria. Comisión Nacional Forestal. En línea. <https://www.gob.mx/conafor/documentos/silvicultura-comunitaria-27813#:~:text=La%20silvicultura%20comunitaria%20se%20concibe,y%20ejidos%20forestales%20en%20M%C3%A9xico>. Fecha de consulta 10/08/2022.
- CONAFOR (2018). Catálogo de empresas forestales certificadas 2018. Comisión Nacional Forestal. En línea. https://www.conafor.gob.mx/fmfsep/docs/Catalogo_FSC_VF_Compressed.pdf, fecha de consulta: 30/06/2022.
- CONAFOR (2018). Catálogo de empresas forestales certificadas 2018. Comisión Nacional Forestal. En línea. https://www.conafor.gob.mx/fmfsep/docs/Catalogo_FSC_VF_Compressed.pdf, fecha de consulta: 11/08/2022.
- CONAFOR (2020). Estado que guarda el sector forestal en México. Bosques para el bienestar social y climático. Comisión Nacional Forestal. En línea. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/1/7825El%20Estado%20que%20guarda%20el%20Sector%20Forestal%20en%20M%C3%A9xico%202020.pdf>, fecha de consulta; 01/07/2022.
- CONAFOR (2022). Listado de predios certificados y en proceso de certificación con FSC, al cierre del mes de julio de 2022. Comisión Nacional Forestal. En línea. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/750470/Padron_de_predios_certificados_y_en_proceso_de_certificacion_FSC.PDF, fecha de consulta: 11/08/2022.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

- Foro México (2019). Información de Pueblo Nuevo Peñuelas, Chignahuapan. En línea. <https://www.foro-mexico.com/puebla/pueblo-nuevo-penuelas/mensaje-240426.html>, fecha de consulta; 10/08/2022.
- Gerez Fernández, Patricia; Purata Velarde Silvia E. (2008). Guía práctica forestal de silvicultura comunitaria. Comisión Nacional Forestal. En línea. <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/silvicultura>, fecha de consulta, 30/06/2022.
- Merino Pérez, Leticia; Segura W., Gerardo (2007). Las políticas forestales y de conservación y su impacto en las comunidades forestales de México. In Los bosques comunitarios de México. Manejo sustentable de paisajes forestales. David Bray, Leticia Merino y Deborah Barry (editores). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible. Florida International University.
- Nuestro México (s/f). Pueblo Nuevo Peñuelas, Puebla. En línea. <http://www.nuestro-mexico.com/Puebla/Chignahuapan/Pueblo-Nuevo-Penuelas/>, fecha de consulta; 30/06/2022.
- Pueblos América (s/f). Pueblo Nuevo Peñuelas, Puebla. En línea. <https://mexico.pueblosamerica.com/i/pueblo-nuevo-penuelas/#poblacion>, fecha de consulta: 01/06/2022).
- Secretaría del Bienestar (2020), Diario Oficial de la Federación. Reglas de Operación del Programa Sembrando Vida, lunes 29 de diciembre de 2020.
- Secretaría de Gobernación (1986). Ley Forestal 1986. Diario Oficial de la Federación. DOF: 30/05/1986. Secretaría de Gobernación. En línea. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4795460&fecha=30/05/1986#gsc.tab=0, fecha de consulta: 02/07/2022.
- SRA (S/F) Carpeta Básica del Ejido Peñuelas Pueblo Nuevo del Municipio de Chignahuapan, Estado de Puebla. Secretaria de la Reforma Agraria. México.
- RIEPPN (2002). Reglamento interno del Ejido Peñuelas, Pueblo Nuevo, Chignahuapan, Puebla.
- Varguillas, C. C., y Ribot de F, S. (2007) Implicaciones conceptuales y metodológicas en la aplicación de la entrevista a profundidad. Universidad Pedagógica Experimental Libertador Caracas, Venezue99la. Laurus, Vol. 13. 249-262 pp.
- Vega, Andrea. 2022. El bosque comunitario que se transformó en una semilla de empleos en México. Mongabay. Periodismo ambiental independiente en Latinoamérica. Series de Mongabay: [Comunidades forestales en México](https://es.mongabay.com/2022/04/mexico-el-bosque-comunitario-que-se-transformo-en-una-semilla-de-empleos/#:~:text=M%C3%A9xico%3A%20el%20bosque%20comunitario%20que%20se%20transform%C3%B3%20en%20una%20semilla%20de%20empleos,-por%20Andrea%20Vega&text=Hace%20poco%20m%C3%A1s%20de%20tres,organizaron%20para%20hacer%20aprovechamiento%20forestal). En línea; <https://es.mongabay.com/2022/04/mexico-el-bosque-comunitario-que-se-transformo-en-una-semilla-de-empleos/#:~:text=M%C3%A9xico%3A%20el%20bosque%20comunitario%20que%20se%20transform%C3%B3%20en%20una%20semilla%20de%20empleos,-por%20Andrea%20Vega&text=Hace%20poco%20m%C3%A1s%20de%20tres,organizaron%20para%20hacer%20aprovechamiento%20forestal>, fecha de consulta: 01/07/2022.

Viabilidad técnica y económica del uso de feromonas atrayentes de abejas en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), en Rosales, Chihuahua

Dávila Chavira Isabel Cristina⁵; Ortega Montes Fabiola Iveth⁶; Macías López María Guadalupe⁷; Magaña Magaña José Eduardo⁷

Resumen

La presente investigación exploratoria y descriptiva fue realizada en un predio agrícola de Rosales, Chihuahua, en el cultivo de sandía. Se utilizó una feromona como atrayente de abejas para el proceso de polinización del cultivo, el cual tiene flores masculinas y femeninas por separado; por esta condición la polinización entomófila es crítica. Con el objetivo de incrementar la polinización considerando los tiempos de desarrollo floral. Se aplicó 1.5 kg. de la feromona Nasanov a una hectárea de cultivo. Se utilizaron catorce colmenas ubicadas estratégicamente en el predio. La fecha de la aplicación fue el 4 de mayo del 2020, al inicio de la floración. El primer corte fue el 29 de mayo del 2020 en donde se observó una diferencia por unidad de .63 kg. más en las sandías tratadas; el segundo corte también hubo un incremento de 5.33 kg; en el tercer corte 1.3346 kg en las tratada y en el cuarto corte la diferencia por unidad fue .53 kg. en las tratadas. Las plantas tratadas con feromona manifestaron procesos de polinización a tiempo por lo que los frutos tuvieron un mayor peso. En cada corte se realizó una prueba t de Student utilizando el paquete R Studio, en los cuales el segundo y tercer corte tuvieron una significancia menor a 0.05 por lo que se concluye que el incremento promedio en el peso de sandía tratada fue superior al testigo. La evaluación estimada económica y financiera fue viable.

Palabras clave: Cucurbitáceas, polinización, colmenas, factibilidad.

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Carretera Delicias a Rosales km. 2.5

⁵ Estudiante de Maestría en Agronegocios: icristinadavila@gmail.com

⁶ Profesor investigador por correspondencia: fortega@uach.mx

⁷ Profesor investigador: gmacias@uach.mx, emagana@uach.mx

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Abstract

The present exploratory and descriptive research was carried out in a farm in Rosales, Chihuahua, in the culture of watermelon. A pheromone was used as an attractant of bees for the pollination process of the crop, which has male and female flowers separately; for this condition, entomophilic pollination is critical. With the aim of increasing pollination considering the times of flower development. 1.5 kg was applied. of the Nasanov pheromone to one hectare of cultivation. Fourteen hives strategically located on the property were used. The application date was May 4, 2020, at the beginning of flowering. The first cut was on May 29, 2020 where a difference per unit of .63 kg was observed. more on treated watermelons; the second cut there was also an increase of 5.33 kg; in the third cut 1.3346 kg in the treated ones and in the fourth cut the difference per unit was .53 kg. in those treated. The plants treated with pheromone showed pollination processes in time, so the fruits had a greater weight. In each cut, a Student's t-test was performed using the R Studio package, in which the second and third cut had a significance lower than 0.05, which is why it is concluded that the average increase in the weight of treated watermelon was higher than the control. The estimated economic and financial evaluation was feasible.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

La sandía (*Citrullus lanatus*), es una planta herbácea monoica cuyo origen se presume en África, donde aún hoy crece en forma silvestre (Giaconi, 1989). Cultivo de amplia difusión en el país y de consumo generalmente crudo como postre, resulta una fruta muy refrescante que aporta muy pocas calorías, algunas vitaminas y minerales, compuesta en más de un 90% de agua, la hacen una fruta muy hidratante propia de la temporada de verano. En México la producción de sandía (*Citrullus lanatus*) se realiza en 27 estados siendo Sonora, Chihuahua y Jalisco los principales productores, los cuales en conjunto aportan más de la mitad de la producción total a nivel nacional. La información estadística nos indica que la producción nacional en el año 2018 fue de 1,472,459 toneladas, de las cuales 119,794 fueron producidas en el estado de Chihuahua, lo que representó un 12.29% de la producción total. El distrito de riego 005 de Delicias produjo en el año 2018, 47,277 toneladas de sandía. El municipio bajo estudio tuvo una producción de 7,782 toneladas lo que representó un 16.5% de la producción de sandía en el distrito. Lo que significó una gran importancia económica en la región (SIAP, 2018).

Dentro de los factores que integran el sistema de producción de la sandía, el uso de agentes polinizadores es el de mayor importancia para la fecundación. Siendo las abejas (*Apis mellifera*) quienes desarrollan esta actividad fundamental para la alimentación del ser humano y de todos los animales; “La Polinización”. Las plantas destinadas a la producción de frutos deben pasar por este proceso (Frost, 1987).

En la sandía, donde se presentan muchos óvulos, el número de granos de polen y/o visitas que realice la abeja a la flor es clave para dar origen a frutos de buen tamaño y sin deformaciones, debido al desarrollo normal de las semillas. El uso de abejas para polinizar el cultivo de sandía, es la forma más segura y eficaz. Una flor polinizada se traduce en fruta con más semillas y, por lo tanto, de mayor tamaño y con mejor forma. De esta manera se aumenta considerablemente los rendimientos por hectárea. Cuando se utilizan abejas como factor de polinización entomófila se tiene que considerar o verificar el estado de las colmenas al momento de la instalación y durante el período de la polinización, aspectos que determinan la actividad pecoreadora de las abejas (Montenegro, 2013).

Los frutos originados por polinización con abejas, son más grandes y pesados porque cuentan con más semillas. Cuando el polen de la misma flor o de otra es depositado sobre la superficie del estigma, la activación del mismo se produce en menos de 30 minutos, en condiciones climáticas óptimas. Durante este período es fundamental que la temperatura favorezca el desarrollo del tubo polínico, requiriéndose 18 °C como mínimo. El tubo polínico toma de 24 a 30 horas para alcanzar los óvulos en el ovario, produciéndose la fecundación de las flores de sandía horas más tarde de la polinización. Si la fecundación no se lleva a cabo, las flores se marchitan, comenzando por los pétalos (Peñaloza, 2001).

Las feromonas son sustancias secretadas por los seres vivos con el fin de provocar comportamientos específicos en otros individuos de la misma especie. La feromona de Nasonov es liberada por las abejas obreras para marcar las flores que tienen néctar. Para difundir este olor, las

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

abejas poseen la glándula en la parte superior de sus abdómenes por encima del canal del aguijón, para difundir este olor agitan sus alas vigorosamente. Las abejas utilizan este rastro para que otras abejas se den cuenta que flores tienen néctar. La feromona Nasonov se utiliza para atraer abejas a las plantas para contribuir al proceso de polinización. La feromona consiste en una mezcla de compuestos volátiles siendo el principal el geraniol. Los compuestos de mayor actividad para las abejas son los ácidos citral y geraniol.

El rendimiento en el cultivo de sandía se reduce por la falta de presencia de abejas. El efecto de una pobre polinización nos muestra frutos pequeños y deformes (Frost, 1987). En los frutos de las cucurbitáceas, la calidad está vinculada al número de semillas, teniendo una relación muy estrecha el tamaño y forma de los frutos con la cantidad de semilla presente en el mismo.

En el caso de las cucurbitáceas (familia a la que pertenece la sandía), el periodo de polinización es muy corto y al mismo tiempo se quiere una producción máxima y uniforme, por lo tanto, es necesaria la introducción de agentes polinizadores (InfoAgro, 2018). Sumado a los agentes polinizadores se introduce el uso de la feromona sintética Nasonov para atraer a una mayor cantidad de abejas al predio, así como también incrementar el tiempo de permanencia en el mismo.

La relación beneficio-costos es un indicador que señala la utilidad que se obtendrá con el costo que representa la inversión; es decir, que por cada peso invertido, cuánto es lo que se gana. Dentro de la visión general, el costo total es la suma del costo fijo total con el costo variable total, el costo variable total consta del producto entre el costo variable unitario y la cantidad (Baca-Urbina, 2016). El valor actual neto (VAN) es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Si tras medir los flujos de los futuros ingresos y egresos y descontar la inversión inicial queda alguna ganancia, el proyecto es viable. El indicador Tasa Interna de retorno (TIR) mide el rendimiento de los fondos que se pretenden invertir en un proyecto, es la tasa que iguala a los flujos descontados a la inversión inicial; en la cual se supone que el dinero que se gana año con año se reinvierte en su totalidad. De tal manera que trata de la tasa de rendimiento generada en el interior de la empresa por medio de la inversión.

El objetivo general fue el realizar un estudio exploratorio y descriptivo del uso de colmenas y feromona atrayente de abejas en el cultivo de sandía en un predio agrícola de Rosales, Chihuahua.

Objetivos Específicos

1. Aplicar la feromona Nasonov a las plantas de sandía, utilizando trece colmenas en el área de producción.
2. Analizar el peso y las características de la sandía en la interacción feromona y abejas.
3. Estimar los indicadores financieros: B/C (Beneficio, Costo), TIR y VAN en el cultivo de la sandía utilizando feromonas y sin ellas.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el predio de un agricultor cooperante de la localidad de Ortiz, municipio de Rosales Chihuahua, en el Distrito de Riego 005 ubicado en las siguientes coordenadas: 28.236040, -105.537160

Figura 1 (INEGI, Marco Geoestadístico Municipal, 2005 versión 3.1).

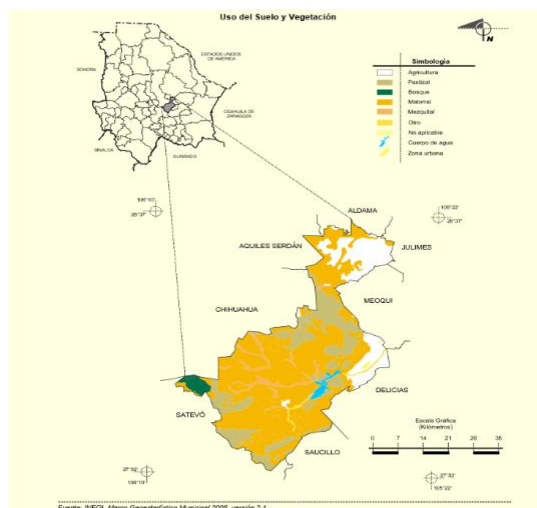


Figura 1 Mapa del Municipio de Rosales

Los tratamientos a evaluar fueron dos tratamientos, uno correspondiente al uso de feromonas y el otro correspondiente al testigo sin feromonas. La unidad experimental, consistirá en tres surcos de seis metros de largo cada uno y una distancia de 2.60 m entre surcos. Como parcela útil se considerará dos metros cuadrados del surco central. Se aplicaran en dos camas en forma de zigzag a diez pasos de separación entre cada punto. Se emplearán diez repeticiones. Las labores culturales que se realizaron en el predio de sandía fueron determinadas por el productor cooperante. Las variables evaluadas son: número de sandías, largo, ancho y peso. Técnicas de recolección de datos serán por medio de la observación, conteo y medición de las variables antes mencionadas.

Los instrumentos para la recolección de datos serán: balanza, cinta métrica y formatos para el registro de las variables.

Para la elaboración del presente estudio, se utilizará la metodología del formato de la corrida financiera de EVALUACIÓN DE PROYECTOS OCTAVA EDICIÓN. (Baca-Urbina, 2016), que se compone de la siguiente manera: Relación Beneficio Costo (B/C), TIR (Tasa Interna de Retorno) y VAN (Valor Actual Neto)

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

El método de muestreo que se va a utilizar es el Aleatorio simple, y el resultado de la investigación con las muestras nos dará las bases para hacerlo general al resto de la población. La captura de datos y la medición de las variables se realizó en cada corte de sandía. A estas variables, se les realizó el análisis usando una prueba de t de Student, utilizando el programa R Studio.

Cuadro 1. Resultados Estadísticos				
No. corte	t	μ con feromonas	μ Testigo	α Nivel de significancia
Primero	0.93394	13.793	13.159	0.3542 NS
Segundo	9.5655	18.753	13.418	1.898e-13 S
Tercero	2.1457	13.049	11.715	0.0361 S
Cuarto	0.8563	11.755	11.225	0.3956 NS
NS= No Significativo al 0.05 S=Significativo al 0.05				

Resultados

La prueba de t de student, indicó que existió diferencia estadística entre los dos tratamientos comparados, especialmente en el segundo y tercer corte. Cabe hacer mención que la feromona se aplicó una semana después de que inició la floración, por ese motivo en el primer corte no existió diferencia estadística significativa (Cuadro 1).

En el cuadro 2 se presentan los rendimientos medios obtenidos por unidad experimental y por hectárea. En el primer corte la diferencia en rendimiento por hectárea fue mayor en 1, 024 kg de sandía en el tratamiento donde se aplicó la feromona, esta baja diferencia es atribuida al retraso en la aplicación. En el segundo corte el tratamiento con feromona superó al testigo en 8,616 kg por ha. En este corte fue muy claro el efecto benéfico de la feromona de atraer a la abeja para una mejor fecundación de la flor, lo cual se refleja en mayor rendimiento de sandía. En el tercer corte el efecto de la feromona sobre la atracción de la abeja comienza a disminuir lo cual se ve reflejado en una menor diferencia entre el rendimiento obtenido en ambos tratamientos. A partir del cuarto hasta el séptimo corte no existió diferencia estadística significativa en el rendimiento de sandía, lo que indica que el efecto de la feromona terminó y las abejas visitaron con la misma frecuencia a las plantas de sandía de ambos tratamientos. Sin embargo se aprecia que el rendimiento en los primeros cuatro cortes fue superior en 12,591 kg por ha¹, lo que se consideró un incremento muy favorable en rendimiento por efecto de la feromona. Los costos totales generados en ambos tratamientos,

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

donde se incluyen los costos fijos y variables fueron muy similares, \$83,400 en el tratamiento con feromona, versus \$81,045 en el tratamiento sin feromona, ya que el resto de labores y actividades

se realizaron por igual en ambos tratamientos.

Cuadro 2. Rendimiento medio de sandía por unidad experimental y ha				
No de corte	Rendimiento de Testigo kg		Rendimiento con Feromona kg	
	Parcela útil	Hectárea	Parcela útil	Hectárea
Primero	13.159	21,251	13.793	22,275
Segundo	13.418	21,670	18.753	30,286
Tercero	11.715	18,919	13.049	21,074
Cuarto	11.225	18,128	11.755	18,984
Total	49.517	80,028	56.154	92,619

El análisis económico considerando solo los primeros cuatro cortes, son presentados en el Cuadro 3. El ingreso que generó el tratamiento con feromona fue de \$271,063.70, mientras que el testigo generó \$230,623.29. Es decir, el uso de la feromona incrementó considerablemente el rendimiento de la sandía, generando \$40,440.41 más que el testigo. Lo anterior confirma que, existe un beneficio económico considerable por el uso de feromonas en la polinización de la flor de sandía por abejas.

Cuadro 3. Ingresos por hectárea de sandía tratada y con feromona					
No de corte	Rendimiento Testigo kg/ha	Rendimiento Feromona kg/ha	Precio de venta/kg	Ingresos por ha Testigo	Ingreso por ha Feromona
Primero	21,251	22,275	\$3.70	\$78631.60	\$82420.07
Segundo	21,670	30,286	\$3.50	\$75845.25	\$106001.33
Tercero	18,919	21,074	\$2.30	\$43515.37	\$48470.51
Cuarto	18,128	18,984	\$1.80	\$32631.08	\$34171.79
Total	80,028	92,619		\$230623.29	\$271063.70

Al determinar los indicadores económicos se encontró que la VAN fue de \$37,272.33. La inversión neta de \$215,000 produjo una utilidad de \$37,272.33 con una tasa de actualización del 15% en un horizonte de 5 años. La TIR fue del 42% lo cual indica viabilidad ya que es mayor que la tasa de

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

actualización. La Relación Beneficio/Costo= 1.31, lo que indica que por cada peso gastado se obtuvieron \$.31 de ganancia.

Conclusiones

1. Los resultados nos indicaron que las plantas tratadas con la feromona Nasanov, tuvieron mayor afluencia durante el proceso de polinización. Por lo tanto los frutos tuvieron un comportamiento mayor en peso y calidad que las plantas sin tratamiento.
2. Se observó que las plantas con tratamiento tuvieron menos frutos deformes (colatas) por lo que la eficiencia en el uso de insumos tuvo una relación positiva con la productividad como se reflejó en la viabilidad económica y financiera.
3. El proyecto es viable con los siguientes indicadores financieros:
VAN= \$ 37,272.33

La inversión neta de \$215000 produjo una utilidad de \$37272.33 al 15% de actualización en un horizonte de 5 años.

TIR= 42%

Dado que es mayor que la tasa de actualización de 15%

RELACION B/C = 1.31 Por cada peso gastado se obtuvieron \$.31 de ganancia

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Literatura Citada

- Academies, T. N. (2007). *Status of Pollinators in North America*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Baca-Urbina, G. (2016). *EVALUACIÓN DE PROYECTOS. 8ava. EDICIÓN*. México: Mc Graw Hill Interamericana.
- Barranco Leon, M. d., Vergara Briceño, C. H., & Cházaro Ruiz, L. F. (2019). Inseticidas derivados de nicotina y abejas polinizadoras. *CIENCIA Y DESARROLLO*.
- Council, N. R. (2007). *Status of Pollinators in North America*. Washington D.C: The National Academies Press.
- Frost, P. J. (1987). *Apicultura*. Mexico: Ediciones Mundi-Prensa.
- InfoAgro. (07 de 04 de 2018). *La polinización en la familia de las cucurbitáceas*. Obtenido de <https://mexico.infoagro.com/la-polinizacion-en-la-familia-de-las-cucurbitaceas/>
- Lampeitl, F. (1988). *Apicultura Rentable*. Zaragoza, España: Acribia.
- Montenegro, G. (2013). Evaluación biológica de polen apícola de plantas nativas de Chile. *Revista Internacional de botánica experimental*, 14.
- Patricia, P. A. (2001). *Semillas de hortaliza*. Valparaíso. Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Peñaloza, P. (2001). *Semillas de hortalizas*. Valparaíso, Chile: Ediciones Universitarias de Valparaíso.
- Régard, A. (1988). *Manual del apicultor aficionado*. Paris: Acribia.
- Reyes Carrillo, J. L., Cano Rios, P., & Nava Camberos, U. (2009). Periodo optimo de polinización con abejas melíferas. *Agricultura Técnica en México*.
- Root, A. I. (1984). *ABC y XYZ de la apicultura*. Argentina: Hemisferio Sur.
- SIAP. (31 de 08 de 2018). *Servicio de Informacion Agroalimentaria y Pesquera*. Obtenido de http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do
- USDA. (2018). *United States Department of Agriculture*. Obtenido de <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/2j62s4901/4b29bm81x/4m90f941n/FVDTVMELOM.PDF>

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Desarrollo sostenible del desierto chihuahuense y la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (ONU): Uso de la goma de mezquite (*Prosopis spp*) en la cocina molecular

Debanhi Yazmin Gómez-Saldaña⁸; José Eduardo Magaña Magaña⁸; María Elvira González Anchondo⁸; María Guadalupe Macías López⁸

Resumen

Este proyecto es la continuidad del proyecto de producción de goma de mezquite (*Prosopis spp*), teniendo como propósito la aplicación de la goma como aditivo en la producción de alimentos. El objetivo que se planteó fue determinar el tratamiento de goma de mezquite mínimo requerido como aditivo para realizar la técnica de aires (espuma saborizada) en la cocina molecular. La metodología utilizada fue basada en la literatura de Mariana Koppmann (2017) que recomienda el uso de lecitina de soya a concentraciones menores al 1% de la preparación, por lo que se realizó un experimento para identificar la dosis mínima requerida de goma de mezquite para lograr elaborar aires utilizando concentraciones de 1, 2, 3, 4 y 5% adicionada en 500 ml. de agua natural comparándola con una muestra testigo adicionada con lecitina de soya al 1%. Se realizó un panel con 39 participantes. Se concluyó que al utilizar goma de mezquite desde un 2% se empezó a obtener un aire de una calidad de burbuja muy similar a la obtenida con lecitina de soya pero al llegar al 3% las condiciones mejoraban ya que se obtiene una burbuja de mayor tamaño y mayor cantidad de aire, presentando un muy bajo porcentaje de sabor a goma y una mayor porcentaje en la fijación del sabor a fresa, se realizó una prueba de duración de burbuja y se observó que la duración promedio fue de 30 minutos al usar goma de mezquite contra la de lecitina de soya duraba aproximadamente 15 minutos.

Palabras clave: Aditivos, aires, gastronomía, lecitina, emulsión.

⁸ Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, Km. 2.5 Carretera Delicias-Rosales, Delicias Chih. CP. 33000
Correo: debanhi_gomez@hotmail.com; emagana@uach.mx; mgonzalez@uach.mx; gmacias@uach.mx

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Abstract

This project is the continuation of the native mesquite gum production (*Prosopis spp*). The purpose was to apply mesquite gum as an additive in food preparation to determine the minimum mesquite gum treatment required to perform the air technique (flavored foam) in molecular cooking. The methodology used was based on the literature of Mariana Koppmann which recommends the use of soy lecithin at concentrations less than 1% of the preparation.

An experiment was carried out to identify the minimum dose required of mesquite gum to achieve air production using concentrations of 1, 2, 3, 4 and 5% added in 500 ml. of natural water compared with a control sample added with 1% soy lecithin. A panel was held with 39 participants. It was concluded that by using mesquite gum from 2% began to obtain an air of a bubble quality very similar to that obtained with soy lecithin but when reaching 3% the conditions improved since a more aerated bubble is obtained, with greater volume, presenting a very low percentage of gum flavor and a higher percentage in the fixed flavor of the product, a bubble duration test was performed and it was observed that the average duration was 30 minutes when using mesquite gum while that of soy lecithin lasted approximately 15 minutes.

Key words: Additives, air, gastronomy, lecithin, emulsion.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

La presente investigación se sumó al proyecto de sustentabilidad del desierto Chihuahuense y la agenda 2030 de la ONU que busca conservar los ecosistemas del desierto motivo por el cual se determinó alinear este proyecto con la Agenda 2030 y los 17 Objetivos de desarrollo sostenible de la ONU.

La industria alimentaria a lo largo del tiempo ha buscado mejorar el sabor, apariencia y textura de los alimentos, para esto se han usado variedades de gomas que tienen propiedades emulsificantes, espesantes, y estabilizantes (Magaña, 2022)

Una de las principales gomas usadas a nivel mundial en la industria alimentaria es la goma arábica obtenida a escala industrial de la corteza de *Acacia senegal* y *A. seyal* en varios países de África, ha satisfecho por décadas la demanda a nivel mundial; sin embargo, su escasez periódica e inseguridad en el suministro y precios, conllevan a la búsqueda de otras fuentes botánicas de goma capaces de remplazar a la goma arábica (López-Franco et al., 2006) siendo la goma de mezquite una opción ya que comparte similitudes en estructura primaria y propiedades emulsificantes (López-Franco et al., 2006).

La goma de mezquite al contar con características similares en la estructura con la de goma arábica, permite aprovechar este recurso forestal no maderable que se encuentra en zonas áridas y semiáridas del país. En el estado de Chihuahua se encuentra una amplia distribución geográfica de mezquite, principalmente usado en la producción de carbón, leña y como planta de ornato. Una ventaja es que su producción no implica cortar el árbol completo (Reséndiz et al., 2016).

Recientemente se realizaron estudios para obtener goma de mezquite en la comunidad del Ejido Naica municipio de Saucillo situada en el estado de Chihuahua utilizando soluciones a base de etileno para definir cuál técnica o tratamiento es mejor para la producción de la goma de mezquite sin que cause daño o deterioro al árbol e identificar las probables fuentes de compradores de la goma de mezquite teniendo como base el uso de la goma arábica, (Magaña et al., 2020).

En la actualidad se utilizan diferentes técnicas en la cocina molecular para lograr obtener variadas texturas en los platillos entregados a los comensales, siendo los aires una propuesta en la que se les agrega a los platos una textura visual rica en sabor pero casi intangible en boca, logrando una explosión de sabor que se pretende maride con el resto del plato.

La lecitina de soya es el aditivo que actualmente se utiliza en esta técnica de cocina lo que permite adicionar la goma de mezquite como una nueva propuesta de aditivo, se busca comparar si es mejor o presenta características diferentes al uso de lecitina de soya.

Actualmente se desconoce si la goma de mezquite tiene efectos en la elaboración de aires usados en técnicas de cocina molecular, así como los costos y retornos de producción y cantidades requeridas para tener una emulsión, calidad de burbuja y tiempo de reposo.

Los restaurantes apuestan al uso de técnicas de cocina molecular en sus preparaciones habituales para presentar platillos diferentes, con calidad y texturas utilizando aditivos para conseguir geles, tierras, papeles, esferas, espumas, aires entre otras.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

La mayoría de los aires utilizados en la cocina molecular se realizan con lecitina de soya, aditivo proveniente del frijol de soya, con el que se elabora el aire otras se consiguen sin necesidad de agregar algún aditivo por las características propias del producto ya que contiene altas concentraciones de lecitina.

Usando lecitina de soya se presentan algunos inconvenientes o limitantes como son el uso en preparaciones calientes ya que no soporta altas temperaturas, el tiempo de reposo es corto por lo que su uso debe ser casi al instante, si se incorpora más gramos de la dosis necesaria su función se ve reducida (Magaña, 2022)

El uso de la goma de mezquite en la elaboración de aires en la cocina molecular para conservar el sabor y lograr una estabilidad en la calidad y tiempo de la burbuja nos permite usarlo en sustitución de la lecitina de soya y así lograr comercializar la goma de mezquite para uso de restaurantes en la aplicación de técnicas de cocina molecular (Magaña 2022).

Así mismo debido a la disponibilidad de la goma de mezquite en la localidad, por las prácticas de extracción que en la actualidad se están realizando permiten tener la posibilidad de comercializarla y beneficiar la economía de los productores locales.

Motivo por el cual es necesario investigar y promocionar su utilización en la industria alimentaria en este caso en la elaboración de aires en la cocina molecular con la finalidad de potencializar su uso en como alternativa al uso de lecitina de soya.

El objetivo general de la investigación fue determinar el uso de goma de mezquite (*Prosopis spp*) en la elaboración de aires en la técnica de cocina molecular.

Mientras que los objetivos específicos fueron: Determinar el tratamiento de goma de mezquite mínimo requerido para realizar la técnica de aires, comparar el efecto de la goma de mezquite en los aires vs lecitina de soya, identificar si se presentó diferencia en el sabor al aplicarse goma de mezquite en los aires.

Se pretende lograr que el tratamiento de la goma de mezquite permita la elaboración de aires en la cocina molecular.

Materiales y métodos

En el experimento se recolecto la goma de mezquite obtenida de la comunidad del Ejido Naica municipio de Saucillo situada en el estado de Chihuahua mediante la extracción controlada utilizando la hormona etileno a una concentración del 20%.

Con base en la literatura de Mariana Koppmann (2017) su manual de cocina molecular recomienda el uso de lecitina de soya a concentraciones menores al 1% de la preparación, por lo que se realizó un experimento para identificar la dosis mínima requerida de goma de mezquite para lograr elaborar la técnica de aires utilizando concentraciones de 1, 2, 3, 4 y 5% adicionada en 500 ml. de agua natural comparándola con una muestra testigo adicionada con lecitina de soya al 1%.

Posteriormente se realizó otro experimento con 10 repeticiones partiendo de una concentración mínima requerida de goma de mezquite para realizar la técnica de aires con un 2, 3 y 4%, además

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

de una muestra comparativa utilizando lecitina de soya al 1% diluidas en 100 ml. de agua, en las cuales se evaluarán la calidad de la burbuja, la duración de la burbuja y la altura obtenida.

Se realizó una evaluación sensorial por el método tradicional de juzgar la propiedad organoléptica sabor en un aire elaborado a base de fresa. Fue evaluada por 39 panelistas estudiantes de la Universidad Autónoma de Chihuahua, a los que se les ofreció degustar cuatro preparaciones de aire a base de fresa con concentraciones de 1% de lecitina de soya y de 3, 5 y 7% de goma de mezquite. Pidiendo responder la siguiente encuesta presentada en la figura 1 para cada una de las concentraciones

Licenciatura _____ Maestría _____										
A continuación será presentado ante usted una muestra de producto con el objetivo de ser evaluado a partir de impresiones o percepciones personales										
1-Como evaluaría la burbuja presentada:										
☐ Muy aireada (burbuja grande)										
☐ Medianamente aireada (burbuja mediana)										
☐ Poco aireada (burbuja muy pequeña)										
2-¿Que sabor percibe? _____										
3-De acuerdo al sabor percibido en la muestra probada que calificación le da del 1 al 10, siendo 1 la más baja y 10 la más alta, tache la opción elegida.										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4-Percibe algún sabor extraño Si _____ No _____										

Figura 1. Encuesta del panel de degustación (fuente propia).

Resultados y discusión

Mediante la prueba para obtener la dosis mínima requerida para lograr la técnica de aires donde procedió a realizar una experimentación en muestras de 500ml de agua adicionada con lecitina de soya al 1% y goma de mezquite al 1, 2, 3, 4 y 5%. Se obtuvo como resultado que al usar goma de mezquite desde un 2% se empezaba a obtener un aire de una calidad de burbuja muy similar a la obtenida con lecitina de soya pero al llegar al 3% las condiciones mejoraban ya que se obtenía una mayor cantidad de espuma.

Para la siguiente experimentación que consto de 10 repeticiones se tomó como dosis mínima el 2% seguido del 3 y 4% de goma de mezquite así como un comparativo con lecitina de soya al 1% adicionados a muestras de 100ml de agua calentadas a 60°C y fueron espumadas mediante el uso de licuadora de inmersión por periodos de 15 segundos, dichas muestras fueron medidas para identificar la cantidad de espuma que se genera en la superficie obteniendo como resultado los mostrados en el cuadro 1.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Cuadro 1. Promedio de aire obtenido de las concentraciones (medidas en centímetros).

MUESTRA	LECITINA 1%	GOMA 2%	GOMA 3%	GOMA 4%
M1	1.07	0.08	3.03	3.03
M2	2.00	1.06	3.00	3.03
M3	1.07	1.08	2.08	2.09
M4	2.01	1.09	3.00	3.00
M5	2.02	1.09	3.03	3.03
M6	2.00	1.09	3.04	3.06
M7	2.00	1.08	3.03	3.01
M8	2.00	1.09	3.03	2.09
M9	2.04	2.00	3.04	3.00
M10	2.02	2.00	3.03	3.00
PROMEDIO	1.82	1.17	2.93	2.83

Fuente: Propia

Los resultados obtenidos indican que las muestras a partir del 3% presentan una generación mayor de espuma y que al adicionar más goma como lo muestra las concentraciones de 4% no se genere un incremento en la cantidad de espuma, lo que nos permite indicar que aunque se agregue más goma no se conseguirá tener mayor cantidad de espuma. Demostrando que la dosis mínima va de un 2 al 3% de goma de mezquite por cantidad de líquido utilizado.

En la realización del panel de degustación se presentaron cuatro muestras elaboradas de una base de 1lt. de agua, 500gr. de fresa fresca y 200gr. de azúcar que fue colada y dividida en porciones de 250ml. en dichas porciones se adiciono en la muestra uno (M1) lecitina al 1%, en la muestra dos (M2) se adiciono goma de mezquite al 7%, en la muestra tres (M3) se adiciono goma de mezquite al 3% y por último en la muestra cuatro (M4) se adiciono goma de mezquite al 5%.

Los resultados del panel fueron analizados en el SPSS obteniendo los siguientes resultados mostrados en la Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados panel de degustación.

Variable	M1 (Lecitina 1%)		M2 (Goma 7%)		M3 (Goma 3%)		M4 (Goma 5%)	
Evaluación de la burbuja	Muy aireada	7.69%	Muy aireada	56.41%	Muy aireada	41.03%	Muy aireada	53.85%
	Medianamente aireada	71.79%	Medianamente aireada	30.77%	Medianamente aireada	46.15%	Medianamente aireada	28.21%
	Poco aireada	20.51%	Poco aireada	12.82%	Poco aireada	12.82%	Poco aireada	15.38%
	No contesto	0.00%	No contesto	0.00%	No contexto	0.00%	No contexto	2.56%
Sabor percibido	Fresa	25.64%	Fresa	23.08%	Fresa	33.33%	Fresa	38.46%
	Fresa combinada	12.81%	Fresa combinada	15.36%	Fresa combinada	12.81%	Fresa combinada	17.93%
	Otro	61.53%	Otro	61.52%	Otro	53.82%	Otro	43.58%
Calificación de sabor	x=	7.51	x=	7.69	x=	8.10	x=	8.13
	S=	1.393	S=	1.417	S=	1.373	S=	1.609
Percepción de sabor extraño	Si	20.51%	Si	15.38%	Si	5.13%	Si	20.51%
	No	71.79%	No	79.49%	No	89.74%	No	74.36%
	No contesto	7.69%	No contexto	5.13%	No contexto	5.13%	No contexto	5.13%

Fuente: Propia

Se pudo apreciar que la burbuja evaluada con concentraciones de goma de mezquite presenta calificaciones de medianamente aireada a muy aireada en comparación a la del uso de lecitina de soya se calificó de poco aireada a medianamente aireada. El sabor a fresa percibido en las

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

concentraciones de goma fue en porcentajes más altos que en las de lecitina de soya. Las calificaciones en cuanto a sabor la media en goma de mezquite supera a las obtenidas con el uso de lecitina de soya lo que nos indica que el sabor percibido con goma de mezquite fue más agradable en boca. Por ultimo las percepciones de sabor extraño en las concentraciones de goma fueron más bajas que en las de lecitina de soya comprobando que el uso de goma al 3% presenta mejor resultado en cuanto a sabor de la mezcla.

Conclusión

Se concluye que al utilizar goma de mezquite en la realización de la técnica de aires en la cocina molecular se obtiene una burbuja más aireada, con mayor volumen, presentando un muy bajo porcentaje de percepción en sabor, así mismo mientras se realizaban los experimentos se analizó el tiempo de duración de la burbuja observando que la duración promedio de 30 minutos al usar goma de mezquite mientras que la de lecitina de soya duraba aproximadamente 15 minutos.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Literatura Citada

Koppmann, Mariana (2017). *Manual de gastronomía molecular: El encuentro entre la ciencia y la cocina* (1ra ed.). Siglo Veintiuno. Archivo digital: descarga ISBN 978-987-629-724-0
López-Franco, Yolanda L, Goycoolea, Francisco M., Valdez, Miguel A, & Calderón de la Barca4, Ana María. (2006). Goma de mezquite: una alternativa de uso industrial. *Interciencia*, 31(3), 183-189. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000300007&lng=es&tlng=es

Magaña Magaña, J. E., Romero Lara, M. de los Ángeles, Villareal Ramírez, V. H., González Anchondo, M. E., & Marcías López, M. G. (2020). Extracción de goma en mezquite (*Prosopis* spp) nativo usando etileno como hormona vegetal. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 8(1), 46–55. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v8i1.8>

Reséndiz Flores, Nidia Sarahí, García Núñez, Rosa María, Hernández Martínez, Miguel Ángel, Uribe Gómez, Miguel, & Leos Rodríguez, Juan Antonio. (2016). Goma de mezquite y huizache como alternativa de aprovechamiento en sistemas agroforestales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(spe16), 3251-3261. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016001203251&lng=es&tlng=es.

Magaña Magaña, J. E (2022) Entrevista personal. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Delicias, Chih.

Nanopartículas de Plata Incrementan el Número de Flores y Frutos en Plantas de Fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) cv. Festival

Moreno-Guerrero Disraeli Eron⁹; Trejo-Téllez Libia Iris¹⁰; García-Pérez Eliseo⁹; Hernández-Zárate Galdy⁹

Resumen

El uso de nanopartículas de plata (NPsAg) se ha incrementado recientemente, debido a su aplicación en diversas áreas. En plantas han mostrado diversos efectos en función de la especie vegetal y la concentración. Consecuentemente, son pocos los estudios de su aplicación en plantas de interés alimenticio. La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar la aplicación de NPsAg vía foliar a dosis crecientes y su efecto en el crecimiento de plantas de fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) cv. Festival. El experimento se estableció en condiciones de invernadero y como material vegetal se utilizaron plantas de fresa cv. Festival, las cuales, se colocaron en sustrato tezontle previamente cernido, dentro de bolsas de polietileno negro y se aclimataron durante 15 días. Posteriormente, se asperjaron al follaje a punto de goteo, los tratamientos de 0, 500, 1000 y 1500 µg L⁻¹ NPsAg, más la adición de un adherente comercial "Agroprim" 1%. A los 7, 14 y 21 días, después del inicio de tratamientos se registró la altura de planta, diámetro de corona, número de hojas, flores y frutos. A los 7 días del inicio de los tratamientos, la aspersión de 1000 µg L⁻¹ NPsAg incrementó en más del 100% el número de flores. De igual manera, los tratamientos 500 y 1000 µg L⁻¹ NPsAg a los 14 y 21 días aumentaron el número de flores y frutos. Las NPsAg incrementan número de flores y frutos en plantas de fresa hidropónica cv. Festival.

Palabras clave: Aspersión foliar, bioestimulantes, crecimiento y follaje.

⁹ Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, Km. 88.5 Carretera Federal Xalapa-Veracruz, vía Paso de Ovejas entre Puente Julia y Paso San Juan, Tepetates, Veracruz, México. C.P. 91690

¹⁰ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Km 36.5 Carretera Federal México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C.P. 56230

Correos electrónicos: moreno.disraeli@colpos.mx; llibia@colpos.mx; geliseo@colpos.mx; hernandez.galdy@colpos.mx

Con formato: Título 1, Interlineado: sencillo

Eliminado: al

Eliminado:

Eliminado: el

Con formato: Español (México)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 9 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 9 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 9 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 9 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 9 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 9 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 9 pto

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Times New Roman, 9 pto

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

Código de campo cambiado

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Abstract

Eliminado: ¶

The use of silver nanoparticles (NPsAg) has increased recently, due to its application in various areas. In plants they have shown different effects depending on the plant species and the concentration. Consequently, there are few studies of its application in plants of food interest. The present investigation was carried out with the objective of evaluating the application of NPsAg by foliar route at increasing doses and its effect on the growth of strawberry plants (*Fragaria × ananassa* Duch.) cv. Festival. The experiment was established under greenhouse conditions and strawberry plants cv. Festival, which were placed in previously sifted tezontle substrate, inside black polyethylene bags and acclimatized for 15 days. Subsequently, treatments of 0, 500, 1000 and 1500 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg, plus the addition of a commercial adherent "Agroprim" at 1%, were sprinkled on the foliage at drip point. At 7, 14 and 21 days, after the start of treatments, plant height, crown diameter, number of leaves, flowers and fruits were reduced. 7 days after the start of the treatments, the spraying of 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg increased the number of flowers by more than 100%. Similarly, the 500 and 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg treatments at 14 and 21 days increased the number of flowers and fruits. The NPsAg increased the number of flowers and fruits in hydroponic strawberry plants cv. Festival.

Keywords: Foliar spray, biostimulants, growth and foliage.

Con formato: Inglés (Estados Unidos)

Introducción

Eliminado: 1

La fresa es un fruto de alto valor por las propiedades nutricionales que aporta, donde destaca el contenido de vitamina A y C, y compuestos antioxidantes (Martínez-Bolaños *et al.*, 2008); valorado en fresco y procesado, a nivel nacional e internacional. En México, la superficie destinada a la producción de este cultivo es de 12,913 ha, es decir, aproximadamente el 1% de la superficie nacional (SIAP, 2022). Por lo que es de suma importancia incrementar la producción y el rendimiento, así como mejorar las características nutricionales del fruto.

La nanotecnología hace referencia al estudio y compresión de la materia en dimensiones de 1 a 100 nm (Nakache *et al.*, 1999). Su uso en la agricultura ha incrementado en los últimos años, al ser una alternativa en la mejora de los procesos de producción agrícola (Mukhopadhyay, 2014; Kale *et al.*, 2021).

Las nanopartículas de plata (NPsAg), han mostrado diversos efectos en el metabolismo vegetal, entre los que destacan que, mediante su aplicación mejoran la germinación, crecimiento de parte aérea y raíz, la concentración de clorofila y la vida de anaquel (Vannini *et al.*, 2014; Bagherzadeh *et al.*, 2015; Parveen y Rao, 2015). Así también, su aplicación mejora la actividad de las enzimas superoxidasa dismutasa, catalasa y peroxidasa en hojas y raíz de plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum*) (Karami *et al.*, 2015). En la aplicación a plantas de maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), a dosis de 60 mg L⁻¹ NPsAg estimuló el crecimiento de raíz y vástago (Salama *et al.*, 2012); posteriormente, a concentraciones de 250 y 500 mg L⁻¹ NPsAg alargaron la vida de anaquel de plantas de fresa (Taha *et al.*, 2022).

Sin embargo, los efectos de las NPsAg están en función de la especie vegetal, condiciones ambientales, hídricas, térmicas y climáticas (Jaskulski *et al.*, 2022), así como de la concentración y tamaño de las NPsAg (Almutairi y Alharbi, 2015). A su vez, la aplicación de NPsAg de forma esférica y decaédrica en *Arabidopsis thaliana*, mostraron efectos diferentes, destacando que, en las NPsAg decaédricas inducían mayor grado de promoción de crecimiento en raíces (Syu *et al.*, 2014). En este contexto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la aplicación de NPsAg vía foliar a dosis crecientes, y su efecto en el crecimiento de plantas de fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) cv. Festival.

Materiales y Métodos

Material vegetal

Se utilizaron plantas de fresa (*Fragaria × ananassa* Duch.) cv. Festival.

Nanopartículas de plata (NPsAg)

Se utilizó el producto comercial NPsAg Bionag®, que contienen 12 mg mL⁻¹ de plata metálica y 188 mg mL⁻¹ de PVP de 15 – 30 kD en agua, un contenido promedio de 20% NPsAg (200 mg mL⁻¹ NPsAg) con un diámetro promedio hidrodinámico de la plata metálica con PVP de 70 nm. Se destaca que, la PVP es un polímero fuertemente hidrofílico que sirve como estabilizador de superficie, que previene la agregación de nanopartículas (Juárez-Moreno *et al.*, 2016).

Eliminado: y dispersante de nanopartículas

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Manejo del experimento

Plantas de fresa en etapa vegetativa, con tres hojas compuestas, se colocaron en bolsas de polietileno negro, en cuyo interior contenían tezontle de 2 mm de diámetro como sustrato. Posteriormente, se regaron con solución Steiner al 50%, durante 15 días. Después, se distribuyeron al azar, y se aplicaron los tratamientos que consistieron en la aspersión de 0, 500, 1000 y 1500 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg, con la adición de adherente comercial Agroprim al 1%, se realizaron dos aplicaciones, cada 7 días. Posteriormente, a los 7, 14 y 21 días después del inicio de tratamientos se registraron las variables altura de planta (cm), diámetro de corona (cm), número de hojas, número de flores y número de frutos.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA), estableciendo 4 tratamientos donde se ensayó cada tratamiento 3 veces, dando un total de 12 unidades experimentales. La unidad experimental fue una bolsa de polietileno negro 30 x 30 cm conteniendo una planta de fresa.

Análisis estadístico

Con los datos obtenidos, se realizó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey, con un nivel de significancia de 0.05, utilizando el paquete estadístico SAS 9.4.

Eliminado: 1

Resultados y Discusión

La aspersión de 500, 1000 y 1500 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg a plantas de fresa cv. Festival, no modificó significativamente la altura de planta, a los siete (Figura 1A), catorce (Figura 1B) y veintiún días (Figura 1C), después del inicio de tratamientos.

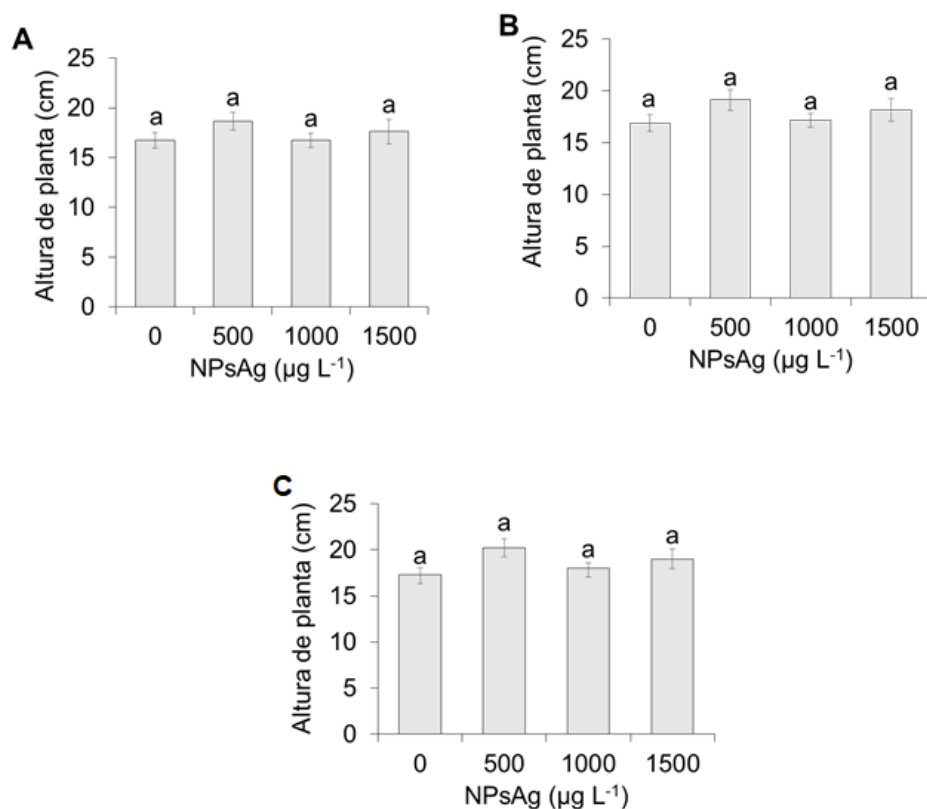


Figura 1. Altura de plantas de fresa cv. Festival, asperjadas con 0, 500, 1000 y 1500 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg, a los siete (A), catorce (B), y veintiún días (C), del inicio de aplicación de tratamientos. Medias $\pm$ EE con letras diferentes en cada subfigura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

El diámetro de corona, no se modificó significativamente con la aplicación de 500, 1000 y 1500 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg, a los siete (Figura 2A), catorce (Figura 2B) y veintiún días (Figura 2C), después del inicio de la aspersión de tratamientos.

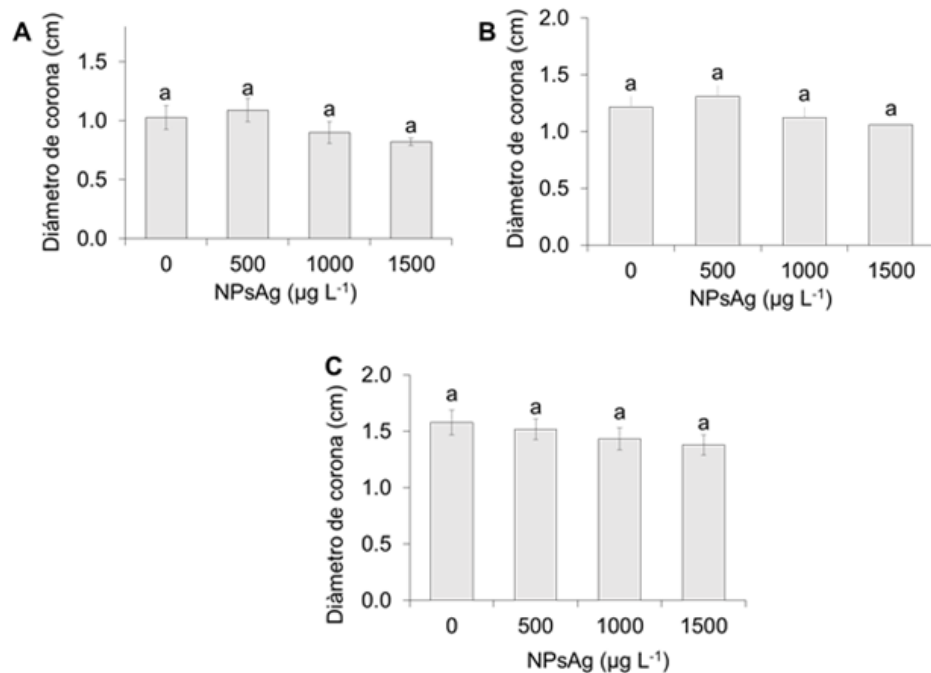


Figura 2. Diámetro de corona de plantas de fresa cv. Festival, asperjadas con 0, 500, 1000 y 1500 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg, a los siete (A), catorce (B), y veintiún días (C), del inicio de aplicación de tratamientos. Medias $\pm$ EE con letras diferentes en cada subfigura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

El número de hojas, no se alteró bajo ningún tratamiento de NPsAg evaluado, a los siete (Figura 3A), catorce (Figura 3B) y veintiún días (Figura 3C), después del inicio de la aspersión de tratamientos.

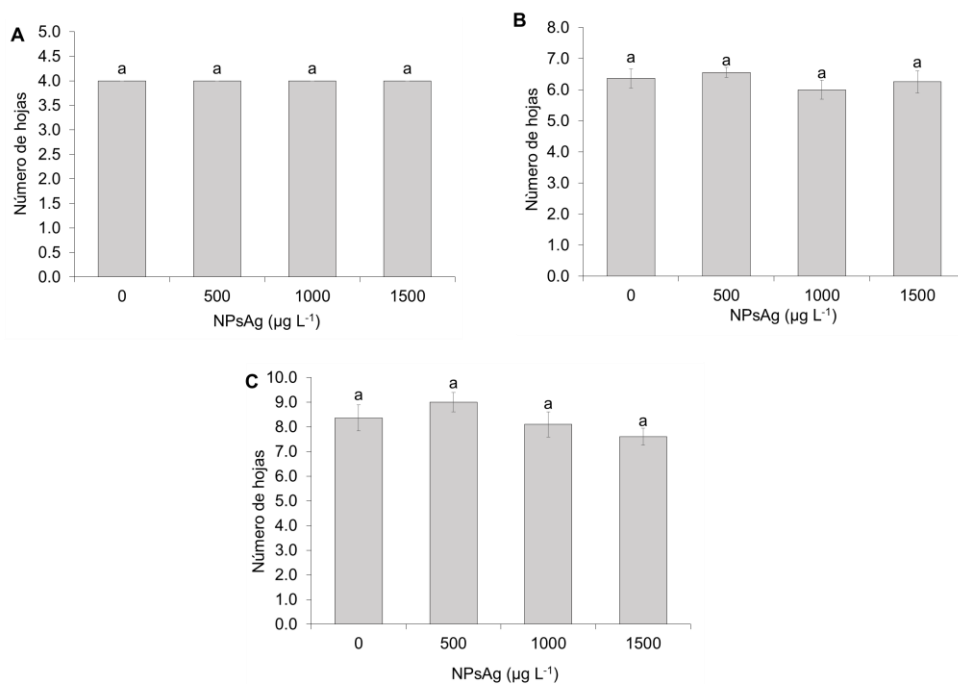


Figura 3. Número de hojas plantas de fresa cv. Festival, asperjadas con 0, 500, 1000 y 1500 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg, a los siete (A), catorce (B), y veintiún días (C), del inicio de aplicación de tratamientos. Medias $\pm$ EE con letras diferentes en cada subfigura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). A los siete días del inicio de aspersión de NPsAg (Figura 4A), el tratamiento 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg incrementó significativamente en más del 100% el número de flores, en relación con el tratamiento testigo. De forma similar, a los catorce (Figura 4B) y veintiún días (Figura 4C) del inicio de tratamientos, las dosis 500 y 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg aumentaron el número de flores en más del 100%, con relación al tratamiento testigo.

Eliminado: ¶

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

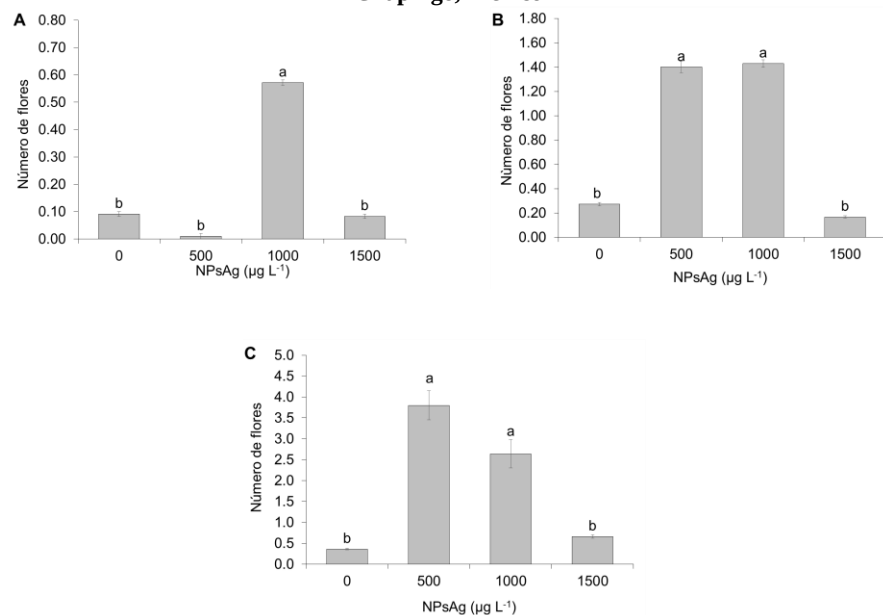


Figura 4. Número de flores de plantas de fresa cv. Festival, asperjadas con 0, 500, 1000 y 1500 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg, a los siete (A), catorce (B), y veintiún días (C), del inicio de aplicación de tratamientos. Medias $\pm$ EE con letras diferentes en cada subfigura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Se destaca que, a los 7 y 14 días no se obtuvieron frutos (datos no mostrados). Por otra parte, a los veintiún días, el número de frutos aumentó en más del 100% con relación al testigo, con la aspersión de 500 y 1000 $\mu\text{g L}^{-1}$ NPsAg después del inicio de la aspersión de tratamientos (Figura 5).

Eliminado: 1

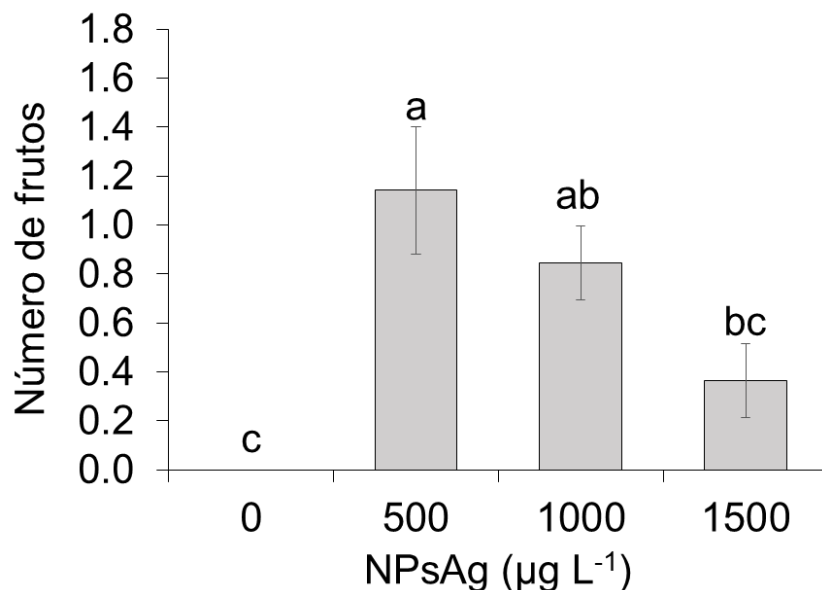


Figura 5. Número de frutos de plantas de fresa cv. Festival, asperjadas con 0, 500, 1000 y 1500 µg L⁻¹ NPsAg a los veintiún días del inicio de aplicación de tratamientos. Medias ± EE con letras diferentes indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

Respecto al número de flores, a los 7 días de la adición de 1000 µg L⁻¹ NPsAg y a su vez, a los 14 y 21 días de la aplicación de 500 y 1000 µg L⁻¹ NPsAg, aumentaron respectivamente, en más del 100%, en relación al tratamiento testigo, dichos efectos, pueden deberse a la acumulación de proteínas asociadas con el ciclo celular y el metabolismo de los carbohidratos, y cambios en la expresión de los genes implicados en múltiples procesos celulares, como la proliferación celular, la fotosíntesis y las vías de señalización de hormonas como las auxinas, el ácido abscísico y el etileno (Syu *et al.*, 2014). Así también, los resultados coinciden con lo obtenido por Salachna *et al.* (2019), en la aplicación vía foliar de NPsAg en las dosis de 50 y 100 ppm en plantas de maceta de lirio (*Lilium candidum*) cv. Mona Lisa, generando efectos positivos en el proceso de floración. Posteriormente, conforme al número de frutos a los 21 días de la adición de 500 y 1000 µg L⁻¹ NPsAg aumentó en más del 100%, con relación al testigo, y a su vez, estos efectos son probablemente debidos a que, al actuar las NPsAg como bioestimulantes inorgánicos, pueden contrarrestar diferentes tipos de estrés, causados por factores abióticos, y en consecuencia, mejorar el desarrollo de cultivos mediante el incremento de frutos, que se vean reflejados en mejores rendimientos y calidad (Al-Huqail *et al.*, 2018). Consecuentemente, los resultados son similares a lo reportado por Shams *et al.* (2013), en la aplicación foliar de NPsAg en las dosis de 500 y 1000 ppm en plantas de pepino (*Cucumis sativus*) cv. Negeen, generando efectos positivos en el proceso de fructificación.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Conclusiones

La aspersión de nanopartículas de plata, a plantas de fresa (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) cv. Festival, no modifica la altura de planta, diámetro de corona, a los 7, 14 y 21 días después del inicio de aplicación de tratamientos. Mientras que, su aplicación incrementa el número de flores a partir de los 7 días de aplicación, y número de frutos a los 21 días. Las nanopartículas de plata incrementan la floración y fructificación de plantas de fresa cv. Festival.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Literatura Citada

Eliminado: 1

Al-Huqail, A., Hatata, M., AL-Huqail, A., & Ibrahim, M. (2018). Preparation, characterization of silver phyto nanoparticles and their impact on growth potential of *Lupinus termis* L. seedlings. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(2):313-319. doi:10.1016/j.sjbs.2017.08.013

Almutairi, Z., & Alharbi, A. (2015). Effect of Silver Nanoparticles on Seed Germination of Crop Plants. *Journal of Advances in Agriculture*, 4(1):280-285. doi:10.24297/jaa.v4i1.4295

Bagherzadeh Homae, M., & Ehsanpour, A. A. (2015). Physiological and biochemical responses of potato (*Solanum tuberosum*) to silver nanoparticles and silver nitrate treatments under in vitro conditions. *Indian Journal of Plant Physiology*, 20(4):353-359. doi:10.1007/s40502-015-0188-x

Jaskulski, D., Jaskulski, I., Majewska, J., Radziemska, M., Bilgin, A., & Brtnicky, M. (2022). Silver Nanoparticles (AgNPs) in Urea Solution in Laboratory Tests and Field Experiments with Crops and Vegetables. *Materials*, 15(3):870. doi:10.3390/ma15030870

Juárez-Moreno, K., González, E., Girón-Vázquez, N., Chávez-Santoscoy, R., Mota-Morales, J., & Perez-Mozqueda, L. (2016). Comparison of cytotoxicity and genotoxicity effects of silver nanoparticles on human cervix and breast cancer cell lines. *Human & Experimental Toxicology*, 36(9):931-948. doi:10.1177/0960327116675206

Kale, S. K., Parishwad, G. V., & Patil, A. S. H. A. S. (2021). Emerging agriculture applications of silver nanoparticles. *ES Food & Agroforestry*, 3(3):17-22. doi:10.30919/esfaf438

Karami Mehrian, S., Heidari, R., & Rahmani, F. (2015). Effect of silver nanoparticles on free amino acids content and antioxidant defense system of tomato plants. *Indian Journal of Plant Physiology*, 20(3):257-263. doi:10.1007/s40502-015-0171-6

Martínez-Bolaños, M., Nieto-Angel, D., Téliz-Ortiz, D., Rodríguez-Alcazar, J., Martínez-Damián, M. T., Vaquera-Huerta, H., & Carrillo-Mendoza, O. (2008). Comparación cualitativa de fresas (*Fragaria x ananassa* Duch.) de cultivares mexicanos y estadounidenses. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 14(2), 113-119.

Mukhopadhyay, S. S. (2014). Nanotechnology in agriculture: prospects and constraints. *Nanotechnology, science and applications*, 2014(7):63-71. doi:10.2147/NSA.S39409

Nakache E., Poulain N., Candau F., Orecchioni AM., Irache JM. (1999). Biopolymer and polymer nanoparticles and their biomedical applications. In: Nalwa HS, editor. *Handbook of Nanostructured Materials and Nanotechnology*. New York, NY, USA, 577-635.

Parveen, A., & Rao, S. (2015). Effect of nanosilver on seed germination and seedling growth in *Pennisetum glaucum*. *Journal of Cluster Science*, 26(3):693-701. doi:10.1007/s10876-014-0728-y

Salachna, P., Byczyńska, A., Zawadzińska, A., Piechocki, R., & Mizielnińska, M. (2019). Stimulatory Effect of Silver Nanoparticles on the Growth and Flowering of Potted Oriental Lilies. *Agronomy*, 9(10):610. doi:10.3390/agronomy9100610

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Salama, H. M. (2012). Effects of silver nanoparticles in some crop plants, common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and corn (*Zea mays* L.). *International Research Journal of Biotechnology*, 3(10):190-197.

Shams, G., Ranjbar, M., & Amiri, A. (2013). Effect of silver nanoparticles on concentration of silver heavy element and growth indexes in cucumber (*Cucumis sativus*). *Journal of Nanoparticle Research*, 15(5):2-12. doi:10.1007/s11051-013-1630-5

SIAP. (2022). Anuario estadístico. Disponible en <https://www.gob.mx/siap> Accesado el 26 de julio de 2022.

Syu, Y., Hung, J., Chen, J., & Chuang, H. (2014). Impacts of size and shape of silver nanoparticles on *Arabidopsis* plant growth and gene expression. *Plant Physiology and Biochemistry*, 1(83):57-64. doi:10.1016/j.plaphy.2014.07.010.

Taha, I. M., Zaghlool, A., Nasr, A., Nagib, A., Azab, I. H., & Mersal, G.A.M. (2022). Impact of Starch Coating Embedded with Silver Nanoparticles on Strawberry Storage Time. *Polymers*, 14(7):1-16. doi:10.3390/polym14071439

Vannini, C., Domingo, G., Onelli, E., De Mattia, F., Bruni, I., Marsoni, M., & Bracale, M. (2014). Phytotoxic and genotoxic effects of silver nanoparticles exposure on germinating wheat seedlings. *Journal of plant physiology*, 171(13):1142-1148. doi:[10.1016/j.jplph.2014.05.002](https://doi.org/10.1016/j.jplph.2014.05.002)

Efecto de las fitohormonas en pepino cultivado en invernadero

Cándido Mendoza-Pérez¹¹; José Bernardo Hernández-Palomo¹²; Juan Enrique-Rubiños
Panta¹¹; Guadalupe Araceli Mendoza Martínez¹³

Resumen

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) es de gran importancia económica debido a la demanda en el mercado nacional e internacional. Una de las soluciones más innovadoras y prometedoras consiste el uso de fitohormonas vegetales que nos permitan controlar el desarrollo de las plantas a la vez poder mejorar calidad y rendimiento de los cultivos bajo ambientes protegidos. Por tal motivo, el objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta fisiológica, rendimiento y calidad de frutos de pepino en la aplicación de tres fitohormonas vegetales comerciales cultivado en invernadero de policarbonato. Se establecieron tres tratamientos donde se aplicó; T1 (Cito Xplosion), T2 (Super Hormonal), T3 (Vitaminum Forte) y TES (Testigo). En las variables fisiológicas se evaluaron (diámetro del tallo, altura de planta, biomasa seca y fresca), en variables de calidad (diámetro y longitud del fruto) rendimiento (peso de fruto). Los resultados mostraron que en el T2 donde se aplicó la hormona Super Hormonal los frutos presentaron mejor tamaño (diámetro y longitud de frutos) y en la respuesta fisiológica las plantas presentaron mayor biomasa fresca y seca en los órganos, raíz, tallo, hojas, frutos y flores durante todo el ciclo del cultivo. Se obtuvieron rendimiento de 3.4, 3.7, 3.3 y 3.0 kg pl⁻¹ para T1, T2, T3 y TES respectivamente. La aplicación de las fitohormonas evaluadas en el presente estudio mostró un efecto positivo en el desarrollo y crecimiento, rendimiento y la calidad de frutos. Por lo tanto, puede ser una opción viable para incrementar la calidad y rendimiento de frutos.

Palabras clave: *Cucumis sativus* L., rendimiento de frutos, calidad de frutos, invernadero.

¹¹ Colegio de Postgraduados, Postgrado de Hidrociencias, carretera México-Texcoco, km 36.5, Montecillo, estado de México. C.P. 56230, email: mendoza.candido@colpos.mx, jerpikike@colpos.mx

¹² Agricultural Solutions Chemiorganic (Agronortech), Texcoco, México C.P. 56230, email: agronortech@gmail.com

¹³ Estudiante de licenciatura de NovaUniversitas, Campus Periférico Juxtlaahuaca, Oaxaca, México. C.P. 69700, email: mendozagraceli@gmail.com

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Abstract

Cucumber cultivation (*Cucumis sativus* L.) is of great economic importance due to the demand in the national and international markets. One of the most innovative and promising solutions consists of the use of plant phytohormones that allow us to control the development of plants while being able to improve the quality and yield of crops under protected environments. For this reason, the objective of the work was to evaluate the physiological response, yield and quality of cucumber fruits in the application of three commercial plant phytohormones grown in a polycarbonate greenhouse. Three treatments were established where it was applied; T1 (Cito Xplosion), T2 (Super Hormonal), T3 (Vitaminum Forte) and TES (Control). Physiological variables were evaluated (stem diameter, plant height, dry and fresh biomass), quality variables (fruit diameter and length) yield (fruit weight). The results showed that in T2 where the Super Hormonal hormone was applied, the fruits presented better size (diameter and length of fruits) and in the physiological response, the plants presented greater fresh and dry biomass in the organs, root, stem, leaves, fruits and flowers throughout the crop cycle. Yields of 3.4, 3.7, 3.3 and 3.0 kg plt⁻¹ were obtained for T1, T2, T3 and TES, respectively. The application of the phytohormones evaluated in the present study showed a positive effect on the development and growth, yield and quality of fruits. Therefore, it can be a viable option to increase the quality and yield of fruits.

Keywords: *Cucumis sativus* L., fruit yield, fruit quality, greenhouse.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las hortalizas cucurbitáceas más conocidas. Se cultiva en casi todo el mundo principalmente para consumo de sus frutos no climatéricos en estado inmaduro (Barraza-Álvarez, 2015). El consumo del pepino se ubica como la cuarta hortaliza más importante del mundo, después del tomate (*Solanum lycopersicum* L.), repollo (*Brassica oleracea* L. var. capitata) y cebolla (*Allium cepa* L.) (Barraza-Álvarez, 2015).

El desarrollo óptimo de los cultivos demanda elevadas aplicaciones de fertilizantes y pesticidas, pues estos constituyen elementos básicos, imprescindibles para aumentar los rendimientos agrícolas. No obstante, se ha comprobado que el uso indiscriminado de dichos insumos químicos implica un costo elevado, la contaminación del suelo, la reducción de la biodiversidad, el aumento de riesgos por salinización, la disminución considerable de las reservas energéticas del suelo y la contaminación de aguas (Pérez, 2014).

En la actualidad existen una serie de insumos que mejoran el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Entre los insumos se encuentran las fitohormonas vegetales que son compuestos naturales o sintéticos que afectan los procesos metabólicos y que en última instancia pueden mejorar la productividad y calidad de los frutos cosechados (Gollagi *et al.*, 2019). Estos compuestos son moléculas sintetizadas por la planta que controlan la gran mayoría de los procesos fisiológicos y bioquímicos como; división celular, el crecimiento, la diferenciación de los órganos aéreos y de las raíces (Porta y Jiménez- Nopala, 2019).

La búsqueda de mecanismos capaces de mejorar las condiciones de crecimiento vegetal, teniendo como base el uso de fitohormonas vegetales, ha permitido controlar de manera específica procesos como la producción de metabolitos secundarios, el tiempo de crecimiento, la disminución de la concentración de agentes patógenos, la inducción de la maduración de frutos, el cruce de especies vegetales para mejoramiento de los productos industrializados, que naturalmente son procesos difíciles de regular en un medio de cultivos convencional (Vega-Celedón *et al.*, 2016).

Las hormonas de las plantas incluyen ABA, etileno, auxinas, citoquininas, giberélinas y brasinoesteroides son sustancias químicas que controlan muchos procesos fisiológicos y bioquímicos en plantas (Miransari y Smith, 2014), pueden afectar diferentes actividades en las plantas incluyendo la latencia y germinación de las semillas (Graeber *et al.*, 2012).

La quitosana como regulador del crecimiento, acelera la germinación de las semillas, el vigor de las plantas, y el rendimiento agrícola (Falcón, 2015). La práctica de una tecnología, basada en el uso de productos biológicos, favorece la conservación del medio ambiente y contribuye a restaurar el equilibrio ecológico que el exceso de agroquímicos tóxicos provocó durante decenios (MINAG, 2017).

Una de las soluciones más innovadoras y prometedoras consiste el uso de fitohormonas vegetales que nos permitan controlar el desarrollo de las plantas a la vez poder mejorar calidad y rendimiento de los cultivos bajo ambientes protegidos. Por tal motivo, el objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta fisiológica y productiva de cultivo de pepino a la aplicación de tres fitohormonas vegetales comerciales (Cito Xplosion, Super Hormonal, Vitaminum Forte) cultivado en invernadero de policarbonato.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Materiales y métodos

Descripción del experimento

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio Gestión Integrada de los Recursos Hídricos perteneciente al departamento en Hidrociencias del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Estado de México, (19° 27'58" latitud Norte y 98° 54'58" longitud Oeste de 2431 m de altitud).

Se germinaron semillas de pepino de la variedad Poinsett 76 de crecimiento indeterminado, en charolas de poliestireno expandido a 200 cavidades, sembradas el 23 julio, se trasplantaron el 26 de agosto y el 25 de noviembre de 2021 se finalizó la cosecha. El material se cultivó en invernadero de policarbonato en un sistema hidropónico en bolas de polietileno negro (12 L) con tezontle rojo como sustrato.

La plantación fue en un arreglo de tresbolillo, con separación de 40 cm entre plantas a doble hilera de 20 m de largo a 40 cm entre líneas, con densidad de plantación en los tratamientos de 3 plantas por m². En cada ocho días se realizaron podas de brotes laterales con una tejera de poda T-67 para mantener la planta a un tallo.

Se utilizó el sistema de riego por goteo, con una línea regante superficial de 16 mm en diámetro con goteros autocompensados de 8 L h⁻¹ separados a 40 cm, con una presión de operación de 68.64 KPa.

Sistema de riego

El riego se aplicó con solución nutritiva Steiner (1984) con un potencial osmótico de -0.087 MPa y un pH de 6.5 durante todo el ciclo del cultivo. Durante los primeros 30 días después de trasplante (ddt) que corresponde a la etapa inicial se aplicó (0.18 L plt⁻¹), en la etapa vegetativa (0.380 L plt⁻¹), en la etapa desarrollo (0.50 L plt⁻¹), en la etapa de producción que corresponde a la máxima demanda (0.60 L plt⁻¹) y en la etapa final se aplicó (0.52 L plt⁻¹) por planta y por día.

Descripción de los tratamientos

En la etapa vegetativa que consiste en el crecimiento y desarrollo de la planta. Los tratamientos consistieron en la aplicación de productos de la empresa Agricultural Solutions Chemiorganic (AGRONORTECH) como Rontindol 3000 y Cropstart que sirve para inducir, promover el sistema radicular y aportar nutrimentos a las plántulas, una vez trasplantadas las plántulas en bolsas maceteras se aplicaron Aminofulvicos para promover la fotosíntesis y asimilación de nutrientes y en el desarrollo vegetativo se aplicaron GA3-Amin-Zinc para promover el desarrollo de la hoja y alargamiento del tallo (Tabla 1).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Tabla 1. Aplicación de enraizador, iniciador de cultivos, aminofulvicos y promotor de crecimiento de las plantas en los tratamientos

Tratamientos	Germinación	Etapas inicial	Desarrollo Vegetativo
	Enraizador-Iniciador de cultivo	Aminofulvicos	Promotor de crecimiento
T1 (Cito Xplosión)	Rootindol 3000 Cropstart	Nitro Zinc 17	GA3-Amin-Zinc
T2 (Súper Hormonal)		Fierro 10	
T3 (Vitaminum Forte)		Manganeso 10	
TES	Sin aplicación	Sin aplicación	Sin aplicación

Rootindol 3000= 5 mL L⁻¹; Cropstart= 5 mL L⁻¹; Nitro zinc 17= 1.5 mL L⁻¹; Fierro 10= 1.5 mL L⁻¹; Manganeso 10= 1.5 mL L⁻¹; GA3-Amin-Zinc= 2.5 mL L⁻¹.

En la etapa reproductiva los tratamientos consistieron en la aplicación de tres fitohormonas vegetales: T1 (Cito Xplosión), T2 (Súper Hormonal), T3 (Vitaminum Forte) de AGRONORTECH y un tratamiento control (TES).

Tabla 2. Distribución de los tratamientos y dosis de aplicación en las etapas fenológicas

Tratamientos	Dosis de aplicación de las fitohormonas en las etapas fenológicas				
	Floración	Cuajado de fruto	Formación de fruto	Llenado de fruto	Inicio de cosecha
	Dosis (mL L ⁻¹)				
T1 (Cito Xplosión)	3	3	3	5	5
T2 (Super Hormonal)	3	3	3	5	5
T3 (Vitaminum Forte)	3	3	3	5	5
TES (Testigo)	0	0	0	0	0

Descripción de diseño experimental

Cada unidad experimental fue de 20 m² con 15 plantas, con 4 repeticiones por tratamiento, con una superficie total de 80 m² por tratamiento, bajo un diseño experimental completamente al azar. Para determinar diferencias significativas en las variables estudiadas fueron sometidos a una prueba de comparación de medias de Tukey con p≤0,05, utilizando el paquete estadístico MINITAB® versión 16.

Rendimiento y tamaño de fruto

Para estimar el rendimiento, se seleccionaron cuatro plantas por tratamiento y se evaluaron peso, número y tamaño de frutos.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Evaluación de las variables

Para la materia fresca y seca se realizaron muestreos destructivos de la planta que consistió en extraer la planta de la maceta, después separar cada uno de los órganos como; hojas, tallos, frutos, raíces y flores. Posteriormente, se pesaron en fresco y se colocaron en un horno de secado a 70 °C por 72 h para su deshidratación y finalmente se pesaron el peso seco.

Clasificación de tamaño de frutos

Para la clasificación del tamaño de los frutos se emplearon cuatro categorías de acuerdo a la norma mexicana (NMX-FF-023-1982) para productos alimenticios no industrializados para uso humano fruta fresca de pepino (*Cucumis sativus*).

Tabla 3.- Clasificación de tamaño de frutos de pepino de acuerdo con la norma mexicana NMX-FF-023-1982

Calidad	Diámetro (cm)	Longitud (cm)
Grande	> 6.5	>16.5
Mediano	5.1-6.5	15.1- 16.5
Pequeño	3.5- 5.0	14.0- 15.0
Rezaga	> 3.4	>14.0

Resultados y discusión

Altura de la planta

El crecimiento de la planta en altura inicia con cierta lentitud desde trasplante hasta 30 días después de trasplante (DDT). Posteriormente, entre 37 y 51 DDT se incrementa de manera notoria el crecimiento en los tratamientos hasta alcanzar altura de 116, 115, 112, 98 cm para el T1, T2, T3 y TES (Figura 1). A los 58 DDT por efecto de la aplicación de las fitohormonas se observó que, en los tres tratamientos, la planta regula su velocidad de crecimiento y empieza a invertir parte de su energía en la floración y cuajado de frutos, ya que regulan la toda la actividad metabólica para garantizar la homeostasis a nivel intracelular y extracelular. No obstante, en el caso TES sucede lo contrario ya que la planta sigue creciendo a su máxima velocidad sin importar producir frutos.

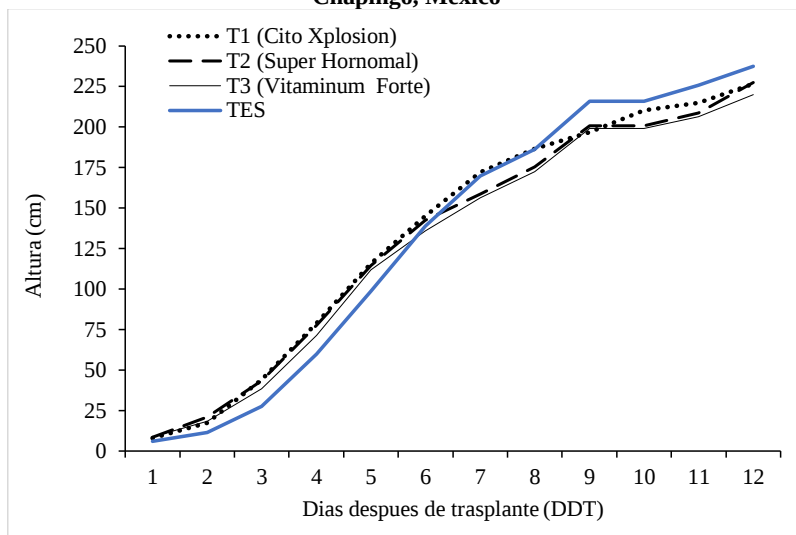


Figura 1. Altura de planta en los tres tratamientos y el TES

Finalmente, el máximo crecimiento fue de 227, 228, 220 y 238 cm para T1, T2, T3 y TES respectivamente. Esta dinámica de la curva de crecimiento de altura de planta se asemeja a una S oblicua, denomina curva de crecimiento sigmoide. Para todos los tratamientos, las curvas sugieren un crecimiento exponencial a partir de los 37 DDT. También se observa que a los 65 DDT el TES empieza acelerar su crecimiento de manera notario con respecto a los tratamientos. Mendoza-Pérez *et al.* (2018) reportaron valores de 3 m en el cultivo de tomate de crecimiento indeterminado cultivado en invernadero bajo sistema hidropónico.

Diámetro del tallo

Con respecto al diámetro del tallo no se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con respecto al TES ($p \leq 0.05$) (Tabla 4). Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación coinciden con lo reportado por Ayala-Tafuya *et al.*, (2019) donde reportaron valores de 1.07 cm de diámetro en el cultivo de pepino de la variedad Alanis RZ F1 sembrado a una densidad de plantación de 1.68 plantas m^2 y podado a un tallo por planta. Esta característica morfológica ha mostrado mayor propensión genética, ya que Ortiz *et al.* (2009) detectaron diferencias entre variedades de pepino valores de 0.61-0.77 cm de diámetro de tallo.

Crecimiento de hojas

Se obtuvieron 33 hojas por planta en los tres tratamientos con respecto y 31 hojas en el TES de 31 hojas por planta. No se encontró diferencia estadísticamente significativamente ($p \leq 0.05$) en el número de hojas por la aplicación de las fitohormonas en los tratamientos (Tabla 4). Ayala-Tafuya *et al.* (2019) reportaron valor de 41 hojas y altura de 260 cm en el cultivo de pepino cultivado en invernadero. El número de hojas está directamente relacionado con el área foliar, por lo tanto, son los parámetros más importantes en la evaluación del crecimiento de las plantas, por lo consiguiente,

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

su determinación adecuada es fundamental para la correcta interpretación de los procesos en una especie vegetal (Mendoza-Pérez *et al.*, 2018; Ayala-Tafoya *et al.*, 2019).

Largo del fruto

El largo y ancho del fruto es uno de los componentes de calidad que son atribuidos al tamaño y a la apariencia. En este trabajo se encontraron valores de 16.9, 17.6, 17.6 y 18.4 cm de longitud para T1, T2, T3 y TES respectivamente. Se encontró diferencia estadísticamente significativa en la longitud de los frutos con respecto al TES. Montaña *et al.* (2018) reportaron valor de 17.5 cm en fruto de pepino del cultivar Poisentt 76 en función de diferentes edades de la planta.

Ancho del fruto

En este trabajo se encontraron valores de 5.2, 5.2, 5.1 y 5.1 cm de ancho (diámetro) de los frutos para T1, T2, T3 y TES respectivamente. Montaña *et al.* (2018) reportaron valor de 5.0 a 6.0 cm de ancho en fruto de pepino del cultivar Poisentt 76. López-Eliás *et al.* (2011b) evaluaron la producción y calidad de pepino bajo condiciones de invernadero obtuvieron 5.0 cm de diámetro del fruto, por lo tanto, este valor se encuentra dentro del rango de los estándares establecidos para pepino tipo americano, con un diámetro de 5.0 cm. Además, estos resultados concuerdan al ancho del fruto obtenidos en el presente trabajo cuyo promedio en la cosecha fue de 5.2 cm (Tabla 4).

Westwood citado por Montaña y Méndez (2009) señala que el ancho del fruto depende a su vez de otros parámetros: zona cortical, pulpa y cavidad central. Estos tres caracteres tienen también una clara influencia en el peso del fruto, pero su mayor interés radica en que determina un aspecto importante de la calidad del fruto como es la relación de la parte comestible dentro del mismo. Varios factores influyen sobre el tamaño del fruto: polinización, condiciones climáticas durante la etapa inicial del desarrollo del fruto, relación hoja-fruto y las prácticas culturales.

El tamaño definitivo del fruto depende de: a) número de células presente en el fruto cuajado, b) número de divisiones celulares que ocurre posteriormente, y c) la extensión que las células alcanzan. Las divisiones celulares durante el estado inicial del crecimiento del fruto tienen una mayor influencia en el tamaño definitivo del fruto.

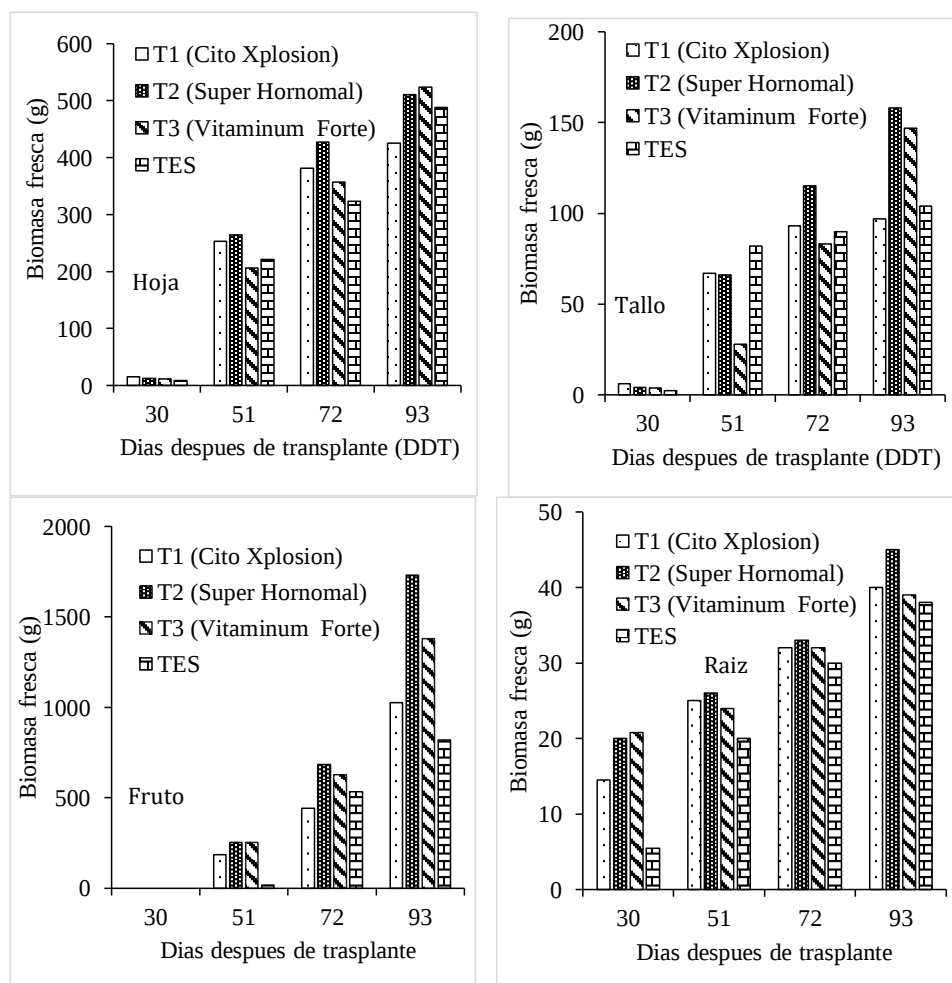
Tabla 4. Diámetro del tallo, número de hojas, longitud del fruto y diámetro del fruto

Tratamientos	Diámetro del tallo (cm)	Número de hojas	Longitud de fruto (cm)	Diámetro de fruto (cm)
T1 (Cito Xplosión)	1.2 a	33 a	16.9 a	5.2 a
T2 (Super Hormonal)	1.2 a	33 a	17.6 a	5.2 a
T3 (Vitaminum Forte)	1.2 a	33 a	17.6 a	5.1 a
TES	1.1 a	31 a	18.4 a	5.1 a

- Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Biomasa fresca

La importancia del análisis del peso fresco en los cultivos radica en la determinación cuantitativa del contenido de agua presente (González *et al.*, 2018). En este trabajo de investigación se encontró una acumulación similar de biomas fresca en los tratamientos con respecto al TES en la etapa inicial. Sin embargo, partir de los 51 días después de trasplante empieza a incrementar la biomasa fresca acumulada en hojas, tallos, raíz y flor. En la etapa final alrededor de 72 DDT se presenta incremento en producción de fruto en los tres tratamientos junto con el TES; lo que corresponde a la etapa en que inicia la cosecha de los frutos. El comportamiento es similar en los tres tratamientos, variando únicamente en el grado de acumulación (Figura 2).



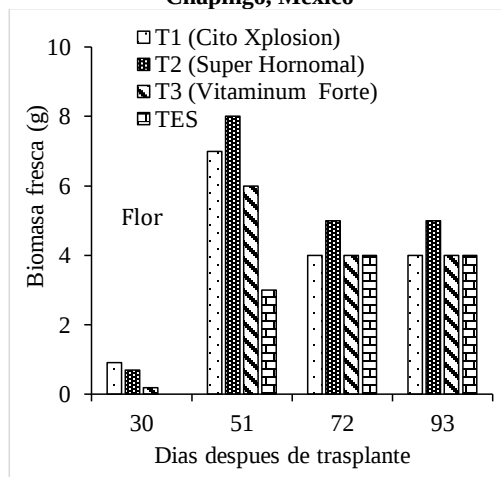


Figura 2. Acumulación de materia fresca en los tratamientos de cultivos de pepino

Peso, número y rendimiento del fruto

El peso medio de los frutos fue de 293.2, 297.3, 283.9 y 290.0 g en T1, T2, T3 y TES respectivamente. El número de frutos obtenido en los tratamientos fueron de 12, 13, 12 y 10 frutos por planta respectivamente. Los pesos de los frutos frescos fueron de 3.4, 3.7, 3.3 y 3.0 kg plt⁻¹ para T1, T2, T3 y TES respectivamente. Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos.

Tabla 5. Peso medio del fruto, numero de frutos y rendimiento de fruto por planta

Tratamientos	Peso medio del fruto (g)	No. de frutos por planta	Rendimiento (kg Plt ⁻¹)
T1 (Cito Xplosión)	293.2 b	12 b	3.4 b
T2 (Súper Hormonal)	297.3 a	13 a	3.7 a
T3 (Vitaminum Forte)	283.9 d	12 b	3.3 b
TES	290.0 c	10 d	3.0 c

- Letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Conclusiones

El efecto de la aplicación de las fitohormonas comerciales evaluadas en el presente estudio manifestó efecto positivo en el desarrollo y crecimiento de las plantas, además, se mejoró la calidad y el rendimiento de frutos por planta en los tratamientos en comparación con el testigo. Adicionalmente se observó que aplicación de las fitohormonas vegetales hay una mejor regulación y distribución de los fotoasimilados en los órganos de las plantas. Por lo tanto, las fitohormonas

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

pueden ser una opción viable para uso agrícola porque nos permiten incrementar la calidad y rendimiento de frutos.

Agradecimientos

Agradecimiento a la empresa Agricultural Solutions Chemiorganic (AGRONORTECH) por el apoyo en el patrocinio de los bioestimulantes que se usaron para el desarrollo de este trabajo de investigación.

Literatura Citada

Ayala-Tafoya, F.; López-Orona, C. A.; Yáñez-Juárez, M.G.; Díaz-Valdez, T.; Velázquez-Alcaraz, T.J.; Parra-Delgado, J.M. 2019. Densidad de plantas y poda de tallos en la producción de pepino en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10 (1):79-90.

Barraza A., F.V. 2012. Acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero. *Temas Agrarios* 17 (2): 18-29.

Falcón, A. 2015. Ponencia Taller Nacional del Megaproyecto “Bioestimuladores a base de oligosacarinas como alternativa nacional para la propagación de plantas, el aumento de los rendimientos y la protección antiestrés de cultivos de interés económico”. INCA, Mayabeque, Cuba.

González, A.D.; Álvarez, H.U.; Lima, O.R. 2018. Acumulación de biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado caupí – sorgo. *Revista Centro Agrícola* 45 (2): 77-82.

Gollagi, S.G.; Lokesh, R.; Dharmapal, S.; Sathish, B.R. 2019. Effects of growth regulators on growth, yield and quality of fruits crops: A review. *J Pharmacog phytochem* 8 (4):979-81.

Graeber, K.; Nakabayashi, K.; Miatton, E.; Leubner-Metzger, G.; Soppe, W. 2012. Molecular mechanisms of seed dormancy. *Plant Cell Environ* 35 1769-1786.

López-Elías, J.; Rodríguez, J. C.; Huez, L. M. A.; Garza, O. S.; Jiménez, L. J.; Leyva, E. E.I. 2011. Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. *IDESIA* 29(2): 21-27.

Mendoza-Pérez, C.; Ramírez-Ayala, C.; Martínez-Ruiz, A.; Rubiños-Panta, J.E.; Trejo, C.T.; Vargas-Orozco, A.G. 2018. Effect of stem number on the production and quality of greenhouse-grown tomato. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 9 (2): 355-366.

MINAG. 2017. Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. INIFAT, La Habana, Cuba, 156 p

Miransari, M.; D.L. Smith. 2014. Plant hormones and seed germination. *Environ. Exp. Bot.* 99, 110-121.

Montaño M.N.J.; Gil, M.J.A.; Palmares, Y. 2018. Rendimiento de pepino (*Cucumis sativus* L.) en función del tipo de bandeja y la edad de trasplante de las plántulas. *Anales Científicos* 79 (2): 377-385.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Montaño, M.N.J.; Méndez, N.J.R. 2009. Efecto del ácido indol-3-acético y el ácido naftalenacético sobre el largo y ancho del fruto de melón (*Cucumis melo* L.) cultivar “Edisto 47”. *Revista UDO Agrícola* 9 (3): 530-538.

Pérez, D. 2014. Respuesta biológica y productiva del pepino (*Cucumis sativus* L.) a diferentes marcos de plantación, en el huerto intensivo “Tania la Guerrillera”. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma, Cuba, 46 p.

Porta, H.; Jiménez-Nopala, G. 2019. Papel de las hormonas vegetales en la regulación de la autofagia en plantas. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* 22: 1-11.

Vega-Celedón, P.; Canchignia, M.H.; González, M.; Seeger, M. 2016. Biosynthesis of indole-3-acetic acid and plant growth promoting by bacteria. *Cultivo Tropical* 37:33-9.

Respuestas hídricas en clones de *Coffea canephora* a la inundación de suelo y reoxigenación posterior a la inundación

Marco Antonio Toral Juárez¹⁴

Resumen

La tolerancia a la inundación del suelo en algunas plantas leñosas ha sido asociada a la manutención de la conductancia hidráulica de la planta. Para evaluar la existencia de una relación de esta variable con la tolerancia a la inundación del suelo en plantas de dos clones (120 e 109A) de *Coffea canephora* (caracterizados, respectivamente, como tolerante y sensible a sequía) fueron realizadas mediciones de potencial hídrico foliar, transpiración y conductancia hidráulica de la planta. Los clones fueron sometidos a dos tratamientos de irrigación (control e inundación), por seis días, seguidos de 40 días de reoxigenación (recuperación). La inundación ocasionó disminuciones de potencial hídrico de medio día, transpiración y de absorción de agua radicular, con pérdida de 70% en la conductancia hidráulica en ambos clones. A pesar de que el clone 120 mostró menor afectación por déficit hídrico, se concluye que el *C. canephora* es sensible a los efectos de la inundación del suelo.

Palabras clave: tolerancia, plantas, café, estrés.

Abstract

Tolerance to soil flooding in some woody plants has been associated with maintenance of plant hydraulic conductance. To evaluate the existence of a relationship between this variable and tolerance to soil flooding in plants of two clones (120 and 109A) of *Coffea canephora* (characterized, respectively, as tolerant and sensitive to drought), leaf water potential measurements were made transpiration and hydraulic conductance of the plant. The clones were subjected to two irrigation treatments (control and flood), for six days, followed by 40 days of reoxygenation (recovery). The flood caused decreases in mid-day water potential, transpiration and root water absorption, with a 70% loss in hydraulic conductance in both clones. Although clone 120 was less affected by water deficit, it is concluded that *C. canephora* is sensitive to the effects of soil flooding.

Keywords: tolerance, plants, coffee, stress.

¹⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRGOC-CE Cotaxtla, 94270, Medellín de Bravo, México.
Correo: toral.marco@inifap.gob.mx

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

La sequía y la inundación son los principales estreses abióticos que afectan el desarrollo y productividad de los cultivos. En los últimos 60 años, la frecuencia de inundación aumentó en todas las regiones agrícolas del mundo, hecho asociado al cambio climático (Bailey-Serres *et al.*, 2012; Sasidharan *et al.*, 2017). La inundación del suelo provoca una difusión más lenta del oxígeno disuelto en agua, que, por su vez, acarrea una rápida reducción de la disponibilidad del oxígeno en la rizosfera (Sauter, 2013; Voesenek y Bailey-Serres, 2013; Olmo-Vega *et al.*, 2017). El oxígeno es importante por actuar como el aceptor final de la cadena de transporte de electrones mitocondrial de la raíz, de modo para soportar una producción eficiente de ATP por la fosforilación oxidativa (Bailey-Serres e Chang, 2005). En esa condición, es común la ocurrencia de déficit hídrico regulado por la reducción de la conductividad hidráulica de la raíz y por la disminución de la permeabilidad de membrana mediada por acuaporinas, conforme observado en *Arabidopsis thaliana* bajo inundación (Tournaire-Roux *et al.*, 2003). Además, se tiene también observado que la disminución de la conductividad hidráulica de la raíz reduce el potencial hídrico foliar, como verificado en plantas de *Solanum lycopersicum* e *Ricinus communis* (Else *et al.*, 2001; 2009).

Apenas dos especies, *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner, dentro de más de 100 especies del género *Coffea*, son económicamente importantes, contribuyendo aproximadamente con 99% de la producción mundial de café. En el caso del *C. canephora*, existe una considerable variación intraespecífica en cuanto la tolerancia a seca (Silva *et al.*, 2013). Sin embargo, nada se conoce sobre la tolerancia de *C. canephora* al estrés por inundación del suelo. Registros indican que la inundación del suelo es también un factor limitante en la producción de *C. canephora*, especialmente en regiones con suelos arcillosos y de topografía plana (Gay *et al.*, 2006; Bunn *et al.*, 2015).

En especies leñosas como, como el lárice americano (*Larix laricina*), por ejemplo, la tolerancia al exceso de agua en el suelo está asociada a la manutención de la conductancia hidráulica (Calvo-Polanco *et al.*, 2012). La hipótesis de este trabajo se basa en el hecho de que clones de *C. canephora* más tolerantes a seca, también mostrarían mayor tolerancia a la inundación del suelo. Sin embargo, esta tolerancia estaría atribuida a una eficiente manutención de la conductancia hidráulica de la planta. Específicamente, este trabajo pretende examinar las respuestas hídricas (potencial hídrico foliar, transpiración y conductancia hidráulica de la planta) en dos clones de *C. canephora* durante la inundación del suelo y reoxigenación posterior a la inundación. Estos clones fueron previamente identificados con tolerancias diferenciadas al déficit hídrico. Al esclarecerse tal cuestionamiento, se espera aumentar la comprensión de los mecanismos de tolerancia de *C. canephora* a la inundación del suelo.

Materiales y métodos

Material vegetal y condiciones de crecimiento

El experimento fue realizado en Viçosa (20°45' S, 42°54' O, 650 m de altitud), sureste de Brasil, bajo condiciones controladas, en casa de vegetación. Fueron utilizados dos clones de *C. canephora*: 120 (tolerante a seca) y 109A (sensible a seca) (Lima *et al.*, 2002; Pinheiro *et al.*, 2004). Los clones fueron producidos a partir de estacas de raíces en el Instituto de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Espírito Santo, Brasil. Treinta días antes del trasplante, las plantas fueron aclimatadas a las condiciones ambientales de la casa de vegetación. Cuando las plantas alcanzaron el cuarto par de hojas completamente expandido, los clones fueron trasplantados para macetas de 12 L, conteniendo una mezcla de suelo, arena y estiércol bobino (3:2:1, v/v/v). Las plantas fueron cultivadas por ocho meses, bajo irrigación periódica, de modo que la humedad del suelo permaneciese próxima a capacidad de campo.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Diseño experimental

Plantas de dos clones con un año de edad fueron sometidas a dos tratamientos de irrigación (control e inundación) en un diseño completamente al azar en esquema factorial de 2x2. Plantas del “tratamiento control” tuvieron un régimen de irrigación de suelo en capacidad de campo hasta el final del tratamiento, en cuanto las plantas del “tratamiento inundación” tuvieron una lámina de agua de 5 cm de la superficie del sustrato. El agua fue repuesta diariamente de modo a mantener la lámina de agua constante. Una planta por vaso constituyó una repetición.

Desarrollo del experimento

Con base en los resultados de un experimento preliminar, fue desarrollado un experimento constituido por los cuatro tratamientos ya mencionados, con seis repeticiones. Fueron utilizadas 12 plantas por clon, de las cuales seis fueron sometidas al tratamiento por inundación y las otras seis, utilizadas como tratamiento control. Después de seis días de inundación continua, el exceso de agua fue drenado y el suelo permaneció con humedad próxima a capacidad de campo. Se acompañó la recuperación de las plantas afectadas por la inundación del suelo a lo largo de 40 días, tiempo en que ocurrió la recuperación de fotosíntesis en el clon 120. Durante los periodos de inundación y recuperación, fueron realizadas en todos los tratamientos las evaluaciones de potencial hídrico foliar, transpiración de plantas enteras y conductancia hidráulica de la planta.

Potencial hídrico foliar

Las mediciones de potencial hídrico foliar fueron realizadas antes de la mañana (04:30 – 05:30 h) (Ψ_{am}) y al medio día (12:00 – 13:00 h) (Ψ_{md}). Las hojas usadas para la estimativa de Ψ_{md} fueron encerradas en un saco de plástico transparente de cierre hermético conteniendo papel toalla humedecido en su interior. Se usó una cámara de presión tipo Scholander (modelo 1000, PMS Instruments, Albany, NY, USA), conforme la metodología descrita en Silva *et al.* (2013).

Conductancia hidráulica de la planta

La conductancia hidráulica de la planta (K_{planta}) fue estimada por medio de la razón entre la tasa de transpiración de plantas enteras (E_p) y la diferencia de potencial hídrico foliar obtenida durante el intervalo de la medición de Ψ_{am} e Ψ_{md} (Silva *et al.*, 2013):

$$K_{planta} = E_p / (\Psi_{md} - \Psi_{am})$$

La tasa de transpiración de plantas enteras fue estimada gravimétricamente (Dias *et al.*, 2007), y calculada usándose los datos de la duración de la transpiración (h), área foliar total (AFT) y variaciones de peso de las macetas, entre antes de la mañana (P1) y el medio día (P2):

$$E_p = [(P_1 - P_2) / (18 \cdot 1000) / AFT] / (T_2 - T_1)$$

El área foliar total (AFT) fue obtenido a partir de la sumatoria de las áreas foliares unitarias. Para calcular el área foliar unitario (AF) fue utilizado un modelo matemático en que se usan medidas no destructivas de largo (L) y ancho de las hojas (A). $AF = 0.6626 (L \cdot A)^{1.0116}$, conforme Antunes *et al.* (2008).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

El porcentaje de pérdida de la conductancia hidráulica de plantas de los tratamientos de inundación del suelo fue calculado en relación con los valores de conductancia hidráulica de las plantas del tratamiento control. Para evitar la pérdida de agua por evaporación (y, por tanto, evitar subestimación de E_p) fue utilizado una cubierta plástica de color negra sobre la superficie del sustrato.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron expresados como media±error estándar. Las diferencias entre las medias fueron examinadas usándose la prueba de t (Student). Los análisis estadísticos fueron realizados usando el programa computacional Statistica versión 6.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA) y los gráficos fueron elaborados en el programa SigmaPlot versión 11.0.

Resultados y discusión

Inundación del suelo

Los resultados descritos aquí indican que el Ψ_{am} de los clones evaluados no se vio alterado por la inundación, un hecho posiblemente relacionado con la capacidad de las raíces para absorber agua por la noche, asociado con la reducción significativa de la transpiración (Figura 1). En contraste, Ψ_{md} se redujo por el estrés, posiblemente asociado con el transporte limitado de agua a lo largo del camino apoplástico (ruta principal de transporte de agua en plantas leñosas); menor Ψ_{md} debe estar relacionado con la disminución de la conductancia hidráulica de los clones que, a su vez, está siendo afectada por la conductancia hidráulica de la raíz y por la disminución de la permeabilidad de la membrana mediada por acuaporina, como se observa en otras especies inundadas. (Yetisir *et al.*, 2006; Atkinson *et al.*, 2008; Aroca *et al.*, 2012).

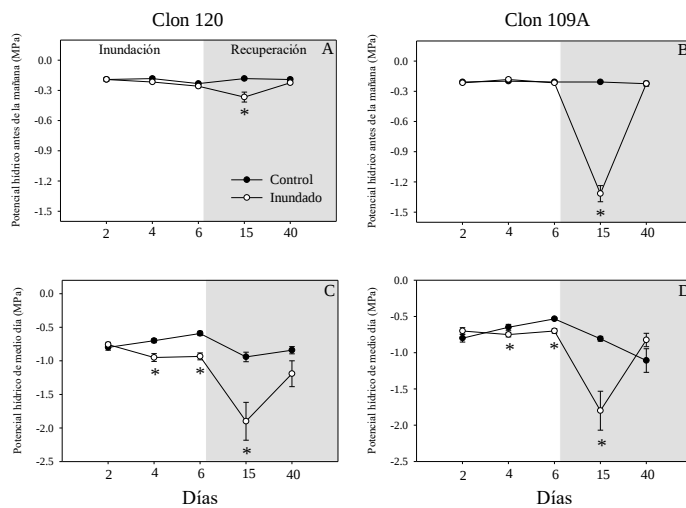


Figura 1. Potencial hídrico foliar de antes de la mañana (A-B) e potencial hídrico foliar de medio día (C-D) de dos clones de *C. canephora* sometidos por seis días de inundación; plantas control permanecieron bajo capacidad de campo. Subsecuentemente, el exceso de agua fue drenado y los datos fueron obtenidos a los 15 e 40 días de recuperación del estrés (color gris). Asteriscos indican diferencias significativas (prueba t , $P \leq 0.05$) entre tratamientos de irrigación para un mismo clon. Cada valor representa la media±error

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

estándar, $n = 6$. A los 40 días de recuperación, media±error estándar de los clones previamente inundados corresponde a las plantas sobrevivientes (clon 120, $n = 6$; clon 109A, $n = 4$).

Los tratamientos de control exhibieron pocos cambios en K_{planta} ; sin embargo, los tratamientos de inundación mostraron disminuciones significativas en K_{planta} , declinando a lo largo del experimento. Además, no hubo diferencia de K_{planta} entre los tratamientos de inundación (Cuadro 1). El porcentaje de pérdida de K_{planta} confirmó que ambos clones se vieron afectados en el transporte axial de agua sin mostrar una diferencia significativa entre los clones (Figura 2). La tasa de transpiración de plantas enteras fue similar en los tratamientos de control. Sin embargo, los tratamientos de inundación tuvieron reducciones en la tasa de transpiración con diferencia significativa comparado con los tratamientos de control. No obstante, en condiciones de inundación, el clon 120 tuvo mejores tasas de transpiración (Cuadro 2).

Cuadro 1. Conductancia hidráulica de la planta entera de dos clones de *C. canephora*. Los datos fueron obtenidos a los 2, 4 e 6 días después de la aplicación de la inundación; plantas control permanecieron bajo capacidad de campo. Subsecuentemente, el exceso de agua fue drenado y los datos fueron obtenidos a los 15 e 40 días de recuperación del estrés.

Días	Clon 120		Clon 109A	
	Control	Inundación	Control	Inundación
	mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹ MPa ⁻¹			
2	1.05±0.06 a	0.75±0.08 a*	1.10±0.12 a	0.73±0.07 a*
4	1.27±0.18 a	0.63±0.07 a*	1.56±0.16 a	0.66±0.08 a*
6	1.70±0.15 a	0.64±0.12 a*	1.80±0.11 a	0.60±0.09 a*
15	1.44±0.08 b	0.38±0.08 a*	1.78±0.11 a	0.49±0.06 a*
40	1.43±0.07 a	0.69±0.09 a*	1.39±0.17 a	0.66±0.07 a*

Asteriscos indican diferencias significativas (prueba t , $P \leq 0.05$) entre tratamientos de irrigación para un mismo clon. Letras diferentes representan diferencias significativas (prueba t , $P \leq 0.05$) entre clones dentro de un mismo tratamiento de irrigación. Cada valor representa media±error estándar, $n = 6$. A los 40 días de recuperación, media±error estándar de los clones previamente inundados corresponde a las plantas sobrevivientes (clon 120, $n = 6$; clon 109A, $n = 4$).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

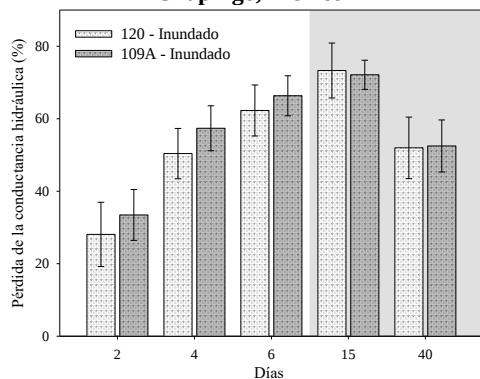


Figura 2. Porcentaje de pérdida de la conductancia hidráulica de la planta de dos clones de *C. canephora* sometidos por seis días de inundación; plantas control permanecieron bajo capacidad de campo.

Subsecuentemente, el exceso de agua fue drenado y los datos fueron obtenidos a los 15 e 40 días de recuperación del estrés (color gris). Cuando presente asterisco, indica diferencia significativa (prueba *t*, $P \leq 0.05$) entre clones bajo inundación. Cada valor representa media $\pm$ error estándar, $n = 6$. A los 40 días de recuperación, media $\pm$ error estándar de los clones previamente inundados corresponde a las plantas sobrevivientes (clon 120, $n = 6$; clon 109A, $n = 4$).

Reoxigenación posterior a la inundación del suelo

El daño causado por la inundación fue evidente durante la fase de recuperación (después del drenaje del exceso de agua), con signos de deshidratación de las hojas en los primeros 15 días de recuperación; sin embargo, las plantas del clon 120 pudieron mantener una mejor hidratación (potenciales de agua menos negativos) (Figura 1). La reducción en la conductancia hidráulica y la absorción de agua por los canales de acuaporina pudo verse afectada por la acidificación citoplasmática, causada por aumentos en la concentración de CO_2 , como se observa en *Arabidopsis thaliana* (Tournaire-Roux *et al.*, 2003; Aroca *et al.*, 2012), o por factores como la falta de energía metabólica y la acumulación de compuestos tóxicos como el etanol, el acetaldehído o el ácido láctico (Else *et al.*, 2001; Irfan *et al.*, 2010). Las plantas de los tratamientos de inundación no presentaron mejoras en la tasa de transpiración de plantas enteras y de *Kplanta* durante el proceso de recuperación intermedia y final (Cuadros 1 y 2). Por lo tanto, 40 días de recuperación no fueron suficientes para revertir la pérdida de *Kplanta* en los clones después de haber sido sometidos a seis días de inundación (Figura 2).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Cuadro 2. Transpiración de la planta entera de dos clones de *C. canephora*. Los datos fueron obtenidos a los 2, 4 e 6 días después de la aplicación de la inundación; plantas control permanecieron bajo capacidad de campo. Subsecuentemente, el exceso de agua fue drenado y los datos fueron obtenidos a los 15 e 40 días de recuperación del estrés.

Días	Clon 120		Clon 109A	
	Control	Inundación	Control	Inundación
	mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹			
2	0.55±0.06 a	0.49±0.07 a	0.62±0.04 a	0.39±0.04 a*
4	0.63±0.06 a	0.44±0.07 a*	0.68±0.05 a	0.44±0.06 a*
6	0.68±0.04 a	0.47±0.06 a*	0.68±0.06 a	0.34±0.05 a*
15	0.97±0.04 a	0.34±0.07 a*	1.06±0.05 a	0.39±0.06 a*
40	0.96±0.04 a	0.39±0.05 a*	0.99±0.07 a	0.47±0.05 a*

Asteriscos indican diferencias significativas (prueba t, $P \leq 0.05$) entre tratamientos de irrigación para un mismo clon. Letras diferentes representan diferencias significativas (prueba t, $P \leq 0.05$) entre clones dentro de un mismo tratamiento de irrigación. Cada valor representa media±error estándar, $n = 6$. A los 40 días de recuperación, media±error estándar de los clones previamente inundados corresponde a las plantas sobrevivientes (clon 120, $n = 6$; clon 109A, $n = 4$).

Conclusiones

En este trabajo se confirma que no existe relación entre la conductancia hidráulica con la tolerancia a la inundación del suelo en *C. canephora*. A pesar de que el clon 120 mostró menor afectación por déficit hídrico, se concluye que *C. canephora* es sensible a los efectos de la inundación del suelo porque la conductancia hidráulica de la planta fue afectada drásticamente, mismo bajo condiciones de inundación y después del drenaje del exceso de agua. Por otro lado, no se descarta que pueden estar involucrados otros mecanismos de tolerancia, por ejemplo, un sistema antioxidante más eficiente.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Literatura Citada

- Antunes, W. C., Pompelli, M. F., Carretero, D. M., & DaMatta, F. M.** (2008). Allometric models for non-destructive leaf area estimation in coffee (*Coffea arabica* and *Coffea canephora*). *Annals of Applied Biology*. 153: 33-40. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2008.00235.x>
- Aroca, R., Porcel, R., & Ruiz-Lozano, J. M.** (2012). Regulation of root water uptake under abiotic stress conditions. *Journal of Experimental Botany*. 63 (1): 43–57. <https://doi.org/10.1093/jxb/err266>
- Atkinson, C. J., Harrison-Murray, R. S., & Taylor, J. M.** (2008). Rapid flood-induced stomatal closure accompanies xylem sap transportation of root-derived acetaldehyde and ethanol in *Forsythia*. *Environmental and Experimental Botany*. 64 (2): 196–205. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.02.001>
- Bailey-Serres, J., & Chang, R.** (2005). Sensing and signalling in response to oxygen deprivation in plants and other organisms. *Annals of Botany*. 96 (4): 507–518. <https://doi.org/10.1093/aob/mci206>
- Bailey-Serres, J., Fukao, T., Gibbs, D. J., Holdsworth, M. J., Lee, S. C., Licausi, F., Perata, P., Voesenek, L., & van Dongen, J. T.** (2012). Making sense of low oxygen sensing. *Trends in Plant Science*. 17 (3): 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.12.004>
- Bunn, C., Läderach, P., Ovalle, O. R., & Kirschke, D.** (2015). A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Climatic Change*. 129: 89–101.
<https://doi.org/10.1007/s10584-014-1306-x>
- Calvo-Polanco, M., Señorans, J., & Zwiazek, J. J.** (2012). Role of adventitious roots in water relations of tamarack (*Larix laricina*) seedlings exposed to flooding. *BMC Plant Biology*. 12 (99): 1–9. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-12-99>
- Dias, P. C., Araújo, W. L., Moraes, G. A., Barros, V. R., & DaMatta, F. M.** (2007). Morphological and physiological responses of two coffee progenies to soil water availability. *Journal of Plant Physiology*. 164 (12): 1639–1647. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2006.12.004>
- Else, M. A., Coupland, D., Dutton, L. & Jackson M. B.** (2001). Decreased root hydraulic conductivity reduces leaf water potential, initiates stomatal closure and slows leaf expansion in flooded plants of castor oil (*Ricinus communis*) despite diminished delivery of ABA from the roots to shoots in xylem sap. *Physiologia Plantarum*. 111 (1): 46–54. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2001.1110107.x>
- Else, M. A., Janowiak, F., Atkinson, C. J., & Jackson, M. B.** (2009). Root signals and stomatal closure in relation to photosynthesis, chlorophyll a fluorescence and adventitious rooting of flooded tomato plants. *Annals of Botany*. 103 (2): 313–323. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn208>
- Gay, C., Estrada, F., Conde, C., Eakin, H., & Villers, L.** (2006). Potential impacts of climate change on agriculture: a case of study of coffee production in Veracruz, Mexico. *Climatic Change*. 79: 259–288. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9066-x>
- Irfan, M., Hayat, S., Hayat, Q., Afroz, S., & Ahmad A.** (2010). Physiological and biochemical changes in plants under waterlogging. *Protoplasma*. 241: 3–17. <https://doi.org/10.1007/s00709-009-0098-8>
- Lima, A. L. S., DaMatta, F. M., Pinheiro, A., Totola, M. R., & Loureiro, M. E.** (2002). Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. *Environmental Experimental Botany*. 47 (3): 239–247. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(01\)00130-7](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(01)00130-7)

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Olmo-Vega, A., García-Sánchez, F., Simón-Grao, S., Simón, I., Lidón, V., Nieves, M. & Martínez-Nicolás, J. J. (2017). Physiological responses of three pomegranate cultivars under flooded conditions. *Scientia Horticulturae*. 224: 171–179. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.013>.

Pinheiro, H. A., DaMatta, F. M., Chaves, A. R. M., Fontes, E. P. B., & Loureiro M. E. (2004). Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of *Coffea canephora* subjected to long-term drought. *Plant Science*. 167 (6): 1307–1314. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.06.027>

Sasidharan, R., Bailey-Serres, J., Ashikari, M., Atwell, J., Colmer, D., Fagerstedt, K., Fukao, T. et al. (2017). Community recommendations on terminology and procedures used in flooding and low oxygen stress research. *New Phytologist*. 214 (4): 1403–1407. <https://doi.org/10.1111/nph.14519>

Sauter, M. (2013). Root responses to flooding. *Current Opinion in Plant Biology*. 16 (3): 282–286. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2013.03.013>

Silva, P. E. M., Cavatte, P. C., Morais, L. E., Medina, E. F., & DaMatta, F. M. (2013). The functional divergence of biomass partitioning, carbon gain and water use in *Coffea canephora* in response to the water supply: implications for breeding aimed at improving drought tolerance. *Environmental and Experimental Botany*. 87: 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.09.005>

Tournaire-Roux, C., Sutka, M., Javot, H., Gout, E., Gerbeau, P., Luu, T. et al. (2003). Cytosolic pH regulates root water transport during anoxic stress through gating of aquaporins. *Nature*. 425: 393–397. <https://doi.org/10.1038/nature01853>

Voesenek, C. J., & Bailey-Serres, J. (2013). Flooding tolerance: O₂ sensing and survival strategies. *Current Opinion in Plant Biology*. 16 (5): 647–653. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2013.06.008>

Yetisir, H., Çaliskan, M. E., Soyulu, S., & Sakar, M. (2006). Some physiological and growth responses of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. and Nakai] grafted onto *Lagenaria siceraria* to flooding. *Environmental and Experimental Botany*. 58 (1-3): 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2005.06.010>

Ácido abscísico y etileno no influyen en el cierre estomático y tolerancia de *Coffea canephora* a la inundación

Marco Antonio Toral Juárez¹⁵

Resumen

La tolerancia a la inundación del suelo en algunas plantas leñosas está asociada a una serie de adaptaciones que limitan las deficiencias por hipoxia, incluidas vías de señalización por ácido abscísico (ABA) y etileno, cambios morfoanatómicos como formación de raíces adventicias y aerénquima. Para evaluar la existencia de una relación de ABA y etileno con la tolerancia a la inundación del suelo en plantas de dos clones (120 e 109A) de *Coffea canephora* (caracterizados, respectivamente, como tolerante y sensible a sequía), fueron realizadas evaluaciones de conductancia estomática (gs) al vapor de agua, concentración de ACC (Ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico), actividad de la enzima ACC oxidasa y producción de etileno en hojas y raíces. Los clones fueron sometidos a dos tratamientos de irrigación (control e inundación), por seis días. No se observaron diferencias significativas en los niveles foliares de ABA, ACC, de etileno, bien como de actividad de la ACC oxidasa en los dos clones, con excepción de los niveles de ACC, que aumentaron en las plantas del clon 120 a los seis días. En las raíces, los niveles de ACC y etileno fueron marcadamente mayores en las plantas sometidas a la inundación. El cierre estomático progresivo continuó a medida que avanzaba la inundación, pero el cierre de estomas parece no estar relacionado con los aumentos en los niveles foliares de ABA. Por tanto, se concluye que el ABA y etileno no están asociados al cierre estomático y tolerancia de *C. canephora* a la inundación del suelo.

Palabras clave: hipoxia, estrés, clones, conductancia estomática.

Abstract

Tolerance to soil flooding in some woody plants is associated with a number of adaptations that limit hypoxia deficiencies, including abscisic acid (ABA) and ethylene signaling pathways, morphoanatomical changes such as adventitious root formation, and aerenchyma. To evaluate the existence of a relationship between ABA and ethylene with tolerance to soil flooding in plants of two clones (120 and 109A) of *Coffea canephora* (characterized, respectively, as tolerant and sensitive to drought), stomatal conductance to water vapor (gs), ACC (1-aminocyclopropane-1-

¹⁵ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, CIRGOC-CE Cotaxtla, 94270, Medellín de Bravo, México.

Correo: toral.marco@inifap.gob.mx

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

carboxylic acid) concentration, ACC oxidase enzyme activity and ethylene production in leaves and roots were evaluations. The clones were subjected to two irrigation treatments (control and flood), for six days. No significant differences in foliar levels of ABA, ACC, ethylene, or ACC oxidase activity in the two clones, with the exception of ACC levels, which increased in clone 120 plants after six days. In the roots, in contrast, the levels of ACC and ethylene were markedly higher in plants subjected to flooding. Progressive stomatal closure continued as flooding progressed, but stomatal closure appears to be unrelated to increases in leaf ABA levels. Therefore, it is concluded that ABA and ethylene are not associated with stomatal closure and tolerance of *C. canephora* to soil flooding.

Key words: hypoxia, stress, clones, stomatal conductance.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

La sequía y la inundación son los principales estreses abióticos que afectan el desarrollo y productividad de los cultivos. En los últimos 60 años, la frecuencia de inundación aumentó en todas las regiones agrícolas del mundo, hecho asociado al cambio climático (Bailey-Serres et al., 2012; Sasidharan et al., 2017). La inundación del suelo provoca una difusión más lenta del oxígeno disuelto en agua, que, por su vez, acarrea una rápida reducción de la disponibilidad del oxígeno en la rizosfera (Sauter, 2013; Voesenek y Bailey-Serres, 2013; Olmo-Vega et al., 2017). El oxígeno es importante por actuar como el aceptor final de la cadena de transporte de electrones mitocondrial de la raíz, de modo para soportar una producción eficiente de ATP por la fosforilación oxidativa (Bailey-Serres e Chang, 2005).

El oxígeno es requerido para la conversión de -aminociclopropano-1-carboxílico (ACC) en etileno, vía actividad de ACC oxidasa. Por tanto, una disminución del oxígeno en el suelo aumenta la concentración de ACC en las raíces; posteriormente el ACC acumulado es transportado a la parte aérea y oxidado a etileno, lo que puede resultar en epinastía, senescencia y abscisión foliar (Bradford e Yang, 1980; Van de Poel e Van Der Straeten, 2014; Vanderstraeten e Van Der Straeten, 2017). Por otro lado, se sabe que el etileno juega un rol importante en la formación de aerénquima y lenticelas, órganos que evitan la falta de oxígeno en la raíz en condiciones de inundación (Herrera, 2013; Kreuzwieser y Rennenberg, 2014; Takahashi et al., 2014).

Además de las raíces, una de las primeras respuestas de las hojas es la reducción significativa de la tasa de fotosíntesis neta, asociada a una reducción de conductancia estomática, conforme observado en plantas de trigo (Malik et al., 2001), soya (Mutava et al., 2015) y en café arábica (Silveira et al., 2015). Aunque se ha estudiado intensamente, los mecanismos que desencadenan el cierre de estomas durante los períodos de inundación están lejos de dilucidarse (Kreuzwieser y Rennenberg, 2014). Una de las muchas teorías ha asociado el cierre estomático con la disminución de la conductancia hidráulica de la raíz provocado por la inundación (Aroca et al., 2012; Rodríguez-Gamir et al., 2011; Ferner et al., 2012). Otros estudios han invocado aumentos en los niveles foliares de ácido abscísico (ABA) (Neuman y Smit, 1991; Jackson et al., 2003; Herrera, 2013) como el principal impulsor del cierre estomático (Neuman y Smit, 1991; Jackson et al., 2003; Herrera, 2013).

Apenas dos especies, *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner, dentro de más de 100 especies del género *Coffea*, son económicamente importantes, contribuyendo aproximadamente con 99% de la producción mundial de café. En el caso del *C. canephora*, existe una considerable variación intraespecífica en cuanto la tolerancia a seca (Silva et al., 2013). Sin embargo, nada se conoce sobre una posible respuesta de las hormonas ABA y etileno de esa especie en la tolerancia al estrés por inundación del suelo. Registros indican que la inundación del suelo es también un factor limitante en la producción de *C. canephora*, especialmente en regiones con suelos

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

arcillosos y de topografía plana (Gay et al., 2006; Bunn et al., 2015). Los clones 120 y 109A fueron previamente identificados con tolerancias diferenciadas a la sequía (Lima et al., 2002; Pinheiro et al., 2004). La hipótesis de este trabajo, se basa en el hecho de que clones de *C. canephora* más tolerantes a seca, también mostrarían mayor tolerancia a la inundación del suelo. Sin embargo, esta tolerancia estaría asociada a una respuesta hormonal (etileno y ABA) que reduciría los efectos ocasionados por la inundación del suelo. Además, en este trabajo se espera aumentar la comprensión del mecanismo de cierre estomático como principal respuesta de *C. canephora* al estrés por inundación del suelo.

Materiales y métodos

Material vegetal y condiciones de crecimiento

El experimento fue realizado en Viçosa (20°45' S, 42°54' O, 650 m de altitud), sureste de Brasil, bajo condiciones controladas, en casa de vegetación. Fueron utilizados dos clones de *C. canephora*: 120 (tolerante a la sequía) y 109A (sensible a la sequía) (Lima et al., 2002; Pinheiro et al., 2004). Los clones fueron producidos a partir de estacas de raíces en el Instituto de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Espírito Santo, Brasil. Treinta días antes del trasplante, las plantas fueron aclimatadas a las condiciones ambientales de la casa de vegetación. Cuando las plantas alcanzaron el cuarto par de hojas completamente expandido, los clones fueron trasplantados para macetas de 12 L, conteniendo una mezcla de suelo, arena y estiércol bobino (3:2:1, v/v/v). Las plantas fueron cultivadas por ocho meses, bajo irrigación periódica, de modo que la humedad del suelo permaneciese próxima a capacidad de campo.

Diseño experimental

Plantas de dos clones con un año de edad fueron sometidas a dos tratamientos de irrigación (control e inundación) en un diseño completamente al azar en esquema factorial de 2x2. Plantas del “tratamiento control” tuvieron un régimen de irrigación de suelo en capacidad de campo hasta el final del tratamiento, en cuanto las plantas del “tratamiento inundación” tuvieron una lámina de agua de 5 cm de la superficie del sustrato. El agua fue repuesta diariamente de modo a mantener la lámina de agua constante. Una planta por maceta constituyó una repetición.

Desarrollo del experimento

Con base en los resultados de un experimento preliminar, fue desarrollado un experimento constituido por los cuatro tratamientos ya mencionados, con seis repeticiones. Fueron utilizadas 12 plantas por clon, de las cuales seis fueron sometidas al tratamiento por inundación y las otras seis, utilizadas como tratamiento control. Después de seis días de inundación continua, el exceso de agua fue drenado y el suelo permaneció con humedad próxima a capacidad de campo.

Conductancia estomática al vapor de agua

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

La conductancia estomática (gs) al vapor de agua fue obtenido usándose dos sistemas abiertos portátiles de intercambio de gases previamente calibrados entre sí (LI-6400XT; LI-COR Inc., Lincoln, NE, USA), equipados con una cámara de fluorescencia integrada (LI-6400-40; LI-COR Inc). Las mediciones de gs fueron realizadas de 08:00 – 10:00 h y 11:30 – 13:00 h; apenas los datos obtenidos al medio día son presentados.

Evaluación hormonal

Para las evaluaciones hormonales, en todos los tratamientos fueron realizadas dos colectas de hojas completamente expandidas del tercero o cuarto par, a partir del ápice de ramas plagiotrópicas (además de raíces laterales) a los cuatro y seis días de aplicación de los tratamientos. Las hojas fueron colectadas durante las evaluaciones de gs del medio día (11:30 – 13:00 h); finalizadas esas actividades, fueron colectadas las raíces de los dos clones a partir de las 13:00 h.

Las evaluaciones hormonales en hojas y raíces consistieron en la producción de etileno, actividad de la ACC oxidasa, concentración de ACC y ácido abscísico (ABA). Todo material vegetal colectado fue inmediatamente congelado en nitrógeno líquido y en seguida, almacenado a -80°C, hasta el análisis en laboratorio. Las muestras fueron liofilizadas a -48°C y macerados en un disruptor celular con auxilio de esferas de metal de 3.2 mm (mini-Bead beater-96, Bio Spec Products, Bartlesville, OK, EUA).

Producción de etileno

La cuantificación de producción de etileno fue hecha utilizándose una hoja completamente expandida, descartando la nervadura central. Posteriormente, la hoja fue almacenada en frasco de tipo Erlenmeyer de 50 mL con tapa sellante, adicionándose 1 mL de agua desionizada para evitar la deshidratación de los tejidos.

Secuencialmente, los Erlenmeyer sellados fueron incubados en cámara germinadora del tipo BOD, por 24 h, a 30°C. Fue colectado 1 mL de la atmosfera del frasco con auxilio de jeringa (Focus GC, Thermo Fisher Scientific, Waltham EUA) para insertar el volumen en un cromatógrafo de gases (modelo 5890, Series II, Hewlett-Packard, Palo Alto, EUA), equipado con columna “stainless-steel” (1.0 m x 6.0 mm), empaquetada con malla Porapak-N 80-100. El etileno producido fue cuantificado por el detector de ionización por flama y comparado con un padrón externo. El resultado fue expresado con base en la masa seca foliar (pmol g⁻¹ MS) de cada tratamiento, utilizando seis repeticiones. Para cuantificación de producción de etileno en raíz, aproximadamente 6 g de raíces laterales fueron colectadas de terrón aleatoriamente muestreado del sustrato. Por planta (repetición), las raíces fueron lavadas, separadas y secadas con papel toalla. Después de eso, las raíces fueron colocadas en Erlenmeyer de 50 mL, después sellado e incubados por 24 h en BOD a 30°C. Posteriormente, fue utilizada la misma metodología descrita arriba para cuantificar la producción de etileno en raíz.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Actividad de la ACC oxidasa

La evaluación de la actividad de la enzima ACC oxidasa fue hecha en raíces (3 g de MF) y hojas (1 g de MF). El material vegetativo fue transferido para frascos del tipo Erlenmeyer de 25 mL, con una capa de papel filtro. La reacción enzimática fue iniciada por la adición de una alícuota de 2 mL de una solución tampón en ausencia o presencia de ACC (0.1 M), constituido de bicarbonato de sodio 0.2M; ascorbato de sodio 0.3M; FeSO₄ 1 mM; tricina 1 M y manitol 0.6 M. Secuencialmente, los erlenmeyers sellados fueron inoculados en cámara germinadora del tipo BOD, por 5 h, a 30°C. Transcurrido el tiempo de reacción, fue colectado 1 mL de la atmósfera del frasco para insertar el volumen en el cromatógrafo de gases para cuantificarse el etileno, conforme detallado arriba. Cada repetición fue analizada por duplicado y el resultado fue expresado con base en la masa seca de hoja o raíz (pmol g⁻¹ MS) de cada tratamiento, utilizándose seis repeticiones.

Perfil hormonal

Para este análisis, fueron utilizados 20 mg de MS (hoja o raíz) liofilizados para subsecuente extracción, de acuerdo con la metodología descrita por Müller et al. (2011), con modificaciones para cuantificarse las concentraciones de ACC y ácido abscísico (ABA). En aquella masa, fue adicionado 400 µL de solución de extracción (metanol: isopropanol; ácido acético, 20: 79: 1). Posterior a la centrifugación (13000 g, 10 min, 4 °C), 350 µL de sobrenadante fueron recogidos para un nuevo tubo. Para el pellet resultante fue repetido el proceso de extracción y después fueron combinados los sobrenadantes obtenidos. Adicionalmente, una centrifugación final (20000 g, 5 min, 4 °C) fue realizada para remover los restos de tejido en suspensión.

Las muestras fueron pasadas en filtros en filtros (Filtro seringa PVDF 13 mm, 0.2 µm, marca Hexis, AG5190-5261ESTou HX0097-02623) para remover cualquier partícula en suspensión. Subsecuentemente, el extracto fue inyectado (5 µL) en el sistema LC – MS/MS usando un Agilent 1200 Infinity Series (Santa Clara, CA, USA) acoplado a espectrómetro de masa del tipo cuádruple triple (QqQ), modelo 6430 Agilent Technologies. La separación cromatográfica fue realizada por una columna de modelo Zorbax Eclipse Plus C18 (1.8 µm, 2.1 x 50 mm) (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), en serie, con una columna de modelo Zorbax SB-C18 de 1.8 µm (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA). Los solventes utilizados fueron (A) 0.02% de ácido acético en agua y (B) ácido acético a 0.02% en acetonitrilo en un gradiente A/B: 0/5; 11/60; 13/95; 17/95; 19/5; 20/5. La razón del flujo del solvente fue de 0.3 mL min⁻¹ en una columna a 23°C. Una vez en el espectrómetro de masa, fue utilizada la fuente de ionización ESI (Ionización por Electrospray) con las siguientes condiciones: temperatura de gas de 300 °C, tasa de flujo de nitrógeno de 10 L min⁻¹, presión del nebulizador capilar de 35 psi y voltaje de 4000 V. El equipo fue operado en el modo MRM (“Multiple reaction monitorin”). El precursor de pasaje ion/fragmento establecido fue monitoreado por pruebas de fragmentación de cada molécula: ACC (102.1/56.2) y ABA (263.1/153) fueron escaneados en el modo positivo. Una curva de calibración, utilizando padrones

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

auténticos para cada compuesto fue generada para permitir la cuantificación absoluta de las hormonas citadas. Finalmente, los datos generados fueron analizados en el programa "Skyline 4.1" para obtener el área de pico de cada hormona en las muestras y los resultados fueron expresados en ng g⁻¹ MS.

Análisis estadísticos

Los datos obtenidos fueron expresados como media±error estándar. Las diferencias entre las medias fueron examinadas usándose la prueba de t (Student). Los análisis estadísticos fueron realizados usando el programa computacional Statistica versión 7.1 (StatSoft Inc., Tulsa, USA) y los gráficos fueron elaborados en el programa SigmaPlot versión 11.0.

Resultados y discusión

Fueron cuantificados ABA y etileno a los cuatro y seis días de inundación del suelo. No se observaron diferencias significativas en los niveles foliares de ABA, ACC, de etileno, bien como de actividad de la ACC oxidasa en los dos clones, con excepción de los niveles de ACC, que aumentaron en las plantas del clon 120 a los seis días (Figura 1). En las raíces, en contraste, los niveles de ACC (excepto a los cuatro días en el clon 120) y etileno fueron marcadamente mayores en las plantas bajo inundación. Aumentos en la actividad de la ACC oxidasa, en las raíces, fueron observados apenas a los seis días de inundación solamente en el clon 109A (Figura 2).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
 Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
 Chapingo, México

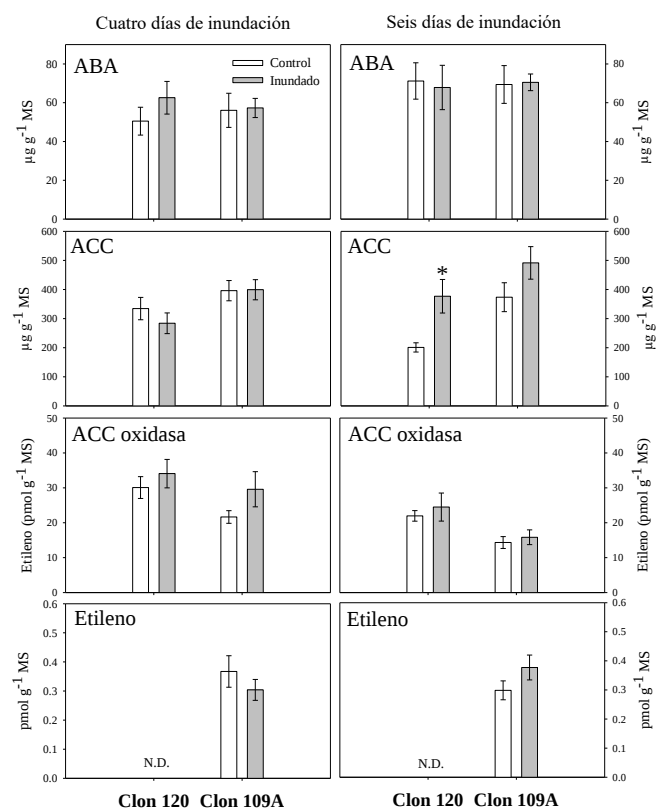


Figura 1. Concentración de ABA, ACC, actividad de la enzima ACC oxidasa y producción de etileno en hojas de dos clones de *C. canephora* a los cuatro y seis días de inundación del suelo; plantas-control permanecieron bajo capacidad de campo. Asteriscos indican diferencias significativas (test t, $P \leq 0.05$) entre tratamientos para un mismo clon. Cada valor representa la media $\pm$ error estándar, $n = 5$. ABA= Ácido abscísico. ACC= Ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico. N.D.= No detectable.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

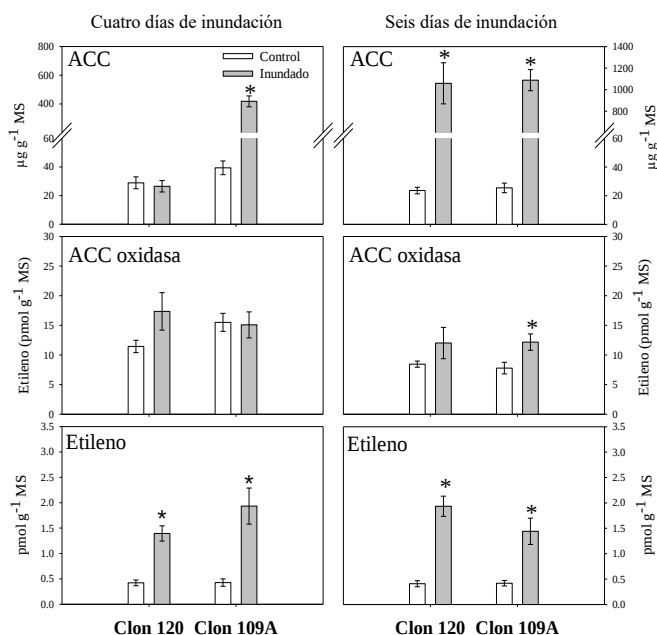


Figura 2. Concentración de ACC, actividad de la enzima ACC oxidasa y producción de etileno en raíces de dos clones de *C. canephora* a los cuatro y seis días de inundación del suelo; plantas-control permanecieron bajo capacidad de campo. Asteriscos indican diferencias significativas (test t, $P \leq 0.05$) entre tratamientos para un mismo clon. Cada valor representa la media $\pm$ error estándar, $n = 5$. ACC= Ácido 1-aminociclopropano-1-carboxílico.

Durante el periodo de aplicación del estrés, hojas de los clones no mostraron relación directa entre la cantidad de ACC y la producción de etileno. Concentración de ACC foliar aumentó apenas en plantas del clon 120 al final de la inundación, mas sin registro de efectos foliares visibles (epinastia, senescencia y abscisión foliar). En las raíces del clon 109A, se observó una marcada relación entre la cantidad de ACC y producción de etileno; apenas en el clon 120 se registró un aumento tardío de ACC radicular. Probablemente, el acúmulo inicial de ACC en raíces está vinculado con mayores daños oxidativos en hojas del clon 109A posterior al final del periodo de inundación.

El etileno se produce principalmente en órganos sumergidos (Hartman et al., 2019), lo que explica por qué solo aumentó en las raíces, no en las hojas en ambos clones (Figura 2). Una vez formado en órganos sumergidos, el etileno regula rápidamente varias respuestas morfológicas y anatómicas que ayudan a las plantas a escapar y sobrevivir. Las raíces de ambos clones respondieron a la inundación acumulando ACC y etileno y aumentando la actividad de la ACC oxidasa y sugerimos

que estas moléculas pueden resultar potencialmente en cambios morfológicos de la raíz, que deben caracterizarse más a fondo para que podamos comprender mejor el papel que juega el etileno en el café. respuestas al encharcamiento.

Por otro lado, concentraciones inalteradas de ABA foliar, parece ser una tendencia común en los dos clones, independientemente de los niveles de tolerancia. Dos días de inundación fueron suficientes para reducir la conductancia estomática de ambos clones (Figura 3). El cierre estomático progresivo continuó a medida que avanzaba el estrés, pero, a diferencia de la sequía, el cierre de estomas durante la inundación parece no estar relacionado con los aumentos en los niveles foliares de ABA (Figura 1). Además, también se ha informado que el etileno induce el cierre de estomas en algunos estudios (Desikan et al., 2006); sin embargo, nuestros hallazgos desafían la participación de esta hormona en el cierre de estomas en el café dado que el etileno foliar no se detectó en plantas del clon 120 o sin cambios en respuesta a la inundación en plantas del clon 109A.

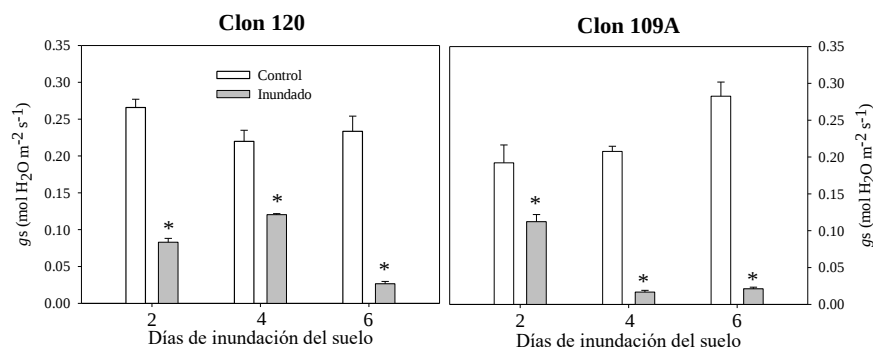


Figura 3. Evaluación de la conductancia estomática (gs) al vapor de agua de dos clones de *C. canephora* a los dos, cuatro y seis días de inundación del suelo; plantas-control permanecieron bajo capacidad de campo. Asteriscos indican diferencias significativas (test t, $P \leq 0.05$) entre tratamientos para un mismo clon. Cada valor representa la media $\pm$ error estándar, $n = 5$.

Conclusiones

Los hallazgos encontrados en este trabajo demuestran que el *C. canephora* es sensible a los efectos de hipoxia en las raíces. Sin embargo, el clon tolerante a sequía resultó ser más tolerante a la inundación del suelo comparado con el clon sensible. Además, se confirma que el ABA y el etileno no están relacionados con la disminución de la conductancia estomática y tolerancia de *C. canephora* a la inundación del suelo. No se descarta que pueden estar involucrados otros mecanismos de tolerancia, por ejemplo, un sistema antioxidante más eficiente.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Literatura Citada

- Aroca, R., Porcel, R., & Ruiz-Lozano, J. M. (2012). Regulation of root water uptake under abiotic stress conditions. *Journal of Experimental Botany*. 63 (1): 43–57. <https://doi.org/10.1093/jxb/err266>
- Bailey-Serres, J., & Chang, R. (2005). Sensing and signalling in response to oxygen deprivation in plants and other organisms. *Annals of Botany*. 96 (4): 507–518. <https://doi.org/10.1093/aob/mci206>
- Bailey-Serres, J., Fukao, T., Gibbs, D. J., Holdsworth, M. J., Lee, S. C., Licausi, F., Perata, P., Voesenek, L., & van Dongen, J. T. (2012). Making sense of low oxygen sensing. *Trends in Plant Science*. 17 (3): 129–138. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.12.004>
- Bradford, K. J., & Yang S. F. (1980). Xylem transport of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid, an ethylene precursor, in waterlogged tomato plants. *Plant Physiology*. 65 (2): 322–326. <https://doi.org/10.1104/pp.65.2.322>
- Bunn, C., Läderach, P., Ovalle, O. R., & Kirschke, D. (2015). A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Climatic Change*. 129: 89–101. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1306-x>
- Desikan, R., Last, K., Harrett-Williams, R., Tagliavia, C., Harter, K., Hooley, R., & Neill, S. J. (2006). Ethylene-induced stomatal closure in Arabidopsis occurs via AtrbohF-mediated hydrogen peroxide synthesis. *The plant Journal*. 47 (6): 907–916. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2006.02842.x>
- Ferner, E., Rennenberg, H., & Kreuzwieser, J. (2012). Effect of flooding on C metabolism of flood-tolerant (*Quercus robur*) and non-tolerant (*Fagus sylvatica*) tree species. *Tree Physiology*. 32 (2): 135–145. <https://doi.org/10.1093/treephys/tps009>
- Gay, C., Estrada, F., Conde, C., Eakin, H., & Villers, L. (2006). Potential impacts of climate change on agriculture: a case of study of coffee production in Veracruz, Mexico. *Climatic Change*. 79: 259–288. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9066-x>
- Hartman, S., Sasidharan, R., & Voesenek, L. A. (2019). The role of ethylene in metabolic acclimations to low oxygen. *New Phytologist*. 229: 5–7. <https://doi.org/10.1111/nph.16378>
- Herrera, A. (2013). Responses to flooding of plant water relations and leaf gas exchange in tropical tolerant trees of a black-water wetland. *Frontiers Plant Science*. 4: 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00106>

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Jackson, M. B., Saker, L. R., Crisp, C. M., Else, M. A., & Janowiak, F. (2003). Ionic and pH signalling from roots to shoots of flooded tomato plants in relation to stomatal closure. *Plant and Soil*. 253: 103-113. <https://doi.org/10.1023/A:1024588532535>

Kreuzwieser, J., & Rennenberg, H. (2014). Molecular and physiological responses of trees to waterlogging stress. *Plant, Cell & Environment*. 37 (10): 2245–2259. <https://doi.org/10.1111/pce.12310>

Lima, A. L. S., DaMatta, F. M., Pinheiro, A., Totola, M. R., & Loureiro, M. E. (2002). Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. *Environmental Experimental Botany*. 47 (3): 239–247. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(01\)00130-7](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(01)00130-7)

Malik, A. I., Colmer, T. D., Lambers, H., & Schortemeyer, M. (2001). Changes in physiological and morphological traits of roots and shoots of wheat in response to different depths of waterlogging. *Australian Journal of Plant Physiology*. 28 (11): 1121-1131. <https://doi.org/10.1071/PP01089>

Mutava, R. N., Prince, S. J. K., Syed, N. H., Song, L., Valliyodan, B., Chen, W., & Nguyen, H. T. (2015). Understanding abiotic stress tolerance mechanisms in soybean: a comparative evaluation of soybean response to drought and flooding stress. *Plant Physiology and Biochemistry*. 86: 109-120. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2014.11.010>

Müller, M., Munné-Bosch, S., Pan, X., Welte, R., Wang, X., Dun, E., Brewer, P., Beveridge, C., Davies, P., Ross, J. et al. (2011). Rapid and sensitive hormonal profiling of complex plant samples by liquid chromatography coupled to electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Plant Methods*. 7: 37. <https://doi.org/10.1186/1746-4811-7-37>

Neuman, D. S., & Smit, B. A. (1991). The influence of leaf water status and ABA on leaf growth and stomata of *Phaseolus* seedlings with hypoxic roots. *Journal of Experimental Botany*. 42: 1499-1506. <https://doi.org/10.1093/jxb/42.12.1499>

Olmo-Vega, A., García-Sánchez, F., Simón-Grao, S., Simón, I., Lidón, V., Nieves, M., & Martínez-Nicolás, J. J. (2017). Physiological responses of three pomegranate cultivars under flooded conditions. *Scientia Horticulturae*. 224: 171-179. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.06.013>

Pinheiro, H. A., DaMatta, F. M., Chaves, A. R. M., Fontes, E. P. B., & Loureiro M. E. (2004). Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of *Coffea canephora* subjected to long-term drought. *Plant Science*. 167 (6): 1307–1314. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.06.027>

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Rodríguez-Gamir, J., Ancillo, G., González-Mas, M. C., Primo-Millo, E., Iglesias, D. J., & Forner-Giner, M. A. (2011). Root signalling and modulation of stomatal closure in flooded citrus seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*. 49 (6): 636-645. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.03.003>

Sasidharan, R., Bailey-Serres, J., Ashikari, M., Atwell, J., Colmer, D., Fagerstedt, K., Fukao, T. et al. (2017). Community recommendations on terminology and procedures used in flooding and low oxygen stress research. *New Phytologist*. 214 (4): 1403–1407. <https://doi.org/10.1111/nph.14519>

Sauter, M. (2013). Root responses to flooding. *Current Opinion in Plant Biology*. 16 (3): 282–286. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2013.03.013>

Silva, P. E. M., Cavatte, P. C., Morais, L. E., Medina, E. F., & DaMatta, F. M. (2013). The functional divergence of biomass partitioning, carbon gain and water use in *Coffea canephora* in response to the water supply: implications for breeding aimed at improving drought tolerance. *Environmental and Experimental Botany*. 87: 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.09.005>

Silveira, H. R. O., Souza, K. R. D., Alves, J. D., Santos, M. O., Andrade, C. A., & Bomfim, S. C. (2015). Gas exchange and carbohydrate partitioning in coffee seedlings under waterlogging. *Ciência e Agrotecnologia*. 39 (2): 138-146. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542015000200005>

Takahashi, H., Yamauchi, T., Colmer, T. D., & Nakazono, M. (2014). Aerenchyma formation in plants. In: van Dongen, J., Licausi, F. (eds) *Low-Oxygen Stress in Plants*. *Plant cell monographs*. 21: 247–265. https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1254-0_13

Van de Poel, B., & Van Der Straeten, D. (2014). 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) in plants: more than just the precursor of ethylene!. *Frontiers in Plant Science*. 5: 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00640>

Vanderstraeten, L., & Van Der Straeten, D. (2017). Accumulation and transport of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) in plants: current status, considerations for future research and agronomic applications. *Frontiers in Plant Science*. 8: 1–18. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00038>

Voesenek, C. J., & Bailey-Serres, J. (2013). Flooding tolerance: O₂ sensing and survival strategies. *Current Opinion in Plant Biology*. 16 (5): 647–653. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2013.06.008>

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Análisis de las Políticas, Programas y Proyectos en los Sistemas socio-ecológicos para la Sustentabilidad en México: el Programa Sembrando Vida y Proyectos Universitarios

Gladys Martínez Gómez¹⁶; María Josefa Santos Corral¹⁷; Rebeca de Gortari Rabiela¹⁷;
Juan Luis Hernández Pérez¹⁷

Resumen

El objetivo de esta investigación es analizar la operatividad del Programa Sembrando Vida (PSV) y algunos proyectos universitarios que contribuyan a la conservación del ambiente, el desarrollo de los sistemas agroforestales, la silvicultura comunitaria, la instalación de huertos para la producción de hortalizas y actividades de traspatio como la producción de huevo ecológico que coadyuven a la seguridad alimentaria. El PSV tiene como objetivo central la conservación de la biodiversidad, el desarrollo de los sistemas agroforestales, la implementación de las prácticas agrícolas y transferencia de tecnología como la Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) así como la construcción de Comunidades de Aprendizaje Campesino (CAC) que recupere los conocimientos locales y saberes tradicionales. Para el desarrollo del PSV, en esta primera etapa, se contemplan seis comunidades que participan en este programa: una del estado de Puebla; otra en el estado de Veracruz; tres del estado de Oaxaca y dos del estado de Sonora. Y de los proyectos universitarios se contemplan tres: uno sobre Silvicultura Comunitaria y Manejo sustentable de los Recursos Forestales en las comunidades de Puebla y Veracruz integradas al PSV; el segundo proyecto es sobre la Producción de Hortalizas en el Vivero Casa Hogares San Martín de Porres y Juan XXIII en el Estado de México; y el tercero sobre la Producción de Huevo ecológico en esta misma comunidad.

Palabras clave: socio-ecológicos sistemas, comunidades forestales, seguridad alimentaria, biodiversidad

Abstract

The objective of this research is to analyzed the operation of the Sembrando Vida Programa (PSV) and some university projects that contribute to the conservation of the environment, the development of agroforestry systems, community forestry, the installation of orchards for the production of vegetables and activities of backyards as the production of organic eggs that contribute to food security. The PSV's central objective is the conservation of biodiversity, the

¹⁶ Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km. 38.5, Chapingo, Estado de México, C.P. 56230. Correo:

gladysmartinesgomez@gmail.com

¹⁷ Universidad Nacional Autónoma de México. Circuito Maestro Mario de la Cueva s/n, Ciudad Universitaria, Ciudad de México, C.P. 04510. Correos: mjsantos@sociales.unam.mx; rebeca.degortari@gmail.com; juanluishdzp@sociales.unam.mx

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

development of agroforestry systems, the implementation of agricultural practices and technology transfer such as Milpa Intercalated with Fruit Trees (MIAF) as well as the construction of Peasant Learning Communities (CAC) that recovers local knowledge and traditional knowledge. For the development of the PSV, in this first stage, six communities are considered that participate in this program: one from the state of Puebla; another in the state of Veracruz; three from the state of Oaxaca and two from the state of Sonora. And of the university projects, they are considered: one in the Community Forestry and Sustainable Management of Forest Resources in the communities of Puebla and Veracruz integrated to the PSV; the second Project is about Production of Vegetables in the Nursery House Hogares San Martín de Porres y Juan XXIII in the State of Mexico; and the third in Organic Eggs Production in the same community.

Key words: socio-ecological systems, community forestry, food safety, biodiversity

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Introducción

La crisis y el detrimento de los recursos naturales (Torres, 2017) ha generado preocupación de diferentes actores para encontrar soluciones debido a la degradación de los ecosistemas que repercuten en el calentamiento global, la extinción de especies emblemáticas, la contaminación del agua, del aire y del suelo, por mencionar algunas. Hasta hace poco las alternativas de solución se generaban desde las disciplinas, sin embargo, se ha vislumbrado la necesidad de generar respuestas integradas que vayan más allá de un campo disciplinar y reflejen mayor conciencia de la condición problemática de los ecosistemas en todo el mundo y el bienestar humano (Carpenter et al., 2005) por lo que se requiere de trabajos transdisciplinario desde una perspectiva convergente (Marín et. al, 2019).

Estos nuevos enfoques se integran en lo que se ha denominado los Sistemas Socio-Ecológicos Complejos (Ostrom, 2009), un concepto que se propuso como una forma de reconocer, estudiar y gestionar las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza con un enfoque transdisciplinario que se asocia frecuentemente a problemas complejos que requieren la integración de conocimiento (Marín, et. al 2019). Berkes y Folke (1998) señalan que es “artificial y arbitrario” separar los sistemas sociales y ecológicos por lo que lograron acuñar el concepto socio-ecológico. Esto implica la interacción entre las ciencias sociales y las biológicas para estudiarlos como sistemas complejos (Boege, 2008).

A pesar de que México es considerado como uno de los diecisiete países “megadiversos” del mundo y ocupa el quinto lugar en biodiversidad a nivel mundial (CONANP, 2018) se ubica dentro de las áreas críticas amenazadas por el alto índice de deterioro ambiental que representa la reducción de los recursos (Merino, 2019). Este deterioro no solo implica la pérdida de biodiversidad, sino también el deterioro de los suelos, aumento de la deforestación, la incapacidad de captación de agua, la pérdida de reservas de agua fósil, la intrusión de agua salina en las costas, el deterioro o desaparición de lagunas costeras, la contaminación creciente del agua y suelo, lo que significa, la alteración y funcionalidad de los ecosistemas, y la degradación de los recursos ambientales esenciales para la sobrevivencia (Boege, 2008).

De los 198 millones de hectáreas que tiene la superficie del país, unos 145 millones se dedican a la actividad agropecuaria, donde cerca de 30 millones son tierras de cultivo (frontera agrícola), otros 115 millones son de agostadero, mientras los bosques y selvas cubren cerca de 45 millones de hectáreas y el resto para otros usos (FAO, 2009). La agricultura entonces es una actividad fundamental en el medio rural que concentra un número importante de habitantes del país. En las localidades rurales, con población inferior a 2,500 personas, viven unos 24 millones de mexicanos, una cuarta parte de la población nacional; y de esta población 5.5. millones de personas trabajan en la agricultura (FAO, 2019).

La mayoría de estos agricultores practican la agricultura tradicional, lo que representa una riqueza pues de acuerdo con Merino (2019) los pueblos indígenas, las comunidades originarias son clave

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

para generar un nuevo modelo de sociedad que pueda enfrentar la crisis civilizatoria y ambiental a nivel mundial. Este enfoque implica que los pueblos indígenas y sus organizaciones se replantean las políticas territoriales y públicas (Boege, 2008).

Los sistemas alimentarios se han transformado abruptamente en los pasados treinta años en el contexto de la globalización y del llamado “régimen agroalimentario corporativo” (McMichael, 2015). Si anteriormente, nuestra alimentación se basaba en la diversidad de los ecosistemas y los agro sistemas; actualmente, los sistemas agroalimentarios se han sobreespecializado a escala internacional. La producción mundial de alimentos ha aumentado a costa de la desaparición de numerosas variedades vegetales y animales que alguna vez constituyeron la base de la alimentación de muchos pueblos. Paralelamente, la cocina doméstica ha sido transferida a la industria. Como consecuencia de estas transformaciones, cada vez consumimos una mayor cantidad de alimentos procesados industrialmente (Contreras, 2008).

Entonces el reto ahora es garantizar la seguridad alimentaria que se refiere, entre otros rubros, a la posibilidad de que un país pueda garantizar a su pueblo los alimentos que requiere diariamente. En México esa seguridad se fue perdiendo progresivamente durante el periodo de liberalización económica y apertura comercial que se implementó en el país en las últimas cuatro décadas. Si bien en dicho periodo el sector agrícola mexicano se especializó en la exportación de frutas y hortalizas, no obstante, se descuidó la producción de granos básicos para el consumo interno, lo que agravó la inseguridad y la dependencia alimentaria fundamentalmente con Estados Unidos de Norteamérica.

En el actual gobierno de Andrés Manuel López Obrador se dio a conocer, el 28 de diciembre del 2020, el Programa Sembrando Vida (PSV) (DOF, 2020); uno de los nueve programas de la política de bienestar del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 (DOF, 2019). El programa busca atender dos problemáticas: **la pobreza rural y la degradación ambiental**. De esta manera, sus objetivos son rescatar al campo, reactivar la economía local y la regeneración del tejido social en las comunidades.

El PSV se plantea como una alternativa para la autosuficiencia alimentaria, mejorar los ingresos de los pobladores, generar empleos, recuperar la cobertura forestal de un millón setenta y cinco mil hectáreas en México conservando la riqueza biológica y cultural, particularmente, de las zonas rurales donde habitan los pueblos originarios y comunidades afromexicanas, quienes a partir de sus conocimientos y prácticas tradicionales han preservado sus recursos y patrimonio biocultural, por lo que se propone no alterar los usos y costumbres locales. Pretende incentivar a las comunidades a establecer sistemas productivos agroforestales, fomentar la producción familiar de solares como la producción de hortalizas y animales de traspatio que aportan a la seguridad alimentaria de las familias, a combinar la producción de sus cultivos tradicionales con árboles frutícolas y maderables como se hizo en el sistema de Milpa Intercalada entre Árboles Frutales (MIAF), la creación de biofábricas y viveros comunitarios, así como la integración de Comunidades de Aprendizaje Campesino (CAC), a quienes denomina como el “sujeto colectivo” para la generación de

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

conocimiento a través de intercambio de experiencias y la formación (PSV, 2021). Se plantea entonces como un proyecto socio-ecológico que aborda los problemas de manera integral.

El PSV, desde 2019, abarca veinte estados de la República: Campeche, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán; incluyendo Nayarit para el 2020 (Expansión, 2021). Recientemente, se ha incorporado el estado de Sonora al programa; con esta ampliación se alcanza una cobertura de veintiún estados en el país (Gobierno de Sonora, 2022).

El objetivo de esta investigación es analizar la operatividad del Programa Sembrando Vida, respecto a conservación de la biodiversidad, el desarrollo de los sistemas agroforestales, la implementación de las prácticas agrícolas y transferencia de tecnología como la Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) así como la construcción de Comunidades de Aprendizaje Campesino (CAC) que recupere los conocimientos locales, saberes tradicionales en algunas comunidad del que participan en este programa: Ejido de Peñuelas, Pueblo Nuevo, municipio de Chignahuapan, Puebla; en Santa María Tlahuiltontepec, Oaxaca; en las comunidades de Los Ángeles y La Luz, Oaxaca; comunidad de Tecoripa, municipio de La Colorada, y la comunidad del Valle de Tacupeto del municipio de Sahuaripa, Sonora.

Para fines de este proyecto sólo se retomarán en la primera etapa comunidades que participan en el PSV e iniciativas universitarias de las siguiente comunidades de cuatro estados de la República: las comunidades de Santa María Tlahuiltontepec, Los Ángeles y La Luz, en el estado de Oaxaca; la comunidad de Peñuelas, Pueblo Nuevo, municipio de Chignahuapan, Puebla; en el ejido Carbonero Jacales, del Municipio de Huayacocotla, Veracruz; la comunidad de Tecoripa, municipio de La Colorada, y/o la comunidad del Valle de Tacupeto, del municipio de Sahuaripa, Sonora.

Asimismo, se plantea el analizar proyectos universitarios, que como el PSV, promuevan la conservación del ambiente y la reproducción de los sistemas agroforestales, la silvicultura comunitaria, la construcción de viveros para la producción de hortalizas y la producción de huevo ecológico para la seguridad alimentaria. Dentro de los proyectos universitarios se contemplan tres: instalación de un vivero para la producción de hortalizas, así como la capacitación a los integrantes de la comunidad de niños huérfanos o desamparados: “Hogares Infantiles San Martín de Porres y Juan XXIII, A. C”. ubicada en La Purificación, Tepetitla Municipio de Texcoco, Estado de México. En esta misma comunidad se trabajará el segundo proyecto que es sobre el desarrollo de una actividad de traspato, la producción de huevo ecológico con el propósito de coadyuvar a la seguridad alimentaria. Se tiene contemplado también la capacitación a los integrantes de la comunidad. Estos dos proyectos contemplan la evaluación de los aprendizajes a través de un diseño cuasiexperimental, pretest-posttest- antes y después de la capacitación en ambos proyectos. El tercer proyecto sobre Silvicultura comunitaria y manejo de los recursos forestales tiene como propósito realizar un diagnóstico sobre las formas del manejo y aprovechamiento de los recursos forestales, así como sus formas de organización social bajo el esquema de silvicultura en el Ejido de Peñuelas,

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Pueblo Nuevo, municipio de Chignahuapan, Puebla; y en la comunidad Carbonero Jacales, del Municipio de Huayacocotla, Veracruz.

Materiales y Métodos

Método

El estudio se sustenta en el método etnográfico, apoyado en dos técnicas que es la observación y la entrevista, que nos permite hacer un análisis descriptivo del contexto rural y de los sujetos agrarios que se encuentran adscritos al Programa Sembrando Vida. En el caso de los segundos, la propuesta no solo hace un análisis sino también, plantea proyectos para la seguridad alimentaria, la restauración de sistemas agroforestales, el manejo y aprovechamiento de los recursos forestales y las formas de organización social bajo el esquema de silvicultura comunitaria, y la capacitación a los integrantes de las comunidades beneficiadas para la conservación del ambiente bajo el principio de sustentabilidad y seguridad alimentaria. Para ello se brindará a la comunidad seleccionada asesoría técnica y materiales para llevar a cabo este proyecto, que será también analizado por el grupo de investigación.

Los datos recopilados serán de tipo cuantitativo a partir de la información recabada en informes, estadísticas, datos de las encuestas y entrevistas. Asimismo, se llevará a cabo análisis cualitativo que produce datos descriptivos donde se recuperan las palabras de las personas, habladas o escritas y la conducta observable. Este tipo de investigación es inductiva, se centra en unidades particulares de análisis, es holística porque considera a las personas, los escenarios o los grupos como un todo, se hace el análisis de las personas dentro de un marco de referencia de su propio contexto; no descalifica la opinión de nadie considera que todas las perspectivas son valiosas y tiene un sentido humanista, es decir, rescatar el aspecto humano (Tylor y Bogdan, 1987).

Técnicas e Instrumentos

La entrevista

Una técnica de investigación social es la entrevista la cual nos permitirá recabar información sobre lo que los actores piensan, saben y creen. La información brindada puede girar en torno a un tema en particular, por ejemplo, el biográfico sobre el sentido de los hechos, sentimientos, opiniones, emociones, normas o estándares de acción, y valores o conductas ideales. La entrevista antropológica o etnográfica puede ser una opción en el marco interpretativo de la observación participante (Guber, 2011). Se propone hacer entrevistas semiestructuradas tanto, a los beneficiarios directos de los proyectos como, a los distintos colectivos que participan en ellos; técnicos productivo y social, autoridades y líderes locales, facilitadores del PSV.

La encuesta

Otra técnica de investigación social es la encuesta, que al igual que la entrevista nos permite recabar información sobre lo que los actores saben, piensan y creen. El instrumento que se utilizará será un cuestionario preestablecido que se diseñará en *Google Forms* para facilitar la recuperación de la información de los participantes del PSV.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

La observación

Mediante observación es posible ubicar las situaciones en que suceden los universos culturales y sociales en su compleja articulación y variedad. A diferencia de otras técnicas para la obtención de información, la observación supone que la presencia del investigador en el lugar de estudio garantizará la confiabilidad de los datos recabados y el aprendizaje de los sentidos que subyacen a dichas actividades. La experiencia y la testificación será la fuente del conocimiento del etnógrafo (Guber, 2011).

Con base en ello y bajo el principio de estimular la producción en el campo, pero sobre todo la transferencia y recuperación de conocimientos tradicionales, el diálogo de saberes y la construcción de comunidad, el trabajo se apoyará en la recuperación de la voz de los actores. Porque los saberes, prácticas y creencias favorecen el desarrollo de un modo de vida y en la construcción de éstos intervienen elementos humanos y no humanos (Maldonado, 2021) internos y externos. El desarrollo y transmisión de los saberes es fundamental, en tanto que son las herramientas que permiten la adaptación de comunidades rurales al medio geográfico en el que se encuentran. Algunos de los elementos presentes en la construcción de prácticas y conocimientos son: las referencias culturales de las comunidades, herramientas técnicas, formas de organización, conocimientos tácitos sobre las particularidades del ecosistema. Además de que también intervienen elementos externos como: las políticas locales, otros subsidios y demandas.

Se realizarán diarios de campo en los lugares donde opera el PSV contemplados en este proyecto, así como en los proyectos universitarios que impulsa la Universidad Autónoma Chapingo.

Población y muestra

En esta primera etapa del estudio, durante el periodo julio-diciembre se levantarán datos de los participantes de las siguientes comunidades que participan en el Programa Sembrando Vida: la comunidad de Tecoripa, municipio de La Colorada, y la comunidad del Valle de Tacupeto, municipio de Sahuaripa, Sonora; Santa María Tlahuiloteppec, Los Ángeles y La Luz, Oaxaca; el Ejido de Peñuelas, Pueblo Nuevo, municipio de Chignahuapan; y en la comunidad Carbonero Jacales, del Municipio de Huayacocotla, Veracruz. Se recurrirá a un muestreo no probabilístico por conveniencia en virtud de que no se tienen el padrón de beneficiarios del PSV y porque se complementa con el método etnográfico.

En cuanto a los proyectos promovidos desde la Universidad Autónoma Chapingo se trabajará en la construcción del vivero comunitario y del gallinero de huevo ecológico para la autosuficiencia alimentaria, en la comunidad de niños huérfanos o desamparados: “Hogares Infantiles San Martín de Porres y Juan XXIII, A. C.” ubicada en La Purificación Tepetitla, Municipio de Texcoco, Estado de México que integra 78 niños y 15 adultos.

El objetivo de este proyecto es capacitar a los encargados del “Centro de Asistencia Social San Martín de Porres y Juan XXIII A.C.” para que ellos mismos logren llevar a buen fin la producción de huevo orgánico y la autosuficiencia alimentaria. Por ello, se plantea capacitar a los participantes en los siguientes temas:

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

- Diseño y establecimiento del módulo de producción
- Establecimiento del plan de manejo, dieta y bitácoras
- Cuidados de las gallinas y mantenimiento de espacio
- Producción de alimentos y diseño de dietas
- Sostenibilidad y ampliación del módulo de producción

El proyecto “Producción de Hortalizas en el Vivero de Hogares Infantiles San Martín de Porres y Juan XXIII, A. C” tiene como objetivo instalar un Vivero comunitario para la autosuficiencia alimentaria.

- Instalación del vivero comunitario con hortalizas para el autoconsumo
- Capacitar a los integrantes de la comunidad sobre su relación con el entorno y el medio ambiente mediante la producción agrícola.
- Concientizar sobre la importancia del agua y suelo en la producción de alimentos bajo un enfoque sostenible.
- Impulsar el desarrollo de actividades que permitan a la niñez fortalecer el trabajo en equipo, como medio para fortalecer sus vínculos sociales.

El proyecto de silvicultura comunitaria se trabajará en la comunidad de Pueblo Nuevo (Peñuelas), municipio de Chignahuapan, Puebla y en la comunidad Carbonero Jacales, del Municipio de Huayacocotla, Veracruz que integran alrededor de 25 agricultores cada una.

Para tal efecto, se realizarán las siguientes actividades:

- Diagnóstico de la silvicultura comunitaria y del manejo sustentable de los recursos forestales
- Diagnóstico de las comunidades rurales considerando las condiciones existentes, sus prácticas agrícolas, los procesos agroforestales, sus experiencias en cuanto a la producción, organización y generación de empleos
- En la colecta de información se recurrirá a la entrevista, la encuesta y la observación

Análisis de datos

En la sistematización de la información cualitativa se recurrirá al diseño de cuadro, gráficos, nubes de palabras, entre otras herramientas. En el procesamiento de los datos cuantitativos se realizará el cálculo de la media, mediana, moda, desviación estándar, coeficiente de variación, etc. con base en los datos obtenidos.

Resultados y discusión

Hasta ahora se han diseñado cuatro instrumentos de colecta: 1 cuestionario para beneficiarios, tres guías de entrevista para técnico productivo, técnico social y facilitador del Programa Sembrando Vida que serán aplicados en las comunidades contempladas en esta primera etapa del proyecto.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Para los proyectos universitarios se está diseñando un cuestionario para el de Silvicultura Comunitaria y Manejo de los Recursos Forestales; y para los proyectos de instalación de un Vivero par la producción de hortalizas y un gallinero para la producción de huevo ecológico se está diseñando un instrumento para evaluar los aprendizajes adquiridos antes y después de la capacitación.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Literatura Citada

- Berkes, F.; y Folke, C. (1998). Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. En: Berkes F, Folke C (eds) Linking social and ecological systems. Management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge University Press, Cambridge, pp 1–25.
- Boege, E. (2008). El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. 293 pp.
- Carpenter, S.R.; Pingali, P.L.; Bennett, E.M. et al (2005) Ecosystems and human well-being: escenarios, vol 2. Island Press, Washington, DC.
- CONANP (2018). México Megadiverso. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. En línea: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/mexico-megadiverso-173682>
- Contreras, J. (2008). Modernidad alimentaria: entre la sobreabundancia y la inseguridad. En Sandoval, S. A. y J. M. Meléndez (coords.), Cultura y seguridad alimentaria: enfoques conceptuales, contexto global y experiencias locales. México: Plaza y Valdés, pp. 53-80.
- Diario Oficial de la Federación (2019). Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 (DOF, 2019). Secretaría de Gobernación, viernes 12 de julio de 2019.
- Diario Oficial de la Federación (2020). Programa Sembrando Vida. Secretaría del Bienestar, lunes 28 de diciembre de 2020.
- Expansión. (2021). La caja negra llamada Sembrando Vida. Consultado en: politica.expansion.mx/mexico/2021/10/28/programa-sembrando-vida-irregularidades-opacidad
- FAO. (2009). LA FAO EN MÉXICO Más de 60 años de cooperación 1945 – 2009. En Línea: <https://www.fao.org/3/be792s/be792s.pdf>
- FAO. (2019). El sistema alimentario en México. Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Ciudad de México. En línea: <http://www.fao.org/3/CA2910ES/ca2910es.pdf>, fecha de consulta: 28/05/2020.
- Gobierno de Sonora. (2022). Inauguración del Programa Sembrando Vida en Sonora. En línea: <https://www.gob.mx/bienestar/prensa/inicia-el-programa-sembrando-vida-en-sonora?idiom=es>
- Guber, R. (2011). La etnografía: método, campo y reflexividad. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Maldonado, G. J. (2021). Saberes tradicionales y transición agroecológica en la Mixteca Poblana. Carta Económica Regional, 128, pp.127-150. DOI: 10.32870/cer.v0i128.7820
- Marín, V.H.; Marín, I.A.; Delgado, L.E. (2019). Postnormal Science and Social-ecological Systems: Social- ecological systems of Latin America: complexities and challenges. Springer. 3-13, 443 pp.
- McMichael, P. (2015). *Regímenes alimentarios y cuestiones agrarias*. México: Universidad Autónoma de Zacatecas/ Miguel Ángel Porrúa.
- Merino, P. L. (2019). Crisis Ambiental en México: Ruta para el Cambio. México: UNAM-SDI
- Torres, C. G. (2017). Sustentabilidad y Compatibilidad. México: CIISCINASyC - UACH.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Tylor S.J; y Bogdan, R. (1987). Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación, Paidós, España.

Los sistemas socio-ecológicos: un análisis desde la complejidad

Gladys Martínez Gómez¹⁸; Saúl Arriaga Martínez¹⁸; Carlos Alberto Cortés Rodríguez¹⁸;
Josué Tovar Campos¹⁸

Resumen

Los problemas públicos asociados con la sustentabilidad son, en el contexto de la crisis ambiental, naturalmente, complejos, multidimensionales e interconectados. La gravedad, amplitud y complejidad de los problemas sociales y ambientales que la ciencia debe enfrentar en la actualidad requieren de enfoques que analicen las interacciones entre el componente social y el ecológico de forma integral, en la unidad de análisis denominada “Sistema Socio-Ecológico”. El concepto de Sistema Socio-Ecológico se propuso como una mejor forma de reconocer, estudiar y gestionar las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza. Las políticas públicas dirigidas a la atención de problemas ambientales y del bienestar humano, a su vez, deben estudiarse en el marco de la complejidad socio-ecológica de los territorios donde se implementan.

Palabras clave: sistemas socio-ecológicos, resiliencia, complejidad, bienestar humano, comunidades forestales, seguridad alimentaria.

¹⁸ Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km. 38.5, Chapingo, Estado de México, C.P. 56230.
Correo: saul.arriaga.irf@gmail.com; gladysmartinesgomez@gmail.com; carloscortes041@gmail.com;
josuetovaar@gmail.com

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Abstract

The public problems associated with sustainability are, in the context of the environmental crisis, naturally complex, multidimensional, and interconnected. The seriousness, breadth and complexity of the social and environmental problems that science must face today requires approaches that analyze the interactions between the social and ecological components, in an integral way, in the unit of analysis called “Social-Ecological System”. The concept of Social-Ecological System is pressed as a better way to recognize, study and manage the relationships between human beings and nature. Public policies aimed at addressing environmental problems and human well-being, in turn, must be studied within the framework of the socio-ecological complexity of the territories where they are implemented.

Key words: socio-ecological systems, resilience, complexity, human well-being forest communities, food security.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

La crisis ambiental debe ser entendida como un problema complejo que se evalúa desde un amplio espectro de variables: culturales, sociales, económicas, políticas y ecológicas. Cobra relevancia entonces, la interacción entre las ciencias sociales y las biológicas para estudiar estos sistemas complejos (Boege, 2008). Debido a que el desarrollo sostenible y la gestión de los recursos mundiales y regionales no pueden ser considerados como problemas exclusivamente ecológicos, económicos o sociales, deberán ser abordado como una combinación de los tres.

La especialización temática ha permitido comprender y conocer procesos sociales y ecológicos para establecer propuestas de política pública. Sin embargo, desde el siglo pasado se ha observado que es difícil disociar los componentes sociales de los biofísicos, y se reconoce que existen interacciones e interdependencias entre ambos campos. Esto ha generado la fusión de diversas ciencias. Incluso en los acuerdos y declaraciones internacionales, tales como la evaluación de los Ecosistemas de Milenio o los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se retoman las complejas relaciones sociedad-naturaleza y se reconoce que el crecimiento y desarrollo económico dependen de que existan buenas condiciones ambientales y sociales. Sin embargo, en la práctica, las políticas públicas se implementan desde un enfoque sectorial. Por ello es importante y necesario analizar los problemas que han dado origen a las crisis socioeconómicas y ambientales desde enfoques inter y transdisciplinarios, lo que significa la integración y la aplicación de una visión sistémica. El estudio de la relación sociedad-naturaleza requiere de esta mirada integrativa para comprender la complejidad de cada situación. (Avila-Foucat, V. S. & Perevochtchikova, M. 2018)

Esta visión integral se concentra en lo que se ha denominado Sistemas Socio-Ecológicos Complejos (Ostrom, 2009). Cobra relevancia porque es una mejor forma de reconocer, estudiar y gestionar las relaciones entre los seres humanos y la naturaleza con un enfoque transdisciplinario, que rebasa el plano de la disciplina, y vislumbra los problemas como un todo complejo que requiere la integración del conocimiento (Marín, et. al 2019). Berkes y Folke (1998) afirmaron que separar los sistemas social y ecológico era “artificial y arbitrario”, generando el concepto Socio-Ecológico.

A pesar de que se han escrito más de 6000 artículos utilizando el concepto como base del análisis de las interrelaciones entre las sociedades humanas y la naturaleza [*Web of Science (WoS)*, 2022]] es evidente que en América Latina poco se ha trabajado al respecto, pues sólo se ubican 74 artículos. Esto no significa que exista poco interés por parte de los investigadores latinoamericanos, porque resalta la necesidad de este tipo de análisis debido a que el 20% de la población latinoamericana, de acuerdo con la CEPAL (1999), es una población rural que vive en contacto estrecho con la naturaleza y depende en gran medida de los ecosistemas para su bienestar (Delgado y Marín, 2013). Estas zonas rurales albergan pueblos originarios, poblaciones ancestrales cuyo desarrollo social, cultural y económico se ha producido en el marco de interacciones sociedad-naturaleza durante cientos de años, moldeando su bienestar, experiencias de aprendizaje y coaprendizaje para las culturas contemporáneas (Delgado, et. al. 2019).

En el caso de México también se refleja la necesidad de este abordaje pues a pesar de que se ubica como uno de los diecisiete países “megadiversos” del mundo que albergan en conjunto el 70% de la biodiversidad total del planeta, de las cuales se estima que ocupa el quinto lugar en biodiversidad

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

a nivel mundial (CONANP, 2018), lo que le concede un lugar especial en la conservación de las especies y los ecosistemas. Sin embargo, lo ubican también dentro de las áreas críticas amenazadas a nivel mundial por el alto índice de deterioro ambiental que representa la reducción de los recursos (Merino, 2019). Este deterioro no solo implica la pérdida de biodiversidad, sino también la aceleración de los procesos de desertificación, la pérdida de suelos, aumento de la deforestación, la incapacidad de captación de agua, la salinización de suelos por riego inadecuado, la pérdida de reservas de agua fósil, la intrusión de agua salina en las costas, el deterioro o desaparición de lagunas costeras, la contaminación creciente del agua y suelo, lo que significa, la alteración y funcionalidad de los ecosistemas, y la degradación de los recursos ambientales esenciales para la sobrevivencia (Boege, 2008).

Por ejemplo, el fenómeno de la deforestación representa una de los principales retos y preocupaciones en el país. A pesar de que la superficie nacional que cuenta con un instrumento de conservación, recuperación o manejo sostenible es ya cercana al 50%; el fenómeno de la deforestación presentó una tendencia general al alza en el periodo 2001-2018, con una pérdida promedio de 212,070 hectáreas al año (CONAFOR, 2020).

Si bien el concepto de biodiversidad es muy reciente, las prácticas de las comunidades rurales e indígenas no lo es. La convivencia con la biodiversidad regional ha hecho que esas comunidades probaran, desecharan o desarrollaran el uso de plantas, insectos y animales como alimento, medicina, vestimenta, limpieza corporal o vivienda. Por esta razón estos actores han sido reconocidos medulares en la conservación y el desarrollo sustentable, de acuerdo con el artículo 8 del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), así como en las Conferencias en Río de Janeiro, de las cuales México es signatario. Cabe recordar que el mencionado artículo señala que cada una de las partes signatarias tiene obligatoriamente que integrar en su legislación nacional el respeto, la preservación del conocimiento, las innovaciones y prácticas, y los estilos de vida relevantes para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad (Oviedo *et al.*, 2000).

De los 198 millones de hectáreas que tiene la superficie del país, unos 145 millones se dedican a la actividad agropecuaria, donde cerca de 30 millones son tierras de cultivo (frontera agrícola), otros 115 millones son de agostadero, mientras los bosques y selvas cubren cerca de 45 millones de hectáreas y el resto son otros usos (FAO, 2009). La agricultura entonces es una actividad fundamental en el medio rural que concentra un número importante de habitantes del país. En las localidades rurales, con población inferior a 2,500 personas, viven unos 24 millones de mexicanos, una cuarta parte de la población nacional. Y de esta población 5.5 millones de personas trabajan en la agricultura (FAO, 2019).

La mayoría de estos agricultores practican la agricultura tradicional, lo que representa una riqueza pues de acuerdo con Merino (2019) los pueblos indígenas, las comunidades originarias son clave para generar un nuevo modelo de sociedad que pueda enfrentar la crisis civilizatoria y ambiental a nivel mundial. Este enfoque implica que los pueblos indígenas y sus organizaciones se replantean las políticas territoriales y públicas (Boege, 2008).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

En México los agricultores han jugado un papel estratégico en el desarrollo de la agricultura primero por las especies domesticadas, algunas de ellas de trascendencia mundial, en la alimentación como el maíz, frijol, chile y aguacate. La diversidad genética de estas especies, aunado al conocimiento tradicional para su manejo, ofrecen diversas posibilidades para producirlos en ambientes distintos y hasta marginales, lo que cobra mayor importancia de cara al cambio climático.

La experiencia y el conocimiento milenario no sólo nos brinda un acervo acumulado como una riqueza para la alimentación de la población mexicana. Ese conocimiento se ha mantenido parcialmente vivo; a veces ha sido ignorado, otras excluido, y en ocasiones se ha aceptado y reconocido por esa otra gran vertiente de conocimiento que es la ciencia “occidental”, la cual ha sido determinante para el estudio de la singular riqueza biológica de México (Sarukhan, 2008).

Los sistemas alimentarios se han transformado abruptamente en los pasados treinta años en el contexto de la globalización y del llamado “régimen agroalimentario corporativo” (McMichael, 2015). Si anteriormente, nuestra alimentación se basaba en la diversidad de los ecosistemas y los agro sistemas; actualmente, los sistemas agroalimentarios se han sobre-especializado a escala internacional. La producción mundial de alimentos ha aumentado a costa de la desaparición de numerosas variedades vegetales y animales que alguna vez constituyeron la base de la alimentación de muchos pueblos. Paralelamente, la cocina doméstica ha sido transferida a la industria. Como consecuencia de estas transformaciones, cada vez consumimos una mayor cantidad de alimentos procesados industrialmente (Contreras, 2008).

La transformación de la alimentación ha acentuado el problema de malnutrición que favorece la coexistencia de la desnutrición y el sobrepeso y obesidad, debido a los alimentos procesados y la publicidad de estos. En el año 2016 existían 26.5 millones de mexicanos, el 21.9% del total de la población, que vivían con carencia alimentaria, situación que era más intensa en grupos de población vulnerable, como los indígenas, los discapacitados y los menores de edad. La desnutrición crónica afectaba al 21% de los niños menores de cinco años que vivían en zonas rurales, mientras el sobrepeso y obesidad afectaba al 24% de los niños menores de 12 años del país. Recientemente, la cifra de personas que enfrentan carencia alimentaria aumentó a 28.6 millones de personas en el país en el año 2020, es decir, el 22.5% del total de la población (Coneval, 2022).

Las pautas de la alimentación de los mexicanos se han transformado en las últimas cuatro a cinco décadas, impactando negativamente el estado nutricional de las personas y aumentando su vulnerabilidad a enfermedades no transmisibles. México se encuentra en el primer lugar de los países de América Latina en venta de productos altamente procesados, con dietas ricas en azúcares, provenientes de productos altamente procesados, productos animales y grasas, mismos que son factores de riesgo para enfermedades crónico-degenerativas como enfermedades cardiovasculares, diabetes y distintos tipos de cáncer. Se estima que el 60% de los alimentos que consume un mexicano todos los días es comida procesada, sobre todo en las ciudades. De ahí los problemas de obesidad y diabetes que se reportan en el país con alimentos pobres en nutrientes, **con un** alto

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

contenido de azúcar, grasa y sodio como las golosinas, refrescos, postres, helados y la comida rápida (FAO, 2019).

Entonces el reto ahora es garantizar la seguridad alimentaria que se refiere, entre otros rubros, a la posibilidad de que un país pueda garantizar a su pueblo los alimentos que requiere diariamente. En México esa seguridad se fue perdiendo progresivamente durante el periodo de liberalización económica y apertura comercial que se implementó en el país en las últimas cuatro décadas. Si bien en dicho periodo el sector agrícola mexicano se especializó en la exportación de frutas y hortalizas, no obstante, se descuidó la producción de granos básicos para el consumo interno, lo que agravó la inseguridad y la dependencia alimentaria fundamentalmente con Estados Unidos de Norteamérica.

Según datos de la FAO, las importaciones de alimentos van en ascenso y México compra a otros países, de lo que se consume, aproximadamente el 40% del maíz amarillo, el 50% del trigo, 80% del arroz, entre el 40% y 50% de frijol, un 30% de la leche en polvo y alrededor del 80% de las oleaginosas. De seguir esta tendencia de importación, para el año 2030, el 80% de los alimentos vendrían fundamentalmente de este país. Sin embargo, la balanza comercial de productos agropecuarios y agroindustriales ha mostrado un superávit desde 2015. Entre los productos más exportados por el país se encuentran leguminosas, hortalizas, aguacate, jitomate, pimienta, frutas y ganado bovino (Torreblanca, 2016; FAO, 2019).

Esta situación hace que se mantengan los problemas socioeconómicos que han caracterizado a nuestro país ya que en las zonas rurales se siguen presentando los mayores índices de pobreza y marginación. Según los datos del Informe de Desarrollo Humano del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el 2% de la población mexicana vive con 1.25 dólares al día, otro 4.8% vive con dos dólares al día y 17.6% se encuentra por debajo de la línea nacional de pobreza alimentaria. Asimismo, el 3.4% de niños menores de 5 años sufren malnutrición y 5% de la población se encuentra en el rango de subalimentación (FAO, 2020).

La pérdida de la diversidad natural, los problemas de seguridad alimentaria, los altos índices de marginación y pobreza que prevalecen en México están vinculados también a la falta de políticas públicas adecuadas para el campo mexicano, a la falta de valoración y mercados para variedades nativas y locales de cada cultivo (CEIBA, 2018). Las políticas y programas gubernamentales pasadas no habían revalorado lo suficiente la agricultura campesina para elevar el nivel de bienestar de las familias para atender sus necesidades básicas de alimentación, producción para autoconsumo y comercialización del excedente que incluso pueda generar empleos (DOF, 2020).

El campo mexicano es un área estratégica que ha sido abandonada a pesar de ser el principal pilar de la economía mexicana; hoy en día la producción agrícola ha perdido relevancia. El abandono del campo ha sido una constante, generando problemas como la pérdida de la seguridad y soberanía alimentarias, el aumento de la pobreza en zonas rurales, la migración de millones de mexicanos de sus lugares de origen, la degradación medioambiental, aumento de la inseguridad, el estancamiento de la economía nacional, entre otros aspectos (Villa, 2008).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

La pobreza en nuestro país sigue en ascenso pues de acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) en diez años la pobreza se elevó de afectar a 49.5 millones de personas, en el año 2008 a 52.4 millones para 2018, cuando existía una población aproximada de 124.7 millones de habitantes, de los cuales más de 9 millones estaban en condiciones de pobreza extrema, cifra que representaba el 7.4% del total. Ese año había 25.5 millones de personas con carencias por acceso a la alimentación, que representaba el 20.4% de la población. El ingreso de 61.1 millones de personas les era insuficiente para adquirir la canasta básica alimentaria y no alimentaria y solo al 22% de la población se clasificó como no pobre y no vulnerable. En el año 2016, el 7.6% de la población del país, se encontraban en condiciones de extrema pobreza, unos 9.4 millones de personas. La tasa de pobreza en las áreas rurales era más alta que en zonas urbanas, donde seis de cada diez habitantes de zonas rurales eran considerados pobres, en contraste con los cuatro de cada 10 en zonas urbana. Los mayores índices de pobreza se ubican en el sur y sureste del País (FAO, 2019; CONEVAL, 2018).

En el país se definen claramente tres grandes regiones con diferentes grados de marginación. En el sur y sureste se registra muy alta y alta. En el centro y centro occidente se conforma una región heterogénea con grados de marginación que van de medio a muy bajo. En el norte del país, incluyendo la península de Baja California, se configura la región con los grados de marginación bajo y muy bajo (Morett y Cosío, 2017). Los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Guerrero y Michoacán concentran la mayor diversidad a nivel nacional y también se caracterizan por que tienen la mayor presencia de pueblos indígenas y comunidades rurales. Por ello, una de las líneas estratégicas para el manejo sustentable de los recursos naturales (biodiversidad, suelos, recursos hídricos, servicios ambientales) es el reconocimiento de los pueblos indígenas y comunidades locales como actores sociales esenciales para la conservación y el desarrollo del país; un enfoque biocultural estratégico en países megadiversos como el nuestro (Boege, 2008).

La FAO plantea que erradicar la pobreza y la inseguridad alimentaria demandan la plena comprensión de las causas que las originan y la reproducen. Si bien abordar los fenómenos de la pobreza y la inseguridad alimentarias, es complejo por las múltiples causas que las originan, existen factores específicos sobre los que se puede actuar para garantizar el bienestar de las familias. Esto abre la posibilidad a las políticas públicas para diseñar, coordinar, e implementar estrategias que promuevan el desarrollo de toda la población, con especial atención al desarrollo de los sectores marginados. En este sentido, el campo está urgido de apoyo a los productores, inversiones, de infraestructura en riego y temporal, de tecnologías orientadas al impulso del sector social y privado, de financiamiento, de tal forma que no se pierda la visión y el ritmo de producción en el campo con fines de atención de necesidades nacionales y de generación de divisas derivadas de las exportaciones (FAO, 2019).

Por otra parte, el fenómeno de la deforestación en particular, y la degradación medioambiental en general, representa una de los principales retos y preocupaciones relacionados con la difícil situación que vive el campo mexicano, como se mencionó anteriormente. De hecho, la principal causa de la deforestación es la conversión de Tierras Forestales a Pastizales (157,528 ha/año en promedio para el periodo 2001-2018), seguida de la conversión de Tierras Forestales a Agricultura

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

(42,785 ha/año en promedio para el periodo 2001-2018), que corresponden al 74% y 20%, respectivamente (Conafor, 2020). Además, a pesar de que los avances conceptuales, institucionales, jurídicos y de diseño de políticas sobre la gestión de la biodiversidad se fortalecieron desde hace casi tres lustros, sigue sin comprenderse en toda su magnitud la dependencia que tienen las actividades económicas y el bienestar humano sobre la biodiversidad, agrobiodiversidad y los servicios ambientales que se generan a partir del funcionamiento de los ecosistemas naturales y ecosistemas agrícolas tradicionales (CEIBA, 2018).

Con base en esta problemática socio-ecológica el presente proyecto se plantea hacer un análisis de las iniciativas gubernamentales como el Programa Sembrando Vida (PSV) (DOF, 2020), uno de los nueve programas de la política de bienestar del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 (DOF, 2019), que tiene como objetivo atender el problema de la pobreza rural y la degradación ambiental y de esta manera, rescatar al campo, reactivar la economía local y la regeneración del tejido social en las comunidades.

El PSV se plantea como una alternativa para la autosuficiencia alimentaria, mejorar los ingresos de los pobladores, generar empleos, recuperar la cobertura forestal de un millón setenta y cinco mil hectáreas en México conservando la riqueza biológica y cultural, particularmente, de las zonas rurales donde habitan los pueblos originarios y comunidades afromexicanas, quienes a partir de sus conocimientos y prácticas tradicionales han preservado sus recursos y patrimonio biocultural, por lo que se propone no alterar los usos y costumbres locales. Pretende incentivar a las comunidades a establecer sistemas productivos agroforestales, fomentar la producción familiar de solares como la producción de hortalizas y animales de traspatio que aportan a la seguridad alimentaria de las familias, a combinar la producción de sus cultivos tradicionales con árboles frutícolas y maderables como se hizo en el sistema de Milpa Intercalada entre Árboles Frutales (MIAF), la creación de biofábricas y viveros comunitarios, así como la integración de Comunidades de Aprendizaje Campesino (CAC), a quienes denomina como el “sujeto colectivo” para la generación de conocimiento a través de intercambio de experiencias y la formación (PSV, 2021).

Si bien el programa ha sido bien visto por el sector agrícola progresista, para algunos autores, productores y organizaciones el PSV tiene grandes retos pues enfrenta problemas como: 1) la carencia de recursos económicos para implementar y gestionar sistemas agroforestales; 2) la falta de recursos en especie y, 3) la carencia de conocimientos para establecer sistemas agroforestales bajo un enfoque de productividad, sostenibilidad y con una visión de desarrollo regional a largo plazo (Bernabe, 2021). Son retos que enfrenta el PSV y que como bien lo señala Julia Carabias (2020) si no se cumple con la función ambiental de recuperación de ecosistemas forestales puede tener el efecto contrario, un problema que se ha agudizado por la falta de presupuesto y que se ha agudizado, al menos, desde hace quince años. Pero son algunos de los compromisos y retos que tendrá que enfrentar un programa de gobierno con las condiciones reales de la sociedad mexicana.

El PSV, desde 2019, abarca veinte estados de la República: Campeche, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán; incluyendo Nayarit para

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

el 2020 (Expansión, 2021). Recientemente, se ha incorporado el estado de Sonora al programa; con esta ampliación se alcanza una cobertura de veintinueve estados en el país (Gobierno de Sonora, 2022).

Para fines de este proyecto sólo se retomarán en la primera etapa 1 comunidad de Puebla, 1 de Veracruz, dos de Sonora, y tres de Oaxaca. De los proyectos universitarios se ubican dos: producción de hortalizas en el vivero Hogares Infantiles; y el de producción de huevo ecológico en esta misma comunidad. El tercer proyecto de Silvicultura comunitaria y Manejo de los recursos forestales se ubica en una comunidad de Puebla y otra de Veracruz proyectos que tienen como propósito atender la problemática de la producción agrícola, la recuperación de los sistemas agroforestales, la conservación del ambiente, la seguridad alimentaria, el apoyo económico a las familias o comunidades vislumbrando el problema como sistemas socio-ecológicos para la sustentabilidad.

Materiales y Métodos

Método

El proyecto general se apoya en el método etnográfico (Tylor y Bogdan, 1987) para describir el contexto rural y los actores que participan en el Programa Sembrando Vida (PSV), así como los que participan en los proyectos universitarios. Se utilizarán dos técnicas de este método: la entrevista y la observación. Para los diferentes actores que participan en el PSV como los técnicos productivos, técnicos sociales, facilitadores, coordinadores territoriales se han diseñado guías de entrevista. Asimismo, se ha diseñado un cuestionario para beneficiarios a fin de conocer su participación en el programa y el desarrollo de este. Para corroborar los cambios en las comunidades con la implementación del PSV se realizarán diarios de campo para hacer las observaciones.

Resultados y discusión

El avance de la investigación ha sido en la ubicación de las comunidades que participan en el PSV con quienes se estableció contacto para que participen en la encuesta y las entrevistas: Santa María Tlahuiloteppec, Los Ángeles y La Luz, en el estado de Oaxaca; la comunidad de Peñuelas, Pueblo Nuevo, municipio de Chignahuapan, Puebla; en el ejido Carbonero Jacales, del Municipio de Huayacocotla, Veracruz; la comunidad de Tecoripa, municipio de La Colorada, y/o la comunidad del Valle de Tacupeto, del municipio de Sahuaripa, Sonora. Para los beneficiarios se diseñó un instrumento de colecta, el cuestionario, dividido en seis secciones: (1) datos personales del beneficiario; (2) información sobre el ambiente, (3) información sobre sistemas agroforestales, (4) organización social; (5) aspectos económicos y (6) comentarios finales de los beneficiarios. En total, el cuestionario se conformó por 66 preguntas dicotómicas, de abanico y abiertas.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Para los proyectos universitarios se está diseñando un cuestionario para el de Silvicultura Comunitaria y Manejo de los Recursos Forestales; y para los proyectos de instalación de un Vivero par la producción de hortalizas y un gallinero para la producción de huevo ecológico se diseñaron dos instrumentos para detectar los aprendizajes antes y después de la capacitación a través de un diseño cuasiexperimental con un solo grupo denominado *pretest-postest* (Castro,1975)

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Literatura Citada

- Avila, F.; & Perevochtchikova, M. (2018). Sistemas socio-ecológicos: marcos analíticos y estudios de caso en Oaxaca, México. Instituto de Investigaciones Economicas. Universidad Nacional Autónoma de México. 335 pp.
- Berkes, F.; y Folke, C. (1998). Linking social and ecological systems for resilience and sustainability. En: Berkes F, Folke C (eds) Linking social and ecological systems. Management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge University Press, Cambridge, pp 1–25.
- Boege, E. (2008). El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. 293 pp.
- Castro Luis (1975). Diseño Experimental sin Estadística. México, Trillas.
- Carpenter, S.R.; Pingali, P.L.; Bennett, E.M. et al (2005) Ecosystems and human well-being: scenarios, vol 2. Island Press, Washington, DC.
- CONANP (2018). México Megadiverso. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. En línea: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/mexico-megadiverso-173682>
- Contreras, J. (2008). Modernidad alimentaria: entre la sobreabundancia y la inseguridad. En Sandoval, S. A. y J. M. Meléndez (coords.), Cultura y seguridad alimentaria: enfoques conceptuales, contexto global y experiencias locales. México: Plaza y Valdés, pp. 53-80.
- Diario Oficial de la Federación (2019). Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 (DOF, 2019). Secretaría de Gobernación, viernes 12 de julio de 2019.
- Diario Oficial de la Federación (2020). Programa Sembrando Vida. Secretaría del Bienestar, lunes 28 de diciembre de 2020.
- Expansión. (2021). La caja negra llamada Sembrando Vida. Consultado en: politica.expansion.mx/mexico/2021/10/28/programa-sembrando-vida-irregularidades-opacidad
- FAO. (2009). LA FAO EN MÉXICO Más de 60 años de cooperación 1945 – 2009. En Línea: <https://www.fao.org/3/be792s/be792s.pdf>
- FAO. (2019). El sistema alimentario en México. Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Ciudad de México. En línea: <http://www.fao.org/3/CA2910ES/ca2910es.pdf>, fecha de consulta: 28/05/2020.
- Gobierno de Sonora. (2022). Inauguración del Programa Sembrando Vida en Sonora. En línea: <https://www.gob.mx/bienestar/prensa/inicia-el-programa-sembrando-vida-en-sonora?idiom=es>
- Guber, R. (2011). La etnografía: método, campo y reflexividad. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Maldonado, G. J. (2021). Saberes tradicionales y transición agroecológica en la Mixteca Poblana. Carta Económica Regional, 128, pp.127-150. DOI: 10.32870/cer.v0i128.7820
- Marín, V.H.; Marín, I.A.; Delgado, L.E. (2019). Postnormal Science and Social-ecological Systems: Social- ecological systems of Latin America: complexities and challenges. Springer. 3-13, 443 pp.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

- McMichael, P. (2015). Regímenes alimentarios y cuestiones agrarias. México: Universidad Autónoma de Zacatecas/ Miguel Ángel Porrúa.
- Merino, P. L. (2019). Crisis Ambiental en México: Ruta para el Cambio. México: UNAM-SDI
- Norberg, J., & Cumming, G. S. (2008). Complexity theory for a sustainable future. In Complexity in ecological systems; Variation: Complexity in ecological systems series.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. In Science. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Torres, C. G. (2017). Sustentabilidad y Compatibilidad. México: CIISCINASyC - UACH.
- Tylor S.J; y Bogdan, R. (1987). Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación, Paidós, España.
- Vázquez-González, C., Ávila-Foucat, V. S., Ortiz-Lozano, L., Moreno-Casasola, P., & Granados-Barba, A. (2021). Analytical framework for assessing the social-ecological system trajectory considering the resilience-vulnerability dynamic interaction in the context of disasters. In International Journal of Disaster Risk Reduction (Vol. 59). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102232>

Análisis de la operatividad del Programa Sembrando Vida: un instrumento de medición para beneficiarios

Norma Marina Alarcón Rodríguez¹⁹; Carlos Alberto Cortés Rodríguez¹⁹; Roberto L. Flores Pérez¹⁹; Rosa María García Núñez¹⁹

Resumen

El Programa Sembrando Vida (PSV) se plantea como una alternativa de rescate del campo, la reactivación de la economía y del tejido social en comunidades agrícolas. El objetivo de este proyecto es analizar la operatividad del PSV respecto a conservación de la biodiversidad, el desarrollo de los sistemas agroforestales (SAF), la implementación de las prácticas agrícolas y transferencia de tecnología como la Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF), así como la construcción de Comunidades de Aprendizaje Campesino (CAC) que recupere los conocimientos locales y sus saberes tradicionales en tres comunidades del estado de Oaxaca; una del estado de Puebla y otra de Veracruz; y dos del estado de Sonora. Para ello se diseñó un cuestionario que nos permite conocer la opinión de los beneficiarios sobre el funcionamiento de este programa. El instrumento se construyó con base en las reglas de operación y los ejes de intervención del PSV. Se compone de 66 reactivos y se divide en seis apartados: datos personales del beneficiario, información sobre el cuidado del ambiente; el desarrollo de los sistemas agroforestales, panorama de su organización social; condición económica; y comentarios finales.

Palabras clave: Instrumento, Programa Sembrando Vida, Operatividad del Programa

¹⁹ Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km. 38.5, Chapingo, Estado de México, C.P. 56230

Correo: nomarc30@hotmail.com; carloscortes041@gmail.com; roberto.fpmx@gmail.com; blondynunez@gmail.com

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Abstract

The Sembrando Vida Program (PSV) is proposed as an alternative to rescuing the countryside, reactivating the economy and the social fabric in agricultural communities. The objective of this project is to analyze the operation of the PSV with respect to biodiversity conservation, the development of agroforestry systems (SAF), the implementation of agricultural practices and technology transfer such as the Milpa Intercalated with Fruit Trees (MIAF), as well as the construction Peasant Learning Communities (CAC) that recover local knowledge and traditional wisdom in three communities in the state of Oaxaca; one from the state of Puebla and another from Veracruz; and two from the state of Sonora. For this, a questionnaire was designed that allows us to know the opinion of the beneficiaries about the operation of this program. The instrument was built based on the operating rules and intervention axes of the PSV. It consists of 66 items and is divided into six sections: personal data of the beneficiary, information on caring for the environment; the development of agroforestry systems, an overview of their social organization; economic condition; and final comments.

Key words: Instrument, Sembrando Vida Program, Operation of the Program

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

El 28 de diciembre de 2020, se dieron a conocer en el Diario Oficial de la Federación nueve programas estratégicos que integran el Plan de Desarrollo Nacional (PDN); dentro de ellos, el Programa Sembrando Vida (PSV) (DOF, 2020). Este programa tiene como objetivo rescatar al campo, reactivar la economía local y la regeneración del tejido social en las comunidades. De esta manera se combatirá la pobreza en el sector rural y la degradación ambiental. La propuesta del PSV no surgió de la nada, es decir, en el diseño del programa se retoman diversas experiencias a nivel nacional e internacional. Por ejemplo, se retoma el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN) en México; las acciones de capacitación en Perú instrumentadas con la ayuda de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en temas como el manejo de especies forestales; para la instalación y operación de viveros comunitarios; fertilización; podas y barreras vivas, entre otros. Asimismo, en la implementación de un programa de bosques y aguas en el marco del Plan Trifinio, conjuntamente entre los países de El Salvador, Guatemala y Honduras. Adicionalmente se rescata la experiencia de la Organización de Desarrollo Internacional BRAC, que desarrolló el programa “**Graduation Approach**” con el objetivo de proporcionar un activo productivo a los hogares y en particular las mujeres en condiciones de pobreza extrema, juntamente con capacitación, entrenamiento, acceso al ahorro y apoyo al consumo, en países como Bangladesh y otros (Bernabe, 2021). También se señala que se recuperaron algunas experiencias exitosas a partir de la organización de cooperativas como *Tosepan Titataniske* de la sierra de Puebla, por lo que el PSV se orienta a fortalecer o crear organizaciones de productores. Sin embargo, es importante identificar cuáles serán los canales de participación de las organizaciones, en un marco de implementación de las políticas públicas que está orientado a establecer contacto directo con los beneficiarios finales, sin la participación de intermediarios u organizaciones de productores (Expansión, 2021).

El PSV se plantea como una alternativa para la autosuficiencia alimentaria, mejora los ingresos de los pobladores, generación de empleos, recuperación de la cobertura forestal de un millón setenta y cinco mil hectáreas en México, conservando la riqueza biológica y cultural de las zonas rurales donde habitan los pueblos originarios y comunidades afromexicanas, quienes a partir de sus conocimientos y prácticas tradicionales han preservado sus recursos y patrimonio biocultural. Pretende incentivar a las comunidades para establecer sistemas productivos agroforestales, fomentar la producción familiar de solares como la producción de hortalizas y animales de traspatio que aportan a la seguridad alimentaria de las familias, para combinar la producción de sus cultivos tradicionales con árboles frutícolas y maderables como se hizo en el sistema de Milpa Intercalada entre Árboles Frutales (MIAF), para la creación de biofábricas y viveros comunitarios, así como la integración de Comunidades de Aprendizaje Campesino (CAC), a quienes denomina como el “sujeto colectivo” para la generación de conocimiento a través de intercambio de experiencias y la formación. Se plantea entonces como un proyecto socioecológico que aborda los problemas de manera integral.

Si bien el programa ha sido recibido por el sector agrícola progresista, para algunos autores, productores y organizaciones el PSV tiene grandes retos pues enfrenta problemas como: 1) la

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

carencia de recursos económicos para implementar y gestionar sistemas agroforestales; 2) la falta de recursos en especie y, 3) la carencia de conocimientos para establecer sistemas agroforestales bajo un enfoque de productividad, sostenibilidad y con una visión de desarrollo regional a largo plazo (Bernabe, 2021). Son retos que enfrenta el PSV y que como bien lo señala Julia Carabias (2020) si no se cumple con la función ambiental de recuperación de ecosistemas forestales puede tener el efecto contrario, un problema que se agudice por la falta de presupuesto. Pero son algunos de los compromisos y retos que tendrá que enfrentar un programa de gobierno con las condiciones reales de la sociedad mexicana.

En 2019 el PSV abarca veinte estados de la República, a saber: Campeche, Colima, Chiapas, Chihuahua, Durango, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Yucatán; incluyendo Nayarit para el 2020 (Expansión, 2021). Recientemente, se incorpora el estado de Sonora al programa. Con esta ampliación se alcanza una cobertura de veintiún estados en el país (Gobierno de Sonora, 2022).

Sin embargo, son tres los aspectos del PSV que llaman la atención (CONEVAL, 2021). El primero, ni en el diagnóstico ni en la normatividad se hicieron explícitos los criterios mediante los cuales se definieron las entidades federativas de intervención. Segundo, el programa no cuenta con manuales de organización y procedimientos para fortalecer su implementación. Y tercero, hasta la fecha no se cuenta con mecanismos para la sistematización de información. En este sentido, es importante atender estas debilidades para un proceso de mejora continua y rendición de cuentas (CONEVAL, 2021). A partir de estos argumentos surge la necesidad de recopilar información para el análisis de la operatividad del PSV. En concreto, se plantea la obtención de información de campo en seis áreas particulares, esto desde el punto de vista de los beneficiarios como: características del sujeto de apoyo, información sobre el ambiente, información sobre sistemas agroforestales, aspectos de carácter social, aspectos económicos y comentarios finales de los beneficiarios. Por ello, el objetivo de este trabajo es proponer un cuestionario que sirva de base para la colecta de información y el posterior análisis de la operatividad del PSV.

Este trabajo forma parte de un proyecto más amplio denominado “Análisis de las Políticas, Programas y Proyectos en los Sistemas Socio-Ecológicos para la Sustentabilidad en México: el Programa Sembrando Vida y Proyectos Universitarios”. Sin embargo, solo nos centraremos en la propuesta de instrumento para recabar información sobre la operatividad del PSV, desde la perspectiva del beneficiario.

Materiales y Métodos

Método

El estudio de la operatividad del PSV es una investigación descriptiva que recupera los datos de las condiciones existentes de los beneficiarios del programa. La investigación descriptiva no solo reporta lo que se encuentra, sino que también interpreta los significados y los analiza para, posteriormente, tomar decisiones de atención e intervención. En la descripción se vinculan otros

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

procesos como la comparación, el contraste, la clasificación, el análisis y la interpretación (Best, 1982).

Instrumento

Se construyó un cuestionario para la colecta de información en campo relacionada con la operatividad del PSV. Este instrumento se diseñó tomando en consideración las reglas de operación del programa, las cuales fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2020), así como el conocimiento de expertos en el tema. Las reuniones de trabajo se efectuaron de manera virtual durante junio y julio del año en curso. De esta manera, se integró un cuestionario compuesto por seis secciones: (1) datos personales del beneficiario; (2) información sobre el ambiente, (3) información sobre sistemas agroforestales, (4) organización social; (5) aspectos económicos y (6) comentarios finales de los beneficiarios. En total, el cuestionario se conformó por 66 preguntas, las cuales fueron abiertas y cerradas.

Colecta de información

Se pretende que el instrumento sea aplicado a beneficiarios del PSV, en comunidades como: Santa María Tlahuilotepc, Los Ángeles y La Luz, en el estado de Oaxaca; la comunidad de Peñuelas, Pueblo Nuevo, municipio de Chignahuapan, Puebla en el ejido Carbonero Jacales, del Municipio de Huayacocotla, Veracruz; la comunidad de Tecoripa, municipio de La Colorada, y/o la comunidad del Valle de Tacupeto, del municipio de Sahuaripa, Sonora. El instrumento se capturó en *Google Forms* para agilizar el trabajo de campo.

Resultados y discusión

- Generalidades del instrumento

El instrumento propuesto cubre los rubros necesarios para el análisis de la operatividad del PSV, prestando atención a la conservación de la biodiversidad, al desarrollo de los SAF, a la implementación de tecnología como MIAF, la construcción de CAC, así como a los beneficios económicos y sociales percibidos (Figura 1).

Se espera que el PSV, a través de la recuperación y conservación de los recursos naturales, la restauración del territorio y la inclusión productiva frene de manera gradual la degradación ambiental y la pobreza rural. El proceso de producción del material vegetativo juega un papel muy importante para que esos objetivos sean cumplidos, centrando su cultivo entre viveros comunitarios, contruidos y gestionados por las CAC. Además, se promueve la adquisición de plantas nativas y se descarta la utilización de transgénicos, recuperando formas tradicionales y alternativas de producción respetuosas del medio ambiente, de la misma manera que impulsa la diversificación de los cultivos con la finalidad de fortalecer la autosuficiencia alimentaria de las comunidades y también la posibilidad de ampliar sus ingresos dotando de valor agregado a sus productos (Gobierno de México, 2019).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

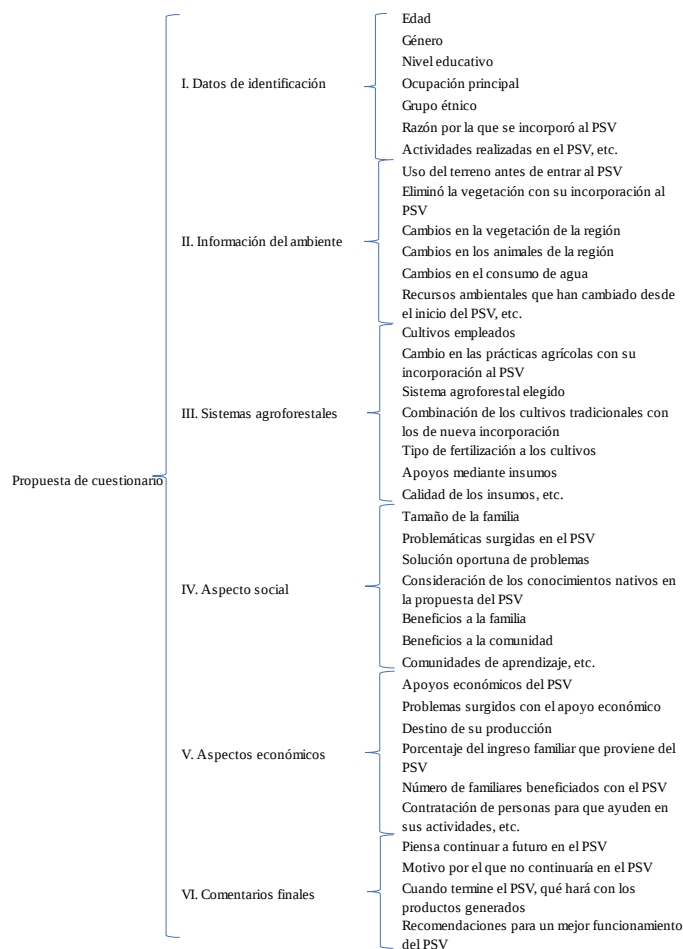


Figura 1. Rubros considerados en la propuesta de cuestionario

La diversificación de cultivos en las comunidades se verá reflejada en la producción a través de SAF, donde las combinaciones de cultivos dependen del tipo de suelo, el clima e incluso la cultura de cada territorio, y en el impulso del MIAF, que no se abstiene del respeto a distintas tradiciones como la milpa. El PSV busca revalorar el conocimiento de las personas, procurando respetar sus espacios y costumbres cotidianas, tanto en un sentido productivo como social. El rescate de los cultivos nativos y las tradiciones indígenas y campesinas, es la base sobre la que se erige todo el

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

proceso y la toma de decisiones, fomentando la sensibilidad ante temas medioambientales, así como el aprendizaje de técnicas y prácticas que fortalezcan el campo mexicano (Gobierno de México, 2019).

A partir del instrumento propuesto se valorará hasta qué punto la operatividad del PSV ha favorecido las metas señaladas.

- Comunidades por considerar en la aplicación del instrumento

Oaxaca

Santa María Tlahuitoltepec es una comunidad que se localiza en el distrito Mixe, en la región de la Sierra Norte de Oaxaca. El municipio de Tlahuitoltepec cuenta con una población total de 8922 habitantes. El sistema de gobierno está apoyado en el régimen de usos y costumbres reconocido por la legislación del estado de Oaxaca. En la asamblea comunal se eligen a las autoridades de los bienes comunales, agrarias, educativas, religiosas, entre otras (INEGI, 2021).

Los Ángeles es una comunidad en el Municipio de Matías Romero Avendaño en el estado de Oaxaca. Los Ángeles está a 40 metros de altitud, en la zona más alta y a 3 metros a orillas del río Jaltepec, su principal fuente de ingresos es la ganadería y la agricultura principalmente la siembra de maíz y naranjas. La comunidad cuenta con una población total de 1144 habitantes, de los cuales 580 son mujeres y 564 son hombres (INEGI, 2021).

Puebla

El municipio de Chignahuapan se ubica a 2,280 m de altitud; posee un clima semifrío y una temperatura media en los 12° C. Se localiza en la parte noroeste del estado de Puebla. Limita al norte con Zacatlán; al este con el estado de Hidalgo; al sur con el estado de Tlaxcala; al oeste con Zacatlán y Aquixtla (INEGI, 2021). Las principales actividades en Chignahuapan es la producción de loza de barro rojo, ollas, cazuelas y macetas, además de tejidos de lana, cobijas, capas y otras piezas de vestir.

Veracruz

Huayacocotla es una población localizada al norte del estado de Veracruz. Se encuentra ubicado en la llamada Huasteca Baja, y forma parte de la Sierra Madre Oriental, a una altitud de 2,140 metros sobre el nivel del mar. Su cabecera es la villa de Huayacocotla. Tiene una población de 18,093 habitantes (INEGI, 2021).

Sonora

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Sahuaripa es un pueblo ubicado en Sonora, a 207 km de la capital. El pueblo, fundado en 1643, contaba en 2009 con una población de 5764 habitantes (INEGI 2021). Cuenta con un clima muy cálido, con una temperatura media máxima mensual de 32.9 °C y una temperatura media mínima mensual de 13.5 °C; su temperatura media anual es de 23.2 °C. La época de lluvias es en verano, con una precipitación media anual de 567.1 milímetros.

Conclusiones

- Un instrumento de medición de beneficiarios permitirá la colecta de información para el análisis de la operatividad del PSV.
- El instrumento propuesto consta de seis áreas particulares: características del sujeto de apoyo, información sobre el ambiente, información sobre sistemas agroforestales, aspectos de carácter social, aspectos económicos y comentarios finales de los beneficiarios.
- El cuestionario se aplicará en algunos municipios del estado de Oaxaca, Puebla, Veracruz y Sonora.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Literatura Citada

- Bernabe, I. L. (2021). Evaluación del diseño: programa sembrando vida. Tesis Maestría en Ciencias en Estrategia Empresarial, UACH
- Best, J.W. (1982). Cómo investigar en educación. Morata, España.
- Carabias, J. (2020). Reactivación económica con respecto a la biodiversidad, Economía UNAM, vol. 17, no. 51, septiembre-diciembre, pp. 324-334
- CONEVAL. (2021). Ficha de Monitoreo y Evaluación del programa Sembrando Vida. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Evaluación de la Política Social. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/Paginas/InformeEvaluacion.aspx#k=sembrando%20vida>
- DOF. (2020). Reglas de operación del Programa Sembrando Vida. Secretaría de Bienestar. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639899&fecha=31/12/2021#gsc.tab=0
- Expansión. (2021). La caja negra llamada Sembrando Vida. Consultado en: politica.expansion.mx/mexico/2021/10/28/programa-sembrando-vida-irregularidades-opacidad
- FAO. (2009). LA FAO EN MÉXICO Más de 60 años de cooperación 1945 – 2009. Disponible en: <https://www.fao.org/3/be792s/be792s.pdf>
- FAO. (2019). El sistema alimentario en México. Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Ciudad de México. Disponible en: <http://www.fao.org/3/CA2910ES/ca2910es.pdf>
- FAO. (2020). FAO en México: México en una mirada. Disponible en: <http://www.fao.org/mexico/fao-enmexico/mexico-en-una-mirada/es/>
- Gobierno de México. (2019). Reapropiación identitaria para el rescate de nuestros cultivos. Disponible en: <https://www.gob.mx/bienestar/sembrando-vida/es/articulos/reapropiacion-identitaria-para-el-rescate-de-nuestros-cultivos-224967?idiom=es>
- Gobierno de Sonora. (2022). Inauguración del Programa Sembrando Vida en Sonora. En línea: <https://www.gob.mx/bienestar/prensa/inicia-el-programa-sembrando-vida-en-sonora?idiom=es>
- INEGI. (2021). Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades. Consultado en: <https://cuentame.inegi.org.mx/default.aspx>

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Instrumentos de colecta para actores participantes del Programa Sembrando Vida

**Ma de Lourdes Aguilera Peña²⁰; Andrés Miranda Rangel²⁰; Román Sánchez Carrillo²⁰;
Priscila Guerra Ramírez²⁰**

Resumen

El propósito de este trabajo es presentar las guías de entrevista que se utilizarán para la colecta de información de los técnicos productivos, técnicos sociales y facilitadores que participan en el Programa Sembrando Vida (PSV) como parte del proyecto estratégico “Análisis de las políticas, programas y proyectos en los sistemas socio ecológicos para la sustentabilidad en México: el Programa Sembrando Vida y Proyectos Universitarios”. Este programa tiene como propósito recuperar la cobertura forestal de un millón setenta y cinco mil hectáreas en México, conservar la biodiversidad, desarrollar sistemas productivos agroforestales locales integrando tecnologías como la Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF), incentivar la autosuficiencia alimentaria y mejorar los ingresos de los pobladores. Este es uno de los nueve programas coordinados por la Secretaría del Bienestar en la línea del Plan Nacional de Desarrollo (PND) del presente sexenio 2019-2024.

Palabras clave: guías, entrevistas, Programa Sembrando Vida, técnicos

²⁰ Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km. 38.5, Chapingo, Estado de México, C.P. 56230
Correo: luap832@hotmail.com; andmirandarangel@gmail.com; sacr76@hotmail.com; pris682000@yahoo.com.mx.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Abstract

The purpose of this paper is to present the interview guides that will be used to collect information from production technicians, social technicians, and facilitators who participate in the Sembrando Vida Program (PSV) as part of the strategic project "Analysis of policies, programs and projects in socio-ecological systems for sustainability in Mexico: The Sembrando Vida Program and University Projects". This program has the purpose to recover the forest cover of one million seventy-five thousand hectares in Mexico, conserve biodiversity, develop local agroforestry production systems integrating technologies such as the Milpa Interspersed with Fruit Trees (MIAF), encourage food self-sufficiency and improve residents' income. This is one of the nine programs coordinated by the Ministry of Welfare in line with the National Development Plan (PND) for the current six-year period 2019-2024.

Key words: guides, interviews, Sembrando Vida Program, technicians

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Introducción

El lunes 28 de diciembre del año 2020 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Programa Sembrando Vida (DOF, 2020) cuyos objetivos se ubican dentro del Programa Sectorial de Bienestar como parte del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 (Diario Oficial de la Federación, 12 de julio de 2019).

En el PND 2019-2024 el Programa Sembrando Vida se ubica como uno de los nueve programas de la política de bienestar con el argumento de fortalecer el bienestar, el desarrollo, la inclusión y la cohesión social mediante la instrumentación, coordinación, supervisión y seguimiento de las políticas de combate a la pobreza para transitar de programas sociales paliativos para la pobreza a una política de bienestar de mediano y largo plazo (DOF, 2019).

Y para edificar el bienestar de las mayorías se requiere de la presencia del sector público en la economía, de políticas recaudatorias y de la intervención del Estado que modere las enormes desigualdades sociales en las que desemboca una economía de mercado sin control. Por eso el gobierno se propone con impulsar el desarrollo sostenible, entendida como "...la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico" (DOF, 2019, pág. 37). Con base en esto el Ejecutivo Federal se propone tener un impacto de sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los aspectos económicos y políticos del país. Con base en estos lineamientos se generan nueve programas de bienestar social entre ellos el Programa Sembrando Vida (PSV) tiene como propósito incentivar a los sujetos agrarios a establecer sistemas productivos agroforestales que combina los cultivos tradicionales con árboles frutales y maderables, a través de la tecnología Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF) para generar empleos, promover la autosuficiencia alimentaria, mejorar los ingresos, recuperar la cobertura forestal de un millón de hectáreas del país.

Se considera que las zonas rurales de México pueden convertirse en un sector estratégico para el desarrollo del campo si se trabaja en incrementar su productividad, bajo un enfoque de sustentabilidad y con una visión de desarrollo regional a largo plazo, que contribuya a reducir la condición de vulnerabilidad en la que se encuentran las personas que allí habitan.

Está diseñado para atender a la población rural que se encuentra en las regiones de más alta biodiversidad del país y cuyos municipios se encuentran con niveles de medio a muy alto grado de Rezago Social fijados por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2021). De la población objetivo con estas características, el 5% son mujeres.

El Programa incentivará a establecer sistemas productivos agroforestales combinados con la tecnología MIAF para contribuir a generar empleos, incentivar la autosuficiencia alimentaria, mejorar los ingresos de los pobladores, recuperar la cobertura forestal de un millón setenta y cinco

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

mil hectáreas en el país. Estos objetivos se alinean también con el Programa Sectorial de Bienestar. Además, dentro del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024, el Programa Sembrando Vida está considerado de gran importancia para el cumplimiento de los objetivos establecidos para la Cuarta Transformación.

Se promoverá la organización social y productiva de las/los sujetos agrarios, como una forma de recuperar el tejido social en las comunidades y mejorar la calidad de vida, y en un mediano plazo, generar procesos de valor agregado y comercialización.

Se reconoce a las mujeres campesinas que aportan a la producción de alimentos, a la transformación, el resguardo de semillas criollas, el manejo ambiental, la comercialización, la preparación y conservación de alimentos, por lo que prestará especial atención para que a través de las acciones y servicios, se busque acelerar la igualdad de género y el empoderamiento social y económico de las mujeres campesinas, como un aspecto crucial para erradicar la pobreza rural, eliminar el hambre y mejorar el bienestar de las poblaciones rurales.

El Programa tiene cobertura en 20 entidades federativas. En la primera etapa de este estudio se contemplan tres comunidades del estado de Oaxaca, una de Veracruz, una de Puebla, y dos de Sonora.

El PSV se plantea como acciones puntuales como capacitar a los técnicos sociales, productivos, facilitadores, coordinadores que participan en este programa para atender las necesidades de los beneficiarios, a través de un diálogo de saberes basado en el intercambio de conocimientos y experiencias. Se les brindará apoyo económico a los beneficiarios como insumos, capacitación, herramientas, equipo para la instalación de los viveros comunitarios, así como las plantas para los viveros comunitarios.

Método

Es un tipo de investigación descriptiva porque se pretende obtener la información como se encuentra en la realidad (Best, 1982). El método que orienta el presente estudio es el método etnográfico (Tylor y Bogdan, 1987) que nos permite hacer un análisis descriptivo del contexto rural y de los sujetos agrarios como lo señala el Programa Sembrando Vida. Una de las técnicas utilizadas en este método es la entrevista y para los fines de este estudio se diseñaron tres guías de entrevista para los actores participantes en el Programa: técnico productivo, técnico social y facilitador.

Población y Muestra

Los guiones de entrevista están dirigidos a los técnicos productivos, técnicos sociales y facilitadores que participan en las comunidades elegidas en esta primera etapa del estudio.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Resultados y discusión

Guías para el Técnico productivo

Se solicitan sus datos personales, su formación académica, su ocupación y los grupos que atiende. Posteriormente la entrevista pretende recuperar datos sobre su participación en el PSV su proceso de contratación, las comunidades y localidades a su cargo, los beneficiarios que atiende, la disposición de los beneficiarios a participar en las actividades del programa, las actividades que ha impulsado como técnico productivo, su situación laboral, si recibió capacitación en temas de género, los cambios que ha observado en la comunidad a partir de la implementación del programa, los beneficios a los participantes, y sus propuestas o sugerencias para la mejora del programa.

Guía para el técnico social

Se solicitan sus datos personales, su formación académica, su ocupación y los grupos que atiende. Posteriormente la entrevista pretende recuperar datos sobre su participación en el PSV su proceso de contratación, las comunidades y localidades a su cargo, los beneficiarios que atiende, las funciones que realiza, la disposición de los beneficiarios a participar en las actividades del programa, las actividades que ha impulsado como técnico social, su situación laboral, si recibió capacitación en temas de género, los cambios que ha observado en la comunidad a partir de la implementación del programa, los beneficios a los participantes, y sus propuestas o sugerencias para la mejora del programa.

Guía para el facilitador

Se solicitan sus datos personales, su formación académica, su ocupación y los grupos que atiende. Posteriormente la entrevista pretende recuperar datos sobre su participación en el PSV su proceso de contratación, los técnicos sociales y productivos que coordina, las funciones que realiza, la disposición de los técnicos a participar en las actividades del programa, su situación laboral, si recibió capacitación en temas de género, los beneficios a los participantes, y sus propuestas o sugerencias para la mejora del programa.

Conclusiones

Las guías permitirán obtener información sobre el proceso de desarrollo del programa en voz de sus actores: técnicos productivos y sociales, así como facilitadores. Esta información nos permitirá contrastar la información proporcionada por los beneficiarios del PSV para los cuales se diseñó un cuestionario con 66 reactivos que recupera información sobre los ejes del programa.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Literatura Citada

- Best, J.W. (1982). *Cómo investigar en educación*. Morata, España.
- CONEVAL. (2021). Ficha de Monitoreo y Evaluación del programa Sembrando Vida. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Evaluación de la Política Social. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/Paginas/InformeEvaluacion.aspx#k=sembrando%20vida>
- Diario Oficial de la Federación (2019). Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 (DOF, 2019). Secretaría de Gobernación, viernes 12 de julio de 2019.
- Diario Oficial de la Federación (2020). Programa Sembrando Vida. Secretaría del Bienestar, lunes 28 de diciembre de 2020.
- Tylor S.J; y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los Métodos Cualitativos de Investigación*, Paidós, España.

Proyecto de implementación para la producción de huevo en comunidades del municipio de Texcoco con enfoque socio-pedagógico

Lourdes Aguilera Peña²¹; Laura Verónica Ortiz Balcázar²¹; Carlos Alberto Cortés Rodríguez²¹; Jonhatan William Velasco Bustamante²¹

Resumen

La producción de alimentos en México es una actividad nodal para el sostenimiento y desarrollo de la población, consumir alimentos que proporcionen los nutrientes necesarios para una sana alimentación, así como en cantidad suficiente, es un hecho que no se da en toda la población mexicana, si bien dicha situación corresponde a un problema multifactorial, de aristas muy diversas.

En el caso de la presente investigación se tiene por objetivo establecer una unidad de producción de huevo, que contribuya a satisfacer necesidades alimenticias de una comunidad, en este proceso a su vez se pretende capacitar a miembros específicos de la comunidad, documentando el proceso, midiendo los avances y la apropiación del proceso productivo.

Palabras clave: Producción de huevo, Acción Participativa, Autosuficiencia Alimentaria.

Abstract:

Food production in Mexico is a nodal activity for the support and development of the population, consuming food that provides the necessary nutrients for a healthy diet, as well as in sufficient quantity, is a fact that does not occur in the entire Mexican population, although this situation corresponds to a multifactorial problem, with very diverse edges.

In the case of this research, the objective is to establish an egg production unit, which contributes to satisfying the nutritional needs of a community, in this process, in turn, it is intended to train specific members of the community, documenting the process, measuring progress and appropriation of the production process.

Key words: Egg production, Participatory Action, Food self-sufficiency.

²¹ Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km. 38.5, Chapingo, Estado de México, C.P. 56230
Correo: luap831@gmail.com; lausvero@gmail.com; carloscortes041@gmail.com; williamjonhatan@gmail.com

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Introducción

La principal fuente para la ingesta de proteínas a través de la alimentación, en el caso de las familias mexicanas, es la carne de pollo seguida del huevo. Éste último es un producto relativamente de bajo costo y permite su elaboración en un sinnúmero de formas, características que lo vuelven un producto de alta demanda.

México ocupa el primer lugar en el mundo en el consumo de huevo de gallina con 22.9 kg per cápita anuales (El economista, 2018). Mismo que impacta al gasto de la economía familiar.

De acuerdo con la Secretaría de Economía (2019) en relación con el costo de la canasta básica, para una familia mexicana de seis integrantes, sólo la ingesta de huevo implica un costo mensual de 212.58 pesos, para el caso de las poblaciones de menores ingresos, esto representa el 6.2% de su gasto (Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares del INEGI; ENIGH, 2016).

Considerando los efectos de la pandemia de COVID-19, aunado a la reciente crisis de insumos y alimentos a nivel global, el precio del huevo es de los que más ha impactado en las familias mexicanas, al ser un producto de la canasta básica.

De acuerdo con sus propiedades nutrimentales, el huevo de gallina constituye uno de los alimentos más completos para el ser humano. Donde las gallinas ponedoras tienen la capacidad genética para producir un gran número de huevos, con un tamaño promedio y pueden lograr buen peso del huevo tempranamente en el período de postura.

A partir del contexto anterior, el presente proyecto de investigación pretende incidir en comunidades rurales, principalmente de población joven y adulta, capacitando y acompañando el proceso de producción de huevo para el autoconsumo y complemento de necesidades básicas de niños, niñas, adolescentes, jóvenes y adultos con alguna condición de vulnerabilidad.

También se busca implementar una metodología de acción participativa que contribuya a consolidar el proceso productivo y desde distintas técnicas pedagógicas planificadas evaluar la participación y apropiación del proyecto.

Materiales y Métodos

Para llevar a cabo la investigación se ha tenido que realizar un acercamiento con la comunidad y los participantes, identificando que una de sus necesidades comunes se enfoca en poder abastecerse de alimentos sanos y suficientes, para el caso del huevo, es la forma más económica de acceder a proteínas de origen animal, por lo que el hecho de establecer una unidad de producción colectiva les resultó de sumo interés.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Posteriormente, se definirá el espacio donde se va a establecer el módulo de producción de huevo, el diseño y los materiales, así como la estimación del número de gallinas necesarias para satisfacer la unidad de producción.

Una vez establecido físicamente el módulo de producción, se debe dar acompañamiento y capacitaciones con un enfoque pedagógico, con seguimiento y capaz de ser evaluable, para que permita identificar si los temas de las capacitaciones están siendo comunicados adecuadamente y llegando a los participantes a través de las técnicas adecuadas.

La investigación a su vez tendrá un enfoque participativo, donde el involucramiento de los participantes se enfoque en la autonomía en el proceso y que por sí mismos puedan dar continuidad y sostenimiento.

Finalmente, la información recopilada a través de cada una de las capacitaciones así como de las evaluaciones serán analizada y documentada, con el fin de que dichos resultados permitan contribuir al desarrollo de instrumentos de implementación de proyectos de capacitación o transferencia de tecnología.

Resultados y discusión

Con base en los resultados del presente proyecto, se analizará la importancia de dar un enfoque socio-pedagógico en la implementación de un proyecto de carácter técnico, así mismo como este influye en la vida y dinámica de los participantes y los factores que determinan la apropiación del proyecto.

Conclusiones

De manera inicial podemos advertir que, las necesidades alimenticias que viven las poblaciones en México en muchas ocasiones son mayores a los alcances que un proyecto productivo o un programa gubernamental pudiera tener, sin embargo, la diferencia entre muchos de los proyectos que logran alcanzar el éxito y tener resultados más allá de lo inmediato, son aquellos que tienen una perspectiva integral, que buscan no sólo brindar elementos técnicos y productivos, sino que, de fondo cumplen con toda una metodología y planificación, que buscan lograr desarrollar habilidades, capacidades y sentido de pertenencia o apropiación de quienes participan en éstos.

Para el caso de la presente intervención con enfoque de investigación, los resultados permitirán aportar al debate la imperante necesidad de que al momento de desarrollar propuestas que impacten en la vida de las personas, el enfoque técnico no es suficiente. Saber transmitir los conocimientos, llevar un seguimiento, una evaluación y un mecanismo que a mediano y largo plazo logre la autonomía del proceso no son aspectos fortuitos o espontáneos, sino que corresponden a una perspectiva integral y transdisciplinar.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Literatura Citada

Balcázar, Fabrizio E. (2003). Investigación acción participativa (iap): Aspectos conceptuales y dificultades de implementación, Fundamentos en Humanidades, vol. IV, núm. 7-8, 2003, pp. 59-77 Universidad Nacional de San Luis San Luis, Argentina.

Cuca-García J.M., Gutiérrez-Arenas D.A., López-Pérez E. La avicultura de traspatio en México: historia y caracterización. Programa en Ganadería, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Texcoco Estado de México. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.

CEDRSSA (2019). La importancia de la industria avícola en México. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Palacio legislativo de San Lázaro. Ciudad de México.

FAO, (2019). Huevos: aprovechar su potencial para luchar contra el hambre y la malnutrición, Informe de la actividad del Foro FSN No. 154, Roma, Italia.

FAO, (2018). Huevos: aprovechar su potencial para luchar contra el hambre y la malnutrición, Foro Global sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición (Foro FSN).

Inders (2021). Manual de producción eficiente de huevo de granja. Academia Inders, Texcoco, México. Roma, Italia.

Montalvo L. T. (16 de octubre, 2015). Reportaje: 8 de cada 10 programas sociales no resuelven el problema que les dio origen, Animal político. Revisado a través de;

<https://www.animalpolitico.com/2015/10/el-46-de-los-programas-federales-de-desarrollo-social-reprueba-si-se-evalua-su-desempeno/>

Vázquez A. J. M. & et. al. (2015). Una institución para el nuevo extensionismo, Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. Cámara de Diputados, LXII Legislatura, México.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Anexo I. Planificación de temas a abordar en capacitaciones.

SESIÓN	TEMA	ACTIVIDADES
1	Re-acondicionamiento de espacios.	• Diagnóstico. • Panorama general del manejo avícola.
2	Diseño y establecimiento de módulo de producción.	• Modos de producción avícola. Intensivo, extensivo y semi-extensivo. • Diseño del módulo de acuerdo al espacio físico. • Aprovechamiento de materiales locales y adecuación del espacio.
3	Establecimiento del módulo de producción, manejo, dieta y bitácoras.	• Establecimiento del módulo. • Cuarentena para las nuevas especies. • Adecuación de espacios y señalamientos. • Capacitación para el manejo de dietas, bitácoras, higiene.
4	Cuidados de las gallinas y mantenimiento de espacio.	• Manejo de residuos. (composteo) • Limpieza del espacio. • Etapas de crecimiento. • Vacunación.
5	Uso de materiales didácticos y de consulta.	• Manejo del manual y materiales de apoyo.
6	Producción de alimentos y diseño de dietas.	• Diseño y adecuación de dietas. • Inocuidad.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Anexo II. Formato de evaluación.

Indicaciones: Lee detenidamente cada una de las preguntas y marca con una X en el número con el cual te sientas más identificado, entendiendo que los números significan; 1 nada de acuerdo, 2 poco de acuerdo, 3 de acuerdo, 4 muy de acuerdo, 5 totalmente de acuerdo.

SESIÓN	PREGUNTA	1	2	3	4	5
1	Sé cuál es la importancia del módulo de producción de huevo y su función en mi comunidad.					
2	Soy capaz de reconocer y diferenciar todas las áreas del de producción de huevo, entiendo la utilidad de cada una.					
3	Participo en el diseño y construcción del módulo de producción de huevo.					
4	Soy capaz de diferenciar un modo de producción intensivo, extensivo y semi-extensivo de producción de huevo.					
5	Conozco perfectamente a que se refieren las siguientes palabras: Percha, bebederos, comederos, cajones de postura, corral.					
6	Conozco las cantidades y los horarios en los cuales las gallinas deben ser alimentadas. Por lo cual yo podría alimentarlas sin ningún problema.					
7	Soy capaz de llevar el seguimiento de las vacunas que deben tener las gallinas a lo largo de su desarrollo.					
8	Sé cómo y con qué frecuencia se debe asear el gallinero.					
9	Comprendo la importancia de llevar una bitácora y soy capaz de llenarla de manera adecuada.					
10	Identifico adecuadamente las semanas de desarrollo que tienen las gallinas y en qué etapa de vida se encuentran.					
11	Cuando tengo una pregunta y no hay capacitadores, conozco a que fuentes de información recurrir y con certeza sabré resolver la duda.					
12	Sé cómo se debe realizar una composta adecuadamente utilizando los residuos del gallinero.					
13	Conozco lo que significa la Inocuidad en los alimentos y como debe ser manejado el huevo desde que la gallina lo pone, hasta su consumo.					

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

14	Me gusta el proyecto y lo considero importante para mi comunidad y para mi alimentación.					
15	Considero que yo podría hacerme cargo de forma autónoma del módulo de producción de huevo en el corto, mediano y largo plazo.					

Puesta en marcha de un Huerto Escuela en las instalaciones de la casa hogar “Hogares Infantiles San Martín de Porres y Juan XXIII, A.C”

**Amelia Rendón García²²; Gamaliel López López²³; Aurelio Bastida Tapia²²; Nancy Belén
Hernández Montes²⁴**

Resumen

Este trabajo forma parte del proyecto estratégico institucional “Análisis de las políticas, programas y proyectos de los sistemas socio-ecológicos para la sustentabilidad en México: el Programa Sembrando Vida y Proyectos universitarios” y tiene como objetivo principal fortalecer la vinculación universitaria mediante la colaboración para acondicionar un invernadero en la casa hogar “Hogares Infantiles San Martín de Porres y Juan XXIII, A. C” para que sus integrantes adquieran nuevos aprendizajes que contribuyan a su formación en temas sociales, ambientales, económicos y a la seguridad alimentaria. Para alcanzar este objetivo se establecerá un huerto y se brindará la capacitación para la producción de hortalizas en el invernadero de esta Casa Hogar. Asimismo, se evaluarán los aprendizajes con un grupo de 33 adolescentes, por medio de un instrumento de 20 reactivos de opción múltiple, sobre los temas tratados, con un diseño cuasiexperimental pretest-posttest.

Palabras clave: huerto, hortalizas, seguridad alimentaria, casa hogar

Abstract:

This work is part of the institutional strategic project "Analysis of the policies, programs and projects of socio-ecological systems for sustainability in Mexico: the Sembrando Vida Program and University Projects" and its main objective is to strengthen university linkage through collaboration to set up a greenhouse in the children's home "Hogares Infantiles San Martín de Porres y Juan XXIII, A. C" so that its members acquire new knowledge that will contribute to their training in social, environmental, economic and food security issues. To achieve this objective, a vegetable garden will be established and training for vegetable cultivation will be provided in the greenhouse of this Casa Hogar. Likewise, learning will be evaluated with a group of 33 adolescents, by means of an instrument of 20 multiple-choice questions on the topics covered with a quasi-experimental pretest-posttest design.

²² Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Preparatoria Agrícola. Carr. México-Texcoco km 38.5 Chapingo, Méx. 56230

Correos de contacto: amelia_rendon@yahoo.com, aureliobstd@gmail.com

²³ Asesor independiente. Correo de contacto: gama.uach@gmail.com

²⁴ Coxa. Correo de contacto: nhmontes@gmail.com

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Key words: vegetable garden, vegetables, food security, children's home.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

En la actualidad el abastecimiento de alimentos es una preocupación a nivel mundial que hoy en día se ha visto más marcada debido a las crisis energética, ambiental, económica y social, así como el cambio climático que afecta la producción de alimentos en varias regiones del mundo. Los cambios en los hábitos alimenticios han acentuado el problema de la mala alimentación que fomenta la desnutrición, el sobrepeso y la obesidad, debido al incremento de los alimentos procesados en la dieta de los mexicanos, resultado de una publicidad vistosa pero engañosa. En años recientes, en nuestro país, la desnutrición crónica afectaba al 21% de los niños menores de cinco años que vivían en zonas rurales, mientras el sobrepeso y la obesidad afectaba al 24% de los niños menores de 12 años del país. Recientemente, la cifra de personas que enfrentan carencia alimentaria aumentó a 28.6 millones de personas, para el año 2020, es decir, el 22.5% del total de la población mexicana (Coneval, 2022).

Los niños y jóvenes en edad escolar que padecen hambre o que reciben una alimentación de mala calidad tienen más probabilidades de presentar un bajo desarrollo, así como problemas nutricionales como la anemia y/o deficiencia de vitaminas lo que genera dificultad para mantener la atención en sus actividades escolares, lo que repercute en un bajo rendimiento. A su vez el sobrepeso y la obesidad en los niños y adolescentes se están convirtiendo en graves problemas en algunas regiones, especialmente en las áreas urbanas. Las políticas agroalimentarias de los países en desarrollo han tenido poca visión vertical de los problemas que se presentan a lo largo de las cadenas agroalimentarias en los eslabones productivos (materias primas, transformación y distribución).

El presente proyecto **“Puesta en marcha de un huerto escolar en las instalaciones de la casa hogar “Hogares Infantiles San Martín de Porres y Juan XXIII, A. C.”** describe la propuesta de rehabilitación de un pequeño invernadero y la instalación de un huerto, así como el proceso de capacitación enfocado a la producción de al menos 10 hortalizas que conforman la canasta básica que son necesarias para una alimentación balanceada, con el fin de incidir en la alimentación y nutrición de niños, niñas y responsables de la casa hogar ubicada en La Purificación, Municipio de Texcoco, Estado de México. Esta propuesta se complementa con la implementación de un gallinero para la producción de huevo y carne, productos destinados a complementar la alimentación de todos los que conforman dicha comunidad.

El desarrollo de este tipo de iniciativas cumple con diferentes objetivos: promueve una dieta saludable y a mejor precio; produce alimentos todo el año e impulsa una posibilidad de mejorar los ingresos (FAO, 2014), asimismo fortalece la relación social entre los participantes; la interacción con el medio ambiente, la producción de alimentos desde un enfoque sostenible; y el aprendizaje cooperativo (Pujolás, 2009).

En este proyecto se busca atender la necesidad explícita de la casa hogar que cuenta con más de 90 miembros, en cuanto a apoyo en la capacitación de algunos integrantes de dicha comunidad para producir y replicar los conocimientos obtenidos mediante la implementación de este proyecto,

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

como parte de la vinculación de la UACH con su entorno, en cumplimiento de sus funciones sustantivas, la vinculación, la capacitación, la enseñanza y la transferencia de tecnología.

Basados en las diversas problemáticas sociales, económicas y ambientales que enfrentamos hoy en día como país, es necesario y fundamental que la UACH, contribuya con la difusión de técnicas y conocimientos para la producción de hortalizas como parte de los alimentos básicos de una dieta balanceada, el reconocimiento de las diversas especies hortícolas y su importancia en la alimentación, la priorización del consumo de hortalizas como beneficio directo a la salud, la importancia de la conservación y uso racional del agua y suelo en la producción de alimentos, el cuidado al medio ambiente, la planeación y distribución de actividades con base en el desarrollo de los cultivos, así como el fortalecimiento del trabajo en equipo.

En este entorno, es indispensable que la Universidad Autónoma Chapingo participe en este tipo de proyectos encaminados a difundir y transferir conocimientos mediante la participación de académicos y estudiantes a otras organizaciones de la sociedad civil y así contribuir a la formación de sus estudiantes en aspectos sociales, económicos y principalmente ambientales.

Para la implementación de este proyecto se ha conformado un equipo de profesores y estudiantes de la universidad, también se cuenta con la participación de representantes de empresas de la iniciativa privada relacionadas con la agricultura protegida, así como consultores independientes, ya que en el mismo se conjuga la investigación, la capacitación y la vinculación universitaria con una labor social y altruista en beneficio de menores de edad de la casa hogar, con los siguientes objetivos: **Objetivo general:** Fortalecer la vinculación universitaria mediante la colaboración para acondicionar un invernadero y establecer un huerto escuela en la casa hogar: “Hogares Infantiles San Martín de Porres y Juan XXIII, A. C”, para que los integrantes de dicha comunidad adquieran nuevos aprendizajes que contribuyan a su formación en temas sociales, ambientales, económicos y para la seguridad alimentaria.

Objetivos Particulares

- Fomentar un beneficio social y mayor presencia institucional de la Universidad con su entorno inmediato.
- Desarrollar iniciativas para contribuir a la seguridad alimentaria en niños, jóvenes y responsables de la casa hogar.
- Capacitar a integrantes de la casa hogar en el desarrollo de cultivos de hortalizas básicas para una dieta balanceada.
- Fomentar el manejo y cuidado del agua y el suelo, además se reconocer su importancia en la producción de alimentos bajo un enfoque sostenible.

Materiales y Métodos

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Método

Este proyecto se ejecutara en tres etapas, la primera consistirá en la evaluación diagnóstica situacional de la casa hogar y el análisis de dicha información para la elaboración del programa de capacitación y asistencia técnica, la segunda etapa consistirá en la rehabilitación de las instalaciones y el establecimiento del huerto de hortalizas, la capacitación y asistencia técnica y la tercera consistirá en la evaluación final de los resultados obtenidos y la elaboración del informe sobre las actividades realizadas y los logros alcanzados.

Como parte central del proceso de capacitación y enseñanza-aprendizaje, se evaluarán los conocimientos previos de los participantes, así como los aprendizajes adquiridos después de la capacitación. Para ellos se trabajará con un diseño cuasiexperimental (Castro, 1975) que se utiliza en ciencias sociales: Psicología, Educación, Economía, por mencionar algunos. Este tipo de diseños surgen ante la imposibilidad de utilizar los diseños experimentales debido a la falta de control de variables: dependiente, independiente y extrañas; además de que no se utiliza la aleatorización para la conformación de grupos pues se trabaja con los que ya están conformados en escenarios naturales, no creados en laboratorio. Existen los diseños longitudinales que implican la recopilación de datos en varios momentos de un estudio; y los transversales que recogen datos en un tiempo determinado, y es el que se retomará para este estudio. Se tomará un solo grupo bajo un esquema de pretest-postest; esto es la comparación dentro de un mismo grupo antes y después de un tratamiento, es decir en este caso, antes y después de la capacitación.

Población y muestra

Para fines de la evaluación de los aprendizajes antes y después de la capacitación, de los 73 niños de la casa hogar, se retomará una población de 33 adolescentes cuyas edades fluctúan entre los 10 y los 19 años (OMS, 2017). Para este grupo se ha diseñado un instrumento de 20 reactivos de opción múltiple con el cual se evaluarán los conocimientos previos sobre huertos y producción de hortalizas. El mismo instrumento se aplicará después de la capacitación.

Técnicas e instrumentos

Ejecución del proyecto:

a) Primera etapa: Evaluación diagnóstica y definición de actividades

Se realizaron varias visitas técnicas a la casa hogar para determinar la situación en la que se encuentran los espacios destinados para el desarrollo del proyecto y mediante el análisis de la información recabada se determinaron las formas de participación del equipo de profesores y alumnos de la UACH en las diversas actividades a desarrollar durante el proyecto. Se analizó la

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

información recabada en campo para su análisis y con base en ello se definió el programa de capacitaciones y asistencia técnica a seguir para el desarrollo del proyecto.

Adicionalmente se empezó a trabajar en la elaboración del manual “Producción en huertos escolares” y los trípticos que se emplearán durante las diferentes capacitaciones técnicas.

b) Segunda etapa: Establecimiento del huerto de hortalizas y su manejo

La segunda etapa inicia con la rehabilitación de las instalaciones, la entrega de los insumos y materiales requeridos para el establecimiento del huerto y la instalación de los sistemas de riego.

En esta etapa se utilizará el instrumento de colecta pretest y postest. Con ello iniciará la capacitación de los participantes. El proceso de enseñanza y aprendizaje se abordará desde tres vertientes, las cuales son:

- 1. Capacitación:** Se llevarán a cabo eventos y acciones de capacitación técnica, para que los participantes desarrollen y fortalezcan sus capacidades, habilidades y conocimientos para establecer y manejar un huerto demostrativo de hortalizas, que les permita abastecer su consumo de vegetales y en caso de tener excedentes en la producción, capacitarlos para su comercialización.

Los talleres de capacitación se impartirán de forma presencial en el huerto demostrativo en donde se abordarán temas de siembra, trasplante, labores culturales, nutrición de cultivos, manejo integrado de plagas y enfermedades, entre otros. Es importante resaltar que se tomarán en cuenta las sugerencias e intereses del grupo para ofrecer una capacitación más completa.

- 2. Asistencia técnica:** Será brindada por diversos especialistas para temas específicos como siembra, cultivo, riego, control de plagas y enfermedades, cosecha y elaboración de compostas. El objetivo es proporcionar un servicio profesional orientado a brindar recomendaciones para la mejora de los procesos productivos, incluyendo la solución de eventos emergentes de forma presencial.
- 3. Acompañamiento técnico:** La finalidad es proporcionar un seguimiento constante, proponer acciones de mejora, y coadyuvar en la comercialización de los excedentes, cuando estos existan.

Se realizarán las acciones de capacitación abordando los siguientes temas:

- Beneficio del consumo de hortalizas frescas en la salud humana.
- La importancia del agua y suelo en el desarrollo de las plantas.
- Diseño y establecimiento del huerto.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

- Establecimiento de camas de cultivo, sistemas de riego y nutrición vegetal.
- Métodos de siembra, directa y trasplante.
- Identificación y control de las principales plagas y enfermedades en hortalizas
- Preparación de caldos minerales y extractos vegetales para la prevención de plagas y enfermedades hortícolas.
- Los abonos orgánicos y su importancia en la producción de alimentos.

c) Tercera etapa. Evaluación final y elaboración de informe

Durante el desarrollo de las actividades se tomarán una serie de datos, se analizarán los resultados obtenidos, los cuales permitirán evaluar los objetivos y metas cumplidas durante el desarrollo del proyecto, y servirán como base para la elaboración del informe final.

Resultados esperados

Se espera que al finalizar el proyecto el huerto esté en pleno funcionamiento y que los participantes de la Casa Hogar se hayan apropiado de la tecnología para la producción de hortalizas y que puedan ser capaces de mantener el huerto de manera independiente, asimismo que se continúe fomentando y fortaleciendo la capacitación de futuras generaciones que participen de manera activa en la producción de hortalizas de manera sostenible, así como en la promoción para el consumo de productos obtenidos de manera sostenible en beneficio de la salud.

Como productos entregables de este proyecto a continuación se enlistan los siguientes:

- ✓ Documento Diagnóstico situacional de la casa hogar.
- ✓ Programa de capacitaciones para el manejo del vivero y huerto hortícola y asistencia técnica.
- ✓ Manual de capacitación “Producción en huertos escolares”.
- ✓ Trípticos para el manejo del huerto para la producción de hortalizas.
- ✓ Informe de capacitaciones con listas de asistencia y evidencias fotográficas.
- ✓ Informe de asistencia técnica y evidencias fotográficas.
- ✓ Informe parcial de avances.
- ✓ Informe final de resultados.

Conclusiones

- Actualmente se concluyó la primera etapa del proyecto, se ha realizado el acondicionamiento del espacio donde se establecerá el huerto y se ha elaborado el programa de capacitación, así como el instrumento para evaluar la adquisición de conocimientos sobre los temas tratados.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

- Con el uso del instrumento de evaluación Pretest- Posttest también se pueden identificar las deficiencias de capacitación y puesta en marcha de proyectos sociales y con ello afinar los programas de extensionismo universitario en aquellos sistemas cuasiexperimentales.
- Se considera que la implementación de este tipo de proyectos contribuye a establecer un lazo más estrecho entre la Universidad y la población de centros urbanos y periurbanos, permitiendo una colaboración directa con los consumidores finales y no solo las cadenas de producción primarias.
- La puesta en marcha de huertos es una herramienta útil en el beneficio del desarrollo integral de niñas, niños y jóvenes, generando un interés por la naturaleza, el cual puede ser transmitido a sus pares.
- El establecimiento del huerto permitirá una mejora en la alimentación de los infantes alojados en la unidad de aprendizaje, consiguiendo que la universidad apoye en el cumplimiento de la seguridad alimentaria como parte de lo establecido en los objetivos de la Agenda 2030.
- Con lo que se lleva de desarrollo del proyecto se ha contribuido a la vinculación de la Universidad con empresas participantes, las cuales también están contribuyendo en la implementación de este.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Literatura Citada

- Castro Luis (1975). Diseño Experimental sin Estadística. México, Trillas.
- FAO (2006). Crear y manejar un huerto escolar. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. 10:9-18.
- FAO (2010). Nueva política de huertos escolares. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma. 6:15-20.
- FAO (2014). Una huerta para todos. Manual de Autoinstrucción. Santiago de Chile, 5ª edición)
- CONEVAL. (2022). Medición multidimensional de la pobreza en México, 2016-2020. México: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. En línea: https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Documents/MMP_2018_2020/Pobreza_multidimensional_2016_2020_CONEVAL.pdf
- Ministerio de Educación (2009). El huerto escolar. Graficolor S.A. de C.V. El Salvador. 32:9-41.
- OMS (2017). Programa de Educación Sexual CESOLAA (Curso de Educación Sexual on line de auto aprendizaje). Universidad de Chile, Escuela de Salud Pública y Unidad de TIC para la Innovación Educativa, Chile.
- Pujolás (2009). El Aprendizaje Cooperativo 9 ideas clave. España, Grao.

Análisis de crecimiento y rendimiento de maíz en función del genotipo y nitrógeno, en clima templado

Cid Aguilar Carpio²⁵; José Alberto Salvador Escalante Estrada²⁶; Adriana Pérez Ramírez²⁷; Yessica Flor Cervantes Adame²⁸

Resumen

En México, el maíz es el cultivo más estudiado por ser el alimento básico de los mexicanos. Por ende, se debe explorar el tipo de variedades que conviene sembrar en cada agroecosistema y el manejo más apropiado para mejorar su productividad. Por lo cual, el objetivo fue determinar el número de hojas, índice y duración de área foliar, materia seca, tasa de crecimiento del cultivo y rendimiento de grano en maíz criollo y mejorado, en función del nitrógeno. El estudio se estableció en Montecillo, Estado de México. Los tratamientos consistieron en sembrar el maíz criollo Michoacán 21 y el híbrido Promesa con la aplicación de 0, 80 y 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno. Para evaluar el crecimiento del cultivo, se contabilizó el número de hojas (NH), además, de que se calculó el índice de área foliar (IAF), duración del área foliar (DAF) y la tasa media de crecimiento del cultivo (TCC). A madurez fisiológica se evaluó la materia seca (MS) y rendimiento de grano (RG). En Promesa la aplicación de 80 y 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno generó el mayor NH e IAF. En el caso de la DAF, MS, TCC y RG se logró con 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno. En relación con Michoacán-21 la más alta producción de MS, TCC, NH, IAF, DAF fue con 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno, no así en el rendimiento de grano en donde la aplicación 80 y 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno, no mostró diferencias.

Palabras claves: *Zea mays*, materia seca, fertilización, productividad.

Abstract

In Mexico, corn is the most studied crop for being the staple food of Mexicans. Therefore, the type of varieties that should be planted in each agroecosystem and the most appropriate management to improve their productivity should be explored. Therefore, the objective was to determine the leaves number, leaf area index and duration, dry matter, crop growth rate and grain yield in native and improved corn, as a function of nitrogen. The study was established in Montecillo, State of México.

²⁵ Doctor en Ciencias. Posgrado de Botánica. Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. aguilar.cid@colpos.mx

²⁶ Doctor Ingeniero Agrónomo. Posgrado de Botánica. Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados. jasee@colpos.mx

²⁷ Maestra en Ciencias. IDAGRO S de RL de CV. pera1283@yahoo.com.mx

²⁸ Doctora en Ciencias. Escuela de Estudios Superiores de Xalostoc, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Yessica.cervantes@uaem.mx

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

The treatments consisted of sowing the native corn Michoacán 21 and hybrid Promesa with the application of 0, 80 and 160 kg ha⁻¹ of nitrogen. To evaluate the crop growth, leaves number (NH) was counted, in addition, the leaf area index (LAI), leaf area duration (DAF) and mean crop growth rate (TCC) were calculated. At physiological maturity, dry matter (DM) and grain yield (GY) were evaluated. In Promesa, the application of 80 and 160 kg ha⁻¹ of nitrogen generated the highest NH and LAI. In the case of DAF, MS, TCC and RG, it was achieved with 160 kg ha⁻¹ of nitrogen. In relation to Michoacan-21, the highest production of MS, TCC, NH, IAF, DAF was with 160 kg ha⁻¹ of nitrogen, but not in grain yield where the application of 80 and 160 kg ha⁻¹ of nitrogen, showed no differences.

Key words: *Zea mays*, dry matter, fertilization, productivity.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

En México, el maíz es el cultivo más estudiado, por ser el alimento básico de los mexicanos. Se siembran alrededor de 7,372,218 ha con un rendimiento promedio de 3.19 t ha⁻¹. En el Estado de México, la producción es de 1,398,333 t y rendimiento de 3.49 t ha⁻¹ (SIAP, 2020). En estas áreas agrícolas, los agricultores prefieren el uso de poblaciones nativas de maíz, sin embargo, genera bajos rendimientos de grano (Aguilar *et al.*, 2016). En algunas áreas, las empresas productoras de maíz han introducido híbridos que muestran amplia adaptación a las condiciones ambientales de la localidad. Por lo cual, se debe explorar el tipo de variedades que conviene sembrar en cada agroecosistema y el manejo más apropiado para una mayor producción de este. Dentro del manejo agronómico, los fertilizantes a base de nitrógeno son los más utilizados en la agricultura, por ser determinante en el incremento del rendimiento en maíz. No obstante, representa una inversión de alto costo y riesgo ambiental (Aguilar-Carpio *et al.*, 2015).

El crecimiento del cultivo está influenciado principalmente por el clima y los nutrimentos (Naresh y Singh, 2001). En base a lo anterior, el análisis de crecimiento ha sido usado ampliamente para el estudio de los factores (nitrógeno y condiciones ambientales) que influyen en el desarrollo de la planta y el rendimiento, a través del seguimiento de la acumulación de materia seca durante el ciclo del cultivo (Santos *et al.*, 2010), así como para comparar el rendimiento de diferentes cultivares y especies en condiciones similares de crecimiento (Woo *et al.*, 2004). El análisis de crecimiento usa medidas directas como el peso de la materia seca, la cual depende del tamaño del área foliar, de la tasa a la cual funcionan las hojas y el tiempo que el follaje persiste (Tekalign y Hammes, 2005). Estudios en maíz, indican que con la aplicación de nitrógeno se ha logrado incrementar la producción de materia seca mediante sus índices de crecimiento y rendimiento de grano. Con la incorporación de nitrógeno en el suelo en el cultivo de maíz se puede lograr incrementar la MS, IAF, DAF y TCC (Aguilar-Carpio *et al.*, 2015; Aguilar *et al.*, 2016; Aguilar-Carpio *et al.*, 2017). En general, los antecedentes indican que, con el uso de nitrógeno, se logra incrementar la materia seca total, así como los índices de crecimiento y el rendimiento de grano tanto en maíz criollo como híbrido. No obstante, los reportes sobre el tema en clima templado y con los genotipos utilizados en el estudio no son abundantes por lo que, el objetivo del presente fue determinar el número de hojas, índice y duración de área foliar, producción de materia seca, tasa de crecimiento del cultivo y rendimiento de grano en maíz mejorado y criollo en siembra de temporal, en función del nitrógeno.

Materiales y métodos

El estudio se estableció bajo lluvia estacional en Montecillo, Estado de México, de clima templado con lluvias en verano (precipitación anual de 558 mm) y altitud de 2240 m (BS₁, García, 2005). Los tratamientos consistieron en sembrar del maíz criollo Michoacán 21 y el híbrido Promesa y 0, 80 y 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno (N) el cual se aplicó de forma fraccionada, la mitad del N a los 10 días después de la siembra (dds) y el resto a los 40 dds. La densidad de población fue de 6.25

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

plantas m⁻² y en distancia entre surcos de 80 cm. El diseño experimental fue bloques completamente al azar con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de cuatro surcos de 0.8 m de ancho x 4 m de longitud. Para conocer las características iniciales del suelo en los primeros 30 cm de profundidad, se realizó un análisis físico y químico en el Laboratorio de Nutrición Vegetal S. C., Fertilab. Los resultados indican que es un suelo de textura franco arcillo arenosos, densidad aparente de 1.22 g cm⁻³, pH 8.2, conductividad eléctrica 0.41 dS m⁻¹, materia orgánica de 1.70 % y nitrógeno total de 3.46 ppm. Durante el desarrollo del estudio se registró la temperatura máxima (T_{máx}), mínima (T_{mín}) decenal y la suma de la evaporación (Ev, mm) y precipitación (PP, mm), datos proporcionados por la estación Agrometeorológica del Colegio de postgraduados. También se registró la ocurrencia de las fases fenológicas como: días a emergencia, floración y a madurez fisiológica. El criterio utilizado es el presentado por Ritchie y Hanway (1982). También, para cada fase fenológica se determinó la acumulación de unidades calor (UC) para el cultivo, mediante el método residual, el cual es descrito por la siguiente relación como se indica en Snyder (1985):

$$UC = (T_{máx} + T_{mín} / 2) - TB$$

Donde: T_{máx} = Temperatura máxima diaria (°C), T_{mín} = Temperatura mínima diaria (°C) y TB = Temperatura base, considerada de 10 °C (Íñiguez-Covarrubias *et al.*, 2014). La evapotranspiración del cultivo (ET_c) se calculó a partir de los datos de la evaporación (Ev) del tanque tipo “A”, utilizando 0.6 como coeficiente para el evaporímetro, kc inicial = 0.35, kc a mediados del periodo = 1.14 y kc final = 0.6 (Doorenbos y Pruitt, 1986), a partir de la siguiente ecuación:

$$ET_c = Ev \times 0.6 \times K_c$$

Para evaluar el crecimiento del cultivo, se hicieron muestreos destructivos de dos plantas en la parcela útil de cada unidad experimental a los 40, 62, 100 y 145 dds, en cada uno de los muestreos se contabilizó el número de hojas por m² (NH) y el área foliar se midió con un integrador electrónico (LI-COR 3100), el cual se utilizó para calcular el índice de área foliar (IAF) y duración del área foliar (DAF), en base a la siguientes ecuaciones: $IAF = (AF/NP) \times DP/100 \text{ dm}^2$, donde AF = área foliar (dm²), NP = número de plantas muestreadas y DP = número de plantas m⁻². $DAF = \Sigma ((IAF_1 + IAF_2) (T_2 - T_1)) / 2$, donde: Σ = sumatoria de la duración del área foliar para cada periodo estudiado, IAF₁ = índice de área foliar en un tiempo inicial (T₁, en días), IAF₂ = índice de área foliar en un tiempo final (T₂, en días) (Escalante y Kohashi, 2015). También se evaluó la materia seca (MS, g m⁻²); para lo cual las muestras se secaron a 80 °C en una estufa de circulación de aire forzado hasta peso constante. Con estos datos se calcularon las tasas medias de crecimiento del cultivo ($\overline{TCC}$) mediante la ecuación: $\overline{TCC} = [(PS_2 - PS_1) / A (T_2 - T_1)]$ donde: PS₂ y PS₁ indican el peso de la materia seca de la planta en los tiempos T₂ y T₁, respectivamente y A representa el área ocupada por la planta (Escalante y Kohashi, 2015). A la madurez fisiológica se evaluó el rendimiento de grano (RG, g m⁻²). A las variables en estudio, se les aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) mediante el programa estadístico del SAS Versión 9.0 (SAS, 2003), la prueba de comparación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$), a excepción de las variables materia seca y tasa de crecimiento del cultivo, a los cuales se les realizó un análisis de regresión y se obtuvo la ecuación correspondiente, con el programa Excel®, Microsoft Office de Windows.

Resultados

Fenología, condiciones climáticas, unidades calor y evapotranspiración

En la Figura 1, se observa la media decenal de la $T_{máx}$ y $T_{mín}$ durante el desarrollo del cultivo que fluctuó entre 31 y 21 °C, y entre 13 y 8 °C, respectivamente. Durante la etapa de siembra (S) a FL, la $T_{máx}$ y $T_{mín}$ promedio fueron de 31 y 8 °C y de FL a MF de 25 y 8 °C, respectivamente. Dichos valores se encuentran dentro del umbral térmico en promedio de 18 a 22 °C apropiado para cultivares de maíz adaptados a los valles altos de México (Pecina *et al.*, 2011), lo cual indica que la temperatura no fue limitante para una mayor expresión del rendimiento. La suma de la PP durante el ciclo del cultivo fue de 504 mm, considerando que durante el desarrollo del cultivo de maíz requiere de al menos 500 mm de agua (Lafitte, 2002). La mayor PP (374 mm) ocurrió en la etapa de S a FL de los genotipos, en los meses de junio y julio. Sin embargo, de FL a MF la PP fue más baja (129 mm). Esto limitó una mayor expresión del RG (Faraldo *et al.*, 2011).

Los genotipos en estudio presentaron diferencias en las fechas a ocurrencia de las etapas fenológicas, a excepción de la emergencia donde fue similar (6 dds) con un requerimiento de calor de 69 UC. En contraste, la floración de Michoacan-21 ocurrió a los 84 dds con 866 UC y en Promesa a los 90 dds con 1003 UC. La MF en Michoacan-21 fue a los 140 dds (1452 UC) y en Promesa a los 146 dds con 1490 UC (Figura 1 y 2). En referencia, Díaz-López *et al.* (2013) reportaron en el ciclo del cultivo de maíz, requerimiento térmico de 1158 UC, valor inferior al encontrado en el presente estudio.

En la Figura 2 se observa que la acumulación de UC y la ET_c durante el ciclo del cultivo, mostró una relación lineal con el tiempo que respondió al modelo $y = a + bx$. En cuanto a la ET_c , del periodo de S a E fue de 12 mm, para los genotipos. De S a FL fue de 218 y 231 mm en Michoacan-21 y Promesa, respectivamente. De FL a MF fue de, 179 y 181 mm en Michoacan-21 y Promesa, respectivamente. La ET_c total fue de 397 mm en Michoacan-21 y de 412 mm en Promesa. Esto indica que las necesidades hídricas del cultivo difieren entre genotipo; por su mayor ciclo de crecimiento, son más altos en Promesa.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
 Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
 Chapingo, México

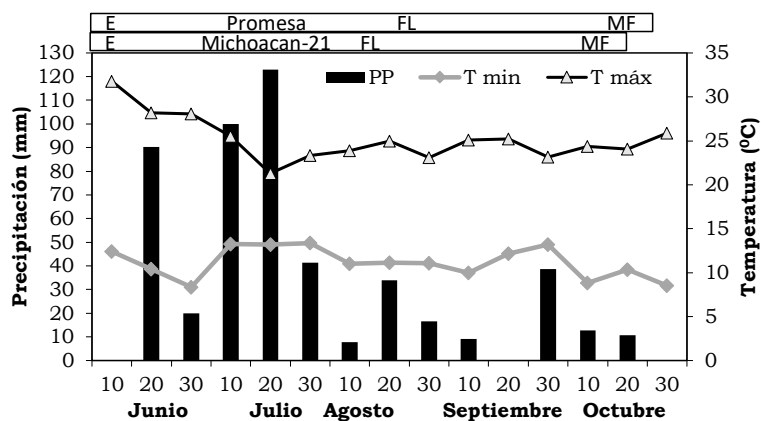


Figura 1. Medias decenales de la temperatura máxima (Tmáx, °C), mínima (Tmín, °C) y suma decenal de la precipitación (PP, mm) durante el ciclo del cultivo de los maíces Michoacan-21 y Promesa. E = Emergencia, FL = Floración, MF = Madurez fisiológica.

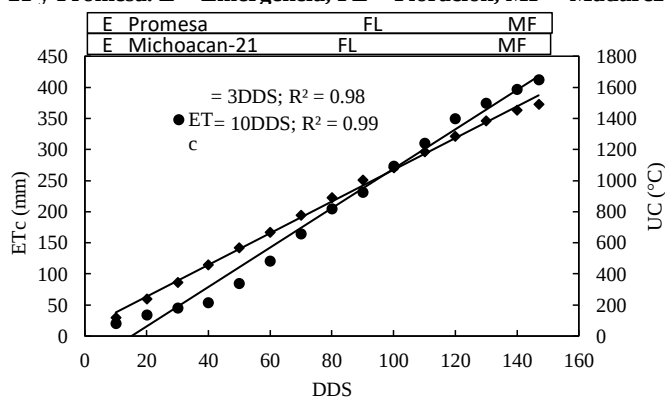


Figura 2. Unidades calor (UC), evapotranspiración (ETc) y fenología durante el ciclo del cultivo en los cultivares de maíz Michoacan-21 y Promesa. E = Emergencia, FL = Floración, MF = Madurez fisiológica.

Número de hojas, índice de área foliar y duración del área foliar

El ANDEVA presentado en el Cuadro 1, para la DAF mostró cambios significativos debido a genotipos, nitrógeno y la interacción genotipo x nitrógeno. También, se observaron diferencias significativas en el IAF, a los 40, 100 y 146 dds, en el NH a los 146 dds.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Cuadro 1. Análisis de varianza para número de hojas (NH), índice de área foliar (IAF) y duración de área foliar total (DAF).

Factor	NH m ²				IAF				DAF
	40	62	100	146	40	62	100	146	
			Días después de la siembra						Días
Genotipo	NS	NS	**	**	*	NS	**	**	**
Nitrógeno	**	NS	NS	*	**	**	**	**	**
Genotipo x Nitrógeno	*	NS	*	*	**	*	*	*	*

*, ** = $P \leq 0.05$, 0.01 , respectivamente; NS = No significativo a $P \geq 0.05$.

Genotipo

En el Cuadro 2, que presenta el NH, IAF y DAF se observan cambios significativos entre genotipos. Hasta los 100 dds el NH e IAF de Promesa fue superior a Michoacan-21. Esto indica que Promesa mostró el más alto NH y dosel vegetal, el cual coincidió con el desarrollo reproductivo de la planta, momento en el cual necesita de su máxima capacidad fotosintética para acumular carbohidratos y ser utilizados en la formación de la mazorca (Lafitte, 2002). También se reflejó en la DAF, debido a que Promesa presentó una mayor expansión y duración de área foliar. Al respecto, Ortiz *et al.* (2005) entre genotipos de maíz, encontró que el IAF fue de 6, superior a los genotipos del presente estudio, debido a que los materiales genéticos presentaron mayor área foliar total.

Nitrógeno

En el Cuadro 2, se observa que el N ocasionó cambios significativos para el NH, IAF y DAF. Así, con 80 y 160 kg ha⁻¹ de N no se observaron diferencias en la aparición del NH. Sin embargo, el IAF y DAF más alto se presentó con 160 kg ha⁻¹ de N. Estos resultados indican que con la aplicación de N se incrementa el área de la hoja y en consecuencia el periodo de actividad fotosintética (Boomsma *et al.*, 2009). Al respecto, Aguilar-Carpio *et al.* (2022) con la aplicación de 80 y 160 kg ha⁻¹ de N no encontraron diferencias en el NH.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Cuadro 2. Número de hojas (NH), índice de área foliar (IAF) y duración del área foliar total (DAF) en genotipos de maíz en función del nitrógeno.

Factor		NH m ²				IAF				DAF
		42	62	100	146	42	62	100	146	
Días después de la siembra										Días
Genotipo	Michoacan-21	29a	46a	52b	47b	0.7a	1.9a	1.7b	1.5b	171b
	Promesa	29a	45a	63a	58a	0.6b	1.8a	2.2a	2.0a	210a
	Tukey $\alpha = 0.05$	4.5	3.4	6.3	6.3	0.06	0.1	0.1	0.1	10
Nitrógeno (kg ha ⁻¹)	0	26b	45a	55a	40b	0.5c	1.5c	1.6c	1.4c	152c
	80	32a	45a	56a	41b	0.7b	1.9b	2.0b	1.8b	200b
	160	31a	45a	61a	49a	0.8a	2.1a	2.2a	2.0a	220a
	Tukey $\alpha = 0.05$	3.3	2.5	6.5	6.5	0.07	0.1	0.1	0.1	11
	Media general	29	45	57	52	0.6	1.8	1.9	1.7	191
	CV. (%)	12	6	12	13	12	8	8	9	7

En columnas letras similares indican que los valores son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha=0.05$).

Genotipo x Nitrógeno

En el Cuadro 3, se observa que los genotipos presentaron respuesta diferente en el NH, IAF y DAF con la aplicación de N. En Michoacan-21, la respuesta más alta en el número de hojas fue a los 100 dds y en el IAF a los 62 dds con 160 kg ha⁻¹ de N. Para Promesa la mayor tasa de aparición de hojas e IAF se presentó con la aplicación de N durante el ciclo del cultivo. Al respecto Boomsma *et al.* (2009) encontraron que con la aplicación de 165 y 330 kg ha⁻¹ de N se presentó el mayor IAF en diferentes genotipos de maíz. También se observó que con la aplicación de 160 kg ha⁻¹ de N, se incrementó la DAF en ambos genotipos. Esto indica que el N aumentó la DAF que está relacionada con el crecimiento de las hojas (Woo *et al.*, 2004). En general se observa que los genotipos presentaron mayor respuesta con 160 kg ha⁻¹ de N, principalmente en Promesa. Debido a que este genotipo presento una mayor expansión foliar por efecto del nitrógeno.

Cuadro 3. Número de hojas (NH), índice de área foliar (IAF) y duración del área foliar (DAF) en genotipos de maíz en función del nitrógeno (N).

Genotipo	N	NH m ²				IAF				DAF
		40	62	100	146	40	62	100	146	
Días después de la siembra										
Michoacan-21	0	26b	45a	51b	46b	0.5d	1.4c	1.3c	1.1c	129d
	80	32a	47a	47b	42b	0.8b	1.8b	1.9b	1.7b	180c
	160	31a	46a	58a	53a	0.9a	2.2a	2.0b	1.8b	205b
Promesa	0	25b	46a	59b	54b	0.5d	1.6c	1.9b	1.7b	176c
	80	32a	44a	65a	60a	0.6c	2.0a	2.3a	2.1a	219b
	160	31a	45a	64a	59a	0.6c	2.1a	2.5a	2.3a	235a
Tukey $\alpha = 0.05$		2.3	2.4	2.3	2.3	0.1	0.4	0.4	0.4	33
Media general		52	72	72	43	1.2	4.4	4.7	2.8	331
CV. (%)		5	3	3	6	16	12	11	18	11

En columnas letras similares indican que los valores son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha=0.05$).
 *, ** = $P \leq 0.05$, 0.01, respectivamente; NS = No significativo a $P \geq 0.05$.

Materia seca (MS)

En la Figura 3, se puede observar que el patrón de producción de MS en función del N se ajustó a un polinomio de segundo grado. La más alta producción de MS correspondió a Promesa con 160 kg ha⁻¹ de N a los 146 dds, lo que indica que el N generó una mayor eficiencia en la producción de MS del dosel (Aguilar *et al.*, 2022). Con respecto a Michoacan-21 con 160 kg ha⁻¹ de N fue donde se obtuvo la mayor producción de MS durante el desarrollo del cultivo, ya que la producción de MS por día fue de 0.59 g m⁻², lo anterior, respecto al testigo sin aplicación. Esto demuestra que el N incrementa el peso seco del dosel vegetal, así como lo señalan (Aguilar-Carpio *et al.*, 2022).

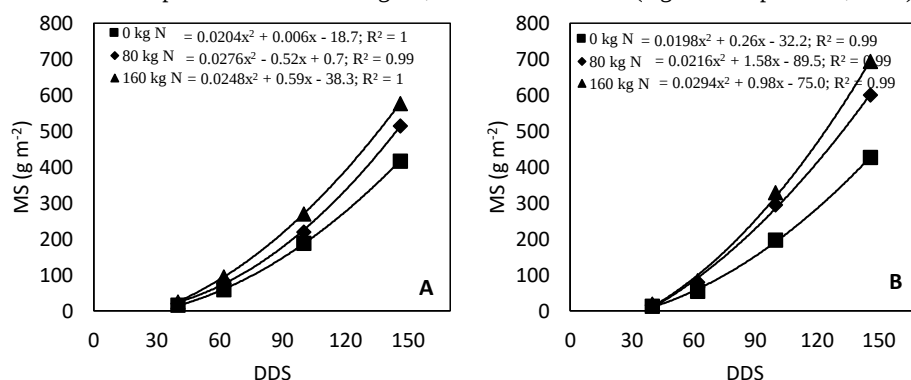


Figura 3. Dinámica de la materia seca total en el maíz Michoacan-21 (A) y Promesa (B) en función del nitrógeno durante el ciclo del cultivo.

Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)

En la Figura 4 se observa que la $\overline{TCC}$ más alta se presentó en Promesa con aplicación de 160 kg ha⁻¹ de N, desde los 22 hasta los 123 dds la tendencia se ajustó a un modelo cuadrático, que indica que la producción por día fue de 0.15 g m⁻² día⁻¹, el nitrógeno logró incrementar la eficiencia de la planta en la producción de materia seca (Woo *et al.*, 2004). En el caso de Michoacan-21 la mayor $\overline{TCC}$ se presentó con 160 kg ha⁻¹ de N desde los 51 a los 123 dds. De acuerdo con el modelo de regresión cuadrática, la mayor producción de MS por día se obtuvo con 160 kg ha⁻¹ de N. Lo que indica que la maquinaria fotosintética es más eficiente en la producción de materia seca durante el desarrollo del cultivo por efecto del N (Aguilar *et al.*, 2022).

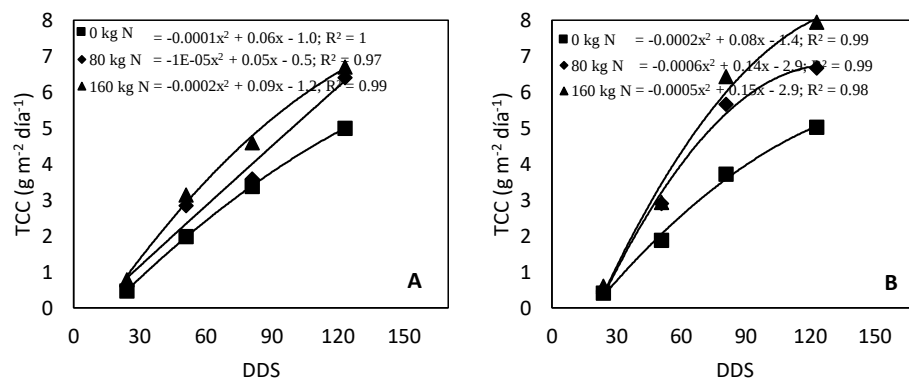


Figura 4. Dinámica de la tasa media de crecimiento del cultivo ($\overline{TCC}$) en maíz Michoacan-21 (A) y Promesa (B) en función del nitrógeno (N).

Rendimiento de grano

El ANDEVA mostró cambios significativos en el RG por efecto de la interacción genotipo x nitrógeno (Figura 5). El RG más alto se presentó en Promesa con 160 kg N ha⁻¹ y en Michoacan-21 fue con 80 kg ha⁻¹ de N. Esto indica que los genotipos mostraron respuesta diferente a la aplicación de N. Siendo más eficiente Michoacan-21 en el uso del N. El alto RG en Promesa al aplicar 160 kg ha⁻¹ de N, se relacionó con el mayor NH, IAF, DAF, MS y TCC. Relaciones similares observaron Rincón *et al.* (2007), en el RG con un alto IAF y TCC.

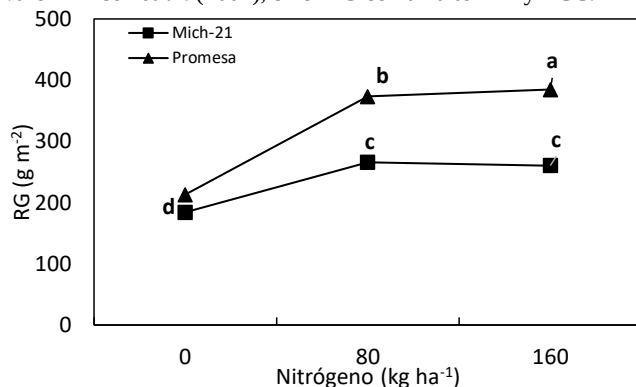


Figura 5. Rendimiento de grano (RG) en genotipos de maíz en función del nitrógeno.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

En síntesis, estos resultados indican que la materia seca durante el desarrollo del cultivo y el rendimiento de grano a madurez fisiológica fueron más altos en Promesa con la aplicación de 160 kg ha⁻¹ de N, esto se relacionó con el incremento del tamaño y duración del aparato biomolecular fotosintético (NH, IAF y DAF), el cual generó la TCC más alta. En cambio, con Michoacan-21 la mayor respuesta se vio favorecida con la aplicación de 160 kg ha⁻¹ de N, el cual ocasionó un incremento en la materia seca total, producto del mayor número de hojas, expansión, duración y velocidad de crecimiento del dosel vegetal (IAF, DAF y TCC) y no así para el rendimiento de grano el cual fue con 80 y 160 kg ha⁻¹ de N.

Conclusiones

En Promesa la aplicación de 80 y 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno generó el mayor NH e IAF. En el caso de la DAF, MS, TCC y RG se logró con 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno. En relación con Michoacan-21 la más alta producción de MS, TCC, NH, IAF, DAF fue con 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno, no así en el rendimiento de grano en donde la aplicación 80 y 160 kg ha⁻¹ de nitrógeno, no mostró diferencias.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Literatura Citada

- Aguilar-Carpio, C., Escalante-Estrada, J. A. S., Aguilar-Mariscal, I., Mejía-Contreras, J. A., Conde-Martínez, V. F. y Trinidad-Santos, A. 2015. Rendimiento y rentabilidad de maíz en función del genotipo, biofertilizante y nitrógeno, en clima cálido. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18(2), 151-163.
- Aguilar, C. C., Escalante, J. A. S., Aguilar, I., Mejía, J. A., Conde, V. F. y Trinidad, A. 2016. Eficiencia agronómica, rendimiento y rentabilidad de genotipos de maíz en función del nitrógeno. *Terra Latinoamericana*, 34(4), 1-11.
- Aguilar-Carpio, C., Escalante-Estrada, J. A. S., Aguilar-Mariscal, I. y Pérez-Ramírez, A. 2017. Crecimiento, rendimiento y rentabilidad del maíz VS-535 en función del biofertilizante y nitrógeno. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 4(12), 475-483. <https://doi.org/10.19136/era.a4n12.1000>.
- Aguilar-Carpio, C., Escalante-Estrada, J. A. S., Aguilar-Mariscal, I. y Rojas-Victoria, N. J. 2022. Rentabilidad y rendimiento de tres genotipos de maíz en respuesta al biofertilizante y nitrógeno, en clima templado. *Biotecnia*. 18: 151-163.
- Aguilar, C. C., Arriaga, R. L. M., Cervantes, A. Y. F., Arenas, J. Y. R. y Escalante, E. J. A. S. 2022. Rentabilidad y producción del maíz VS-535 en respuesta a la fertilización química y biológica. *Acta Universitaria*. 32: e3285.
- Boomsma, C. R., J. B. Santini, M. Tollenaar and T. J. Vyn. 2009. Maize morphophysiological responses to intense crowding and low nitrogen availability: *An analysis and review*. *Agronomy Journal*. 101(6): 1246-1452.
- Díaz-López, E., J. M. Loeza-Corte, J. M. Campos-Pastelín, E. J. Morales-Rosales, A. Domínguez-López y O. Franco-Mora. 2013. Eficiencia en el uso de la radiación, tasa de asimilación neta e integral térmica en función del fósforo en maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia*. 47: 135-146.
- Doorenbos, J. y W. O. Pruitt. 1986. Las necesidades de agua por los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje. Manual 24.
- Escalante, E. J. A. S., S. J. Kohashi. 2015. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 84 p.
- Faraldo, L. M., G. T. Vergara, G. A. Casagrande, J. P. Arnaiz, H. Mirasson y C. Ferrero. 2011. Eficiencia en el uso del agua y radiación en maíz, girasol y soja, en la región oriental de la Pampa, Argentina. *Agronomia Tropical*. 61(1): 47-57.
- García E. 2005. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª Edición. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. 217 p.
- Íñiguez-Covarrubias, M., Ojeda-Bustamante, W., Díaz-Delgado, C. & Sifuentes-Ibarra, E. (2014). Análisis de cuatro variables del período de lluvias asociadas al cultivo maíz de temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(1), 101-114. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263129782009>
- Laffite, H. R. 2002. Fisiología del maíz tropical. Programa de maíz CIMMT. *Tecnifenalce* 2(7): 4-5.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

- Naresh, K. S. and C. P. Singh. 2001. Growth analysis of maize during long and short duration crop seasons: influence of nitrogen source and dose. *Indian Journal Agriculture Res.* 35(1): 13-18.
- Ortiz, S. C. A., M. C. Gutiérrez C., J. Nieves F. 2005. Estimación de rendimiento de maíz con el método FAO en el ejido de Atenco, Edo. de Méx. *Revista Geografía Agrícola.* 035: 57-65.
- Pecina, M. J. A., M. C. Mendoza- Castillo, J. A. López-Santillán, F. Castillo-González, M. Mendoza-Rodríguez y J. Ortiz-Cereceres. 2011. Rendimiento de grano y sus componentes en maíces nativos de Tamaulipas evaluados en ambientes contrastantes. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 34(2): 85-92.
- Rincón, A., G. A. Ligarreto y D. Sanjuanelo. 2007. Crecimiento del maíz y los pastos (*Brachiaria* sp.) establecidos en monocultivo y asociados en suelos ácidos del piedemonte llanero colombiano. *Agronomía Colombiana.* 25(2): 264-272.
- Ritchie, S. W. and Hanway, J. J. 1982. How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service. Special report No. 48. Ames Iowa, EEUU. 21 p.
- Santos, C. M., M. Segura A. y C. E. Núñez L. 2010. Análisis de crecimiento y relación fuente demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín.* 63(1): 5253-5266.
- SAS Institute. 2003. SAS/STAT user's guide Release 9.1. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Sistema de Información Agropecuaria (SIAP). 2020. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. SAGARPA. México. Disponible en: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comanuar.html.
- Snyder, R. L. 1985. Hand calculating degree days. *Agric. For. Meteorol.* 35: 353-358.
- Tekalign, T. and P. S. Hammes. 2005. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and productive growth II. Growth analysis, tuber yield and quality. *Scientia Horticulturae.* 105(1):29-44.
- Woo, R. J. L., R. Vázquez A., E. Olivares S., F. Zavala G., R. González G., R. Valdez C. y C. Gallegos V. 2004. Análisis de crecimiento en maíz (*Zea mays* L.) aplicando lodos activados y urea. *Sistema de producción agropecuaria. Agrofaz.* 4(1):437-441.

Valoración genética de árboles progenitores de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) a través de la evaluación de sus progenies

José Vidal Cob Uicab²⁹; Xavier García Cuevas²⁹; Gilbert José Herrera Cool²⁹; Refugio
Ramón Rivera Leyva²⁹; Esteban Cruz López³⁰

Resumen

La identificación y selección de individuos fenotípicamente superiores, constituye el inicio y la base fundamental de un programa de mejoramiento genético forestal. El objetivo del presente trabajo fue determinar la calidad genética de las progenies de 64 árboles progenitores de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) selectos como superiores de diferentes sitios de colecta de la Península de Yucatán, México. Específicamente, relacionar la calidad genética de las progenies con las características fenotípicas de sus progenitores. Entre los meses de febrero y marzo de 2018, fue recolectado semilla botánica de 64 árboles fenotípicamente superiores de *Cedrela odorata* L. en la Península de Yucatán. En septiembre de 2018, fue establecido un ensayo de progenies en el sitio experimental San Felipe Bacalar conformado por 64 familias de medios hermanos bajo un diseño de bloques completos al azar, con 16 repeticiones y una planta por unidad experimental. En mayo de 2002, fueron evaluados las variables diámetro normal (d), altura total (at) y volumen fustal (Vf). La heredabilidad individual y de familias estimada para la variable diámetro normal, fue mayor ($h^2_i = 0.39$; $h^2_f = 0.12$) con relación al volumen del fuste ($h^2_i = 0.18$; $h^2_f = 0.06$) y altura ($h^2_i = 0.10$; $h^2_f = 0.12$). La mayor heredabilidad estimada del diámetro normal, sugiere que la selección de plantas de 3.5 años de edad basadas en el diámetro normal, es más eficiente con relación a la selección directa para mejorar el crecimiento en volumen.

Palabras clave: Mejoramiento genético forestal, selección, respuesta a la selección.

²⁹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Correo mail: josevidalc@yahoo.es;
cob.jose@inifap.gob.mx

³⁰ Universidad Autónoma Chapingo

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Abstract

The identification and selection of phenotypically superior individuals constitutes the beginning and the fundamental basis of a forest genetic improvement program. The objective of this study was to determine the genetic quality of the progenies of 64 parent trees of red cedar (*Cedrela odorata* L.) selected as superior from different collection sites in the Yucatan Peninsula, Mexico. Specifically, relate the genetic quality of the offspring with the phenotypic characteristics of their parents. Between the months of February and March 2018, botanical seed was collected from 64 phenotypically superior trees of *Cedrela odorata* L. in the Yucatan Peninsula. In September 2018, a progeny trial was established at the San Felipe Bacalar experimental site, consisting of 64 half-sibling families under a randomized complete block design, with 16 replications and one plant per experimental unit. In May 2002, the variables normal diameter (d), total height (at) and stem volume (Vft) were evaluated. The estimated individual and family heritability for the normal diameter variable was higher ($h^2_i = 0.39$; $h^2_f = 0.12$) in relation to stem volume ($h^2_i = 0.18$; $h^2_f = 0.06$) and height ($h^2_i = 0.10$; $h^2_f = 0.12$). The higher estimated heritability of normal diameter suggests that selection of 3.5-year-old plants based on normal diameter is more efficient than direct selection to improve volume growth.

Key words: Forest genetic improvement, selection, selection response.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

La identificación y selección de individuos fenotípicamente superiores, constituye el inicio y la base fundamental de un programa de mejoramiento genético forestal (PMGF). Al respecto, la selección de los individuos se realiza con base en la expresión fenotípica de los caracteres de interés (Vallejos *et al.*, 2010). Consecuentemente, la manifestación de estos caracteres esta siempre bajo efectos ambientales y genéticos los cuales, confunde al seleccionador al no distinguir entre un individuo genéticamente superior de otro que aparenta serlo (Cruz, 2005). Lo anterior, genera dos tipos de error: error tipo I, selección de individuos que realmente no son superiores genéticamente y error tipo II, cuando no se seleccionan individuos superiores genéticamente. El efecto ambiental tiene una gran influencia en la expresión fenotípica, a tal grado que la posibilidad de cometer errores tipo I y II, son las que predominan (Vallejos *et al.*, 2010).

El éxito de un programa de mejoramiento genético forestal depende de la calidad e intensidad de selección de los árboles parentales, mientras que las ganancias esperadas derivan, tanto del control genético de los caracteres de interés como de la variabilidad existente en la población (Zobel y Talbert, 1998; Balcorta y Vargas, 2004). Al respecto, la rigurosidad en la selección se estima a través del concepto denominado como “intensidad de selección” (“i”) expresado en términos de la magnitud del diferencial de selección (“S”) la cual, se define como la distancia entre el promedio del conjunto de los individuos seleccionados y el promedio de la población original para un carácter determinado (Zobel y Talbert 1998).

Por lo tanto, un programa de mejoramiento genético se define como la combinación de los procesos de selección de los árboles y de los sistemas de cruzamientos los cuales, permiten concentrar los caracteres deseables en las sucesivas generaciones de los árboles mejorados. La mayor dificultad del proceso de selección radica en identificar a los árboles deseables mediante su valor genético el cual, a diferencia del valor fenotípico, no es apreciable a simple vista. El genotipo, no es visible y por esto debe de estimarse. El proceso de evaluar genéticamente a los árboles progenitores, se denomina evaluación genética y, se realiza a partir de ensayos genéticos especialmente diseñados para tal fin.

Un ensayo de procedencias/progenies, es una plantación experimental de una especie vegetal en la cual, se establecen parcelas de varias procedencias u orígenes geográficos bajo un determinado diseño experimental (Flores *et al.*, 2014). En especies forestales los materiales más utilizados, son las progenies producto de una polinización abierta (Zobel y Talbert, 1988). Los ensayos de progenies de polinización abierta aportan información para jerarquizar a las mejores familias e individuos con relación a un determinado rasgo (Zobel y Talbert, 1988). Por otro lado, permiten calificar la calidad genética de los progenitores sobre la base del comportamiento de sus progenies y utilizar las familias como material base para la creación de una nueva población de mejora (Eyzaguirre y Magni, 1995; Gezán y Torres, 1998; Flores *et al.*, 2014). El objetivo del presente estudio fue determinar la calidad genética de las progenies de 64 árboles progenitores de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) selectos como superiores de diferentes sitios de colecta de la Península de

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Yucatán, México. Específicamente, relacionar la calidad genética de las progenies con las características fenotípicas de sus progenitores.

Materiales y métodos

El estudio, se llevó a cabo en una plantación establecida en septiembre de 2018 en el sitio experimental "San Felipe Bacalar" ubicado entre las coordenadas geográficas: 18°46' a 18°51' de L.N. y 88°17' a 88°32' de L.O., a una altitud promedio de 10 m.s.n.m. en el municipio de Othón Pompeyo Blanco, Quintana Roo, México (Chavelas Polito, 1976).

Recolección del germoplasma y establecimiento del experimento

La recolección del germoplasma fue realizado durante los meses de febrero y marzo del 2018. Al respecto, fue recolectado semilla botánica de 64 árboles superiores distribuidos en la Península de Yucatán. El experimento, fue establecido en septiembre de 2018 bajo un diseño de bloques completos al azar con 16 repeticiones y 64 familias considerando una planta por unidad experimental y una restricción de distancia de 20 metros lineales entre progenies de la misma familia.

Análisis estadístico

En el análisis, se utilizó datos de las progenies de 3.5 años de edad relacionado con: a) altura total de cada árbol desde la base hasta la parte apical (m); b) diámetro normal de cada árbol medido a 1.3 m (cm); y c) volumen individual de los árboles (m³) estimado con la siguiente ecuación:

$$VFT_{cc} = 0.000065659 DN^{1.768431077} AT^{1.137733502} \quad (1)$$

Dónde: VFT_{cc} : Volumen de fuste total con corteza (m³), DN : Diámetro normal (cm); AT : Altura total (m). Para separar los efectos de los gradientes del terreno sobre las familias dentro de cada bloque, los datos fueron estandarizados en función de los valores promedio por bloque y del promedio de todo el experimento de acuerdo con la expresión:

$$\hat{Y}_{ij} = Y_{ij} - Y_{i.} + Y_{..} \quad (2)$$

Dónde: $\hat{Y}_{ij}$ = Observación del j -ésimo árbol en el i -ésimo bloque, ajustado por efecto del i -ésimo bloque dentro del experimento; Y_{ij} = Observación original del i -ésimo árbol en el j -ésimo bloque; $Y_{i.}$ = Valor promedio de los árboles presentes en el i -ésimo bloque; $Y_{..}$ = Valor promedio de los árboles de todo el experimento.

Análisis de componentes de varianza

La determinación de los componentes de varianza fue mediante el procedimiento *PROC MIXED* del paquete estadístico SAS (SAS Institute Inc., 2015). El modelo lineal utilizado, fue el propuesto por Hernández-Máximo *et al.*, (2021) considerando a las repeticiones (bloques) como factores de efectos fijos y las familias como efectos variables:

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + P_j + BP_{ij} + F_k(P_j) + E_{ijkl} \quad (3)$$

Dónde: Y_{ijkl} = Valor observado de la l -ésima planta de la k -ésima familia en el j -ésima procedencia del i -ésimo bloque; μ = Media general; B_i = Efecto del i -ésimo bloque; P_j = Efecto de la j -ésima procedencia; BP_{ij} = Efecto de la interacción del i -ésimo bloque con la j -ésima procedencia; $F_k(P_j)$ = Efecto de k -ésima familia anidada en la j -ésima procedencia y $E_{l(ijk)}$ = Efecto del error de muestreo de la l -ésima planta dentro de la ijk -ésima parcelas, donde $i=1,..16$; $j=3$, $k=1..64$.

Heredabilidad

En este estudio, se empleó un coeficiente de determinación genética de 3 para el cálculo de la varianza genética aditiva. Dicho coeficiente, se fundamenta por la correlación genética entre hermanos obtenidos de polinización libre (Hernández-Máximo *et al.*, 2021). El cálculo de la variación genética inter e intraespecífica, fue mediante la expresión utilizada por Hernández-Máximo *et al.*, (2021):

$$Q_{st} = \sigma_p^2 / (\sigma_p^2 + \sigma_{F(P)}^2) \quad (4)$$

En todos los análisis estadísticos, fue utilizado el paquete estadístico SAS (SAS Institute inc., 2015).

Resultados y discusión

Análisis dasométrico descriptivo

A los 3.5 años de establecido el ensayo de procedencias/progenies de cedro rojo (edad de plantados los árboles), presentó una supervivencia del 93% (Figura 1), con una altura media de 4.71 m y diámetro normal de 7.86 cm.

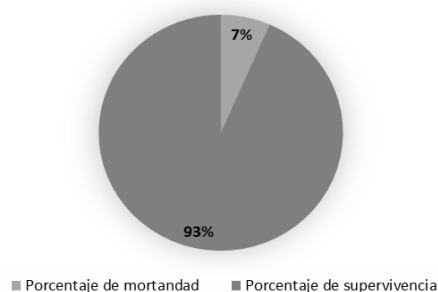


Figura 1. Porcentaje de supervivencia del ensayo de procedencias/progenies de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.).

Los valores medios de crecimiento del ensayo, equivalen a un incremento medio anual de 1.61 m/año para la altura y de 3.1 cm/año para el diámetro del fuste. Cintron (1990), reportó una tasa de crecimiento promedio anual de entre 0.5 y 1 m en altura y de entre 0.7 y 1.5 cm en diámetro al evaluar tres ensayos establecidos en Yucatán. En otros ensayos establecidos con material de Centroamérica en condiciones más favorables, se han obtenido tasas promedio de crecimiento anual que llegan hasta los 3 m en altura y 4 cm en diámetro (Cintron, 1990). Lo anterior, sugiere que existe un alto potencial para aumentar significativamente los rendimientos de la madera de *Cedrela odorata* L. en Quintana Roo.

Análisis genético cuantitativo

En la Figura 2, se observa el ordenamiento decreciente de los mejores 46 árboles madre con base en la variable Altura de Fuste Limpio (AFL) fijándole un valor mínimo de 7 m. Al respecto, destacan los genotipos 45, 22, 8, 51, 25, 7, 55, 11, 23, 56, 29, 50 y 31 por su altura de fuste limpio igual o superior a los 10 m. (Figura 2, Cuadro 1). Zobel y Talbert (1998), describen que la mejor forma de evaluar el valor genético de los progenitores seleccionados, es cultivando su descendencia en diferentes sitios de tal forma que permita estimar los valores parentales de cruzamiento. De esta manera, se determina a los progenitores cuya superioridad fenotípica son causa de crecer en un buen ambiente y aquellos que son superiores debido a un buen genotipo.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

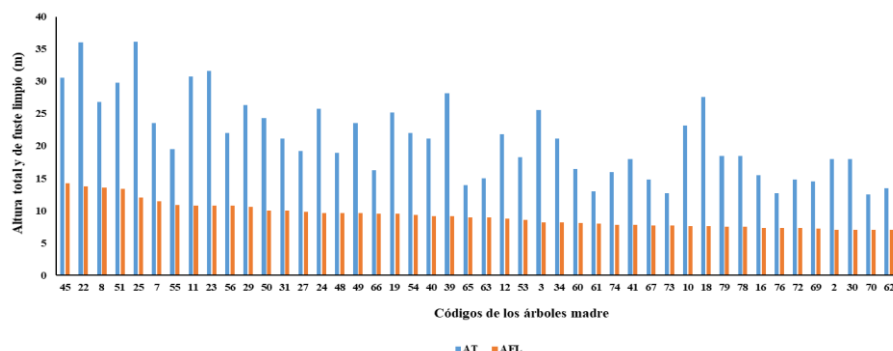


Figura 2. Ordenamiento decreciente de los árboles madre con base en la variable Altura de Fuste Limpio (AFL).

Cuadro 1. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de los árboles madre sobresalientes con base en la variable Altura de Fuste Limpio (AFL).

Código	Procedencia	Estado	Coordenadas geográficas		Variables dasométricas		
			Latitud N	Longitud O	Altura Total (m)	Altura de Fuste Limpio (m)	Diámetro Normal (cm)
45	Zoh-Laguna	Campeche	18° 41' 26.8''	89° 19' 54.2''	30.6	14.2	57.8
22	Nicolás Bravo	Quintana Roo	18° 29' 35.6''	89° 05' 12.8''	36.1	13.75	65.1
8	Laguna-Kana	Quintana Roo	19° 27' 59.4''	88° 24' 39.6''	26.8	13.6	60.7
51	Dos Lagunas	Campeche	18° 53' 16.3''	89° 19' 43.9''	29.8	13.4	41.7
25	Tres Garantías1	Quintana Roo	18° 08' 34.7''	88° 56' 20.9''	36.2	12	72.5
7	Dos Aguadas	Quintana Roo	19° 37' 47.58''	88° 39' 21.8''	23.55	11.5	41.23
55	Silvituc1	Campeche	18° 21' 25.7''	90° 15' 11.5''	19.5	10.9	45.3
11	Noh-Bec	Quintana Roo	19° 07' 27.1''	88° 19' 28.9''	30.8	10.8	78.8
23	Tres Garantías2	Quintana Roo	18° 10' 57''	89° 04' 21.2''	31.6	10.8	55.8
56	Silvituc2	Campeche	18° 15' 46.7''	90° 15' 43.3''	22	10.8	45.5
29	José M Morelos	Quintana Roo	19° 33' 10''	88° 42' 23''	26.4	10.6	52.8
50	El Ceibo	Campeche	18° 51' 48.4''	89° 18' 00.7''	24.3	10.05	39
31	La Candelaria	Quintana Roo	19° 32' 36.5''	89° 06' 37.8''	21.2	10	33.3

En la Figura 3, se observa el ordenamiento decreciente de los mejores 26 árboles madre con base en la variable Diámetro Normal (DN) fijándole un valor mínimo de 50 cm. Con la finalidad de afinar el proceso de la valoración genética de los materiales, se fijó a la variable Altura de Fuste Limpio (AFL) un valor mínimo de 7 m y a la variable Diámetro Normal (DN) 60 cm. De este nuevo ordenamiento, destacan los genotipos 40, 8, 24, 67, 22, 2, 25, 74 y 11 (Cuadro 2).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

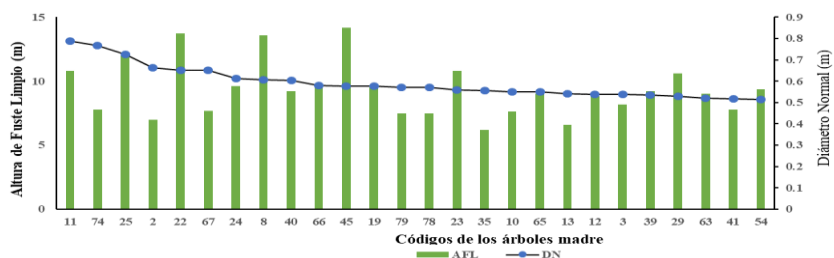


Figura 3. Ordenamiento decreciente de los árboles madre con base en la variable Diámetro Normal (DN).

La variación morfológica, está influenciada por la genética y el ambiente los cuales, actúan de manera específica sobre cada genotipo dando lugar a la adaptación y, con ello, a la plasticidad fenotípica (Galván *et al.*, 2018). Específicamente, las características de crecimiento (altura, diámetro normal y volumen) poseen un control genético moderado por lo que están más influenciados por factores ambientales. La altura y el diámetro, son variables sensibles a los efectos microambientales y a la competencia entre árboles (Vargas, *et al.*, 2003).

Cuadro 2. Ubicación geográfica de los sitios de muestreo de los árboles madre sobresalientes con base en las variables Altura de Fuste Limpio (AFL) y Diámetro Normal (DN).

Código	Procedencia	Estado	Coordenadas geográficas		Variables dasométricas		
			Latitud N	Longitud O	Altura Total (m)	Fuste Limpio (m)	Diámetro Normal (cm)
40	Sac-Be	Quintana Roo	19° 28' 28''	88° 24' 51.3''	21.2	9.2	60.4
8	Laguna-Kana	Quintana Roo	19° 27' 59.4''	88° 24' 39.6''	26.8	13.6	60.7
24	La Montaña	Quintana Roo	18° 08' 40.9''	88° 56' 51.6''	25.8	9.6	61.2
67	Temozon	Yucatán	20° 54' 08.5''	88° 07' 03.2''	14.8	7.7	65
22	Laguna-On	Quintana Roo	18° 29' 35.6''	89° 05' 12.8''	36.1	13.75	65.1
2	Xul-Ha	Quintana Roo	18° 34' 29.47''	88° 27' 35.6''	18	7	66.4
25	El Clavillazo	Quintana Roo	18° 08' 34.7''	88° 56' 20.9''	36.2	12	72.5
74	Los 3 Hermanos	Yucatán	21° 13' 01.1''	87° 43' 40.4''	16	7.8	76.8
11	Noh-bec	Quintana Roo	19° 07' 27.1''	88° 19' 28.9''	30.8	10.8	78.8

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Análisis genético de las progenies

Las variables de crecimiento observaron un control genético ligeramente mayor para el diámetro con relación a la altura y volumen, especialmente, en lo que respecta a heredabilidades individuales (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores promedio de la población, heredabilidad a nivel individual (h^2_i) y de medias de familias (h^2_f) para características de crecimiento en un ensayo de progenies de cedro rojo de 3.5 años de edad.

Variable	Media	h^2_i	h^2_f
Altura (m)	4.23	0.10	0.12
Diámetro (cm)	6.06	0.39	0.12
Volumen (dm ³)	0.0103	0.18	0.06

Patiño (1997), estimó el control genético del crecimiento en altura de cedro rojo en un ensayo de siete años de edad establecido en Campeche. Al respecto, menciona valores de heredabilidad individual de 0.04 y 0.27 muy por debajo de los valores estimados para la misma especie en este estudio. Al respecto, estos valores cambian en función de la especie, sitio de plantación y edad de la misma (Rehfeldt *et al.*, 1991; Balocchi *et al.*, 1994).

En contraste, la altura y volumen presentaron valores bajos de heredabilidad el cual, indica un mayor efecto ambiental sobre estas características. Wightman *et al.*, (2005) concluyen que la condición del sitio influye notablemente sobre el crecimiento diferenciado entre las progenies y procedencias. No obstante, el desempeño en campo de los materiales no sería suficiente de no estar acompañado de una silvicultura adecuada, adaptada a las condiciones del sitio y al producto final.

Conclusiones

El ensayo de procedencias/progenies de cedro rojo, presentó a los 3.5 años de edad una supervivencia y crecimiento satisfactorios. La heredabilidad individual estimada, fue mayor en el diámetro con respecto a la altura y volumen del fuste el cual, indica que sería más eficiente utilizar el diámetro como criterio de selección para aumentar la productividad en volumen de madera aprovechable/unidad de área.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por el Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal a través del proyecto “Establecimiento de cuatro huertos semilleros asexuales regionales con el establecimiento y evaluación temprana de 12 ensayos de progenies (tres ensayos por cada huerto) de *Cedrela odorata* L.” con clave 275052.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Literatura Citada

Balocchi, C. E., Bridgwater, F. E., and Bryant, R. (1994). Selection efficiency in a nonselected population of loblolly pine. *Forest science*, 40(3), 452-473.

Balcorta, M., J. J. Vargas. 2004. Variación fenotípica y selección de árboles en una plantación de melina (*Gmelina arborea* Linn., Roxb.) de tres años de edad. *Revista Chapingo, serie ciencias forestales y del ambiente*. 10(1):13-19.

Chavelas Polito, J. (1976). Campo Experimental Forestal San Felipe Bacalar, Quintana Roo [México]; [Forestry Experimental Station San Felipe Bacalar, Quntana Roo [Mexico]]. *Ciencia Forestal (México)*, 1(3), 65-74.

Cintron, B. B. (1990). *Cedrela odorata* L. Cedro hembra, Spanish cedar. *Silvics of North America*, 2, 250-257.

Cruz, D. 2005. Principios de Genética Cuantitativa. Universidade Federal de Vicosa. Editora UFV. Vicosa, Minas Gerais, Brasil. 394 p.

Eyzaguirre, R.; y C., Magni. 1995. Propuesta Metodológica de Evaluación Genética de dos Ensayos de Progenie de Polinización Abierta de *Pinus radiata* considerando el Efecto de la Competencia. *Revista de Ciencias Forestales*. Valdivia, Chile. 10: 107-121.

Flores F., C., J. López U. y S. Valencia M. 2014. Manual técnico para el establecimiento de ensayos de procedencias y/o progenies. Libro técnico. Zapopan, Jalisco. 154 p.

Gezán, P. S.; y Torres J. 1998. Metodologías para la Determinación del Valor de Mejora. *In: Mejora Genética Forestal Operativa*. Editores: Ipinza, Gutiérrez, Emhart, Valdivia. Chile. Pp. 311-337.

Galván-Hernández, D. M., Macedo-Villarreal, M. A., Núñez de Cáceres-González, F. F., Sánchez-González, A., and Octavio-Aguilar, P. (2018). Morphological variation of *Cedrela odorata* (Meliaceae): contrast between natural and managed populations. *Acta botánica mexicana*, 125.

Hernández-Máximo, E., Vargas-Hernández, J. J., López-Upton, J., and Sánchez-Monsalvo, V. (2021). Structure of genetic variation in vegetative phenology of *Cedrela odorata* L.: implications for tree breeding. *New Forests*, 1-23.

Patiño, V. F. (1997). Genetic resources of *Swietenia macrophylla* and *Cedrela odorata* in the neotropics: Priorities for coordinates actions. *Forest Genetic Resources* No. 25. FAO, Roma. 12 p.

Rehfeldt, G. E., Wykoff, W. R., Hoff, R. J., and Steinhoff, R. J. (1991). Genetic gains in growth and simulated yield of *Pinus monticola*. *Forest science*, 37(1), 326-342.

SAS Institute Inc. (2015). *SAS/STAT® 14.1 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc. 378 p.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Vallejos, J., Y. Badilla, F. Picado y O. Murillo. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agronomía Costarricense* 33: 105-119.

Vargas, H. J. J., Adams W. T., and Joyce D. G. 2003. Quantitative genetic structure of stem form and branching traits in Douglas-fir seedlings and implications for early selection. *Silvae Genetica*: 52: 36-44.

Wightman, K., Rodríguez, B., Ward, S., and Cornelius, J. (2005). Domesticación de cedro y caoba en la Península de Yucatán, México. Experiencias en el mejoramiento del germoplasma forestal. *Recursos Naturales y Ambiente*, 44, 119-128.

Zobel, B. J., y Talbert T. (1988). Técnicas de Mejoramiento Genético de Árboles Forestales. México. Ed. Limusa. 545 p.

Variación clonal del crecimiento de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en un huerto semillero asexual

José Vidal Cob Uicab³¹; Arturo Antonio Alvarado Segura³²; Bartolo Rodríguez Santiago³¹;
Kary Guadalupe León Landeros³²

Resumen

Cedrela odorata L. (cedro rojo), es una especie forestal de uso maderable con potencial para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales en el trópico de México. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la variación del crecimiento de 64 clones, con la finalidad de identificar a los sobresalientes y proponerlos como fuentes de germoplasma de calidad genética superior. Los clones, fueron establecidos en octubre de 2019 bajo un diseño experimental de bloques al azar (BCA) con 16 repeticiones. El diseño de plantación fue de 5 x 5 m en marco real utilizando una planta por parcela experimental. Las variables evaluadas, fueron sobrevivencia, incidencia del ataque de *Chrysobothris yucateensis*, altura total (AT) y diámetro de copa (DC). El análisis de varianza (ANDEVA), confirmó diferencias estadísticamente significativas de las variables altura total ($p \geq 0.05$; $F=5.6$) y diámetro de copa ($p \geq 0.05$; $F=5.3$) entre bloques; el análisis de la variación fenotípica, corroboró una relación directa entre la “altura total” y el “diámetro de copa” de los clones afectados por las características del suelo. Con relación a la incidencia de *Chrysobothris yucateensis*, fue determinado en promedio un 45% de daño generalizado al HSA; específicamente, los bloques 4, 5, 9 y 10, fueron los que presentaron un mayor porcentaje de ataque, registrándose en promedio un 51%. Los clones sobresalientes, fueron los establecidos en los bloques 7,11,12 y 14. El estudio, contribuyó significativamente a cimentar las bases para una siguiente etapa de investigación relacionada con correlaciones genéticas, análisis genético y selección genómica mediante la aplicación de marcadores moleculares.

Palabras clave: Mejoramiento genético forestal, propagación vegetativa, germoplasma forestal.

Abstract

Cedro rojo (*Cedrela odorata* L.), is a forest species for timber use with potential for the establishment of commercial forest plantations in the tropics of Mexico. The objective of this work was to evaluate the growth variation of 64 clones, in order to identify the outstanding ones and propose them as sources of superior genetic quality germplasm. The clones were established in October 2019 under a randomized block experimental design (BCA) with 16 replications. The

³¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Correo mail: josevidalc@yahoo.es;
cob.jose@inifap.gob.mx

³² Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico Superior del Sur del Estado de Yucatán.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

plantation design was 5 x 5 m in a real frame using one plant per experimental plot. The variables evaluated were survival, incidence of *Chrysobothris yucatensis* attack, total height (AT) and crown diameter (DC). The analysis of variance (ANDEVA) confirmed statistically significant differences in the variables total height ($p \geq 0.05$; $F=5.6$) and crown diameter ($p \geq 0.05$; $F=5.3$) between blocks; the analysis of the phenotypic variation corroborated a direct relationship between the “total height” and the “crown diameter” of the clones affected by the soil characteristics. Regarding the incidence of *Chrysobothris yucatensis*, an average of 45% generalized damage to asexual seed orchards was determined; specifically, blocks 4, 5, 9 and 10 were the ones that presented a higher percentage of attack, registering an average of 51%. The outstanding clones were those established in blocks 7, 11, 12 and 14. The study contributed significantly to laying the foundations for a next stage of research related to genetic correlations, genetic analysis and genomic selection through the application of molecular markers.

Key words: forest genetic improvement, vegetative propagation, forest germplasm.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Introducción

Cedrela odorata L. (cedro rojo), es una especie arbórea de uso maderable componente del bosque tropical Mesoamericano (Cortés, 2001). En México, se distribuye desde la vertiente del Golfo, sur de Tamaulipas hasta la Península de Yucatán; en la vertiente del Pacífico, desde Sinaloa hasta Guerrero y la depresión Central y Costa de Chiapas (Pennington y Sarukán, 1998). Dicha especie, es altamente demandada por la industria debido a las cualidades de su madera, tales como: durabilidad, color y aroma (Mader *et al.*, 2018) la cual, es utilizada para la fabricación de muebles finos, instrumentos musicales, artesanías (Cintrón, 1990; Romo-Lozano *et al.*, 2017) y en la elaboración de cajas de tabaco (Rodríguez, 2011). Por lo anterior, es la segunda especie arbórea tropical más comercializada después de la caoba (*Swietenia macrophylla* King.) (Patiño, 1997).

Por otro lado, el cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) ha sido sobreexplotado sin ningún plan de manejo adecuado el cual, ha ocasionado una disminución y fragmentación de sus poblaciones naturales con la consiguiente restricción del flujo de genes entre poblaciones (De la Torre, 2013). Lo anterior, ha generado una reducción de la diversidad genética (Leshner-Gordillo *et al.*, 2018), disminución de genotipos de alta productividad y potencialmente resistentes al estrés biótico y abiótico (Cavers *et al.*, 2013). Además, ostenta problemas de regeneración natural (Rodríguez, 2011), pérdida de la viabilidad de las semillas (García y Abdelnour, 2013), es de lento crecimiento (Galván-Hernández *et al.*, 2018) y susceptible al ataque de plagas barrenadoras.

Lo anterior, son algunos de los factores que minimizan y limitan el establecimiento y productividad de las plantaciones forestales comerciales con la especie referida (López-Ochoa *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2015). No obstante, durante las últimas décadas ha sido impulsado el mejoramiento genético forestal, como una estrategia promisorio para disminuir el impacto de los factores limitativos e incrementar la productividad y competitividad de las materias primas forestales (CONAFOR, 2019).

Por tal situación, ante la importancia de contar y concretar un programa de mejoramiento genético en torno a una de las especies utilizadas en el establecimiento de plantaciones forestales comerciales, programas de reforestación y restauración, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el desempeño en campo de 64 clones de *Cedrela odorata* L. en un huerto semillero asexual establecido en el sitio experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo. Específicamente, fueron identificados a los clones con un mejor desempeño y sobresalientes en altura y diámetro de copa, con la finalidad de seleccionar a los rametos con superioridad fenotípica para proponerlos en una siguiente etapa de análisis genético y selección genómica mediante la aplicación de marcadores moleculares.

Materiales y métodos

El Huerto Semillero Asexual, se localiza en el sitio experimental San Felipe Bacalar, Quintana Roo (18° 45' 59.9" N y 88° 23' 02.8" O). Los clones, fueron establecidos en octubre de 2019 en una superficie de 3.7 ha bajo un diseño experimental de bloques al azar. La distancia de plantación, fue

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

de 5 x 5 m en marco real utilizando 64 clones con 16 réplicas (ramet) por clon, haciendo un total de 1,024 rametos). En noviembre de 2021, fue realizado la evaluación de las variables: “Altura total” (AT), “diámetro de copa” (DC). La determinación del diámetro de copa (DC), fue mediante una cinta métrica graduada en cm realizándose la medición de la proyección en dos direcciones: norte-sur y este-oeste tomando como referencia la proyección de los extremos de la copa sobre el suelo; seguidamente, se obtuvo el promedio de los valores de las mediciones de las dos direcciones. La medición de la altura total fue con un estadal graduado en cm. Además, fue evaluado el porcentaje de supervivencia del HSA e incidencia del barrenador de tallos (*Chrysobothris yucatanensis* Van Dyke). A la información, se le realizó un análisis de varianza (ANDEVA), una prueba de comparación de medias mediante la prueba de *Tukey* a un nivel del 5% de probabilidad ($p \leq 0.05$) y una clasificación jerárquica de los clones. El análisis estadístico, fue realizado mediante el programa estadístico R (R Core Team, 2021). Al respecto, fueron discriminados los clones que presentaron cuatro o más rametos muertos, al igual que los clones de relleno. Con relación al agrupamiento y clasificación jerárquica, fue usado el promedio ponderado de las variables AT, DPC y supervivencia, dándole una ligera ponderación más alta a la variable DPC por ser la de mayor importancia y peso dentro de la jerarquización de la calidad fenotípica superior del huerto semillero asexual.

Resultados y discusión

Análisis de la supervivencia

La evaluación de la supervivencia del huerto semillero asexual, permitió determinar el éxito de la plantación a pesar de la presencia de diversos factores adversos. Al respecto, la proporción de clones vivos con respecto a los plantados fue del 89% con una representación de 911 rametos vivos de un total de 1,024 (Figura 1).

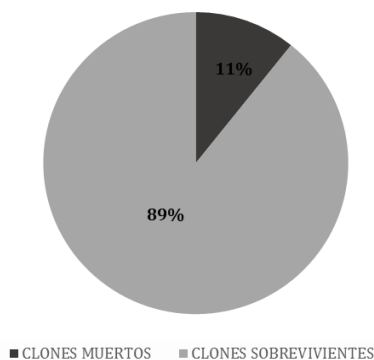


Figura 1. Porcentaje de supervivencia del huerto semillero asexual de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Específicamente, 36 clones de 64 fueron los que observaron una mayor mortandad, registrándose desde dos hasta cinco rametos muertos por clon debido a la adversidad de diferentes factores (adaptación al sitio, ataque de plagas, sequía, entre otros) (Figura 2).

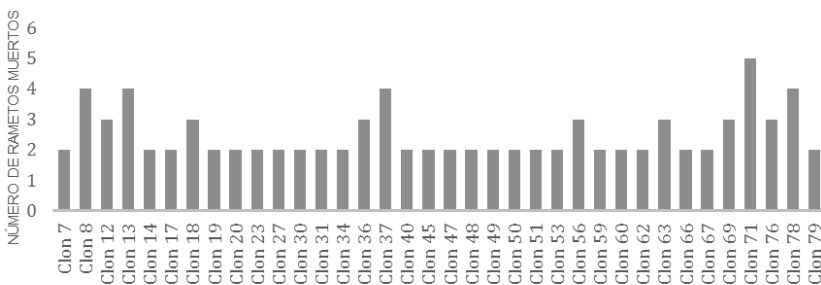


Figura 2. Registro de la mortandad de rametos por clon del huerto semillero asexual de *Cedrela odorata* L.

Aparicio-Rentería *et al.* (2014) al evaluar la supervivencia de un huerto semillero asexual de *Pinus patula*, cuantificó un 70% concluyendo que los clones con tallos menos vigorosos resisten menos a las condiciones adversas del sitio y recomienda incorporar rametos de aquellos clones con menor presencia en la plantación, con la finalidad de aumentar la diversidad genética. Sin embargo, el desempeño en campo de los rametos no sería lo suficiente de no estar acompañados de un manejo silvícola adecuado y adaptado a las condiciones del sitio de establecimiento.

Porcentaje de incidencia de *Chrysobothris yucatanensis* Van Dyke

Con relación al porcentaje de incidencia de *Chrysobothris yucatanensis*, el huerto semillero asexual registró un 45% de daño (Figura 3). Los mayores porcentajes de incidencia, se presentaron durante los meses de marzo, abril y mayo registrándose un máximo del 45% (Figura 3).

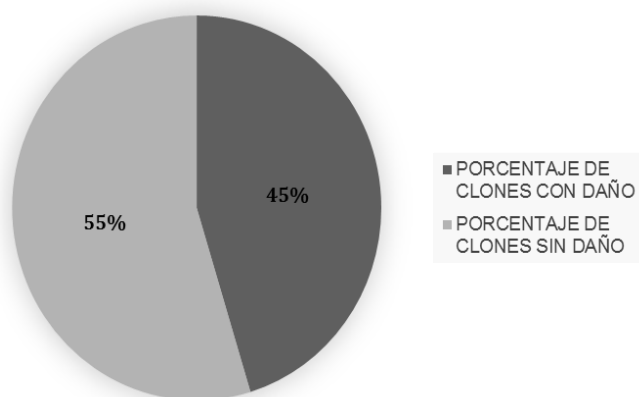


Figura 3. Porcentaje de incidencia del gusano barrenador del tallo de cedro rojo (*Chrysobothris yucatanensis*).

Zobel y Talbert (1988) mencionan que el éxito en la generación de resistencia al ataque de las plagas, está referida en la exposición de los individuos (clones) a niveles moderados de ataques. Los mismos autores coinciden en que de no considerarse tal situación, la selección de los clones no se consideraría adecuada por lo que el resultado de las pruebas, no sería concluyente.

Como una medida correctiva, fue implementado un riguroso esquema de control químico mediante la aplicación de Vanucron 600 a razón de 3 ml/L de agua. Seguidamente, fue aplicado una solución de caldo bordelés en los tallos de los clones, como una medida preventiva al ataque de *Chrysobothris yucatanensis* (Figura 4A y 4B).



Figura 4. Aplicación de caldo bordelés y ubicación del punto vulnerable al ataque del gusano barrenador. A y B. aplicación de la solución de caldo bordelés; C.- punto vulnerable al daño por *Chrysobothris yucatanensis*. Nótese el punto de unión entre la yema injertada y la planta patrón (Elaboración propia).

Por otro lado, al realizarse una revisión minuciosa de los rametos con daños, se confirmó de la existencia de un punto vulnerable en los injertos el cual, está relacionado con el punto de unión entre la planta patrón y la yema injertada (Figura 4C). La mayoría de los ataques por *Chrysobothris yucatanensis*, fueron observados que iniciaron alrededor del punto de unión entre la planta patrón y la yema injertada (Figura 4C).

Análisis de varianza

El análisis de varianza (ANDEVA), confirmó diferencias estadísticamente significativas de las variables altura total ($p \geq 0.05$; $F=5.6$) y diámetro de copa ($p \geq 0.05$; $F=5.3$) entre bloques. Por tal situación, se procedió con el agrupamiento de los clones.

Agrupamiento de clones por el método de prospección en campo

De acuerdo con las características físicas del suelo y porcentajes de incidencia de *Chrysobothris yucatanensis*, fueron identificados tres grupos de clones: sobresalientes, intermedios e inferiores (Cuadro 1). Al respecto, se aprecia que existe una relación directa entre las características físicas del suelo, porcentajes de incidencia de la plaga con los bloques que alojan a los clones. Específicamente, los clones sobresalientes prosperan en un suelo de color pardo oscuro con tendencias a una coloración negro intenso, altos contenidos de materia orgánica, profundo, 5% de pedregosidad y con bajos porcentajes de daño por *Chrysobothris yucatanensis* (Cuadro 1). Lo anterior, es atribuible a la ubicación de los bloques 7, 11, 12 y 14 que reúnen las condiciones óptimas para el crecimiento del cedro rojo, confirmándose que *Cedrela odorata* L., es una especie que prefiere suelos de color negro y mediamente pedregosos.

En contraste, los clones inferiores fueron identificados en suelos someros con una coloración de pardos a rojizos, predominantemente, con bajos contenidos de materia orgánica y un alto porcentaje de pedregosidad; además, coincidió con los bloques en los cuales, fue registrado el mayor porcentaje de incidencia de daños severos por *Chrysobothris yucatanensis* (Cuadro 1). Otra aseveración importante, es que en estos bloques las especies vegetales predominantes fueron los del tipo leñosas y arbustos espinosos, corroborándose que *Cedrela odorata* L. no prospera óptimamente en suelos someros, pobres en contenidos de materia orgánica y sin un buen drenaje.

Cuadro 1. Agrupamiento de clones de cedro rojo por su desempeño en crecimiento de acuerdo con las características físicas del suelo e incidencia de *Chrysobothris yucatanensis*.

Grupo de clones de cedro rojo	Bloques	Características físicas del suelo			Incidencia de <i>Chrysobothris yucatanensis</i>
		Color	Pedregosidad (%)	Profundidad (cm)	

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Sobresalientes	7,11,12 y 14	Pardo oscuro	5%	88	34%
Intermedios	1,2,3,6,10,13.16 y 15	Pardo oscuro	45%	40.6	48%
Inferiores	4,5,8 y 9	Pardo rojizo	49%	24.5	51%

Nota: Sobresalientes = Materiales con un mejor desempeño >2.5 m de altura; Intermedios = Materiales con un desempeño moderado 2<2.5 m de altura; e Inferiores = Materiales con un desempeño deficiente <2 m de altura.

Agrupamiento de clones por el método del promedio ponderado

En el Cuadro 2, se presenta los resultados de la clasificación jerárquica de los clones ordenados de mayor a menor. De acuerdo con el análisis, se observa tres grupos: el conjunto de clones con valores de 2 a 2.3, 1.6 a 1.99 y 1.4 a 1.57, respectivamente. Los clones cuyos valores observaron un rango de variación de entre 2 a 2.3, corresponde al grupo de clones superiores identificándose 16 de los cuales, ocho son de la procedencia geográfica Quintana Roo, cinco de Campeche y 3 de Yucatán (Cuadro 2). En contraste, los clones cuyos valores oscilaron entre 1.4 a 1.57, corresponde al grupo de clones inferiores registrándose ocho de los cuales, tres son de origen geográfico Quintana Roo, 2 de Campeche y tres de Yucatán (Cuadro 2).

En cuanto al desempeño de los materiales y su relación con su origen geográfico, el análisis estadístico confirmó que los clones de procedencia Quintana Roo, fueron los que mostraron una mejor adaptación a las condiciones ambientales, afirmando que el origen geográfico del germoplasma juega un papel fundamental en la adaptación y plasticidad fenotípica de los materiales en su ambiente natural.

Cuadro 2. Clasificación jerárquica de 59 clones de cedro rojo basado en el promedio ponderado de las variables: “Altura Total”, “Diámetro de Copa” y “Supervivencia”.

CLON	MC	CLON	MC	CLON	MC	CLON	MC
47	2.34187444	34	1.99607143	59	1.80757143	32	1.67685
10	2.26711667	23	1.98271429	3	1.80118333	70	1.6319
16	2.1811875	11	1.95291667	50	1.79588	39	1.60064286
22	2.16641857	73	1.95165	69	1.77275	67	1.57151923
21	2.1035625	49	1.93635714	27	1.76151667	42	1.55491667
19	2.10328571	17	1.92964286	24	1.75670385	57	1.54525
60	2.09807143	48	1.90914286	40	1.75291667	63	1.52136538
52	2.07484714	55	1.90342381	51	1.74992857	31	1.51878571
46	2.0445625	29	1.8924375	76	1.72234636	36	1.49864286
35	2.0386875	72	1.864625	64	1.71710714	30	1.45264286
25	2.03778333	61	1.85555	41	1.7148125	79	1.43246333
45	2.03729	2	1.8546875	12	1.70282692		

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

65	2.02498333	66	1.84182615	54	1.688
74	2.009875	18	1.82345	38	1.68738333
62	2.00264286	14	1.82292857	53	1.68025
15	2.00045	20	1.81371429	7	1.67744231

Los resultados, demostraron que la mayoría de los clones observaron un desempeño diferencial (Cuadro 2) el cual, es explicado por la influencia de los factores genético, ambiente, portainjertos e interacción con las características del sitio de plantación. Particularmente, el portainjerto ejerce influencia sobre la adaptabilidad, vigor y crecimiento de cada rameto (Hartmann y Kester, 1994) e interactúan dos individuos genéticamente distintos ocasionando heterogeneidad entre rametos del mismo clon.

Conclusiones

El análisis de la variación fenotípica confirmó una relación directa entre la “altura total” y el “diámetro de copa” de los clones el cual, fue evidenciado ya que en la medida en que los clones crecieron en altura, fue observado un mayor desarrollo de la copa. Las diferencias en el desempeño de los clones entre bloques, es atribuible a los factores genético, ambiente, portainjertos e interacción con las características del sitio de plantación. Los materiales sobresalientes, fueron los clones 10, 21, 22, 45 y 67 y los inferiores, fueron los clones 30, 31 y 79.

Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento otorgado por el Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Investigación Tecnológica Forestal para el establecimiento del Huerto Semillero Asexual como parte del proyecto: “Establecimiento de cuatro huertos semilleros asexuales regionales con el establecimiento y evaluación temprana de 12 ensayos de progenies (tres ensayos dentro de cada huerto) de *Cedrela odorata* L” con clave 275052.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Literatura Citada

Aparicio-Rentería A., S. F. Juárez-Cerrillo y L. R. Sánchez-Velásquez (2014). Propagación por enraizamiento de estacas y conservación de árboles plus extintos de *Pinus patula* procedentes del norte de Veracruz, México. *Madera y Bosques* 20:85-96.

Cavers, S., Telford, A., Arenal Cruz, F., Pérez Castañeda, A. J., Valencia, R., Navarro, C., and Vendramin, G. G. (2013). Cryptic species and phylogeographical structure in the tree *Cedrela odorata* L. throughout the Neotropics. *Journal of Biogeography*, 40(4), 732-746.

Cintron, B. B. (1990). *Cedrela odorata* L. Cedro hembra, Spanish cedar. *Silvics of North America*, 2, 250-257.

Comisión Nacional Forestal. (2019). Coordinación General de la producción y productividad. http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/08%20Gu%C3%ADas%20de%20s%C3%ADntomas%20y%20da%C3%B1os/Gu%C3%ADas%20de%20s%C3%ADntomas%20y%20da%C3%B1os%20nativas/Chrysobothris%20yucatanensis_Version%20Larga.pdf

Cortés, A. (2001). El Cedro y la Caoba en Yucatán. *Revista Forestal Centroamericana* (1), 55-57.

De La Torre, A. (2013). Estructura poblacional, diversidad y flujo genético en poblaciones ribereñas de cedro (*Cedrela odorata* L.). Antonio T., JG (ed). Reporte Manu. Lima. Ed. SERNANP. Pp 80-107.

Galván-Hernández, D. M., Macedo-Villarreal, M. A., Núñez de Cáceres-González, F. F., Sánchez-González, A., and Octavio-Aguilar, P. (2018). Morphological variation of *Cedrela odorata* (Meliaceae): contrast between natural and managed populations. *Acta botánica mexicana*, 125.

García Rojas, T., and Abdelnour Esquivel, A. (2013). Crioconservación de ápices y semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) mediante las técnicas de vitrificación y deshidratación. *Agronomía Costarricense*, 37(1), 113-126.

Hartmann, H. T., and Kester, D. E. (1994). Propagación de plantas y principios Básicos. CECOSA, Ed. Continental, séptima reimpresión. México, DF. 760 p.

Leshner Gordillo, J. M., Martínez Sánchez, J. L., Orduña Rodas, P., and Hernández Carreta, A. I. (2018). Diversidad genética del cedro rojo (*Cedrela odorata*) en el estado de Tabasco, México. *Bosque (Valdivia)*, 39(3), 411-417.

López-Ochoa, L. A., M. M. Apolinar-Hernández and Y. J. Peña-Ramírez. 2015. Characterization of chloroplast region rrn16-rrn23S from the tropical timber tree *Cedrela odorata* L. and de novo construction of a transplastomic expression vector suitable for meliaceae trees and other economically important crops. *Genetics and Molecular Research* 14(1):1469–1478.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Mader, M., Pakull, B., Blanc-Jolivet, C., Paulini-Drewes, M., Bouda, Z. H. N., Degen, B., and Kersten, B. (2018). Complete chloroplast genome sequences of four Meliaceae species and comparative analyses. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(3), 701.

Patiño, V. F. (1997). Genetic resources of *Swietenia macrophylla* and *Cedrela odorata* in the neotropics: Priorities for coordinates actions. Forest Genetic Resources No. 25. FAO, Roma. 12 p.

Pennington, T. D., y J. Sarukán. (2005). Árboles Tropicales de México. Fondo de Cultura Económica. UNAM.

Rodríguez, L. (2011). La biotecnología aplicada al mejoramiento genético del cedro (*Cedrela odorata* L.). *Instituto de Investigaciones del Tabaco*, 12(2), 63-70.

Romo-Lozano, J. L., Vargas-Hernández, J. J., López-Upton, J., and Ávila Angulo, M. L. (2017). Estimación del valor financiero de las existencias maderables de cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en México. *Madera y bosques*, 23(1), 111-120.

R Core Team. (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.R-project.org/>.

Zobel, B. J., and Talbert, J. T. (1988). Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México. Ed. Limusa. 545 p.

Calidad Fisiológica de la Semilla de Cacahuete Almacenadas Bajo Condiciones Naturales

Claudia Perez-Mendoza³³; Leticia Tavitas-Fuentes³⁴

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad fisiológica en semillas de cacahuete almacenadas bajo condiciones naturales. Los resultados mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.001$) en la mayoría de las variables en las variedades a excepción de la longitud de la parte aérea; mientras, que para el periodo de almacenamiento hubo diferencias en todos los parámetros evaluados ($P \leq 0.001$). La interacción de variedad por año fue significativa en la mayoría de los parámetros, excepto en longitud de raíz y peso seco de la parte aérea ($P \geq 0.05$). Las variedades sobresalientes en los parámetros de vigor fueron: Ranferi Díaz, San Gerardo, A-18 y Tlaxmalac. La calidad fisiológica no se vio afectada en el tercer mes de almacenamiento en comparación, a los doce meses donde se registró el mayor declive de la germinación de la semilla. Se utilizó el Análisis Multivariado de Componentes Principales (COMPRIN) con el objetivo, de ponderar las variables de mayor importancia en el estudio y de acuerdo con el análisis tres COMPRIN resultaron significativas, logrando explicar el 77% de la varianza total siendo, las variables de mayor importancia obtenidas en este estudio: velocidad y porcentaje de emergencia, longitud y peso seco de raíz y porcentaje de establecimiento en campo.

Palabras Clave: variedades, semilla, vigor.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the physiological quality of hidden peanut seeds under natural conditions. The results showed significant differences ($P < 0.001$) in most of the variables in the varieties, except for the length of the aerial part; while, for the storage period there were differences in all the parameters evaluated ($P < 0.001$). The interaction of variety per year was significant in most of the parameters, except in root length and dry weight of the aerial part ($P > 0.05$). The outstanding varieties in the vigor parameters were: Ranferi Díaz, San Gerardo, A-18 and Tlaxmalac. The physiological quality was not affected in the third month of storage in comparison, at twelve months where the greatest decline in seed germination occurred. The Multivariate Analysis of Principal Components (COMPRIN) was obtained with the objective of weighting the most important variables in the study and according to the analysis, three COMPRIN

³³ Programa de Recursos Genéticos. Campo Experimental Iguala. Hasta el año 2011. Actualmente, Campo Experimental Valle de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Texcoco, Estado de México, México.

*Autora para correspondencia: perez.claudia@inifap.gob.mx

³⁴ Programa de Recursos Genéticos Agrícolas. Campo Experimental Zacatepec, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Zacatepec, Morelos, México. Correo Electrónico: tavitas.leticia@inifap.gob.mx

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

were significant, managing to explain 77% of the total variance, being the variables of greater importance obtained in this study: speed and percentage of emergence, length and root dry weight and percentage of establishment in the field.

Key Words: varieties, seeds, vigour.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

El cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) es una leguminosa originaria de América del Sur, de donde se propagó a otras regiones tropicales y subtropicales del mundo (Hammons *et al.*, 2016). El cacahuete no es originario de México, sin embargo, las evidencias arqueológicas encontradas en las Cuevas de Coxcatlán, Puebla, ubican su existencia alrededor de 200 A.C. estableciéndose el cacahuete como parte de la Agricultura Mexicana (Álvarez, 1978).

Mazzani *et al.*, (2009) mencionan que el cacahuete es uno de los cultivos oleaginosos con amplia distribución en el mundo esto, por sus elevados contenidos de aceite vegetal (36-54%) proteína (16-36%), minerales (calcio y magnesio) y vitaminas (Li *et al.*, 2014); también, por el uso de sus semillas en la alimentación humana y en la producción de biodiesel (Melo *et al.*, 2015).

El cacahuete es un cultivo valioso para las comunidades rurales del trópico seco de México, por su resistencia a la escasez de lluvia durante el temporal, altas temperaturas, uso en la rotación con el maíz para reducir plagas y enfermedades, favorece la fertilidad del suelo al incorporar nitrógeno atmosférico y asegura ingresos económicos a las familias rurales (Dr. Abel Muñoz Orozco[†]. Comunicación personal, 2014).

En México el cultivo de cacahuete se produce bajo temporal en 48,427.49 ha con una producción de 81,532.49 t, con un rendimiento promedio de 1.71 t ha⁻¹ y un valor de la producción de 1,022,885 miles de pesos siendo los principales productores: Sinaloa (28.3%), Chiapas (15.1%), Puebla (13.8%), Chihuahua (11.8%), Oaxaca (6.8%) y Guerrero (6.3%) que juntos aportan cerca del 82.2% de la producción nacional (SIAP, 2020).

Sin embargo, para sembrar esa superficie destinada al cultivo de cacahuete es imprescindible, contar con semillas de variedades con buena calidad ya que como menciona Peske (2012), aumenta la productividad, reducen el costo de los alimentos y posibilita al agricultor la obtención de un menor costo en su actividad representando, la parte más visible de lo que la semilla puede proporcionar al productor.

A pesar de lo anterior, la producción de semillas en variedades de cacahuete es realizada por los propios agricultores de este cultivo ya que una vez realizada la cosecha del total de la producción seleccionan las mejores semillas, sanas, maduras y grandes que serán utilizadas en la próxima siembra; sin embargo, estas semillas son conservadas bajo condiciones ambientales que son desfavorables para las semillas acelerando su deterioro.

Ese deterioro, se hace evidente mediante diversos síntomas asociados con la pérdida de vigor (Bewley *et al.*, 2012). Santacruz *et al.*, (1997) realizaron un estudio con semillas de cacahuete que fueron almacenadas en diferentes ambientes naturales contrastantes y periodos de almacenamiento en donde, encontraron que semillas de las variedades criollas de cacahuete disminuyeron hasta 27.4% su germinación las que fueron almacenadas por un periodo de siete meses con altas temperaturas y humedad relativa. Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación fue

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

evaluar la calidad fisiológica de semillas en variedades de cacahuete almacenadas en condiciones naturales.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en el área experimental del Campo Experimental Iguala del INIFAP (CEIGUA) perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), ubicado en Iguala de la Independencia, Guerrero, México (Latitud: 18°20'58.13", Longitud: 99°30'25.55" y Altitud: 755 m).

En este estudio se utilizaron nueve variedades de cacahuete generadas por el INIFAP: Florida Gigante, San Gerardo, Rio Balsas, Ocozonautla, Tlaxmalac, Huitzuco-93, A-18, Ranferi Díaz, RF-214. La semilla empleada en este estudio provenía del incremento realizado en el ciclo Primavera-verano 2009 y después de cosechadas se guardó un kilogramo de cada variedad en bolsas de papel Kraft bajo condiciones ambientales de una bodega rústica (35°C en promedio). Todas las variedades de cacahuete empleadas en este estudio reportaron germinación $\geq 98\%$ y se muestrearon a los cero, tres, seis, nueve y 12 meses de almacenamiento que tenía la semilla a la fecha de estudio. Posteriormente, se evaluó la calidad fisiológica a través de las siguientes pruebas: a) calidad fisiológica en microtúnel, b) calidad fisiológica en campo.

Evaluación de la calidad fisiológica en microtúnel

La siembra se realizó en semilleros colocados bajo condiciones de microtúnel, utilizando suelo de campo como sustrato. Se utilizó un arreglo factorial completamente al azar donde el factor A fueron las variedades (VAR) y el factor B el periodo de almacenamiento (PA) (dos periodos: tres y doce meses) y cuatro repeticiones de 25 semillas en cada unidad experimental (UE). Las semillas se sembraron a cinco centímetros de profundidad, ocho cm entre plantas y 15 cm entre surcos, se aplicó un riego al momento de la siembra y posteriormente, de manera diaria para mantener el sustrato húmedo. Las plántulas fueron extraídas a los quince días después de la siembra, para evaluar:

Velocidad de Emergencia (VE). Se realizaron conteos diarios a partir de la emergencia de la primera plántula, hasta obtener el número constante de estas. Se calculó mediante la fórmula propuesta por Maguirre (Copeland y McDonald, 2001):

$$VE = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i / n)}{n}$$

Dónde: X_i = Número de plántulas emergidas por día, n = Número de días después de la siembra

Porcentaje de emergencia (PE). Se determinó con base en el número de plántulas bien desarrolladas, sanas y sin malformaciones.

Longitud de la parte aérea (LPA) y *de raíz* (LR). Se tomaron 10 plántulas al azar por repetición en donde, se midió la longitud de la parte aérea desde el cuello de la plántula hasta la punta del

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

cotiledón mientras que la longitud de la raíz fue desde el cuello del tallo hasta la punta de la raíz principal, el resultado fue expresado en centímetros (cm).

Peso seco de la parte aérea y de raíz (PSPA y PSR). De cada repetición se tomaron todas las plántulas normales y se separó la raíz de la parte aérea a la altura del cuello del tallo; posteriormente, la parte aérea y de raíz se colocaron en bolsas de papel perforadas, se sometieron a secado en estufa a 75°C durante 72 horas y transcurrido ese tiempo se tomó la lectura del peso seco y se expresó en gramos (g).

Evaluación de la calidad fisiológica en campo

Para el experimento en campo, se utilizó el mismo diseño experimental que en la evaluación de la calidad fisiológica en microtúnel. Las unidades experimentales fueron cuatro surcos de cinco metros de largo con una distancia entre surcos de 80 cm (16 m²) depositando en forma manual una semilla cada 20 cm a una profundidad de cinco cm. A los 15 días después de la siembra, se evaluó el porcentaje de establecimiento en campo esto, cuando la emergencia permaneció constante. El PEC se estimó como la relación del número de plántulas emergidas/ número de semillas sembradas.

Análisis estadístico

Las variables fueron sometidas a las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza para conocer si cumplían con las premisas. Las variables que fueron registradas en porcentajes se transformaron por arcoseno y se realizaron un análisis de varianza y una comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$) así como, un análisis multivariado de componentes principales (COMPRIN) con las variables evaluadas en cada prueba (SAS, 2000).

Resultados y discusión

Diferencias significativas ($P \leq 0.001$) se registraron en el factor variedad para la mayoría de las variables excepto, en longitud de la parte aérea y de raíz mientras, que para los meses de almacenamiento todas las variables fueron significativas ($P \leq 0.001$). La interacción de variedad por periodo de almacenamiento (VarxPA) en la mayoría de los parámetros evaluados se obtuvieron diferencias significativas, excepto en LR y PSPA ($P \geq 0.05$; Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables de calidad fisiológica evaluadas en las diferentes variedades de cacahuate y periodos de almacenamiento.

FC	Variables ⁺						
	VE (d)	PE (%)	LPA (cm)	LR (cm)	PSPA (g)	PSR (g)	PEC (%)
Variedades (VAR)	2.29**	394.6**	1.50 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.91**	0.003**	90.6*
Periodo de almacenamiento (PA)	12.67**	3872.0**	95.5**	6.54**	1.23**	0.21**	7001.4**
Interacción VarxTA	0.87*	274.0*	2.28*	0.13 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.001*	173.3*

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

CV	14.5	14.3	8.3	8.2	10.0	11.2	10.0
R ²	0.70	0.67	0.70	0.65	0.61	0.87	0.80

^aVE = velocidad de emergencia; PE = porcentaje de emergencia; LPA = longitud de la parte aérea; LR = longitud de raíz; PSPA = peso seco de la parte aérea; PSR = peso seco de la raíz; PEC = porcentaje de establecimiento en campo. ** = P<0.001; * = P<0.05; ns = no significativo; CV = coeficiente de variación; R² = Coeficiente de determinación.

En el Cuadro 2 se indica que hubo diferencias significativas entre variedades de cacahuate siendo, Ranferi Díaz la variedad sobresaliente en VE, PE y PSPA seguido, de los cultivares San Gerardo, A-18, Huitzuco-93 y Tlaxmalac, mientras, que Ocozonautla y RF-214 fueron los cultivares con menor calidad fisiológica.

Cuadro 2. Comparación de medias y significancia estadística para las variables evaluadas en la calidad fisiológica de nueve variedades de cacahuate en dos periodos de almacenamiento.

Variedades	Variables ^a				
	VE (d)	PE (%)	PSPA (g)	PSR (g)	PEC (%)
Ranferi Díaz (RD)	4.80 a	76.5 a	3.60 a	0.25 bc	60.6 a
San Gerardo (SG)	4.06 ab	67.0 ab	3.58 a	0.28 a	63.8 a
A-18 (A18)	4.05 ab	66.0 ab	2.78 a	0.23 bc	61.3 a
Tlaxmalac (TL)	4.02 ab	67.5 ab	3.19 a	0.23 bc	68.8 a
Huitzuco-93 (HZ)	3.66 bc	63.0 ab	3.59 a	0.21 c	66.9 a
Rio Balsas (RB)	3.65 bc	62.0 ab	3.33 a	0.23 bc	69.4 a
Florida Gigante (FG)	3.50 bc	57.5 b	2.86 a	0.24 bc	61.3 a
RF-214 (RF)	3.11 c	54.5 b	2.91 a	0.24 bc	63.8 a
Ocozonautla (OC)	3.08 c	55.0 b	2.95 a	0.22 bc	61.9 a
Media	3.77	63.2	3.20	0.23	64.2
DMSH	0.89	14.7	0.52	0.04	10.6

^aVE = velocidad de emergencia; PE = porcentaje de emergencia; PSPA = peso seco de la parte aérea; PSR = peso seco de la raíz; PEC = porcentaje de establecimiento en campo. DMSH= diferencia mínima significativa honesta (Tukey, $\alpha = 0.05$).

Esta disminución de vigor de las semillas quizás podría atribuirse, por el hecho de que cada variedad de cacahuate tiene sus propias características genéticas que influyeron para que toleraran algunas variedades de cacahuate el almacenamiento en condiciones naturales a altas temperaturas y humedades relativas. Ketring (1992) reportó, que semillas de cacahuate almacenadas en condiciones naturales podrían tolerar temperaturas de 44°C con bajos porcentajes de humedad relativa, pero esta respuesta estuvo supeditada, a la variación genética entre variedades de cacahuate por lo que concluye, que existe potencial genético para mejorar la longevidad y la calidad de las semillas para el almacenamiento así como, mejorar la estabilidad de la emergencia de campo.

La prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($p<0.05$) para el porcentaje de establecimiento en campo (PEC) fue contundente, para diferenciar entre variedades logrando discriminar aquellas con vigor contrastante tal es el caso, de Ranferi Díaz (60.6%), A-18 (61.3%) y Florida Gigante (61.3%) quienes registraron el menor PEC mientras, que los materiales Rio

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Balsas (69.4%) y Tlaxmalac (68.8%) fueron los que tuvieron mayor PEC (Cuadro 2). Al respecto, Copeland y McDonald (2001), mencionan que conforme pasa el tiempo, las semillas se van deteriorando siendo, uno de los primeros síntomas notables una tasa lenta de la germinación la cual, retrasa la emergencia, el crecimiento y el desarrollo de las plántulas en el campo así como, la pérdida de resistencia al estrés del medio ambiente causando la muerte total.

Es importante resaltar que la calidad fisiológica de las semillas de cacahuete almacenadas en bolsas de papel se vio afectadas por los periodos de almacenamiento (PA) evaluados en esta investigación donde, el PA de tres meses obtuvo mayor VE (4.19) y PE (70.6%) comparado, al PA de doce meses de almacenamiento que decreció en 3.35 la VE y 55.9% el PE (Figura 1a) en microtúnel esto se traduce, en una reducción de 20% en VE y 20.8% en PE entre periodos de almacenamiento. Estos resultados coinciden a los reportados por Santacruz *et al.*, (1997) quienes mencionan, que semillas de cacahuete almacenadas bajo condiciones ambientales de 29.2°C y en bolsas de papel se redujo fuertemente la germinación hasta 27.4% a los siete meses de almacenamiento.

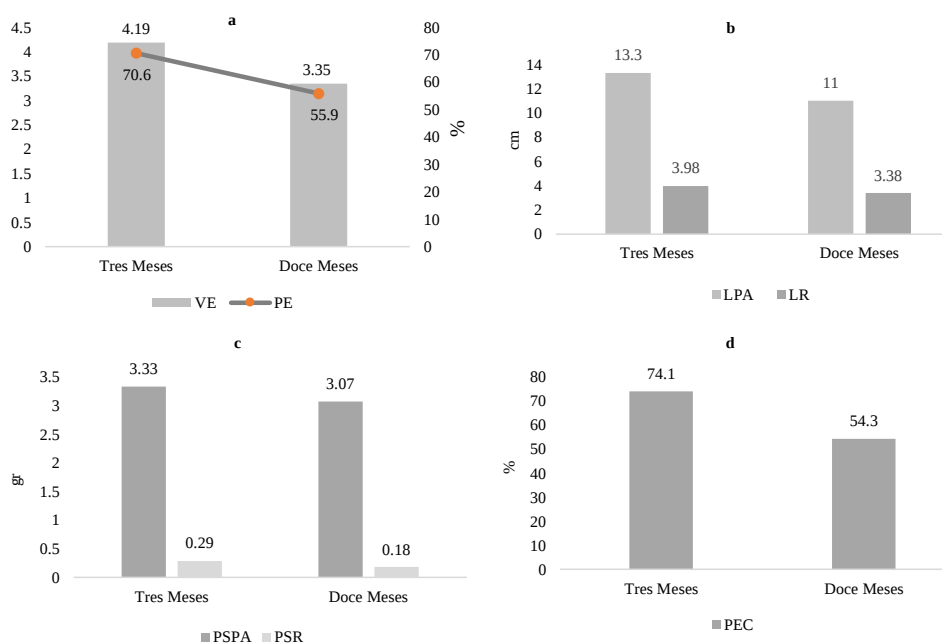


Figura 1. Comportamiento de la calidad fisiológica de la semilla de cacahuete en los dos periodos de almacenamiento.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Para las variables de vigor de semillas como son las longitudes y pesos secos se observó que conforme aumentaba el periodo de almacenamiento se redujo en 17.3% la LPA y 15.1% la LR entre periodos mientras, que para el peso seco de las plántulas fue de 7.8% y 37.9% en PSR, respectivamente (Figuras 1b y 1c). Figueiredo *et al.*, (2014) observaron en semillas de cacahuate almacenadas en ambientes naturales, la pérdida del vigor (longitud y materia seca de las plántulas) durante los tiempos de almacenamiento estudiados, los cuales dependieron principalmente, de las características genéticas de las especies y de los efectos del medio ambiente durante la formación, desarrollo, maduración, recolección, procesamiento y el almacenamiento de las semillas.

En el periodo de almacenamiento a tres meses se registró 74.1% de emergencia de plántulas de cacahuate y 54.3% a los 12 meses de almacenamiento (Figura 1d) esto, podría estar influenciado debido a que el cacahuate es una especie oleaginosa lo cual coincide a lo descrito por de Lima *et al.*, (2014) quienes mencionan que en semillas de girasol que es una especie oleaginosa, pierden su poder de germinación mucho más rápidamente, especialmente cuando estas se almacenan en condiciones inadecuadas.

Por otra parte, cuando se combinaron los factores de variedad por periodo de almacenamiento (VarxPA) se observó en la Figura 2, que la mayor VE y PE se registró en las combinaciones RD/03 (4.88 y 78%), RB/03 (4.78 y 82%) y RD/12 (4.73 y 75%). Al respecto, Herrera (1998) menciona que la pérdida de germinación en semillas de frijol almacenadas en ambientes con altas temperaturas y humedades relativas se debió, al incremento de la respiración la cual causó el calentamiento y agotamiento de las reservas de las semillas, así como, el ataque de hongos factores, que aceleraron el deterioro de las semillas.

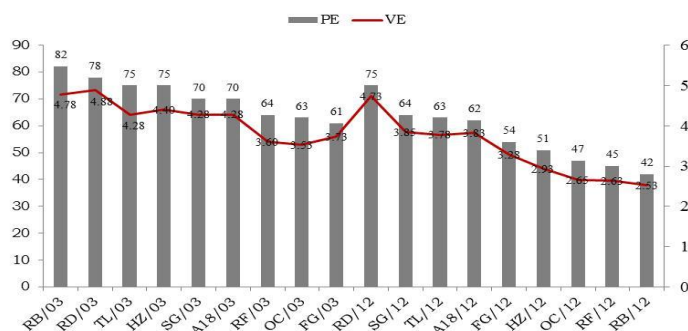


Figura 2. Diferencias en VE y PE debidas a las combinaciones de variedad de cacahuate por tiempo de almacenamiento.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

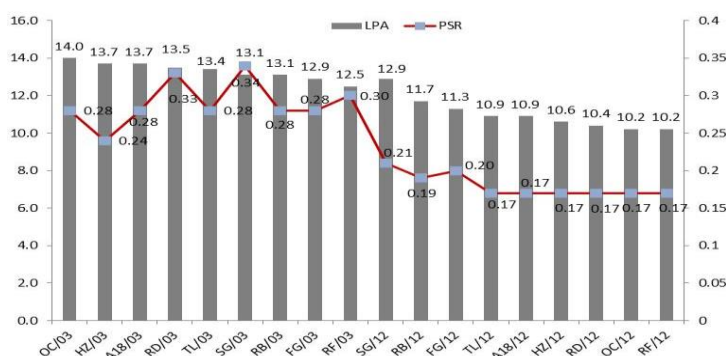
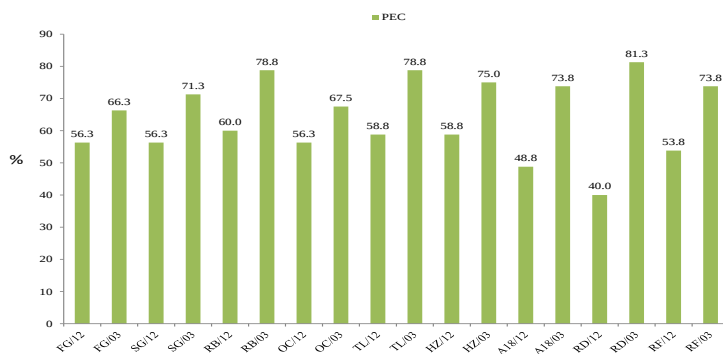


Figura 3. Diferencias en LPA y PSR debidas a las combinaciones de variedad de cacahuete por tiempo de almacenamiento.

En la Figura 3, se puede observar en todas las combinaciones de VAxPA a los doce meses de almacenadas las semillas, la longitud de la parte aérea de la plántula de cacahuete, así como el peso seco de materia seca de la raíz fueron disminuyendo esto, conforme fue aumentando el periodo de almacenamiento de la semilla.

En cuanto al porcentaje de establecimiento en campo (PEC) las combinaciones sobresalientes fueron RD/03 (81.3%), TL/03 (78.8%) y RB/03 (78.8%) en comparación, a las combinaciones de RD/12 y A18/12 que registraron PEC de 48.8 y 40%, respectivamente (Figura 4). Asimismo, se observó que todas las variedades de cacahuete almacenadas por un periodo de doce meses registraron los menores PEC. Kyaw *et al.*, (2004) reportaron, que el porcentaje de emergencia en campo de las plántulas a los 14 días se redujo la germinación ligeramente en las tres variedades de cacahuete Kasetsart 50 (68.4%), LFB (73.2%) y Tainan 9 (86.8%) que fueron almacenadas por seis meses.



11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Figura 4. Diferencias en PEC debidas a las combinaciones de variedad de cacahuete por periodo de almacenamiento.

En la Cuadro 3 y la Figura 5 se muestran la contribución de las variables a los ejes del análisis de componentes principales. Como se puede apreciar, los dos primeros componentes explican el 52.8 y 18.7% de la variación con un porcentaje acumulado de 71.5% para estos dos ejes.

Cuadro 3. Contribución de las variables a los ejes del análisis de la calidad fisiológica, en variedades de cacahuete usando la técnica multivariada de componentes principales.

Variables	Componentes	
	CP1	CP2
% de la variación	52.8	18.7
% acumulado de la variación	52.8	71.5
VE	0.395	0.515
PE	0.411	0.474
LPA	0.394	-0.290
LR	0.320	-0.397
PSPA	0.249	0.315
PSR	0.452	-0.233
PEC	0.386	-0.336

[†]VE = velocidad de emergencia; PE = porcentaje de emergencia; LPA = longitud de la parte aérea; LR = longitud de raíz; PSPA = peso seco de la parte aérea; PSR = peso seco de la raíz; PEC = porcentaje de establecimiento en campo.

El primer componente esta positivamente correlacionado con porcentaje de germinación total (PGT) y peso seco de raíz (PSR). El segundo componente esta correlacionado positivamente con la velocidad de emergencia (VE) y porcentaje de germinación total (PGT). Al respecto, Pérez *et al.*, (2006), observaron en cultivares de maíz para forraje que las variables como peso seco de la parte aérea y el porcentaje de establecimiento en campo, fueron las variables de mayor relevancia para la medición del vigor en semillas de maíz.

Por otra parte, en la Figura 4, se presenta la distribución de las variedades en los dos componentes principales en donde, se muestran cuatro grupos distintos y los cuales, se describen a continuación:

El grupo uno se encuentra formado por la variedad RF-214. Este grupo presenta altos valores de PSPA y PEC de todos los grupos. Los valores registrados fueron de 2.91 g para PSP y 63.8% en PEC, respectivamente.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

El grupo II lo integran las variedades de cacahuete San Gerardo, Rio Balsas, A-18 y Huitzuco-93. Estas variedades presentaron valores que van de 62 a 67% de PE, 3.33 a 3.58 g de PSPA y 61.3 a 69.4% en PEC.

El grupo III está compuesto por las variedades Tlaxmalac, Florida Gigante y Ocozonautla. En este grupo se observó el PE de 55 a 67.5%, PSPA de 2.86 a 3.19 g y de 61.9 a 68.8% de PEC. El grupo IV presentó un menor PEC de 60.6% y está integrado por la variedad Ranferi Diaz.

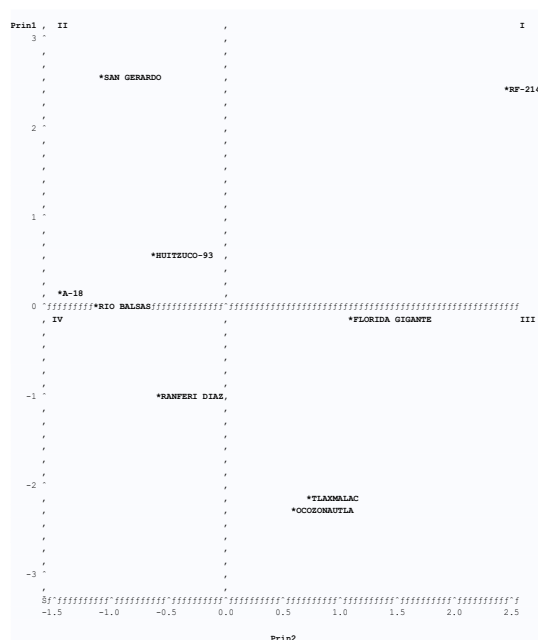


Figura 5. Análisis de la calidad física y fisiológica de nueve variedades de cacahuete con base en el análisis de componentes principales.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Conclusiones

La calidad fisiológica de la semilla de cacahuete se vio deteriorada por las condiciones naturales del almacenamiento y el periodo.

Las variedades de cacahuete que registraron la mejor calidad fisiológica en la semilla fueron: Ranferi Díaz, San Gerardo, Tlaxmalac y Rio Balsas mientras que la variedad de cacahuete con menor vigor de crecimiento y desarrollo inicial fue Ranferi Díaz.

El análisis de componentes principales determinó que las variables con mayor variación para la diferenciación de las nueve variedades de cacahuete fueron: porcentaje de emergencia, velocidad de emergencia, longitud de la parte aérea, peso seco de la raíz y porcentaje de establecimiento en campo.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Literatura Citada

- Álvarez, F. (1978). Cacahuete. *In: Recursos genéticos disponibles a México*. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. Chapingo, México. pp: 219-217.
- Aramendiz-Tatis, H., Cardona, C., Jarma, A., Robles, J., & Montalván, R. (2007). Efectos del almacenamiento en la calidad fisiológica de la semilla de berenjena (*Solanum melongena* L.). *Agronomía Colombiana*. 25(1), 104-112.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/14410>
- Bewley, J.D., Bradford, K.J., Hilhorst H.W.M., & Nonogaki, H. (2012). *Seeds Physiology of Development, Germination and Dormancy*. 3th. edn. Editorial: Springer Nature. 392 p.
- Copeland, L.O. & McDonald, M.B. (2001). *Principles of seed science and technology*. 4th. edn. Editorial: Secaucus, New Jersey, U.S.A. Kluwer Academic Publishers. 488 p.
- Figueiredo, N., Cardoso, A.A.F.A., & Cárdenas, O.N. (2014). Incidencia de hongos y producción de aflatoxina en semillas de maní criocconservadas. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 15 (1): 91-102.
- Hammons, R., Herman, D., & Stalker, H. (2016). Origin and Early History of the Peanut. *In: Peanuts*. Editor(s): H.T. Stalker, R.F. Wilson. AOCS Press. pp: 1-26.
- Herrera, C.C. (1998). Condiciones de almacenamiento y su relación con la calidad fisiológica en semillas de frijol producidas bajo diferentes tratamientos de fertilización foliar. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 92 p.
- International Seed Testing Association (ISTA). (2012). *International rules for seed testing*. Seed Sci. Tech. 24 (suppl): 243 p.
- Ketring, D.L. (1992). Physiology of Oil Seeds. X. Seed Quality of Peanut Genotypes as Affected by Ambient Storage Temperature. *Peanut Science*. 19(2): 72-77.
<https://doi.org/10.3146/i0095-3679-19-2-3>
- Kyaw, P. A., Duangpatra, J., Chanprasert, W., & Kaveeta, R. (2004). Storage Potential of Three Different Types of In-shell Peanut Seeds under Ambient and Cold Room Conditions. *Kasetsart Journal (Nat. Sci.)*. 38: 21-30.
- Li, Y.Ch., Qian, H., Sun, X.L., Cui, Y., Wang, H.Y., Du, Ch., & Xia, X.H. (2014). The Effects of Germination on Chemical Composition of Peanut Seed. *Food Science and Technology Research*. 20(4): 883-889.
- Lima, D.C., Dutra, A.S., Pontes, F.M., & Bezerra, F.T.C. (2014). Storage of sunflower seeds. *Revista Ciência Agronômica*. 45(2), 361-369. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902014000200018>
- Mazzani, C.E., Segovia, V., Marin, R.C., & Pacheco, W. (2009). Clasificación de cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.) por caracteres cuantitativos para el establecimiento de colecciones nucleares del banco de germoplasma del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*. 9(4): 756-763.
- Melo, L.D.F.A., Gonçalves, E.P., Ralph, L.N., Viana, J.S., & Silva, S.C.A. (2015). Physiological and Physical Quality of Seeds from Peanut Seeds and Plants under the Influence of Fertilizer and Biostimulant. *American Journal of Plant Sciences*. 06. 1594-1606.
[10.4236/ajps.2015.69160](https://doi.org/10.4236/ajps.2015.69160).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

- Peske, T.S. (2012). Las semillas en el contexto de las innovaciones tecnológicas. *Seednews*. XVI (2). [En línea]. Disponible en <http://www.seednews.inf.br>.
- Santacruz, V.A., Muñoz, O.A., Castillo, G.F., & Larque S.A. (1997). Germinación de semillas de maíz, frijol, cacahuete y ajonjolí almacenados en diferentes ambientes y tipos de envase. *Agrociencia*. 31(2): 177-185.
- S.A.S. SAS/STAT. (2000). Guide for personal computers. Statical Analysis System Institute. Inc. Cary, NC. USA.
- SIAP. 2020. Cultivos de interés. Resumen nacional por cultivo: Cacahuete. Revisado el 19 de marzo de 2020 en: http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/

Análisis de crecimiento del capulín (*Prunus serótina* Ehrh.) en zonas semiáridas

Gerardo Emilio Balderas Zamorano; Julio César Buendía Espinoza; Elisa del Carmen Martínez Ochoa; Rosa María García Núñez

Resumen

En respuesta a la degradación ambiental se han planteado alternativas agroforestales de producción sostenibles con especies de usos múltiples. Se propone la evaluación del capulín (*Prunus serótina*), por ser una especie tolerante a diversas condiciones medioambientales. En este trabajo se evaluó su crecimiento en condiciones semiáridas de una parcela (1559 m²) en el ejido de San Felipe Teotitlán, Nopaltepec, Estado de México. Para el análisis de crecimiento funcional, en 41 individuos, se midieron mensualmente la altura, el diámetro y la condición en hojas. Debido a que se presentaron individuos con daño mecánico por causas antrópicas, se evaluó el crecimiento de la totalidad de individuos (población) diferenciando entre aquellos que presentaron daños y sin daños. Ambos grupos presentaron un comportamiento análogo tanto en valores generales como en las tasas de crecimiento. Para ambas variables se observó que durante los meses de lluvia (verano) se presentó un crecimiento exponencial debido a la disponibilidad de humedad en el suelo; así mismo hubo presencia de hojas verdes. Posteriormente se presentó una etapa de bajo crecimiento y defoliación, relacionado con las condiciones ambientales de los meses de otoño e invierno. Después del invierno el diámetro tuvo un incremento relacionado a la sequía y se linealizó en el mes de junio cuando las yemas comenzaron a activarse.

Palabras clave: Adaptación, lluvia, daño mecánico, agroforestería, fitohormonas.

Abstract

In respond of the evioronmetal degradation agroforestal alternatives for sostenible production of múltiples species has been consider. Thats why Capulin tree evaluation (*Prunus serótina*) has being propose,cause Capulin is tolerant to different evioronmetal conditions.This paper evaluated capulín growth in semi arid conditions, on the fild in San Felipe Teotitlan, Nopaltepec, Estado de Mexico. In order to analyze the funtional growth, we select 41 capulin tree and al lof them were measured every month from July 2021 to June 2022. Even if some of the species suffered mechanical damage(made by humans),all the species were consider and clasified in two groups with damage and without damage . Both groups presented an analogous behavior in general values and in growth rates. For both variables we observed in rainy seasons (summer), an exponential growth for all the soil moisture and some the tree leaves turned green too,after this the growth turned slow and defoliation was present, al lof this related with the Winter-Autumn season; after Winter season the diameter increased related to the drought and the growth became lineal on June with the begin of the buds.

Key words: Adaptation, rain, mechanical damage, agroforestry, phytohormones

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Introducción

El cambio de uso de suelo y vegetación es una problemática importante actualmente ya que los procesos o actividades que los desencadenan (antrópicas y naturales) han aumentado en los últimos años, afectando la capacidad de resiliencia de los ecosistemas (Orozco, 2003). Como consecuencia de estos procesos, se ha notado una pérdida y/o disminución de los servicios ecosistémicos: pérdida de biodiversidad, degradación de suelo, contaminación, menor recarga de acuíferos, disminución de la capacidad productiva, etcétera (Challenger y Dirzo, 2009). Dado lo anterior es necesario plantear alternativas que sean sostenibles con el ambiente sin perder los beneficios sociales y económicos que nos permitan llegar a un desarrollo sostenible.

Una de las alternativas de producción es la agroforestería, la cual se refiere a los sistemas de uso de la tierra en los que se utilizan plantas leñosas perennes (árboles, arbustos, palmeras, bambúes, etc.) en la misma unidad de terreno que ocupan cultivos o animales, con algún tipo de ordenación espacial o secuencia temporal (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2017). Una de las características esenciales en la agroforestería es el uso de especies vegetales de uso múltiple, los cuales tienen la capacidad de combinar dos o más funciones útiles.

El capulín (*Prunus serótina*) es un árbol o arbusto multipropósito nativo de Norteamérica, perennifolio o caducifolio, de 5 a 15 m de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1.2 m, se caracteriza por ser una especie de crecimiento moderado a rápido, dominante en la sucesión secundaria, puede establecerse bien después de perturbaciones como fuego, tala y ciclones (Avendaño et al, 2015). Asimismo, el capulín es conocido desde épocas prehispánicas por el consumo de su fruto y semilla, así como por el uso de sus hojas y madera (Olszewska, 2007; Adriano-Morán y McClung de Tapia, 2008 y Raya-Pérez *et al.*, 2012). Debido a su frondoso follaje, se ha usado como árbol ornamental y barrera rompevientos; y por su tolerancia a la sequía y a los suelos pobres ha sido considerada una especie importante en rehabilitación de terrenos erosionados y restauración ecológica (Starfinger *et al.*, 2003).

A pesar de que el capulín es utilizado desde épocas prehispánicas, existen pocos estudios relacionados con su desarrollo, fisiología, propagación, recursos genéticos, y crecimiento, lo cual se ve reflejado en una subutilización del recurso. Una opción para determinar si una especie se adapta a las condiciones de un sitio es el análisis de crecimiento, el cual nos permite explicar el comportamiento de las plantas. Según Hunt (1978) el análisis de crecimiento es una aproximación cuantitativa que usa datos simples y básicos, para la descripción e interpretación de las plantas que crecen bajo ambiente natural, seminatural o controlado. Hay dos metodologías para efectuar el análisis de crecimiento, i) Análisis tradicional o clásico que involucra la toma de datos en función del tiempo un gran número de muestras (Gardner *et al.*, 2003), con los cuales se generan funciones paramétricas flexibles que describen y explican el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como la elaboración de curvas de crecimiento. ii) Análisis funcional o dinámico el cual comprende medidas a intervalos de tiempos más frecuentes y en un pequeño número de plantas (Flórez *et al.* . 2006).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Dado lo anterior, este estudio tiene como objetivo establecer una parcela de capulín en el ejido de San Felipe Teotitlán, Nopaltepec, Estado de México para evaluar su adaptación a las condiciones del sitio mediante el análisis de crecimiento funcional. Se espera que el capulín presente un incremento en diámetro y altura a lo largo de un año y poder relacionar su comportamiento con la adaptación a las condiciones ambientales del sitio con expectativas de adaptación al sitio, para proponerse como alternativa agroforestal que permita una mayor diversificación de productos obtenibles a la vez de mitigar problemas de degradación el suelo.

Materiales y métodos

Para la evaluación de la adaptación en campo, se estableció una parcela experimental con superficie de 1559 m² ubicada en el área común del ejido de la comunidad de San Felipe Teotitlán (**Figura 1**) localizada entre los municipios mexicanos de Nopaltepec y Axapusco, esto dentro de la microcuenca Tula, México. El área se eligió en coordinación con el comisariado ejidal y un grupo multidisciplinario de la Universidad Autónoma Chapingo, debido a que presenta signos visibles de erosión hídrica, alta pedregosidad y condiciones micro climáticas que no favorecen el establecimiento de especies que puedan diversificar la producción sin dañar el ambiente.

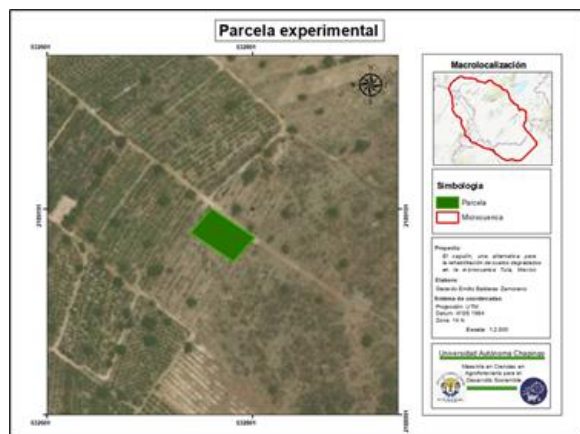


Figura 1. Localización de la parcela experimental.

Los árboles de capulín fueron donados por el vivero de la CONAGUA ubicado en Texcoco, Estado de México y trasladados a la parcela. El establecimiento de los árboles se realizó en el mes de julio de 2021, para ello se excavaron cepas de aproximadamente 30 cm x 30 cm de superficie y profundidad entre 15 a 40 cm, dependiendo del cepellón de los árboles a trasplantar y de la profundidad del suelo (**Figura 2**). El arreglo elegido fue de árboles en lindero con un distanciamiento de 5 metros, siguiendo las recomendaciones de CONABIO (2011); también se consideró que en la parcela se encuentran establecidas otras especies sujetas a estudio, ya que en

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

unos años el microclima generado por el capulín pudiera interferir en el crecimiento de las otras especies



Figura 2. Árboles trasplantados.

Una vez establecida la plantación se realizó la toma de datos mensual incluyendo dos variables cuantitativas (altura y diámetro) y una cualitativa (condición). Las mediciones se efectuaron de julio de 2021 a junio de 2022. Para medir la altura (cm), se utilizó un flexómetro, colocando el cero en el inicio de tallo hasta la parte más alta en línea recta, para el diámetro (mm) se midió con un vernier digital (STAINLESS HARDENED) al cuello de la planta (unión de la raíz y tallo). Los datos de condición se tomaron mediante inspección visual, para lo cual se propusieron las siguientes categorías: HV= Hojas verdes; HS= Hojas secas; SH: Sin hojas, pero con presencia de yemas y color rojizo del tronco y M: Muerto= individuos sin hojas, color café del tronco y ramas.

La zona de establecimiento es un área común del ejido, por lo que durante el experimento algunas plantas sufrieron daños mecánicos, por la pérdida de la parte apical del tallo (ruptura). Dado que se evaluó crecimiento como efecto de factores medio ambientales y no por efecto del daño mecánico, se explicó el crecimiento como resultado del comportamiento de toda la población, y de los individuos con daño y sin daño.

Los datos de crecimiento fueron analizados y modelados en el software Microsoft® Excel® (versión 2207 compilación 16.0.15427.20182) para identificar aquel modelo que tuviera el mayor ajuste y explicar el comportamiento de los capulines en la zona de estudio.

Resultados y discusión

De los 41 individuos de capulín (*Prunus serótina*) establecidos, solo 37 sobrevivieron hasta el final del estudio. Durante el mismo, se identificaron 23 individuos que sufrieron daños mecánicos, resultando 12 plantas dañadas en el año 2021 y 11 en el año 2022 (**Figura 3**), no obstante, sus datos fueron considerados toda vez que el daño fue ocasionado por acción humana y no debido a las condiciones ambientales del sitio.



Figura 3. Individuo con daño mecánico.

Desde el establecimiento hasta el mes de octubre de 2021 todos los árboles se encontraban dentro de la categoría HV (Hojas verdes); mientras que, desde octubre a diciembre de 2021, la gran mayoría se identificó con HS (Hojas secas), posteriormente todos los individuos se identificaron como SH (Sin hojas). Únicamente los individuos 1, 29 y 31 mantuvieron hojas verdes hasta el mes de febrero de 2022, marzo y abril con hojas secas y de mayo y junio se defoliaron. A partir del mes de junio se identificó que las yemas comenzaban a activarse al presentar una coloración rojiza (**Figura 4**).



Figura 4. Activación de yemas (junio 2022).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

En cuanto a la curva de crecimiento de la población en altura (**Figura 5**), se observa que hay una primera fase de crecimiento exponencial previo a los cien días de establecimiento (julio-octubre), en concordancia con la condición donde la población presentaba hojas verdes. Este crecimiento fue durante el periodo de lluvias, además de que se encontraba abundante vegetación herbácea alrededor de los individuos, lo cual propició un ambiente de humedad en suelo que podía ser aprovechada por el capulín. Lo que coincide con Barrios et al (2002), quienes identificaron en pitayo crecimiento importante en ramas de junio a octubre debido a que fueron los meses con mayor humedad en el suelo, condición similar a la observada para el capulín.

Entre los 100 y 250 días (octubre - febrero) se observó que la curva se asemeja a una línea recta (fase de crecimiento lineal) con pendientes más uniformes; durante estos meses la población tuvo un comportamiento caducifolio, ya que su condición fue HS (hojas secas) y posteriormente sin hojas. La ontogenia en los frutales caducifolios se caracteriza por la presencia de un período anual de reposo o latencia que se inicia a finales del otoño y termina después del invierno, y que para superarlo se necesita la acumulación de una determinada cantidad de horas de frío por debajo de 7.2 °C (Egea, 1989). Durante los meses de invierno, se observó que en la plantación de capulín el crecimiento disminuyó porque las lluvias se redujeron y se presentaron temperaturas frías. Durante este periodo, las plantas de capulín se prepararon para el invierno y meses de sequía, disminuyendo la concentración de hormonas de crecimiento como las auxinas, giberelinas y citoquininas, y aumentaron la producción de hormonas como el ácido abscísico (Díaz-Montenegro, 2002), lo que resultó en la caída de las hojas. Posteriormente se presentó un comportamiento de poco crecimiento desde el mes de marzo hasta el mes de junio de 2022 por ser la temporada de cambio en temperatura, que induce nuevamente las hormonas, resultando en la activación de las yemas (Díaz-Montenegro, 2002).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
 Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
 Chapingo, México

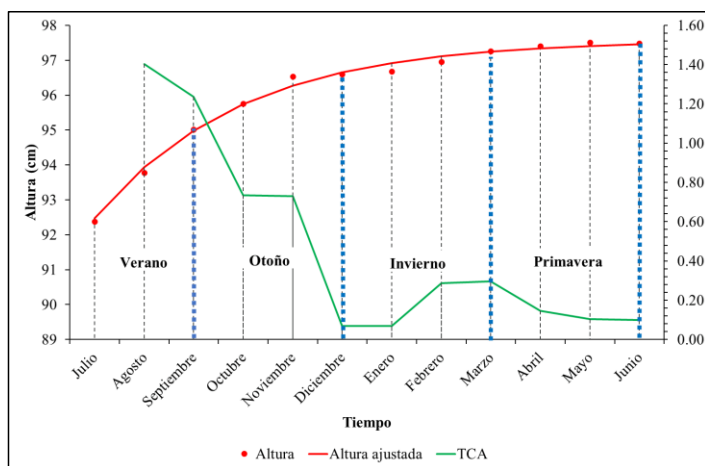


Figura 5. Altura y tasa de crecimiento de la población.

En la **Figura 6** se observa que para la altura existe un comportamiento análogo en los individuos con daño y sin daño tanto en el promedio como en las tasas de crecimiento, lo cual sugiere que incluso aquellas plantas con daño se están adaptando a las condiciones ambientales del sitio. Las tasas de crecimiento fueron mayores en ambas situaciones cuando el crecimiento en altura se comportó de manera exponencial y fueron decreciendo durante los meses de otoño e invierno conforme a la situación presentada anteriormente respecto a la caída de hojas, finalmente en los meses de mayo y junio se observa ligeramente que al activarse las yemas las tasas de crecimiento van en aumento.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

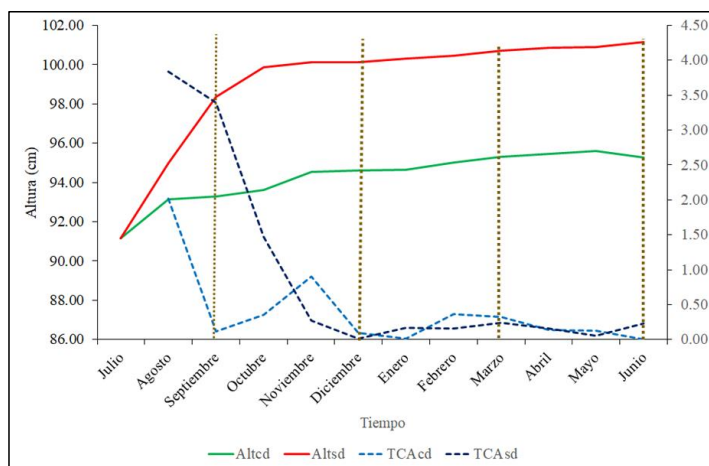


Figura 6. Altura y tasas de crecimiento de individuos con daño y sin daño.

Respecto al diámetro, se puede observar en la curva de crecimiento que, de manera similar a la altura, la población presentó un crecimiento exponencial durante los primeros 100 días de establecimiento, esto relacionado a las condiciones ambientales favorables durante la época de lluvias, posteriormente entre los días 100 y 200 se observó una tendencia a linealizarse. En la Figura 7, se observa que durante los días 200 y 300 que corresponden a la época de secas (febrero-mayo) y donde los individuos presentaron senescencia en sus hojas, existe nuevamente un incremento en la pendiente del crecimiento de diámetro, esto debido a que durante el periodo de latencia las plantas pueden acumular reservas, lo anterior concuerda con Díaz-Montenegro (2002) quien menciona que la movilidad de nutrientes está relacionada con la fenología, ya que en hojas senescentes el N (hasta 50%), P (25-55 %) y el K (25-55%) se translocan hacia madera o se movilizan hacia raíces. Después de mayo, se observa que el crecimiento en diámetro se mantuvo constante (Fase estacionaria), esto porque la planta utilizó la energía para el crecimiento posterior a la activación de las yemas. Moretti et al (2013) describen que para *Cabrlea canjerana*, las plantas expuestas al sol directo, y por lo tanto a mayor temperatura ambiental, presentaron un incremento en el diámetro del cuello, esto puede compararse con el capulín donde en los meses de mayor calor se observó un cambio positivo en la pendiente de crecimiento acumulado del diámetro.

La respuesta del capulín a las condiciones ambientales del sitio se vio reflejado en las diferentes fases identificadas en las curvas de crecimiento, por lo cual se propone que el capulín puede ser utilizado en sistemas agroforestales con condiciones climáticas similares a la de la zona de estudio; no obstante, se debe implementar un plan de establecimiento para evitar el daño mecánico inducido por actividades antrópicas y el pastoreo de ganado principalmente ovino.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Para este trabajo no se estudiaron las horas frío a las que estuvo expuesta la plantación, sin embargo, como el capulín es un frutal con comportamiento caducifolio, se sugiere que en estudios posteriores se puedan determinar las horas frío e incluirse en el análisis de adaptabilidad, dado que es una característica importante para el rompimiento de la latencia y la activación de yemas. Mendoza (2020) menciona que, para durazno y ciruelo, ambos del género *Prunus*, se requieren arriba de 300 horas frío para romper la latencia de las yemas.

Conclusiones

El análisis de crecimiento utilizando las variables diámetro, altura y condición, es una herramienta útil para interpretar el comportamiento del capulín a factores ambientales. A pesar de que 23 plantas presentaron daño mecánico, presentaron un comportamiento análogo al de las plantas sin daño con respecto al crecimiento tanto en altura como en diámetro, lo cual sugiere que el capulín puede adaptarse a las condiciones del sitio, por lo que se recomienda que el capulín sea una alternativa en sitios con condiciones similares al de la zona de estudio, siempre y cuando se ajuste también a los objetivos de producción de los habitantes.

La altura, el diámetro y la condición son variables que se pueden utilizar en el análisis de crecimiento del capulín, pese a ello en futuros estudios y tras identificar que el capulín tiene un comportamiento de frutal caducifolio se sugiere que se incluyan otras variables como las horas frío, disponibilidad de nutrientes y concentración de fitohormonas para complementar los estudios de esta especie al fomentar su utilización en sistemas agroforestales, para combatir problemas como la degradación del suelo, y para obtener otros bienes y servicios que puedan mejorar las condiciones económicas y sociales de la población.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Literatura Citada

Adriano-Morán, C.C., & McClung de Tapia, E. (2008). Trees and shrubs: the use of wood in prehispanic Teotihuacan. *Journal of Archaeological Science*, 35(11), 2927-2936. doi: 10.1016/j.jas.2008.06.001

Barrios, E. P., Murguía, C. R., & Barrios, E. P. (2002). Crecimiento primario en plantas silvestres de pitayo (*Stenocereus queretaroensis* (Weber) Buxbaum) y su relación con temperatura, lluvia y micorrizas. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 25(2), 219-222.

Challenger, A., & Dirzo, R. (2009). Tendencias de cambio y estado de la biodiversidad, los ecosistemas y sus servicios. Estado de conservación y tendencias de cambio. *Capital Natural de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, DF, México, 35-72.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Ficha técnica *Prunus serótina*. (2011) http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/60-rosac6m.pdf (consultado el día 16 de julio de 2022)

Egea, J. (1989). Necesidades de frío en frutales de hoja caduca. Estado de la cuestión. *Fruticultura Profesional* 24: 19-25.

Flórez, V., Miranda, D., Chaves, B., Chaparro, L., Cárdenas, C., & Farías, A. (2006). Parámetros considerados en el análisis de crecimiento en rosa y clavel en los sistemas de cultivo en suelo y en sustrato. Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Gardner, F., R. Pearce y R. Mitchell. (2003). *Physiology of crop plants*. 2nd ed. Iowa State University Press. Iowa City, IA.

Hunt, A. (1978). The sociological movement in law. In *The Sociological Movement in Law* (pp. 1-10). Palgrave Macmillan, London.

Mendoza García, E. (2020). Efecto de la acumulación de horas frío en el porcentaje de floración de cultivares de ciruelo, manzano y duraznero en zonas de valle alto. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7(2), 73-79.

Moretti, A. P., Pinazo, M., & Graciano, C. (2013). Capacidad de crecimiento y aclimatación de plantas jóvenes de una especie nativa de alto valor maderero (*Cabralea canjerana*, cancharana) a diferentes condiciones de cobertura de dosel. In *IV Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano* (Puerto Iguazú, Misiones, 23 al 27 de septiembre de 2013).

Olszewska, M. (2007). Quantitative HPLC analysis of flavonoids and chlorogenic acid in the leaves and inflorescences of *Prunus serótina* ehrh. *Acta chromatographica*, 19, 253-269.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). Agroforestería para la restauración del paisaje. Roma: FAO. Informe.

Orozco, L. C. (2003). Deterioro ambiental vs. Desarrollo económico y social. Boletín IIE, 103-108.

Raya-Pérez, J. C., Aguirre-Mancilla, C. L., Tapia-Aparicio, R., RamírezPimentel, J.G., & Covarrubias-Prieto, J. (2012). Storage proteins characterization and mineral composition of black Cherry seed (*Prunus serotina*). Polibotánica, 34, 203-215. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n34/n34a11.pdf>

Starfinger, U., Kowarik, I., Rode, M., & Schepker, H. (2003). From desirable ornamental plant to pest to accepted addition to the flora – the perception of an alien tree species through the centuries. Biological Invasions, 5, 323-335. doi: 10.1023/B:BINV.0000005573.14800.07

Prácticas de educación ambiental para la conservación de los bosques de pino y encino

Rogelio Álvarez Hernández³⁵; Jessica J. Galán Reséndiz³⁶; Miriam Galán Reséndiz^{37*};
Jacqueline Galán Reséndiz³⁸; Norma Ramírez Ibarra

Resumen

Este trabajo aborda los planteamientos de la Educación Ambiental, para la elaboración de un manual de prácticas, para brindar herramientas que permiten generar una vinculación entre la comprensión de los procesos ecológicos y la participación de los actores sociales involucrados en la restauración y conservación de los bosques de pino, encino y de aquellos que son mixtos, para el desarrollo de capacidades en la identificación, diagnóstico y solución la problemática relacionada con estos. Se diseñaron diez prácticas con base en la investigación exploratoria del Proyecto: Clasificación campesina de tierras y evaluación del rezago social para la planeación agroforestal, en San Miguel Peras, Oaxaca. El manual incluye el desarrollo de conversatorios en relación con las definiciones del bosque, sus funciones, importancia y algunos escenarios de cambio climático; cursos y talleres para el control de plagas, prevención de incendios y la obtención de colecciones de plantas, de maderas y de suelo; y, actividades culturales, que pueden ser compartidas con todos los miembros de cualquier comunidad y público. Las prácticas contenidas en el manual buscan ser en cualquier ámbito, teórico o práctico, un valioso instrumento para el entendimiento de los factores y dinámica de los bosques, al mismo tiempo de fomentar el trabajo en equipo y el apoyo mutuo.

Palabras clave. Ecología forestal, educación popular, diagnóstico participativo.

Abstract

This work deals with the approaches of Environmental Education, for the elaboration of a manual of practices, to provide tools that allow generating a link between the understanding of ecological processes and the participation of social actors involved in the restoration and conservation of forests, of pine, oak and those that are mixed, for the development of capacities in the identification, diagnosis and solution of the problems related to these. Ten practices were designed based on the

³⁵ Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica (CIBEO). Departamento de Preparatoria Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo. roger_owl_uach@yahoo.com.mx

³⁶ Universidad Autónoma Metropolitana. jesmingr.ambiental@gmail.com

³⁷ Área de génesis, morfología y clasificación de suelo. Programa de Edafología, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. CIBEO-UACH. miriamgalanr.suelos@gmail.com

³⁸ Escuela Nacional de Trabajo Social, Universidad Nacional Autónoma de México. jacquelinegalanresendiz19@gmail.com y normaibarra1558@gmail.com

*Autor para correspondencia

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

exploratory research of the Project: Peasant land classification and evaluation of social backwardness for agroforestry planning, in San Miguel Peras, Oaxaca. The manual includes the development of conversations in relation to the definitions of the forest, its functions, importance and some climate change scenarios; courses and workshops for pest control, fire prevention and obtaining collections of plants, wood and soil; and, cultural activities, which can be shared with all members of any community and public. The practices contained in the manual seek to be, in any field, theoretical or practical, a valuable instrument for understanding the factors and dynamics of forests, while promoting teamwork and mutual support.

Key words. Forest ecology, popular education, participatory diagnosis.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Introducción

Este trabajo aborda los planteamientos de la Educación Ambiental, para la elaboración de un manual de prácticas, para brindar herramientas que permiten generar una vinculación entre la comprensión de los procesos ecológicos y la participación de los actores sociales involucrados en la restauración y conservación de los bosques de pino, encino y mixtos, en San Miguel Peras, Zaachila, Oaxaca, México, que puede ser modificado para cualquier lugar del mundo donde existan estas condiciones. En Oaxaca, la naturaleza y la sociedad han co-evolucionado a lo largo de la historia, como una gama, amplia, de diversidad biológica y cultural.

En conjunto, forman una sorprendente diversidad ecológica y agro-ecológica. Constituida por recursos abióticos y biológicos, así como un amplio conocimiento de uso y manejo agrícola, pecuario y forestal de la tierra. Sin embargo, la crisis ambiental es de carácter global y se hace presente a través de sequías, huracanes, hambre, pobreza y destrucción, como terribles consecuencias. Su entendimiento y transformación, pertinente, se puede presentar en diferentes escalas. Es importante participar, activamente, para frenar sus efectos de manera que las siguientes generaciones hereden un mundo tal y como lo conocemos e inclusive mejor.

El documento contiene diez prácticas, que incluyen el desarrollo de conversatorios en relación a las definiciones del bosque, sus funciones, importancia y algunos escenarios de cambio climático. También incluye cursos y talleres para el control de plagas, prevención de incendios y la obtención de colecciones de plantas, maderas y suelos de los bosques; y actividades culturales, que pueden ser compartidas con todos los miembros de cualquier comunidad y público. Las prácticas buscan ser en cualquier ámbito, teórico o práctico, un valioso instrumento para el entendimiento de los factores y dinámica de los bosques, al mismo tiempo de fomentar el trabajo en equipo y el apoyo mutuo.

En este sentido, el propósito fundamental de la educación ambiental es lograr que, tanto los individuos como las colectividades comprendan la naturaleza compleja del medio, resultante de la interacción de diferentes aspectos físicos, químicos, biológicos, sociales, etc., en diferentes intervalos de tiempo. Para la creación de nuevos conocimientos, los valores y las habilidades prácticas para participar responsable y eficazmente en la solución de problemas en la gestión de la calidad y manejo de los bosques. Como una herramienta de enseñanza e investigación con los siguientes objetivos:

General

Lograr que, tanto los individuos como las colectividades comprendan la naturaleza compleja del medio, resultante de la interacción de diferentes aspectos socioecológicos en diferentes intervalos de tiempo.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Particulares

Identificar, comprender y analizar la importancia del medio ecológico, su conservación y la problemática ambiental dentro de la comunidad

Adquirir el conocimiento, destreza y habilidades necesarias para el manejo de recursos y desarrollar estrategias para el manejo de los bosques.

Materiales y métodos

Se diseñaron diez prácticas de educación ambiental para el entendimiento y la conservación de los bosques de pino y encino, con base en la investigación exploratoria del Proyecto: Clasificación campesina de tierras y evaluación del rezago social para la planeación agroforestal, en San Miguel Peras, Oaxaca. En colaboración con las Autoridades Municipales y el Comisariado de Bienes Comunales, 2020-2022, y, el Centro de Investigación en Biología, Educación Ambiental y Agricultura Orgánica (CIBEAO) de la Universidad Autónoma Chapingo. De manera general se abordan los objetivos, las medidas de seguridad, la forma de trabajo y el calendario de actividades. Cada práctica contiene una introducción, objetivos, metodología, cuestionario y literatura citada. Dentro de los aportes más significativos se encuentra la elaboración de monolitos de suelo para la creación del Primer Mueso Regional de Suelos. Previamente, se presentó la metodología indicando la participación de cada uno (Figura 1).



Figura 1. Equipo para la colecta de monolitos, estudiantes, comuneros y autoridades locales.

Elaboración de Monolitos de suelo o tierra

Se llevó a cabo la práctica de elaboración de monolitos de suelo puesto que, aborda los planteamientos de la Educación Ambiental, en tanto que es una herramienta que permiten generar una vinculación entre la comprensión de los procesos ecológicos y la participación de los actores sociales involucrados en la restauración y conservación de los bosques de pino y encino (Prosser-

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Bravo y Romo-Medina, 2019). En el San Miguel Peras, Zaachila, en el Estado de Oaxaca, México donde la naturaleza y sociedad han co-evolucionado a lo largo de la historia. Como una gama, amplia, de diversidad biológica y cultural. Este documento describe la técnica para la elaboración de monolitos de suelo basada en el trabajo del Dr. Carlos A. Ortiz Solorio, la Dra. Ma. Carmen Gutiérrez Castorena y el M. C. Patricio Sánchez Guzmán, del Área de Génesis, Morfología y Clasificación de Suelos del Programa de Edafología del Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Campus Montecillos como se muestra en la Figura 2. La colecta, el procesamiento y la exhibición. Los materiales y sustancias que se utilizan se mencionan en el Cuadro 1. Dependerá de la dureza que presente el material a extraer el uso de diferentes herramientas (cinces, masetas y barrenas). Para montar el suelo y poder exhibirlo es importante contar con información complementaria, por ejemplo, la caracterización del sitio de estudio, la descripción del perfil del suelo, una cinta métrica, la clasificación del suelo y las fotografías tanto del perfil del suelo como del paisaje.

Cuadro 1. Materiales y sustancias utilizadas en la elaboración de monolitos.

Materiales		Sustancias
Cajón de madera	Cuñas	Laca
Bolsas de plástico	Mazo de madera	Solvente
Cinta adhesiva	Barreta	Pegamento blanco para madera
Espátulas	Tela tipo yute	Barniz en aerosol
Cuchillo	Tabla	
Cinzel	Tabla tipo triplay	
Cepillos	Tornillos	
Maceta	Pala recta	

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

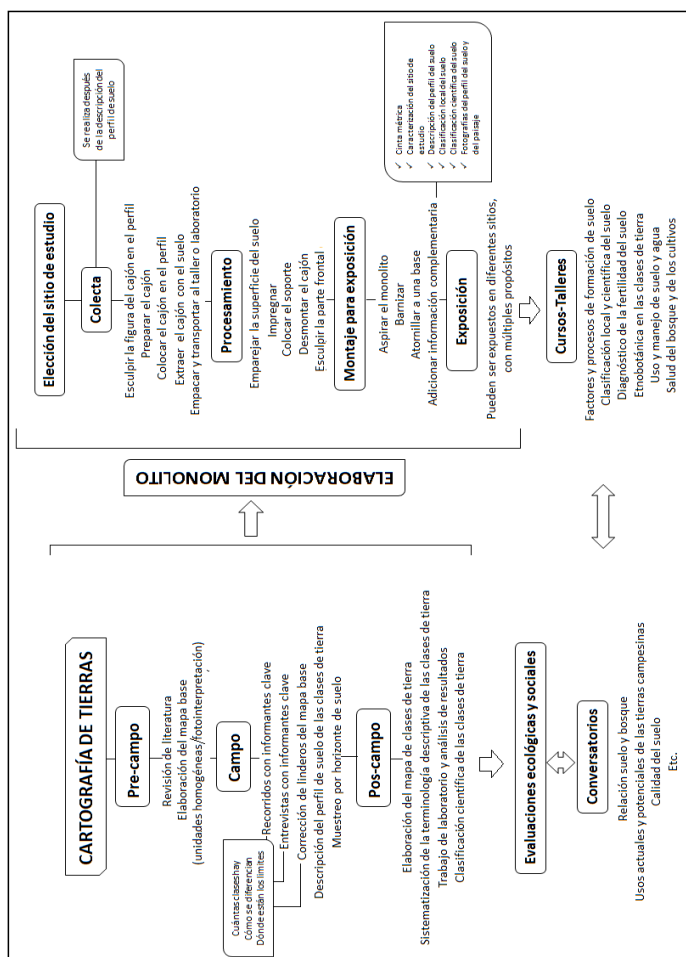


Figura 2. Método para la elaboración de monolitos de suelo

Resultados y discusión

Se diseñaron diez prácticas de educación ambiental para el entendimiento y la conservación de los bosques de pino y encino que se presentan en el Cuadro 2. Cada práctica contiene una introducción, objetivos, metodología, cuestionario y literatura citada. De manera general se hablará de los objetivos, las medidas de seguridad, la forma de trabajo y el calendario de actividades. El tiempo

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

se designará de acuerdo con el tipo de actividad a realizar, se deberá presentar los fundamentos teóricos que respaldan el tema de cada sesión, el equipo que se utilizara, normas de higiene y seguridad específicas. Así como el acopio de material necesario, previamente y se deberá cumplir las Reglas de seguridad.

Cuadro 2. Prácticas de educación ambiental para el entendimiento y conservación de los bosques de pino y encino.

Actividad	Nombre de la actividad	Materiales
Conversatorio	La importancia de los bosques	Salón de usos múltiples, Bocina o megáfono, infografías “bosque” Arcila, agua, semillas y sustrato.
Conversatorio	Crisis climática	Salón de usos múltiples, bocina o megáfono.
Curso	Identificación y control de plagas y enfermedades en el bosque.	Salón de usos múltiples, bocina o megáfono, material visual.
Curso	Prevención de incendios	Salón de usos múltiples, bocina o megáfono.
Taller	Herbario local	Salón de usos múltiples, bocina o megáfono. Hojas de periódicos grandes Bolsas de plástico Cantidad necesarias de planchas de cartón Etiquetas Lupa Bolígrafo o lápiz Fichas Libreta de notas 1 carpeta con hojas

Continuación de Cuadro 1. Prácticas de educación ambiental para el entendimiento y conservación de los bosques de pino y encino.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Actividad	Nombre de la actividad	Materiales
Taller	Construcción de una colección de maderas “Xiloteca”	Salón de usos múltiples, bocina o megáfono. Etiquetas Lápiz o bolígrafo Fichas Libreta de notas Bolsas de plástico o plástico para envolver Barniz para madera
Curso-Taller	Elaboración de monolitos de suelo	Cajón de madera Cuñas Bolsas de plástico Mazo de madera Cinta adhesiva Barreta Espátulas Tela tipo yute Cuchillo Tabla Cinzel Tabla tipo triplay Cepillos Tornillos Maceta Pala recta Sustancias y reactivos
Taller	Leyendas populares	Salón de usos múltiples, bocinas, proyector y computadora.
Taller	Huerto Casero	Espacio con luz Suelo o tierra Contenedores Semillas Aguas Abono o composta Fertilizantes
Taller	Conoce mi cultura: Festividades y gastronomía	Salón de usos múltiples, bocinas, proyector y computadora.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Se implementó el taller de Elaboración de monolitos de suelo (Figuras 3 a la 5) en áreas representativas de la comunidad, ubicadas mediante la cartografía de tierras campesina. Se obtuvo un total de diez monolitos de suelo (Figura 6), que fueron procesados para su endurecimiento y posterior exhibición (Figura 7). Para la información complementaria se realizó el análisis de laboratorio a las muestras de suelo por cada horizonte (Figura 8).



Figura 3. Colecta de monolitos de suelo mediante tallare en San Miguel Peras Oaxaca.

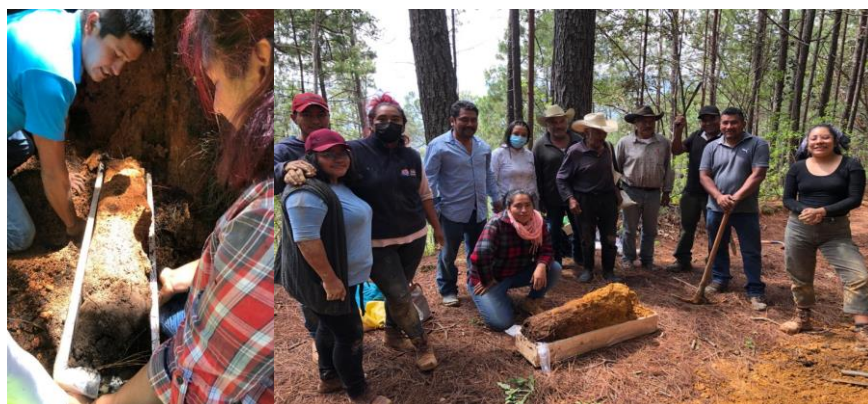


Figura 4. Monolitos de suelo de recortados en bosques de pino y encino.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México



Figura 5. Preparación para traslado.



Figura 6. Colección de Monolitos de Suelo Dr. Carlos Alberto Ortiz Solorio.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México



Figura 7. Procesamiento para impregnación y endurecimiento de los suelos.



Figura 8. Análisis físico y químico del suelo en el laboratorio de Génesis de Suelos, COLPOS.

Conclusión

Los planteamientos de la Educación Ambiental, utilizados para el diseño e implementación de estas prácticas, brindan herramientas que permiten generar una vinculación entre la comprensión de los procesos ecológicos y la participación de los actores sociales involucrados en la restauración y conservación de los bosques de pino.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Literatura Citada

- Aguilar, S. C. y Lladós, S. A. (2019). Descubriendo la importancia y la diversidad de los suelos mediante monolitos de suelo. Recursos didácticos para la Enseñanza Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 27 (1), 31. Recuperado en 18 de julio de 2020, de <https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/356263>.
- Más-Martínez, R., Fernández-Denis, I., Villegas, R., y Bautista-Zúñiga, F. (2007). Monolitos de suelos. In *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*: Bautista. Blanca, 99.
- Stalin, T. P., Martínez, M. y Perdomo R, C. (2003). Propuesta metodológica y experiencias en la preparación e impregnación de monolitos de suelo usando goma de carpintero. *Bioagro*, 15(1), 31-40.
- Boege, E. (2008). La captación del agua en los territorios actuales de los pueblos indígenas de México. *Gestión de cuencas y servicios ambientales: perspectivas comunitarias y ciudadanas*, 41-66.
- Prosser Bravo, G., & Romo-Medina, I. (2019). Investigación en educación ambiental con menores en Iberoamérica: Una revisión bibliométrica de 1999 a 2019. *Revista mexicana de investigación educativa*, 24(83), 1027-1053.
- Ordóñez, M. D. J. (2000). El territorio del estado de Oaxaca: una revisión histórica. *Investigaciones geográficas*, (42), 67-86.

Contribución a la anatomía del tallo del “licopodio chino” *Huperzia serrata* (Thunb. ex Murray) Trevis

María Sol Robledo y Monterrubio³⁹; Higinio Francisco Arias Velázquez³⁹; Mario Iván Venegas Ayala³⁹; Daniel López Velázquez³⁹

Resumen

La división Lycophyta representa las plantas vasculares más ancestrales, en ella se encuentra la familia Lycopodiaceae que es muy diversa, Rolleri (1972), considera la existencia de 700 especies y la mayoría vive en zonas tropicales. Para Øllgaard (1995), distingue cuatro géneros: *Lycopodiella*, *Lycopodium*, *Phyloglossum* y *Huperzia*, con aproximadamente 450 especies; esta última, ampliamente distribuida en los países de China, India, Japón, Corea y Rusia, además, ha sido encontrado en Oceanía y América Central. Esta planta es muy importante en la medicina china tradicional ya que tiene propiedades contra el mal de Alzheimer. En México se encuentra solamente citado para el estado de Hidalgo. Son escasos los estudios que se han realizado para describir la anatomía del esporofito, por lo que este trabajo tiene el objetivo de contribuir al conocimiento de su anatomía por medio de cortes histológicos y el uso de microscopios especializados de campo claro y fluorescencia. Por lo que se realizó la recolecta de ejemplares que fueron procesados por medio de técnicas tradicionales para obtener preparaciones fijas del tallo con la técnica de safranina verde rápido y el uso de microscopio de campo claro y de fluorescencia con tres tipos de filtros, verde, rojo y azul. Se encontró que no existen canales de mucílago y tampoco esclerénquima, éste último no se encontró ni con la técnica de safranina verde rápido ni tampoco con la fluorescencia, por lo que se identificó como colénquima. El filtro más eficiente en indicar fluorescencia para xilema, lípidos y amiloplastos fue el rojo.

Palabras clave: Lycopodiaceae, Lycophyta, Huperziaceae, histología, estele.

Abstract

The Lycophyta division represents the most ancestral vascular plants, in it is the family Lycopodiaceae that is very diverse, Rolleri (1972), considers the existence of 700 species and most live in tropical areas. For Øllgaard (1995), he distinguishes four genera: *Lycopodiella*, *Lycopodium*, *Phyloglossum* and *Huperzia*, with approximately 450 species; the latter, widely distributed in the countries of China, India, Japan, Korea and Russia, has also been found in Oceania and Central America. This plant is very important in traditional Chinese medicine as it has properties against Alzheimer's disease. In Mexico it is only cited for the state of Hidalgo. There are

³⁹ Laboratorio de Histología y Citología General. Área de Biología. Centro de Investigación en Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera Federal México-Texcoco. C.P. 56227. Chapingo, México.
mrobledoym@yahoo.com.mx

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

few studies that have been carried out to describe the anatomy of the sporophyte, so this work aims to contribute to the knowledge of its anatomy through histological cuts and the use of specialized microscopes of clear field and fluorescence. Therefore, the collection of specimens was carried out that were processed by means of traditional techniques to obtain fixed preparations of the stem with the technique of fast green safranin and the use of light field microscope and fluorescence with three types of filters, green, red and blue. It was found that there are no mucilage channels and neither sclerenchyma, the latter was not found either with the fast green safranin technique nor with fluorescence, so it was identified as collenchyma. The most efficient filter in indicating fluorescence for xylem, lipids and amyloplasts was red.

Key words: Lycopodiaceae, Lycophyta, Huperziaceae, histology, stele

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

La división Lycophyta representa las plantas vasculares más ancestrales, en ella se encuentra la familia Lycopodiaceae que es muy diversa, Rolleri (1972), considera la existencia de 700 especies y la mayoría vive en zonas tropicales. Para Øllgaard (1987), el número de especies lo estima entre 200 a más de 500, el mismo autor en 1995, distingue 4 géneros con aproximadamente 450 especies.

La especie *Huperzia serrata* pertenece a la familia Lycopodiaceae; Øllgaard (1987) reconoce la existencia de cuatro géneros de la familia mencionada: *Lycopodiella*, *Lycopodium*, *Phyloglossum* y *Huperzia*. Esta última, ampliamente distribuida en los países de China, India, Japón, Corea y Rusia, además, ha sido encontrado en Oceanía y América Central (Jaswinder *et al*, 2016). Por su distribución cosmopolita se les puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 4,400 msnm (metros sobre nivel del mar); con excepción de los desiertos (Santa, 2017). Algunos botánicos dividen *Huperzia* en dos géneros, *Huperzia* que incluye 10-15 especies del Ártico y el resto en *Phlegmariurus*, un género epífito tropical o subtropical. *Huperzia* está incluido en la familia Huperziaceae en algunas clasificaciones, o alternativamente en la más ampliamente definida Lycopodiaceae.

La especie contiene alcaloides, conocidos como alcaloides de *Lycopodium*, entre ellos se encuentra la Huperzine A; aislado de *Huperzia serrata*, actualmente se vende como suplemento dietético para la pérdida de memoria y el deterioro mental. Este fármaco ha demostrado propiedades antioxidantes y neuroprotectoras (Jaswinder *et al*, 2016). Estudios como el realizado por García *et al* (2017) sugieren que este alcaloide puede ser utilizado, por sus propiedades, en el tratamiento del Alzheimer.

Alrededor de 47 millones de personas en todo el mundo sufren actualmente demencia (Alzheimer's Disease International, 2015), siendo la enfermedad de Alzheimer (EA) la más frecuente condición. La EA es un trastorno neurodegenerativo asociado con la pérdida de neuronas, que son esenciales para la memoria y otras funciones cognitivas (Mattson, 2004; Barnes *et al.*, 2006).

Las aportaciones en estos aspectos para Lycopodiaceae, relacionados con los géneros, podemos citar los que tratan al género *Lycopodium*: Rolleri (1972 b, 1981, 1982 a), Sota (1972); Bruce (1974, 1976 d); Hickey (1977); Beitel (1979, 1979 b). Algunos trabajos se refieren al género *Huperzia* como los de Rothmaler (1962), Bertel (1986, 1988, 1992) y Rolleri (1989). Estudios relacionados a la sistemática y morfología del género *Lepidotis* son realizados por Bruce (1976 d). Holub (1964, 1975); propone a *Lycopodiella* y *Diphasiastrum* como nuevos géneros para el Orden Lycopodiales. Bertrand (1885), considera el género *Phylloglossum*.

Holub (1983, 1985) argumenta la validación de nombres genéricos para Lycopodiaceae y da la descripción de un nuevo género (*Pseudolycopodiella*), en el segundo trabajo propone la transferencia de especies de *Lycopodium* al género *Huperzia*. Rolleri (1984), incluye aspectos taxonómicos y de nomenclatura para la sección Crassistachys Herter del género *Lycopodium*. Øllgaard (1987, 1989 b) en el primero realiza una revisión en cuanto a la clasificación de

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Lycopodiaceae y en el segundo propone un nuevo taxón y combinaciones nuevas para dicha familia.

En cuanto a la morfología y anatomía, Ogura (1972), realizó un estudio comparativo desde el punto de vista anatómico de los órganos vegetativos de las Pteridofitas. Hegelmaier (1872), en sus estudios consideró aspectos morfológicos de *Lycopodium*. Este último trabajó la anatomía de *Lycopodium* y su importancia en la sistemática. Chu (1974), estudió la anatomía de la hoja en varias especies del mismo género. Wilce (1972), realizó un importante trabajo en relación con la morfología de las esporas y su utilización en la segregación del género *Lycopodium*. Bruce (1976) considera en su trabajo el desarrollo, distribución y tipos de canales de mucílago en *Lycopodium*; así como sus implicaciones taxonómicas, este mismo autor en su trabajo de (1976 b), aborda aspectos morfológicos de los Subgéneros: *Lepidotis* y *Lycopodium* en relación con la sistemática de ambos. Rolleri (1974), realizó un estudio morfológico de *Lycopodium fuegianum* Roivonen. Cardillo (1979), realizó un estudio en que considera la anatomía estelar de seis especies de *Lycopodium*. Stevenson (1976), su estudio lo enfoca a la filotaxia y morfología estelar de *Lycopodium lucidulum* Michaux. Ilgaard (1979), enfoca sus estudios al patrón de ramificación en Lycopodiaceae con enfoque taxonómico. Por su parte Rolleri (1979, 1977 a), hace un análisis morfológico de las especies de Licopodios que se encuentran en la región andino-patagónica y en el segundo trabajo expone la correlación morfológica y la distribución geográfica para *Lycopodium saururus*. Rolleri (1977 b, 1980, 1985) realizó estudios relacionados con la morfología y sistemática del género *Lycopodium carolinianum*.

Cardillo (1970), realizó estudios anatómicos del tallo de seis especies de *Lycopodium*, del noroeste de los Estados Unidos, y consideró que los resultados obtenidos pueden ser utilizados como criterios para la separación de especies. Santa (1986), examinó la anatomía de 54 muestras colombianas de la familia Lycopodiaceae y la relacionó con la delimitación de los géneros *Huperzia*, *Lycopodiella* y *Lycopodium*.

Por lo anteriormente expuesto se hace necesario la realización del presente estudio, para proporcionar evidencias anatómicas que sirvan de apoyo a futuras investigaciones de tipo taxonómico, morfológico, fisiológico, citológico y ecológico y de esta manera contribuir al conocimiento de la Biología de los Licopodios en México y en particular del género *Huperzia*, el cual tiene una relevante importancia medicinal y ornamental y en México se ha encontrado solamente en el estado de Hidalgo.

Materiales y Métodos

Recolección del material botánico. Los especímenes fueron recolectados en la localidad conocida como: “La Cantera” carretera Zacualtipán – Tianguistengo, Hidalgo, en febrero del presente año. Algunos ejemplares se conservaron vivos y otros se herborizaron siguiendo las técnicas tradicionales para la recolección de Pteridofitas (Lot y Chiang 1986).

Los tallos de las plantas frescas se cortaron en trozos de aproximadamente 5 mm de longitud procurando tener muestras de la parte media y de los extremos, las hojas fueron eliminadas desde

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

la inserción en el mismo, ayudados por una navaja de rasurar, las partículas de suelo adheridas se removieron con un pincel. Las muestras se colocaron en frascos pequeños de vidrio que contengan fijador (F.A.A.), la cantidad de fijador siempre fue de 100 veces más del volumen de la muestra; se rotularon anotando los siguientes datos: especie, órgano, tipo de fijador utilizado, fecha y nombre del recolector, localidad. Las muestras se colocaron en una caja pequeña de plástico para su transporte al Laboratorio de Citología e Histología General de la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo. Permaneciendo quince días en el fijador a temperatura ambiente, posteriormente fue sometido a la técnica de inclusión en parafina. Otros especímenes se prensaron, desecaron y montaron en cartulina los cuales fueron depositados en el Herbario de la Preparatoria Agrícola de la U.A.Ch.

Microtecnia. La técnica utilizada en la elaboración de preparaciones histológicas permanentes fue la inclusión en parafina y tinción doble safranina-verde rápido (Johansen, 1940; Sass, 1958). Lavado del material. Las muestras se lavaron con diez cambios de agua destilada durante quince minutos en cada cambio.

Deshidratación. Una vez que las muestras fueron lavadas, se deshidrataron, utilizando alcoholes graduales, iniciando con alcohol al 50%, 70%, 96% y por último con alcohol 100% (absoluto), el material permaneció por tres horas en cada uno; pero en el último alcohol se realizaron tres cambios de tres horas cada uno. **Aclaramiento.** Se utilizó alcohol absoluto-xileno (1:1) durante tres horas, posteriormente se realizaron tres cambios en xileno concentrado cada uno con tres horas de duración. **Impregnación en parafina.** Se colocaron las muestras aclaradas en cápsulas de acero inoxidable para su impregnación en parafina fundida (Merck con punto de fusión 56-58°C), durante tres horas. Se realizó una segunda impregnación durante nueve horas. Es importante indicar que los pasos correspondientes a: deshidratación, aclaramiento e impregnación en parafina, se realizó en el procesador de tejidos (Histokinette).

Inclusión en parafina. Las diferentes muestras una vez que pasaron por la impregnación en parafina, se colocaron en moldes de aluminio de 7X4.5 cm. Con parafina fundida, en la cual se orientaron de acuerdo al sentido deseado para el corte, cada muestra se rotula para saber de qué especie y órgano de la misma corresponde, los datos fueron escritos a lápiz (No. 2), sobre tiras de papel blanco bond. Todo lo anterior se realizó sobre una parrilla caliente para mantener fundida la parafina contenida en los moldes de aluminio, una vez terminada la orientación de las muestras y la rotulación, se retiraron los moldes de la parrilla caliente y se coloraron en un recipiente con agua fría para acelerar la solidificación de la parafina.

Aplanado. Una vez que la parafina de los moldes se solidificó, se procede a desmoldar, colocando los moldes con las muestras en una parrilla caliente y en el momento en el que la parafina empieza a fundirse, se sacaron de la parrilla y se invierten para que queden libres de los moldes. Ya que

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

se desmoldaron, se procedió a emparejarlos utilizando un cuchillo o una navaja en especial la parte del bloque que no estuvo en contacto con el aluminio del molde. Modelado. Cuando se obtengan los bloques que contienen las muestras vegetales, se procede a darles forma de pirámide truncada con base cuadrangular y de aproximadamente un centímetro por lado. Pegado de las pirámides truncadas. Después de que los bloques fueron modelados en pirámide truncada, ésta se calentó en su base utilizando una lámpara de alcohol y cuando la parafina se empieza a fundir se procedió a pegar el bloque sobre un trozo de madera de aproximadamente 1.4 cm. X 1.7 cm. X 2.7 cm.

Corte. Posteriormente se procedió a realizar los cortes; para lo cual se utilizó un microtomo rotatorio de Minot (American Optical), el grosor de los cortes fue de 10 μ en todos los casos. Pegado de los cortes al portaobjetos. Los mejores cortes obtenidos fueron seleccionados bajo el estereomicroscopio y se colocaron (1 a 4) sobre portaobjetos debidamente lavados y secos. Para adherir los cortes, se usó una o dos gotas de adhesivo de Haupt, más una gota de formol al 10%. Realizado lo anterior, los portaobjetos con las muestras se colocaron sobre una parrilla a temperatura de 60°C para que los cortes se extiendan. Secado de los cortes adheridos a los portaobjetos. Una vez que se realizó la adhesión de cortes a los portaobjetos, se colocó en una estufa a temperatura constante de 35°C durante dos días, esto con el fin de que la adhesión resulte más firme y no se desprendan, en los pasos siguientes.

Desparafinación. Para que la penetración de los colorantes sea adecuada, hay que eliminar antes la parafina de impregnación e inclusión, para esto, los cortes se sometieron a tres cambios de xileno durante cinco minutos cada uno. Rehidratación. Al inicio de la técnica las muestras se deshidrataron; pero como los colorantes utilizados están disueltos en agua y para que penetren con facilidad las células y tejidos, estos tienen que ser rehidratados utilizando para ello alcoholes graduales en orden descendente iniciando con alcohol 100%, posteriormente 96%, 70% y por último, alcohol al 50%, durante tres minutos en c/u.

Tinción. Concluida la rehidratación de los cortes, se procedió a teñirlos. Utilizando una tinción doble, safranina-verde rápido (safranina al 1% y verde rápido al 0.26%), el tiempo de tinción fue de dos horas en la safranina, dos y medio minutos en el verde rápido. Los pasos: secado de los cortes adheridos a los portaobjetos, desparafinación y rehidratación se realizaron en recipientes de vidrio (cajas de tinción - cajas Koplin). Los cortes adheridos a los portaobjetos se colocaron en canastillas de acero inoxidable con capacidad para sus muestras.

Montaje. Una vez concluida la tinción se procedió a realizar el montaje, utilizando como medio el bálsamo de Canadá, depositando una o dos gotas sobre los cortes y posteriormente se colocó un cubreobjetos. Secado de las preparaciones. Una vez realizado el montaje, las preparaciones frescas, se colocaron en una estufa con temperatura constante de 35°C durante treinta días. Todo

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

esto con el propósito de que haya endurecimiento del medio de montaje para manipular con más seguridad las preparaciones fijas.

Rotulado de las preparaciones. En el extremo derecho de las preparaciones ya secas, se colocó una etiqueta adherible en el portaobjetos y se escribieron los siguientes datos: nombre científico, órgano cortado, sentido del corte, fecha de elaboración, nombre de quien elaboró las preparaciones. En la mayoría de los casos en que se practicó corte transversal (c/t) y corte longitudinal (c/L), ambos se colocaron en la misma preparación. Las preparaciones fijas elaboradas fueron depositadas en la colección de preparaciones fijas con que cuenta el Laboratorio de Citología e Histología General del Área de Biología de la Preparatoria Agrícola de la U.A.Ch.

La descripción morfológica del tallo se realizó tomando en cuenta la forma, tamaño, y presencia de tejidos observados, abarcando el sistema dérmico; sistema fundamental o córtex, sistema vascular y estela. Se tomarán microfotografías con un microscopio óptico marca Leica DM 750 con cámara integrada Leica ICC50HD y microscopio de fluorescencia AXIO ZEISS, también con cámara digital de 12 megapíxeles CASSIO, los que se encuentran en el Laboratorio de Histología y Citología General.

Resultados y discusión

En la figura 1 se observa un ejemplar de *Huperzia serrata* en el bosque de Pino-Encino en la desviación Zacualtipán a Tianguistengo, Hidalgo.



Figura 1. Esporofito de *Huperzia serrata* en bosque de pino-encino.

Descripción anatómica del Tallo. En la figura 2 se observa el corte transversal de tallo con la técnica de safranina-verde rápido, se identifican los diferentes sistemas el dérmico (SD), el fundamental (SF) y el vascular (SV). La epidermis es monoestratificada en algunas regiones biestratificada, las células son muy irregulares en cuanto a forma y tamaño, hay cuadrangulares, pentagonales y globosas, se encuentran también papilas (figura 3), hay pequeñas, medianas y grandes, presentan paredes gruesas con una cutícula evidente que se puede apreciar con la técnica de fluorescencia con el filtro verde y rojo (figura 3C y 3D).

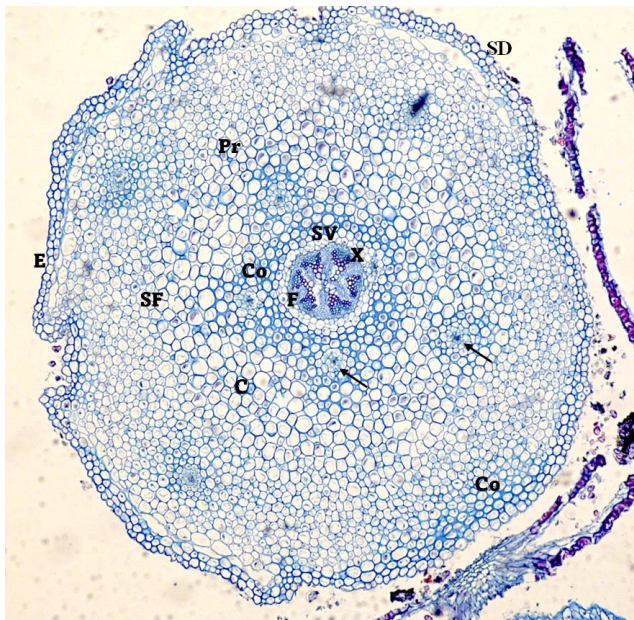


Figura 2. Tallo de *H. serrata* corte transversal. Fotografía en 4 X campo claro. Técnica safranina-verde rápido. SD. Sistema dérmico; SF. Sistema Fundamental; S.V. Sistema Vascular; E. epidermis; Co. Colénquima; Pr. Parénquima de reserva; X. xilema; F. floema. Las flechas indican la formación de raíces adventicias.

El sistema fundamental se caracteriza porque debajo de la epidermis las primeras capas de células (3 a 4) presentan paredes gruesas por celulosa, no lignina, así que no es un esclerénquima como varios autores han manifestado, sino que corresponde a un escaso colénquima externo, enseguida se encuentra parénquima clorofílico formado por paredes delgadas, las células son diversas las hay

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

globosas, hexagonales y con presencia de tres a seis cloroplastos por célula (Figura 3). Junto a este tejido se encuentra colénquima lagunar más evidente, enseguida se aprecia parénquima de reserva muy abundante, aproximadamente de siete a diez capas de células, tejido compacto, de paredes delgadas, con formas globosas, rectangulares, hexagonales las más grandes (Figura 4) en el interior de las células se aprecia la presencia de evidentes amiloplastos en fluorescencia con el filtro verde y rojo (Figuras 4C y 4D); entre este tejido y rodeando al estele se encuentra un anillo de células de paredes gruesas formando colénquima interno, sus paredes no presentan fluorescencia con los filtros utilizados (Figura 2 y Figura 5). Entre el parénquima de reserva del estele, se encuentran raíces adventicias originándose del tallo, esta característica ha sido citada por diversos autores, se encuentran señaladas con flechas en la figura 2.

Enseguida y rodeando al estele se presenta otro anillo de células formado por dos capas y es llamado endodermis, sus células son hexagonales con ángulos ligeramente redondeados y acumulaciones de lípido en la lámina media, visibles con la técnica de safranina-verde rápido al teñirse de color rojo y reaccionar con la primera, y hacerse visible con la fluorescencia roja y no la verde (Figura 4).

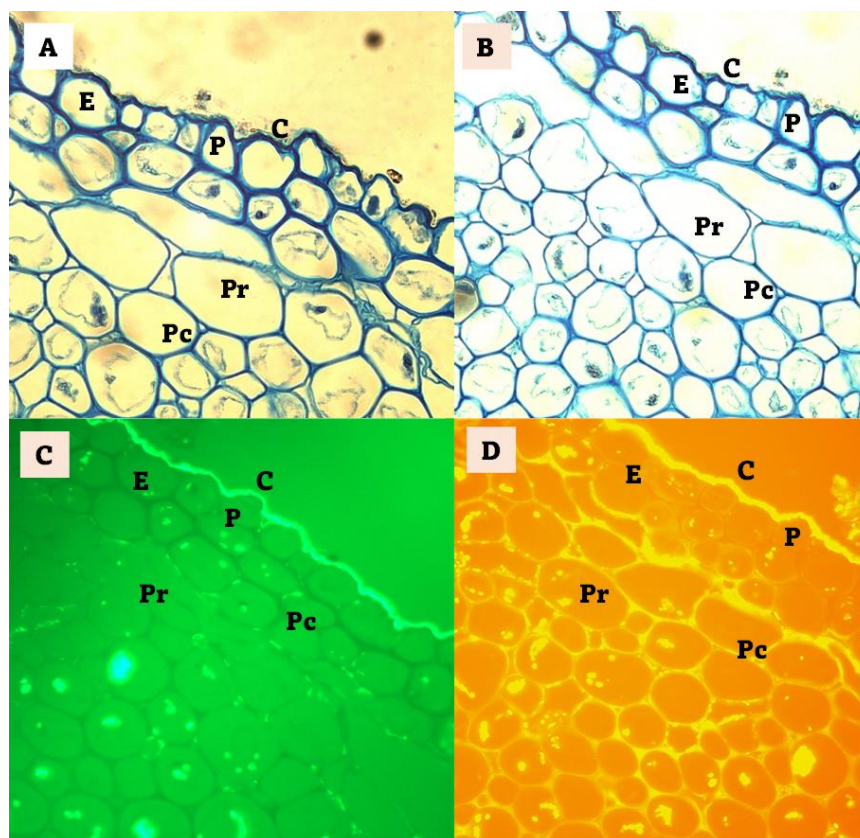


Figura 3. Sistema dérmico del tallo de *Huperzia serrata* corte transversal 40 x. A y B. Campo claro, C. Fluorescencia con filtro verde y D. Fluorescencia con filtro rojo. C. Cutícula; E. Epidermis; P. Papila; Pc. Parénquima clorofílico; Pr. Parénquima de reserva.

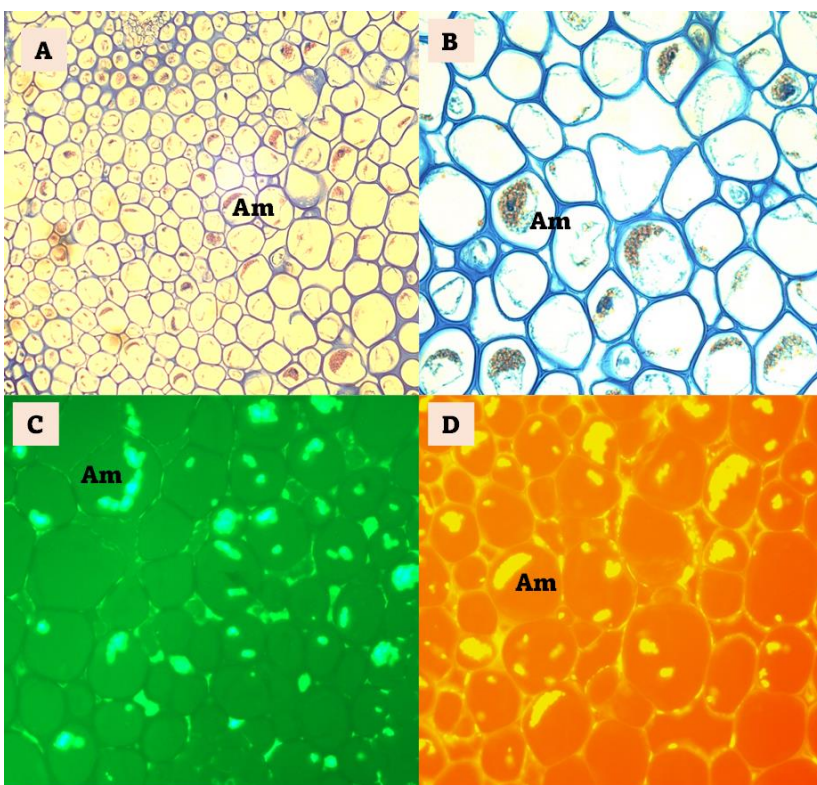


Figura 4. Sistema Fundamental (Córtex) del tallo de *Huperzia serrata* en corte transversal. Observe el Parénquima de reserva A. 20 x campo claro; B. 40x campo claro; C. 40x fluorescencia con filtro verde y D. 40x fluorescencia con filtro rojo. Am. Amiloplastos.

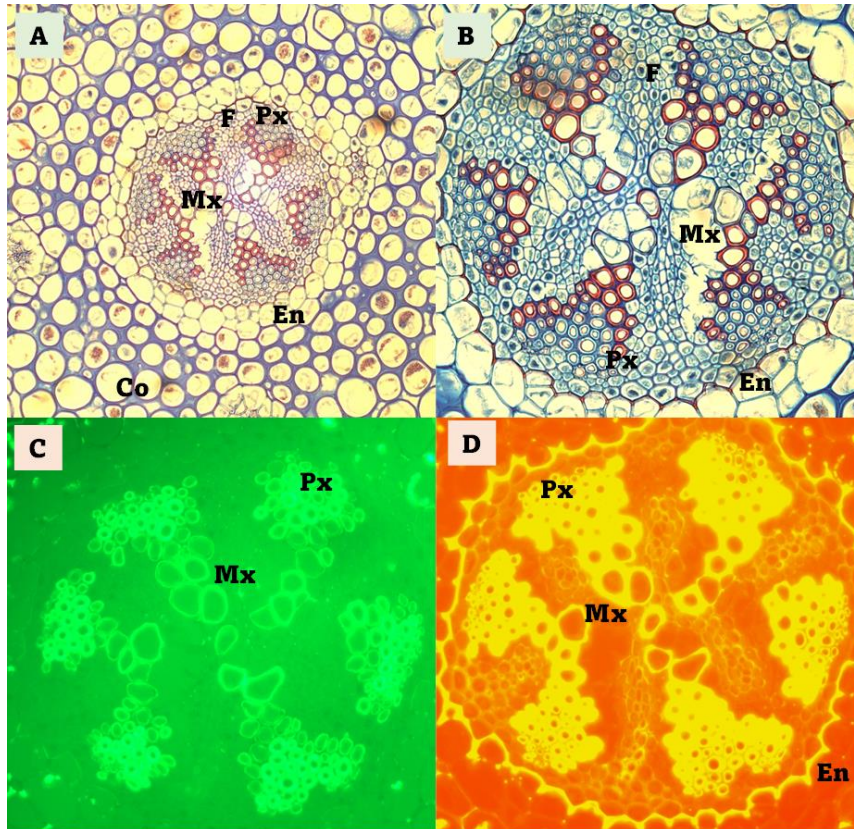


Figura 5. Sistema vascular (estele) del tallo de *Huperzia serrata* en corte transversal. A. Campo claro en 20x; B. campo claro en 40x; C. Fluorescencia con filtro verde 40x y D. Fluorescencia con filtro rojo 40 x. Co. Colénquima lagunar; En. Endodermis; Px. Protoxilema; Mx. Metaxilema; F. Floema.

Sistema vascular. El estele se caracteriza por ser protostélico de tipo plectostele con cinco a siete brazos bifurcados en los extremos, y protoxilema exarco (Figura 5), el floema está constituido por células de paredes delgadas que reaccionan con el verde rápido y no se aprecian en fluorescencia con filtro verde, debido a que la celulosa no reacciona con él; sin embargo, ligeramente se aprecia con el filtro rojo; sus células son de formas pentagonales y en su mayoría hexagonales. El xilema que se tiñe con la safranina, reacciona evidentemente en los filtros de fluorescencia empleados, tanto el verde como el rojo esto por la presencia de lignina en sus paredes, son mejores indicadores

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

a este compuesto incluso fluorescenciando células que no se tiñeron con la safranina, incluso se pierde la bifurcación de xilema de los brazos, haciendo un tejido compacto de xilema.

No se observaron canales de mucílago que han sido citados para el tallo de *Huperzia* spp., así como tampoco se encontró esclerénquima aunque sea una especie erecta, solamente colénquima perfectamente caracterizado por la falta de fluorescencia, lo que indica la ausencia de lignina en sus paredes, el filtro azul no generó ninguna fluorescencia en las estructuras celulares del tallo de *Huperzia serrata*. Es necesario continuar con la caracterización de otros órganos del esporofito de esta especie tal como la raíz, el tallo, las hojas, esporangios y esporas, así como también realizar morfometría de las células y los tejidos para caracterizar de forma más precisa la anatomía interna de esta especie.

Conclusiones

Este es un primer aporte al conocimiento de la anatomía del tallo de *Huperzia serrata* en cuanto al uso de microscopia de fluorescencia, determinando que el filtro azul no deberá ser usado, sin embargo el filtro verde es útil en la identificación de cutícula, amiloplastos y xilema; el filtro rojo indica la presencia de cutícula, amiloplastos, paredes celulares de forma tenue, las bandas de Caspary y el xilema, por lo que se concluye que utilizando este tipo de filtro se identifican lípidos, almidones y lignina, siendo el más eficaz en el reconocimiento y caracterización de tejidos.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Literatura Citada

Alzheimer's Disease International (2015). World Alzheimer Report 2015. Available: <https://www.alz.co.uk/research/world-report-2015>

Barnes LL, Schneider JA, Boyle PA, Bienias JL and Bennett DA (2006). Memory complaints are related to Alzheimer disease pathology in older persons. *Neurology*, 67: 1581-1585.

García, M. V., Poser, G. L. V., Apel, M., Tlatilpa, R. C., Mendoza-Ruiz, A., Villarreal, M. L., ... & Taketa, A. C. (2017). Anticholinesterase activity and identification of huperzine A in three Mexican lycopods: *Huperzia cuernavacensis*, *Huperzia dichotoma* and *Huperzia linifolia* (Lycopodiaceae). *Pak J Pharm Sci*, 30(1), 235-9.

Jaswinder, K., Rajmeet, S., Gurinder, S., Harpreet, K., Jasvir, K., Manpreet, K., ... & Jaspreet, K. (2016). A systematic review on *Huperzia serrata*. *Int. J. Pharmac. Phytochem. Res*, 8(8), 1250-1255.

Mattson MP (2004). Pathways towards and away from Alzheimer's disease. *Nature*, 430:631-639. Ølgaard, B. (1987), A revised classification of the Lycopodiaceae. *Sens. Lat. Opera Botánica*, 92: 153-178.

Santa S., J. I. (2017). Anatomía del tallo y suscripción genérica en Lycopodiaceae. *Actualidades Biológicas*, 15(58), 102–116. Recuperado a partir de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/actbio/article/view/330097>

Neodimio en el Crecimiento de Plantas de Chile (*Capsicum annuum*) bajo Estrés Salino

Sara Monzerrat Ramírez-Olvera⁴⁰; Libia Iris Trejo-Téllez⁴⁰; Fernando Carlos Gómez-Merino⁴⁰; Ernesto Gabriel Alcántar González⁴⁰

Resumen

El estrés salino es uno de los factores que afecta la producción agrícola, el cual ha incrementado en los últimos años. El neodimio (Nd), es un metal que han mostrado mejorar el crecimiento y la tolerancia a factores de estrés biótico y abiótico. El objetivo de esta investigación fue evaluar la aspersión de Nd a dosis crecientes, al follaje de plantas de chile jalapeño (*Capsicum annuum*), bajo estrés salino. Plántulas de chile, de 30 días de edad se colocaron en bolsas de polietileno negro de 20 x 20 cm, en cuyo interior contenían sustrato turba:agrolita 1:1 (v/v). A los 30 días después del trasplante, se sometieron a estrés salino, con la aplicación vía raíz de 100 mM NaCl. Y se realizaron dos aspersiones con Nd a las concentraciones 0, 50, 100 y 150 µM Nd, en periodos de 10 días. A los 20 días, después del inicio de tratamientos, las plantas se retiraron del sustrato y se registraron las variables de crecimiento. El tratamiento T3 (NaCl + 50 µM Nd) incrementó el diámetro de tallo y el número de botones. Así como, el tratamiento T5 (NaCl + 150 µM Nd), aumentó el número de frutos. Mientras que el tratamiento T2 (NaCl sin Nd) redujo el área foliar y el volumen de raíz, y los tratamientos T4 y T5 el peso de biomasa fresca de hoja. Todos los tratamientos evaluados redujeron la longitud y biomasa fresca de raíz. El Nd, modifica el crecimiento de plantas de chile, bajo condiciones de estrés salino.

Palabras clave: Tierras raras, lantánidos y hormesis.

Abstract

Salt stress is one of the factors that affects agricultural production, which has increased in recent years. Neodymium (Nd) is a metal that has been shown to improve growth and tolerance to biotic and abiotic stress factors. The objective of this research was to evaluate the spraying of Nd at increasing doses, to the foliage of jalapeño pepper plants (*Capsicum annuum*), under saline stress. Chili seedlings, 30 days old, were placed in 20 x 20 cm black polyethylene bags, inside which they contained peat:agrolite 1:1 (v/v) substrate. At 30 days after transplanting, they were subjected to salt stress, with the application of 100 mM NaCl via the root. And two sprays were carried out with Nd at concentrations of 0, 50, 100 and 150 µM Nd, in periods of 10 days. At 20 days, after the start

⁴⁰Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México, México. Correos electrónicos: ramirez.sara@colpos.mx; libia@colpos.mx; fermandg@colpos.mx; alcantar@colpos.mx

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

of treatments, the plants were removed from the substrate and the growth variables were recorded. The T3 treatment (NaCl + 50 μ M Nd) increased the stem diameter and the number of buds. As well as, the T5 treatment (NaCl + 150 μ M Nd), increased the number of fruits. While treatment T2 (NaCl without Nd) reduced leaf area and root volume, and treatments T4 and T5 the weight of fresh leaf biomass. All the treatments evaluated reduced the length and fresh root biomass. Nd modifies the growth of chili plants under saline stress conditions.

Key words: Rare earths, lanthanides and hormesis.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

El estrés salino, es un problema que afecta a las tierras de cultivo, e incrementa por las malas prácticas de riego y el cambio climático (Park *et al.*, 2016). El exceso de sales en el suelo, representa una amenaza para la producción agrícola (Singh, 2022). Debido al impacto que tiene en el metabolismo vegetal, al reducir el crecimiento y la productividad (Sudhir y Murthy, 2004).

En las plantas el estrés salino, produce cambios fisiológicos, bioquímicos y moleculares, que reducen el crecimiento, alteran la división y extensión celular (Zhu, 2012). Inhiben la fotosíntesis, al reducir las actividades y estabilidad de enzimas, como la ribulosa-1,5-bisfosfato carboxilasa/oxigenasa (RuBisCO) (Shumilina *et al.*, 2019).

Por lo tanto, es de suma importancia la búsqueda de alternativas que permitan mejorar la tolerancia a estas condiciones de estrés. El Neodimio es un metal que pertenece al grupo de las tierras raras, grupo constituido por los elementos escandio (Sc), cerio (Ce) lantano (La), praseodimio (Pr), prometio (Pm), samario (Sm), europio (Eu), gadolinio (Gd), terbio (Tb), disprosio (Dy), holmio (Ho), erbio (Er), tulio (Tm), iterbio (Yb), lutecio (Lu), e itrio (Y), que poseen características bioquímicas muy similares (Kabata-Pendias y Pendias, 1984). Las tierras raras tienen efectos promotores en el metabolismo vegetal a bajas concentraciones, y negativos en altas concentraciones (Tao *et al.*, 2021).

Pocos son los estudios del efecto de Nd en el crecimiento vegetal. A bajas dosis mejora el crecimiento de plántulas de arroz (*Oryza sativa*), incrementa la actividad de enzimas antioxidantes (Shi *et al.*, 2021); y aumenta la longitud de raíces en bulbos de cebolla (*Allium cepa*) (Kotelnikova *et al.*, 2022). Así mismo, bajo condiciones de estrés el Nd ha mejorado el crecimiento vegetal. Su aplicación a plantas de alcachofa de Jerusalén (*Helianthus tuberosus*) en condiciones de estrés por cadmio, reduce el estrés oxidativo, incrementa la actividad de enzimas antioxidantes y el crecimiento de plántulas a dosis de 10 y 20 μM NdCl_3 (Tang *et al.*, 2017). En plantas de trigo (*Triticum aestivum*) bajo estrés por cromo, el Nd mejora el ciclo Ascorbato-Glutatión (Lu *et al.*, 2020).

Sin embargo, son pocos los estudios de su efecto en el crecimiento de plantas bajo estrés salino. El objetivo de esta investigación fue evaluar la aplicación de neodimio vía foliar, en el crecimiento de plantas de chile, en condiciones de estrés salino.

Materiales y Métodos

Plántulas de chile jalapeño (*Capsicum annuum*) de 30 días de edad, se transfieren a bolsas de polietileno negro de 20 x 20 cm, en cuyo interior contenían una mezcla de turba y agrolita (1:1). Posteriormente, se regaron con solución Steiner al 50%. A 30 días después del trasplante, se sometieron a estrés salino, con la adición de 100 mM de NaCl a la solución nutritiva.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Posteriormente, se asperjaron los tratamientos, que consistieron en cloruro de neodimio (Cl_3Nd) a las dosis 0, 50, 100 y 150 μM . Se realizaron dos aspersiones, en intervalos de 10 días. A los 20 días del inicio de tratamientos, las plantas se retiraron del sustrato y se registró altura de planta, longitud de raíz, volumen de raíz, área foliar, peso de biomasa fresca de tallo, hojas y raíces.

Finalmente, con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza, y prueba de comparación de medias Tukey, con un nivel de significancia de 0.05, utilizando el programa estadístico SAS 9.4.

Resultados y discusión

Las plantas sometidas a estrés salino, con y sin la adición de Nd, no mostraron cambios significativos en la altura de planta (Figura 1A), y el número de hojas (Figura 1B).

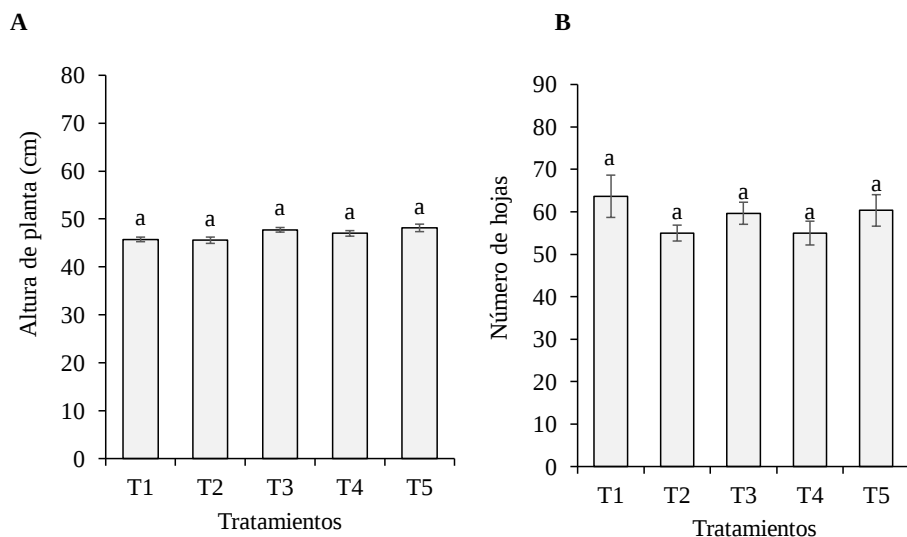


Figura 1. Altura (A) y longitud de raíz (B), de plantas de chile sometidas a diferentes tratamientos. T1: Testigo; T2: NaCl; T3: NaCl + 50 μ M Nd; T4: NaCl + 100 μ M Nd; T5: NaCl + 150 μ M Nd. Medias $\pm$ EE con letras distintas en cada subfigura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

El área foliar (Figura 2), se redujo significativamente con el tratamiento T2 (NaCl sin Nd), y con los tratamientos T4 (NaCl+100 μ M Nd) y T5 (NaCl+150 μ M Nd) en 18.09, 15.91 y 14.89%, respectivamente, con relación al tratamiento testigo. Mientras que el tratamiento T3 (NaCl+50 μ M Nd) no modificó esta variable. Al respecto, se ha informado que la salinidad retrasa la tasa fotosintética, la división y expansión celular, lo que genera una reducción en el área foliar (Rodríguez *et al.*, 2005). Así mismo, las tierras raras tienen una respuesta hormética en el crecimiento vegetal, al aumentar o reducir el crecimiento, en función de la dosis, por lo que el Nd puede impactar en procesos fotosintéticos. Otras tierras raras como el lantano (La), en altas concentraciones han impactado en la estructura del cloroplasto, la actividad de las ATPasas y el contenido de clorofila (Hu *et al.*, 2016).

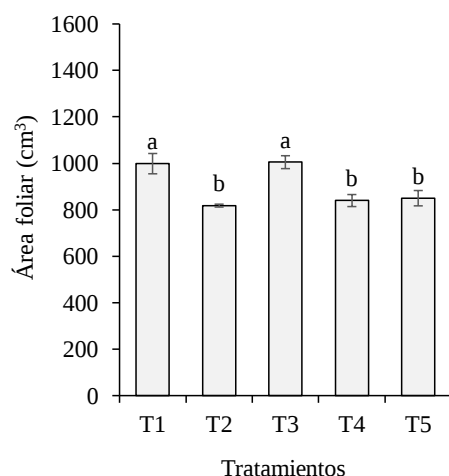


Figura 2. Área foliar de plantas de chile sometidas a diferentes tratamientos. T1: Testigo; T2: NaCl; T3: NaCl + 50 μ M Nd; T4: NaCl + 100 μ M Nd; T5: NaCl + 150 μ M Nd. Medias $\pm$ EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

La longitud de raíz (Figura 3), no se modificó con el tratamiento T2 (NaCl sin Nd), y se redujo en los tratamientos T3 (NaCl+50 μ M Nd), T4 (NaCl+100 μ M Nd) y T5 (NaCl+150 μ M Nd) en 16.39, 19.12 y 29.49%, respecto al tratamiento testigo. Lo cual puede deberse al efecto de Nd en la división celular. Otros elementos del grupo de las tierras raras como el cerio (Ce), en altas concentraciones reducen el índice mitótico de las células de la raíz (Xu *et al.*, 2016).

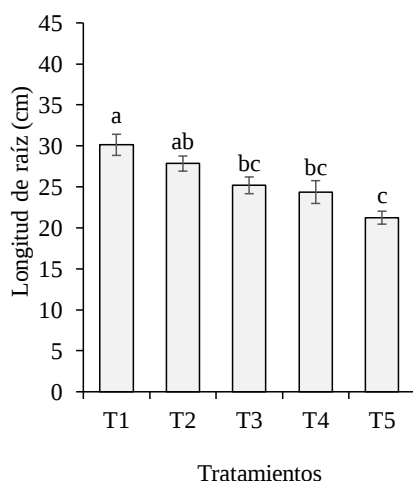


Figura 3. Longitud de raíz de plantas de chile sometidas a diferentes tratamientos. T1: Testigo; T2: NaCl; T3: NaCl+50 μ M Nd; T4: NaCl+100 μ M Nd; T5: NaCl+150 μ M Nd. Medias $\pm$ EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

El volumen de raíz (Figura 4), se redujo con la aplicación del tratamiento T2 (NaCl sin Nd) significativamente en 23.44%, respecto al testigo, sin mostrar efectos con los tratamientos con Nd. El estrés salino genera efectos adversos en el crecimiento vegetal, al incrementar los niveles de especies reactivas de oxígeno, que desencadenan cascadas de señalización, modifican la expresión génica, alteran el crecimiento, y la elongación celular (Tsukagoshi, 2016). En tanto, que la aplicación de Nd a plantas mejora la actividad de enzimas antioxidantes, y reduce niveles de especies reactivas de oxígeno (Shi *et al.*, 2021).

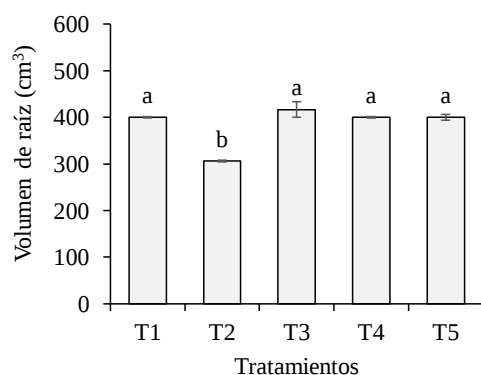


Figura 4. Volumen de raíz de plantas de chile, sometidas a diferentes tratamientos. T1: Testigo; T2: NaCl; T3: NaCl + 50 µM Nd; T4: NaCl + 100 µM Nd; T5: NaCl + 150 µM Nd. Medias ± EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

El diámetro de tallo (Figura 5) incrementó significativamente con el tratamiento T3 (NaCl+50 µM Nd) en 14.01% con relación al tratamiento testigo.

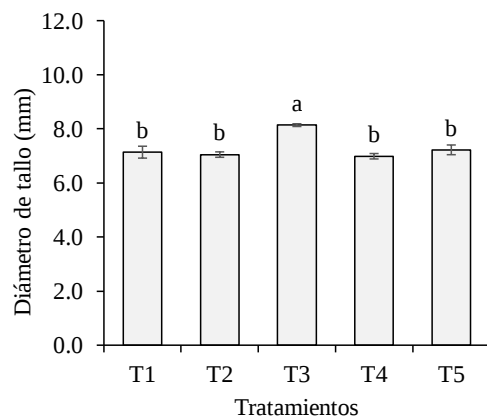
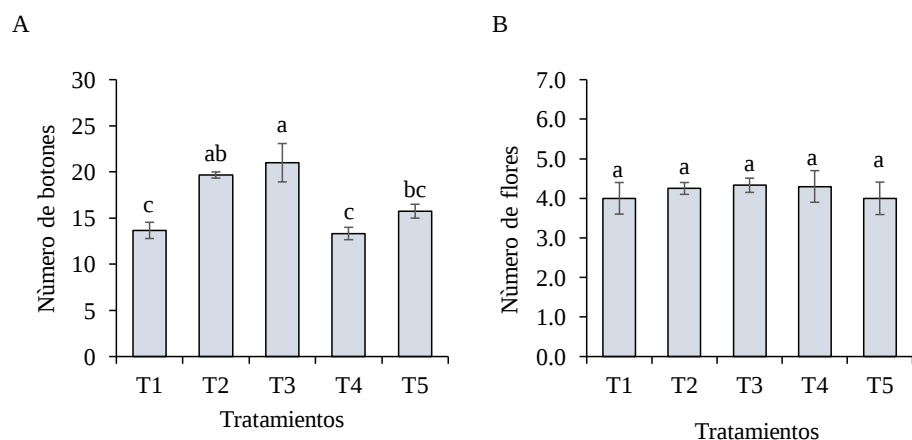


Figura 5. Diámetro de tallo de plantas de chile, sometidas a diferentes tratamientos. T1: Testigo; T2: NaCl; T3: NaCl + 50 µM Nd; T4: NaCl + 100 µM Nd; T5: NaCl + 150 µM Nd. Medias ± EE con letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

El número de botones (Figura 6A), aumentó con la aplicación del tratamiento T2 (NaCl sin Nd) y T3 (NaCl+50 μ M Nd) en 43.90 y 53.65%, en relación al tratamiento testigo. Por otro lado, el número de flores (Figura 6B), no se modificó bajo ningún tratamiento evaluado. Y el número de frutos (Figura 6C) se redujo en con la aplicación del tratamiento T4 (NaCl+50 μ M Nd) en 50% e incrementó bajo el tratamiento T5 (NaCl+150 μ M Nd) en 100%, respecto al tratamiento testigo. De manera similar, la aplicación de otros elementos del grupo de las tierras raras, como el lantano y el cerio, han mostrado generar precocidad en la floración, así como incrementar el número de flores en plantas de *Arabidopsis thaliana* (He y Loh, 2000).



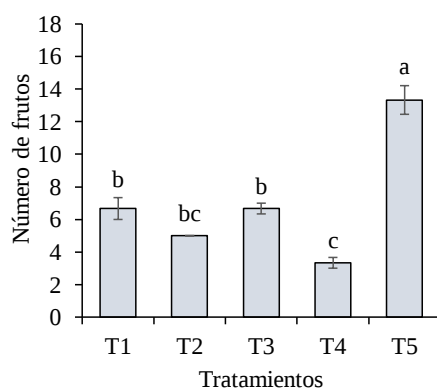


Figura 6. Número botones (A), flores (B) y frutos (C) de plantas de chile sometidas a diferentes tratamientos. T1: Testigo; T2: NaCl; T3: NaCl + 50 μ M Nd; T4: NaCl + 100 μ M Nd; T5: NaCl + 150 μ M Nd. Medias $\pm$ EE con letras distintas en cada subfigura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

La biomasa fresca de tallo (Figura 7A), no se modificó bajo ningún tratamiento evaluado. El peso de biomasa fresca de hoja (Figura 7B), se redujo con los tratamientos T2 (NaCl sin Nd), T4 (NaCl+100 μ M Nd) y T5 (NaCl+150 μ M Nd), en 20.40, 18.21 y 25.83% en relación al tratamiento testigo, sin mostrar efectos con la aplicación del tratamiento T3 (NaCl+50 μ M Nd). Todos los tratamientos evaluados redujeron significativamente el peso de biomasa fresca de raíz respecto al tratamiento testigo (Figura 7C). Lo cual puede estar relacionado con el efecto de las tierras raras en la regulación de genes que codifican para acuaporinas (Dridi *et al.*, 2022).

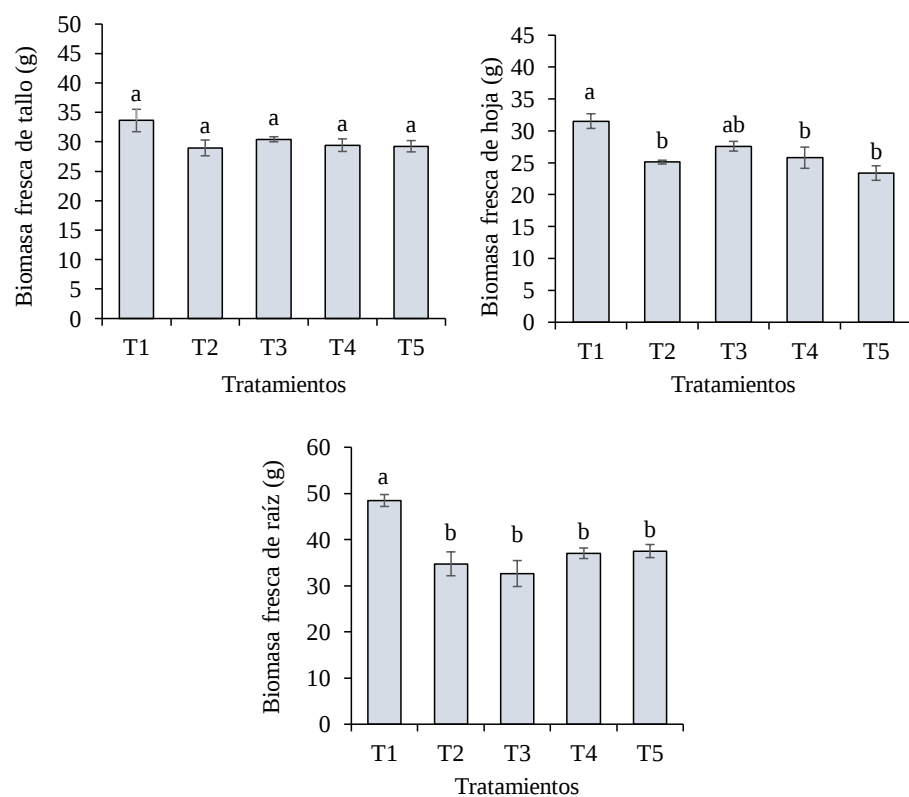


Figura 7. Biomasa fresca de tallo (A), hojas (B) y raíz (C) de plantas de chile sometidas a diferentes tratamientos. T1: Testigo; T2: NaCl; T3: NaCl + 50 μ M Nd; T4: NaCl + 100 μ M Nd; T5: NaCl + 150 μ M Nd. Medias $\pm$ EE con letras distintas en cada subfigura indican diferencias estadísticas entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Conclusiones

La aplicación de neodimio a plantas de chile en condiciones de estrés salino, así como el estrés salino sin la adición de neodimio, redujo la longitud y biomasa fresca de raíz. Ninguno de los tratamientos evaluados modificó la altura de planta, el número de hojas, botones, y la biomasa fresca de tallo. Mientras que el tratamiento T3 (NaCl + 50 μ M Nd) incrementó el diámetro de tallo y el número de botones. El tratamiento T5 (NaCl + 150 μ M Nd), aumentó el número de frutos. El tratamiento T2 (NaCl sin Nd) redujo el área foliar y el volumen de raíz, y los tratamientos T4 y T5 el peso de biomasa fresca de hoja. El neodimio modifica el crecimiento de plantas de chile, en condiciones de estrés salino.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Literatura Citada

- Dridi, N., Ferreira, R., Bouslimi, H., Brito, P., Martins-Dias, S., Caçador, I., & Sleimi, N.** (2022). Assessment of Tolerance to Lanthanum and Cerium in *Helianthus annuus* Plant: Effect on Growth, Mineral Nutrition, and Secondary Metabolism. *Plants*, 11(7): 988.
- He, Y. W., & Loh, C. S.** (2000). Cerium and lanthanum promote floral initiation and reproductive growth of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Science*, 159(1):117-124.
- Hu, H., Wang, L., Li, Y., Sun, J., Zhou, Q., & Huang, X.** (2016). Insight into mechanism of lanthanum (III) induced damage to plant photosynthesis. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 127: 43-50.
- Kabata-Pendias, A., & Pendias, H.** (1984). Trace Elements in Soil and Plants. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Kotelnikova, A., Rogova, O., & Volkov, D. S.** (2022). Toxicity assessment update for soil spiked with lanthanides (La, Ce, and Nd): results for chernozem. *Journal of Soils and Sediments*, 22(4): 1188-1200.
- Lu, N. H., Wu, L. M., Yang, R., Li, H., & Shan, C. J.** (2020). Neodymium improves the activity of ascorbate-glutathione cycle and chloroplast function of wheat seedlings under chromium stress. *Photosynthetica*, 58(3): 748-754.
- Park, H. J., Kim, W. Y., & Yun, D. J.** (2016). A new insight of salt stress signaling in plant. *Molecules and cells*, 39(6):447.
- Rodriguez, P., Torrecillas, A., Morales, M. A., Ortuno, M. F., & Sánchez-Blanco, M. J.** (2005). Effects of NaCl salinity and water stress on growth and leaf water relations of *Asteriscus maritimus* plants. *Environmental and Experimental Botany*, 53(2): 113-123.
- Shi, K., Liu, C., Liu, D., Lyu, K., Chen, J., & Wang, X.** (2021). The accumulation and effect of rare earth element neodymium on the root of rice seedlings. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(35):48656-48665.
- Shumilina, J., Kusnetsova, A., Tsarev, A., Janse van Rensburg, H. C., Medvedev, S., Demidchik, V., & Frolov, A.** (2019). Glycation of plant proteins: regulatory roles and interplay with sugar signalling?. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(9): 2366.
- Singh, A.** (2022). Soil salinity: A global threat to sustainable development. *Soil Use and Management*, 38(1):39-67.
- Sudhir, P., & Murthy, S. D. S.** (2004). Effects of salt stress on basic processes of photosynthesis. *Photosynthetica*, 42(4): 481-486.
- Tang, Z., Li, W., Wen, S. H., Ren, R. H., Liu, Z., & Qin, S.** (2017). Interference of Neodymium with the Antioxidative Defense Mechanisms of Jerusalem Artichoke (*Helianthus tuberosus*) Seedlings Grown under Cadmium Stress. *International Journal of Agriculture & Biology*, 19(4).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

- Tao, Y., Shen, L., Feng, C., Qu, J., Ju, H., Yang, R., & Zhang, Y.** (2021). Distribution of rare earth elements (REEs) and their roles in plants growth: A review. *Environmental Pollution*, 118540.
- Tsukagoshi, H.** (2016). Control of root growth and development by reactive oxygen species. *Current Opinion in Plant Biology*, 29: 57-63.
- Xu, Q.M., Wang, Y.Z., Liu, H., Cheng, J.S.** (2016). Physiological responses and chromosomal aberration in root tip cells of *Allium sativum* L. to cerium treatments. *Plant and Soil* 409:447-458.
- Zhu, J. K.** (2002). Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 53, 247.

**Análisis Proximal y de Taninos de las gomas de especies nativas de mezquite
(*Prosopis* spp.) y huizache (*Vachellia farnesiana*) del ejido de Naica,
Chihuahua**

José Eduardo Magaña Magaña⁴¹; María del Rosario Baray Guerrero⁴¹; María Elvira
González Anchondo⁴¹; Francisco Nahúm Valenzuela Arizpe⁴¹

Resumen

Esta investigación es continuidad de la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC): Desarrollo Sustentable del Desierto Chihuahuense y la agenda 2030 de la ONU. El proyecto está enfocado en la producción y cosecha de la goma de mezquite y huizache en especies nativas. El propósito del proyecto fue analizar la composición química de ambas gomas, a través de un análisis proximal para determinar contenido de ceniza, carbohidratos, proteínas, humedad, grasas; además de compuestos poli fenólicos totales y cuantificación de taninos condensados, para medir la calidad de las gomas y su posible enfoque comercial a la industria alimenticia. El análisis proximal de la goma de mezquite arrojó como resultados: humedad (9.82%), cenizas (2.32%), grasas (0.93%), proteínas (2.21%), carbohidratos (84.69%). El contenido de fenoles totales fue de 133.76 mg EAG/g. y la cuantificación de taninos condensados de 0.2738 mgAC/g Mientras que del huizache los resultados fueron: humedad (11.16%), cenizas (3.08%), grasas (1.63%), proteínas (2.58%), carbohidratos (81.52%). El contenido de fenoles totales fue de 1.31 mg EAG/g. y la cuantificación de taninos condensados de 0.0109 mg AC/g. Se puede concluir, que las gomas de mezquite y huizache, comparten características químicas con la goma arábica, por lo que pueden ser un sustituto en la industria alimenticia y farmacéutica.

Palabras clave: estabilizador coloidal, minerales, emulsión

Abstract

This research is a continuity of the Line of Generation and Application of Knowledge (LGAC): Sustainable Development of the Chihuahua Desert and the ONU 2030 agenda. The project is focused on the production and harvest of mesquite and huizache gum in native species. The purpose of the project was to analyze the chemical composition of both gums, through a proximal analysis to determine content of ash, carbohydrates, proteins, moisture, fats; in addition to total

⁴¹ Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Universidad Autónoma de Chihuahua. Correo mail: rbaray@uach.mx

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

polyphenolic compounds and condensed tannin quantification, to measure the quality of gums and their possible commercial approach to the food industry. The proximal analysis of the mesquite gum gave the following results: humidity (9.82%), ash (2.32%), fat (0.93%), proteins (2.21%), and carbohydrates (84.69%). The total phenol content was 133.76 mgEAG / g. and the quantification of condensed tannins of 0.2738 mgAC / g. While from huizache the results were: humidity (11.16%), ashes (3.08%), fats (1.63%), proteins (2.58%), and carbohydrates (81.52%). The total phenol content was 1.31 mgEAG / g. and the quantification of condensed tannins of 0.0109 mgAC / g. It can be concluded that mesquite and huizache gums share chemical characteristics with gum arabic, so they can be a substitute in the food and pharmaceutical industry.

Key words: colloidal stabilizer, minerals, emulsion

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

Esta investigación es continuidad de la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento (LGAC): Desarrollo Sustentable del Desierto Chihuahuense y la agenda 2030 de la ONU. El proyecto está enfocado en la producción y cosecha de la goma de mezquite y huizache en especies nativas. El propósito del proyecto fue analizar la composición química de ambas gomas, a través de un análisis proximal para determinar contenido de ceniza, carbohidratos, proteínas, humedad, grasas, compuestos poli fenólicos totales y taninos condensados, para medir la calidad de las gomas y su posible enfoque comercial a la industria alimenticia. Se considera que las gomas de mezquite y huizache, comparten características químicas con la goma arábica, que es utilizada como emulsionante y estabilizador en la industria alimenticia, de ser así, podrían considerarse como un reemplazo sostenible para la industrial. El proyecto general se inició en octubre de 2016, como una actividad de investigación aplicada a resolver problemas sociales particularmente, al Ejido, Naica de Saucillo, Chihuahua, como un proceso de vinculación con la sociedad y grupos vulnerables. Actualmente, se lleva a cabo la extracción de gomas de estas especies con la hormona vegetal de Ethephon y está en la antesala de comercializarla por lo cual, es indispensable conocer la composición química de las gomas, y de esta manera, abrir mercado en la industria alimenticia. Los alimentos se rigen por normas para cuidar la calidad y salubridad de sus componentes. Por lo que es importante conocer el análisis proximal y el contenido de taninos de las gomas de mezquite y huizache, para determinar la calidad, y con ello abrir un mercado potencial que incremente los ingresos de las familias del Ejido Naica. El objetivo de dicho proyecto fue identificar la utilidad económica de las especies nativas como el mezquite y el huizache, siendo el experimento central, la producción de goma controlada al aplicar una hormona vegeEl estudio se realizó en los laboratorios de la UACH y la población objetivo fue la goma de mezquite y huizache del Ejido Naica, Saucillo, Chihuahua, México.

Materiales y método

El estudio se realizó en los laboratorios de la UACH y la población objetivo fue la goma de mezquite y huizache del Ejido Naica, Saucillo, Chihuahua, México.

Las gomas fueron recolectadas y clasificadas de acuerdo con su tamaño, considerando aquellas mayores a un centímetro, por su integridad, por su tonalidad e impurezas, todo esto, con base al modelo de López (2009). El procedimiento se llevó a cabo de la misma manera para ambas especies.

El análisis químico proximal se llevó a cabo en el Laboratorio de Agua y Alimentos de la UACH (REG EF/573, S.S.A. REG JMA-PSAL-002-93. CED. PROF. 7915859) siguiendo los siguientes métodos:

1. **Humedad:** Secado por estufa (Nielsen, 2003),
2. **Cenizas:** Calcinación (Kirk, 1996),

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

3. **Proteínas:** Método de micro-Kjeldahl (AOAC Method, 2001),
4. **Grasa total:** Método de Soxhlet (James, 1999),
5. **Carbohidratos:** Por diferencia al 100%,
6. **Fenoles totales:** Folin-Ciocalteu (Singleton y Rossi, 1965).
7. **Cuantificación de taninos:** Método de Protoanicianinas

Humedad: La técnica utilizada para determinar la humedad, fue secado por estufa (Nielsen, 2003). Los pasos para esta técnica son: Pesar de 2 a 3 g de muestra en una pesa filtro con tapa (Previamente pesado después detenerlo a peso constante dos horas a 130°C aproximadamente). Secar la muestra en la estufa dos horas a 100- 110°C. Retirar de la estufa, tapar, dejar enfriar en el desecador y pesar tan pronto como se equilibre con la temperatura ambiente. Repetir hasta obtener peso constante. Calcular el porcentaje de humedad, reportándolo como pérdida por secado a 100-110°C.

Cenizas

La técnica utilizada para calcular cenizas fue la de calcinación de Kirk (1996), la cual se describe a continuación. Colocar a peso constante un crisol 2 horas aproximadamente en la mufla a 600°C. Pesar de 3 a 5 gramos de muestra en el crisol, es importante que la muestra no sobrepase la mitad del crisol. Calcinar la muestra con un mechero en la campana hasta que no se desprendan humos, Introducir a la mufla 2 horas a una temperatura menor a los 550°C. Repetir la operación anterior hasta conseguir unas cenizas blancas o ligeramente grises, homogéneas. Enfriar en desecador y pesar. Calcular el porcentaje de cenizas.

Proteínas

Las proteínas se determinaron empleando el Método de micro-Kjeldahl (AOAC Method, 2001)

Digestión: Pesar de 0.1-0.2gramos de muestra e introducir en un tubo de Kjeldahl, y agregar 0.15 gramos de sulfato de cobre penta hidratado, 2.5 gramos de sulfato de potasio o sulfato de sodio y 10 mililitros de ácido sulfúrico concentrado. Encender el aparato y precalentar a la temperatura de 360°C. Colocar los tubos en el porta tubos del equipo Kjeldahl y colocarlo en el bloque de calentamiento. Ajustar la unidad de evacuación de gases con las juntas colocadas sobre los tubos de digestión. Accionar la trampa de succión de gases antes de que se produzcan éstos. Calentar hasta total destrucción de la materia orgánica, es decir hasta que el líquido quede transparente, con una coloración azul verdosa. Una vez finalizada la digestión, sin retirar la unidad de evacuación de gases, colgar en el porta tubos para enfriar.

Destilación: En un matraz Erlenmeyer de 250 mililitros adicionar (según se indique) 50 mililitros de HCl 0.1N y unas gotas de indicador rojo de metilo .1% o bien 50 mililitros de ácido bórico 4% con indicadores. Conectar el equipo de destilación y esperar unos instantes para que se genere vapor. Colocar el tubo de digestión con la muestra diluida y las sales disueltas en un volumen no

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

mayor de 10 mililitros de agua destilada, en el aparato de destilación cuidando de introducir la alargadera hasta el fondo de la solución. Presionar el botón blanco para adicionar sosa al 36% (hasta 40 mililitros aproximadamente). Colocar la palanca de vapor en posición "ON" hasta alcanzar un volumen de destilado en el matraz Erlenmeyer de 100-150 mililitros. Lavar la alargadera con agua destilada, recoger el agua de lavado sobre el destilado. Una vez finalizada la destilación, regresar la palanca de vapor a la posición original.

Titulación: Titular el exceso de ácido (en el caso de recibir el destilado en HCl 0.1N) con una solución de NaOH 0.1 N, en el caso de recibir con ácido bórico, con una solución de HCl 0.1N. Calcular el porcentaje de proteína considerando las reacciones que se llevan a cabo.

Grasas: En cuanto a la determinación de grasas totales, se empleó el Método de Soxhlet (James, 1999), que se puede observar en la ilustración 4 y se describe a continuación. Colocar a peso constante un matraz bola de fondo plano con perlas o piedras de ebullición en la estufa a 100°C, aproximadamente 2 horas. Pesar de 4 a 5 gramos de muestra sobre un papel, enrollarlo y colocarlo en un cartucho de celulosa, tapar con un algodón y colocar el cartucho en el extractor. Conectar el matraz al extractor, en el que se debe encontrar el cartucho con la muestra, y posteriormente conectar éste al refrigerante. Agregar dos cargas del disolvente por el refrigerante y calentar el matraz con parrilla a ebullición suave. Para verificar que se ha extraído toda la grasa, dejar caer una gota de la descarga sobre papel filtro, al evaporarse el disolvente no debe dejar residuo de grasa. Una vez extraída toda la grasa, quitar el cartucho con la muestra desengrasada, seguir calentando hasta la casi total eliminación del disolvente, recuperándolo antes de que se descargue. Quitar el matraz y secar el extracto en la estufa a 100°C por 30 minutos, enfriar y pesar. Calcular el porcentaje de grasa.

Determinación de fenoles totales: Se prepararon extractos metanólicos de las gomas, de acuerdo a la metodología descrita por Palafox y colaboradores. (2012). Se utilizó un gramo de muestra y se homogeneizó con 20 mililitros de una solución de metanol: agua (80:20, v/v), se colocó durante 30 minutos en un sonicador (Branson 2510, EUA) y se centrifugó a 14 000 rpm durante 15 minutos a 4°C (Beckman Coulter Allegra™ 64R, EUA). Se colectó el sobrenadante y los residuos de la extracción se lavaron dos veces más con 10 mililitros de la solución de metanol al 80%, bajo las condiciones antes descritas. Los sobrenadantes de cada lavado, se filtraron a través de papel filtro No. 1 y el volumen obtenido se aforó a 50 mililitros con metanol 80%. Al extracto obtenido se le determinó el contenido de fenoles totales de acuerdo al método de Folin-Ciocalteu, descrito por Singleton y Rossi, (1965). Se mezclaron 30 micro litros de muestra con 150 micro litros del reactivo Folin-Ciocalteu (1:10, v/v) y 120 micro litros de carbonato de sodio al 7.5% (p/v). Después de 30 minutos se midió la absorbancia a 765nm en un espectrofotómetro FLUOstar Omega (BMG Labtech, Durham, EUA). Los resultados se expresan como mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/g de peso.

Determinación de taninos: Los residuos de la extracción metanólica se hidrolizaron con 10 mililitros de una solución (A) que contenía butanol y HCl (37%) (97.5:2.5) y se colocaron a baño

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

María (Thermo Scientific, 270) a 100°C durante 3 horas. Después del hidrólisis, se recuperó la solución por centrifugación (15 000 rpm / 15 min / 4°C) y se realizaron 2 lavados más con 10 mililitros de la solución A. Los sobrenadantes colectados se aforaron a 50 mililitros y a partir de este sobrenadante se cuantificó la concentración de taninos condensados a 555 nanómetros en un espectrofotómetro FLUOstar Omega (BMG Labtech, Durham, EUA) de acuerdo a la técnica de Reed y colaboradores (1982). Los resultados se reportan como miligramos de antocianidina/g de PS.

Resultados y discusión

El análisis proximal y de taninos se realizó en los laboratorios de la UACH en los meses de agosto a octubre 2020. En donde el análisis químico proximal mostró que la goma de mezquite presenta 9.82% de contenido de humedad, mientras que la goma de huizache contiene un 11.16%, encontrándose ambas, dentro de los parámetros requeridos por la FDA a la goma arábica, que indica es de entre 10 a 20%. En cuanto al contenido de cenizas, la goma de huizache contiene un 3.08% y la de mezquite un 2.32%. (Ilustración 5), cabe mencionar que una mayor cantidad de cenizas disminuye el valor nutricional de la goma. (UNAM, 2007). La goma de huizache presentó mayor contenido de proteínas (2.58%) que la goma de mezquite (2.21%), sin embargo, ambas gomas presentan mayor contenido que el requerido para la goma arábica por la FDA (2.1%). De acuerdo a lo mencionado por Wang, las proteínas realizan interacciones electrostáticas que alientan a la estabilización y emulsión. (Wang, 2011). Según Adewusi (2013), la cantidad de carbohidratos que contienen los alimentos, promueve la estabilidad coloidal de los líquidos. En el caso de las gomas estudiadas, la de mezquite presenta un 84.69% mientras que la de huizache un 81.52%, la diferencia de carbohidratos se debe al alto contenido de fibras de dichas gomas.

Parámetro %	Goma Arábica (Estándar USDA)	Goma de Mezquite (Laboratorio UACH)	Goma de Huizache (Laboratorio UACH)
Humedad %	10 a 20	9.82	11.16
Cenizas %	5	2.32	3.08
Grasas %	NR	0.93	1.63
Proteínas %	2.1	2.21	2.58
Carbohidratos %	NR	84.69	81.52

Ilustración 1. Resultados de Análisis Proximal

Magaña y colaboradores (2018), realizaron una investigación en las gomas producidas en Naica Chihuahua de Mezquite y Huizache, donde los resultados se comparan con los obtenidos en el 2020 en la siguiente ilustración

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Parámetro	Goma de Mezquite	Goma de Huizache	Goma de Mezquite	Goma de Huizache
%	2018	2018	2020	2020
Humedad %	10.09	17.49	9.82	11.16
Cenizas %	2.16	4.37	2.32	3.08
Grasas %	4.10	4.53	0.93	1.63
Proteínas %	2.94	5.09	2.21	2.58
Carbohidratos %	80.69	68.49	84.69	81.52

Ilustración 2. Goma de Mezquite y huizache 2018 Vs. 2020

En cuanto a la cuantificación de taninos condensados en huizache, con un blanco de 0.042, se obtuvo una media de 0.0109 miligramos de Antocianidinas por gramo de muestra. (Ilustración 10).

Muestra	Abs	Blanco	Abs- Abs bco	Ec. Recta (mg/mL)	FD (mg/mL)	[mg AC/g]	Prom.	D.S.	E.S.	CV	Media	DE	ES	CV
Huizache														
1	0.052	0.042	0.010	0.00021285	0.00021285	0.01013568	0.0099	0.0004	0.0001	3.62%	0.0109	0.0002	0.0001	2.01%
	0.050	0.042	0.008	0.00019979	0.00019979	0.00951386								
	0.052	0.042	0.010	0.00021285	0.00021285	0.01013568								
Huizache														
2	0.053	0.042	0.011	0.00021938	0.00021938	0.01044659	0.01076	0.0003	0.0001	2.89%				
	0.054	0.042	0.012	0.00022591	0.00022591	0.01075750								
	0.055	0.042	0.013	0.00023244	0.00023244	0.01106841								
Huizache														
3	0.055	0.042	0.013	0.00023244	0.00023244	0.01106841	0.0111	0.0000	0.0000	0.00%				
	0.055	0.042	0.013	0.00023244	0.00023244	0.01106841								
	0.055	0.042	0.013	0.00023244	0.00023244	0.01106841								

Ilustración 3. Cuantificación de taninos condensados en Huizache

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Los resultados de compuestos fenólicos de mezquite, al análisis de fenoles totales se realizaron con un blanco de 0.052, dando como resultado una media de 133.76 equivalentes a ácido gálico, lo cual se puede observar en la siguiente ilustración.

Muestra	Abs	Blanco	Abs- Abs bco	Ec. Recta (mg/mL)	FD (mg/mL)	[mg EAG/g]	Prom.	D.S.	E.S.	CV	Media	DE	ES	CV
Mezquite 1	0.295	0.052	0.243	0.288	2.876	130.71	131.59	0.81	0.27	0.61%	133.76	2.20	0.73	1.65%
	0.298	0.052	0.246	0.291	2.910	132.29								
	0.297	0.052	0.245	0.290	2.899	131.76								
Mezquite 2	0.304	0.052	0.252	0.298	2.980	135.46	135.99	0.53	0.18	0.39%				
	0.306	0.052	0.254	0.300	3.003	136.52								
	0.305	0.052	0.253	0.299	2.992	135.99								
Mezquite 3	0.298	0.052	0.246	0.291	2.910	132.29	133.70	1.61	0.54	1.21%				
	0.304	0.052	0.252	0.298	2.980	135.46								
	0.300	0.052	0.248	0.293	2.934	133.35								

Ilustración 4. Compuestos fenólicos Totales de mezquite

Al comparar los resultados obtenidos en los laboratorios de la UACH y en otras investigaciones, se puede observar que la goma de huizache tiene

un menor contenido de taninos que la goma arábica y la goma de mezquite, por lo que es más recomendable para su uso en la industria alimenticia y farmacéutica. Sin embargo, industrias como la vitivinícola, prefieren el uso de goma de mezquite para vinos jóvenes debido a que funciona como colorante y las propiedades antioxidantes que aporta.

	Goma de Mezquite Laboratorio UACH	Goma de Huizache Laboratorio UACH	Goma de Mezquite	Goma de Huizache	Goma Arábica
				Sinbaja	Sinbaja
Compuestos fenólicos totales	13.376	0.131	NR	NR	NR
(gEAG/100g)					
Taninos condensados	0.02738	0.00109	0.144	0.046	0.015
(gAC/100g)					

Ilustración 5. Comparativo de gomas

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Sinbaja (2015), menciona que las gomas más recomendables para la industria alimenticia y farmacéutica, son las de color claro, preferentemente transparentes, ya que no afectan la composición original del producto.

De acuerdo a los resultados de las pruebas realizadas en los laboratorios, con métodos y técnicas certificadas, se dice que existe suficiente evidencia de información estadística para no rechazar las siguientes hipótesis:

H₀₁: La goma de huizache tiene menor contenido de taninos que la goma arábica.

H₀₂: Las gomas de mezquite y huizache tienen mayor contenido de proteínas que la goma arábica.

Conclusiones

De acuerdo con el análisis proximal y de taninos, las gomas de mezquite y huizache pueden ser sustituto de la goma arábica, ya que presentan mejores resultados en cuanto al contenido de proteína y carbohidratos, así como una mejor concentración de taninos que la goma arábica.

Cabe mencionar que la goma de mezquite fue aprobada en México para su uso en la industria alimenticia en 1996 por la Secretaría de Salud, por lo tanto, existen áreas de oportunidad para que las gomas sean aprovechadas en distintas industrias como estabilizador coloidal.

La goma de huizache contiene más baja concentración de taninos que las gomas de mezquite y arábica, por lo que es más recomendada para la industria alimenticia y farmacéutica.

Por su parte, la goma de mezquite es un excelente colorante y posee propiedades antioxidantes, lo que permite ser utilizada en la producción de vinos, como estabilizador coloidal. Se recomienda realizar la filtración de las gomas para disminuir el contenido de taninos.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Chihuahua, en especial a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

Literatura Citada

Adewusi E, Afolayan A. (2010). A review of natural products with hepatoprotective activity. *J Medicinal Plants Res.*;4(13):1318-34

Cadhia F. E. “Estudio de la composición tánica de madera, corteza y hojas de eucalyptus camaldulensis, e. GLOBULUS y E. Rudis”, obtenido el 19 de septiembre 2020, obtenido de: <https://eprints.ucm.es/1825/1/T20060.pdf>

Capetillo L.C, Alonso D. M, Sandoval C. C, “Extracción y determinación de compuestos fenólicos en plantas”, obtenido el 22 de septiembre 2020, disponible en: https://issuu.com/snitsistemas/docs/manual_fen_y_tan-fin

CONAFOR (2009), disponible en: <https://es.scribd.com/document/365244848/Uso-Del-Mezquite-Como-Fuente-de-PolisacA-Ridos-de-Alto-Valor-Conafor>

Encinas C. Adrián; (2016), utilización de la goma de mezquite como sustituto de la goma arábica en la elaboración de helados. Obtenida el 05 de septiembre 2020 en: <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/handle/unison/1569/encinascardenasadriangilbertol.pdf?sequence=1>

Food and Drug Administration. Estados Unidos, 2018, obtenido el 15 de noviembre del 2020, disponible en: <https://www.fda.gov/about-fda/fda-basics/que-hace-la-fda>

Food Chemicals Codex, Estados Unidos, 2020, obtenido el 15 de noviembre del 2020, disponible en: <https://www.foodchemicalscodex.org/>

Horst-Dieter T. Fundamentos de tecnología de alimentos. Zaragoza, España, 2001

López F. Y., (2006) “Goma de mezquite una alternativa de uso industrial”, obtenido el 11 de septiembre del 2020, disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000300007

Método analítico para la cuantificación de taninos en el extracto acuoso de romerillo” obtenido el 10 de septiembre del 2020, disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962000000100005

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Núñez C. E, (s/f), Obtenido el 22 de septiembre 2020, disponible en:
<http://www.cenunez.com.ar/archivos/39-extraccinconequiposoxhlet.pdf>

Olivas F, (2015) Taninos hidrolizables; bioquímica, aspectos nutricionales y analíticos y efectos en la salud, disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112015000100005

Palafox-Carlos, H., Yahia, E. M., y González-Aguilar, G. A. (2012). Identification and quantification of major phenolic compounds from mango (*Mangifera indica*, cv. Ataulfo) fruit by HPLC–DAD–MS/MS–ESI and their individual contribution to the antioxidant activity during ripening. *Food Chemistry*, 135(1), 105-111.

Quiroz, C. J. A., (2015), “Resinas naturales de especies vegetales mexicanas: usos actuales y potenciales”, obtenido el 15 de septiembre 2020, disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712015000300013

Reed, J.D., McDowell, R. T., Van Soest, P.J. y Horvarth, P.R. (1982). Condensed tannins: a factor limiting the use of cassava forage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 33 (3), 213-220.

Reséndiz F. N. García N. R. (2016), “Goma de mezquite y huizache como alternativa de aprovechamiento en sistemas agroforestales” obtenido el 1 de septiembre del 2020, disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016001203251&script=sci_arttext

Remington GA. *Farmacia*. 19a ed. Panamericana T II; 1998.

Reyes, S. N., “Determinación del valor nutritivo de los alimentos”, obtenido el 11 de septiembre 2020, disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/3125/>

Sibaja H. R. (2015), “Propiedades fisicoquímicas y funcionales de las gomas de acacia cochliacantha y acacia farnesiana”, obtenido el 18 de septiembre 2020, disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/279977843_Tesis_de_Doctorado

Singleton, V. L., y Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3), 144-158.

Universidad Autónoma de México, “Análisis de alimentos, fundamentos y técnicas”, obtenido el 20 de septiembre 2020. disponible en:
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMENTOS_12286.pdf

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Vázquez-Ortíz, F., López-Franco, Y. & Goycoolea, F. (2006). Fractionation and characterization of the monosaccharides from Mesquite *Prosopis* spp. and Arabic Gum by normal, bonded phase, HPLC. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 29: 1991-1999.

Verbeken, D., Dierckx, S. & Dewettinck, K. (2003). Exudate gums: occurrence, production, and applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 63: 10-21

Viades T. J. (2012) Fisicoquímica de alimentos. Obtenido el 19 de noviembre del 2020. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Unidad4.Colooides%28completa%29_21745.pdf

Wang L, et al. (2011) Growth propagation of yeast in linear arrays of microfluidic chambers over many generations. *Biomicrofluidics*

Caracterización hidrológico-forestal de la microcuenca del Oasis Los Ahuehuetes Pue., y alternativas para restauración ambiental

Alejandro Santiago Sánchez Vélez⁴²; Gaudencio Rodríguez Abat⁴²

Resumen

El presente estudio se realizó en la microcuenca del Oasis Los Ahuehuetes ubicada en el municipio de Tepeojuma estado de Puebla, pertenece a la Zona Hidrológica N° 18 del Balsas, cuenca del río Atoyac y subcuenta del río Nexapa. Sus escurrimientos son de tipo intermitente, es una microcuenca exorreica debido a que sus corrientes desembocan en el río Atotonilco. La superficie total de la microcuenca es de 368 hectáreas, presenta una temperatura media anual de 22.5 °C, una precipitación media anual de 918 mm, con un clima semicalido. Tiene dos tipos de suelos rendzinas y vertisoles con una mayor dominancia del rendzinas, el tipo de uso de suelo dominante es bosque tropical caducifolio con un 64% de la superficie total.

La principal actividad productiva dentro del área de estudio es el turismo, se destaca la presencia de agricultura de riego derivada del agua del manantial, el principal cultivo es la caña de azúcar con unas 300 ha de riego. Dentro de la microcuenca no se tiene población permanente pero la comunidad beneficiaria de sus recursos hídricos tiene una población de 1509 habitantes. El estado físico del estrato arbóreo que rodea el manantial presenta algunos problemas relacionados con daños ocasionados por los turistas.

El objetivo fundamental de esta investigación fue realizar la caracterización hidrológico-ambiental de la microcuenca del Oasis Los Ahuehuetes perteneciente al municipio de Tepeojuma Puebla, mediante la elaboración de cartografía general por medio del uso de sistemas de información geográfica (SIG), detectar las problemáticas que amenacen la prevalencia de sus recursos naturales y plantear algunas propuestas técnicas normativas que contribuyan a la restauración ecológica ambiental de la microcuenca así como la difusión en la comunidad beneficiaria de sus recursos hidrológicos.

Palabras clave: hidrología, ahuehuetes, comunidades

Abstract

The present study was carried out in the Oasis Los Ahuehuetes micro-basin located in the municipality of Tepeojuma, state of Puebla, belongs to Hydrological Zone No. 18 of Balsas, Atoyac river basin and sub-basin of the Nexapa river. Its runoff is intermittent, it is an exorheic micro-basin because its currents flow into the Atotonilco River. The total area of the micro-basin is 368 hectares, it has an average annual temperature of 22.5 °C, an average annual rainfall of 918 mm, and a semi-warm climate. It has two types of soils rendzinas and vertisols with a greater dominance of rendzinas, the dominant type of land use is

⁴² Universidad Autónoma Chapingo, Ingeniería Forestal. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México, C. P. 56230, MÉXICO. Correo: dr.zhivago2014@gmail.com; rodriguezgaudencio98@gmail.com

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

tropical deciduous forest with 64% of the total area. The main productive activity within the study area is tourism, the presence of irrigation agriculture derived from spring water stands out, the main crop is sugar cane with about 300 hectares of irrigation. Within the micro-basin there is no permanent population, but the beneficiary community of its water resources has a population of 1,509 inhabitants. The physical state of the tree stratum surrounding the spring presents some problems related to damage caused by tourists. The fundamental objective of this research was to carry out the hydrological-environmental characterization of the Oasis Los Ahuehuetes micro-basin belonging to the municipality of Tepeojuma Puebla, through the elaboration of general cartography through the use of geographic information systems (GIS), detect the problems that threaten the prevalence of its natural resources and propose some normative technical proposals that contribute to the environmental ecological restoration of the micro-basin as well as the dissemination in the beneficiary community of its hydrological resources.

Key words: hydrological, ahuehuetes, community

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

Actualmente los recursos hídricos a nivel mundial presentan escasos a niveles críticos, el incremento demográfico desmedido y la falta de interés por conservar los ecosistemas naturales que sirven como productores de este indispensable recurso, esto afecta la disponibilidad (calidad y cantidad) de este vital líquido. Los factores de presión son fundamentalmente la sobreexplotación de acuíferos, el vertimiento de sustancias contaminantes a los cuerpos de agua, los cambios en el uso del suelo tales como la deforestación, las prácticas agrícolas inadecuadas, el incremento de urbanístico en zonas de producción hídrica, entre otros (Ordoñez, 2011).

La base fundamental para estudiar los recursos hídricos de una región es la cuenca esta se define como espacios territoriales delimitados por un parteaguas (partes más altas de montañas) donde se concentran todos los escurrimientos (arroyos y/o ríos) que confluyen y desembocan en un punto común llamado boquilla o salida de la cuenca. En estos territorios hay una interrelación e interdependencia espacial y temporal entre el medio biofísico (suelo, ecosistemas acuáticos y terrestres, cultivos, agua, biodiversidad, estructura geomorfológica y geológica), los modos de apropiación (tecnología y/o mercados) y las instituciones (SEMARNAT, 2013).

El área de estudio es la microcuenca del Oasis Los Ahuehuetes ubicada en el municipio de Tepeojuma Puebla, al noroeste de la comunidad de San Miguel Ayotla, tiene un manantial que se encuentra rodeado por una población de 19 majestuosos Ahuehuetes muy longevos de ahí el nombre que se le da al manantial y la microcuenca. El agua que mana en este lugar es de azul turquesa formando una gran poza con unos 5 metros de profundidad, con una temperatura promedio de 25.5°C lo que genera un paisaje único donde se puede observar troncos de ahuehuete emergiendo del agua y brotes de agua al fondo. El manantial representa para la comunidad de San Miguel Ayotla un generador de servicios hidrológicos y económicos indispensables para su desarrollo.

En los últimos años se ha observado cambios más drásticos en el clima, la temporada de lluvias ha cambiado como se registraba anteriormente, se ha observado una disminución en la cantidad de lluvia que precipita cada año, lo cual influye directamente en las actividades agrícolas que practican las personas de la comunidad. El manantial de Los Ahuehuetes ha servido de apoyo para los agricultores a seguir trabajando sus tierras proporcionando el agua para riego que ellos necesitan. En la microcuenca y en el manantial se ha observado algunos impactos de deterioro ambiental, los cuales son: pérdida de vegetación nativa (bosques tropicales caducifolio) generado por la presencia del ganado, cambio de uso de suelo para establecer pastizales y cultivos, compactación del suelo, erosión generada por la acción del ganado en el área de la microcuenca.

El objetivo fundamental de esta investigación fue realizar la caracterización hidrológico-ambiental de la microcuenca del Oasis Los Ahuehuetes perteneciente al municipio de Tepeojuma Puebla, mediante la elaboración de cartografía general por medio del uso de sistemas de información geográfica (SIG), detectar las problemáticas que amenacen la prevalencia de sus recursos naturales y plantear algunas propuestas técnicas normativas que contribuyan a la restauración ecológica ambiental de la microcuenca así como la difusión en la comunidad beneficiaria de sus recursos hidrológicos.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Materiales y Métodos

Para cumplir con los objetivos planteados se utilizó la siguiente metodología que ayudo a determinar las condiciones de los recursos naturales de la microcuenca de Los Ahuehuetes, además de proponer acciones enfocadas a la restauración ecológica ambiental.

Revisión de literatura

Se realizó una investigación minuciosa sobre la zona de estudio a nivel local y regional, además de revisar información publicada por instituciones públicas, adicionalmente se revisó información referente a las problemáticas actuales que presenta la microcuenca.

Análisis cartográfico

Para obtención de mapas se utilizaron algunas páginas gubernamentales, la delimitación del área de la microcuenca se utilizó la página del SIATL donde se puede descargar el área de escurrimiento de cuencas o microcuencas, los modelos digitales de elevación se obtuvieron de la página USGS con la clave E14B62, mediante el uso del software Arc Gis 10.3 se puede obtener curvas de nivel, topografía, exposiciones, pendientes, relieve, etc. Las curvas de nivel se utilizaron para corroborar que la delimitación de la microcuenca estuviera correcta con una escala de 1:15000, con una proyección: WGS 1984 UTM zona 14, la carta topográfica utilizada en este estudio tiene la clave E14B62 que corresponde al municipio de Izúcar de Matamoros y sus alrededores. Para la representación de mapas sobre uso de suelo, tipos de vegetación, cuerpos de agua, caminos, tipos de suelo, fisiografía, climas etc., se descargaron mapas de la página de INEGI. Todos los elementos utilizados en el SIG para este estudio se definieron en una proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) con Datum WGS84 Zona 14 N.

Cálculo de las variables morfométricas

Mediante el uso del Software Arcgis 10.3 se calculó el área de la microcuenca, perímetro, longitud del cauce principal, distancia entre curvas de nivel, entre otros datos hidrológicos del área de estudio, siguiendo los procedimientos de Sánchez-Vélez (1987).

Levantamiento de datos en campo

Se realizaron recorridos en el área de estudio para delimitar la microcuenca e identificar puntos estratégicos, se levantaron datos físicos, ecológicos, morfométricos y socioeconómicos. Adicionalmente se rectificó el uso de suelo y vegetación determinado en el análisis cartográfico, en estos recorridos se aplicaron entrevistas a algunos agricultores de la comunidad de San Miguel Ayotla, donde se obtuvo datos de gran importancia en este estudio sobre cultivos de riego generado por el agua del manantial. Se obtuvo información sobre las actividades económicas desarrolladas en la zona, así como los beneficios que de ellas tienen.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Análisis de problemáticas

A través de la revisión de literatura y el levantamiento de campo se determinaron las problemáticas actuales que afectan a la microcuenca, posteriormente con la información obtenida se realizó el planteamiento de algunas alternativas que contribuyan a la restauración ecológica del área de estudio.

Caracterización física ambiental

Para obtención de mapas se utilizaron algunas páginas gubernamentales, la delimitación del área de la microcuenca se utilizó la página del SIATL donde se puede descargar el área de escurrimiento de cuencas o microcuencas, los modelos digitales de elevación se obtuvieron de la página USGS con la clave E14B62, mediante el uso del software Arc Gis 10.3 se puede obtener curvas de nivel, topografía, exposiciones, pendientes, relieve, etc. Las curvas de nivel se utilizaron para corroborar que la delimitación de la microcuenca estuviera correcta con una escala de 1:15000, con una proyección: WGS 1984 UTM zona 14, la carta topográfica utilizada en este estudio tiene la clave E14B62 que corresponde al municipio de Izúcar de Matamoros y sus alrededores. Para la representación de mapas sobre uso de suelo, tipos de vegetación, cuerpos de agua, caminos, tipos de suelo, fisiografía, climas etc., se descargaron mapas de la página de INEGI. Todos los elementos utilizados en el SIG para este estudio se definieron en una proyección Universal Transversal de Mercator (UTM) con Datum WGS84 Zona 14 N.

Caracterización socioeconómica

La descripción socioeconómica de la microcuenca se obtuvo de la información publicada por INEGI (2020) y de la información que se obtuvo a través de la aplicación de 20 entrevistas a los pobladores de la comunidad beneficiaria de los recursos hídricos del área de estudio.

Resultado y discusión

Ubicación del área de estudio

La microcuenca Los Ahuehuetes se encuentra ubicada dentro del municipio de Tepeojuma Puebla al noreste de Izúcar de Matamoros, dentro de los límites de la mixteca poblana. Geográficamente se ubica en las coordenadas extremas 18° 42' 24.3" y 18°41'10.88" latitud Norte; 98°42'42.45" y 98°23'06.14" longitud Oeste, pertenece a la zona hidrológica N° 18 del Balsas, cuenca del río Atoyac y subcuenca del río Nexapa. La región hidrológica del Balsas tiene un alto valor ecológico debido a su riqueza única de flora y fauna, por lo cual esta microcuenca al ser tributaria de esta región adquiere una mayor importancia.

La microcuenca nace al sureste del municipio de Tepeojuma con una elevación de 1540 msnm, es una microcuenca muy pequeña con una superficie de apenas 368 hectáreas, debido a esta característica presenta un desnivel de 140 m, dentro de su área no podemos encontrar corrientes hidrológicas permanente solo escurrimientos que aparecen cuando llueve.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
 Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
 Chapingo, México

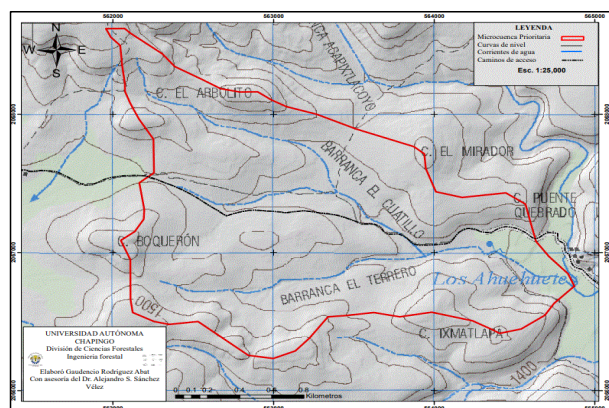


Figura 1. Mapa base de la microcuenca de estudio.

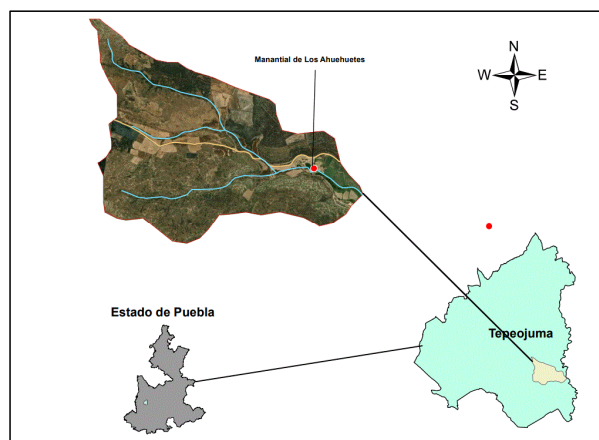


Figura 2. Ubicación de la microcuenca de estudio.

Clima

Los climas presentes dentro de la microcuenca se obtuvieron mediante un mapa elaborado con datos vectoriales de climas de INEGI (2008) y del Prontuario geográfico municipal de los Estados Unidos Mexicanos (2009) perteneciente al municipio de Xochiltepec Puebla, donde se obtuvo que el clima más dominante es el $Aw_0(w)$ un clima cálido subhúmedo, distinguido por ser el más seco de los cálidos con un régimen de lluvias en verano y sequía en invierno, temperatura media anual mayor a 22 °C, mientras que la temperatura más fría es sobre los 18°C, aunque también se encuentra el clima $(C)w_0(w)$ semiárido subhúmedo como se puede observar en la Figura 3.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

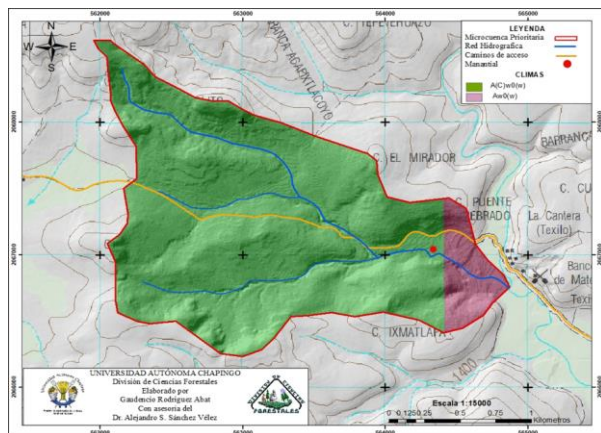


Figura 3. Mapa de climas de la microcuenca.

Los datos publicados por la Normal Climatológica del periodo de 1951-2010 del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de la estación 00021132 Izúcar de Matamoros (Fig. 2.), reporta una temperatura máxima anual de 30.5 °C, tiene una temperatura media anual de 22.5 °C y una temperatura mínima anual de 14.4 °C.

Cuadro 1. Datos climatológicos de la Estación 21132 Izúcar de Matamoros, Pue.

Periodo de datos de 1951-2010						
Meses	T. máx. (°C)	T. media (°C)	T. mínima (°C)	Precipitación mm	Evaporación	
Enero	28	19.4	10.8	7.2	136.9	
Febrero	29.9	21	12.1	5.5	155.6	
Marzo	32.2	23.2	14.1	2.3	214.2	
Abril	33.8	24.9	16	18.5	226.8	
Mayo	34	25.4	16.7	85.4	224.8	
Junio	31.5	24.3	17.1	168.3	182.1	
Julio	30.1	23.1	16.1	148.2	177.4	
Agosto	30.5	23.3	16	206	172.4	
Septiembre	29.3	22.6	15.9	186.6	151.1	
Octubre	29.6	22.2	14.9	76.1	144.3	
Noviembre	28.5	20.4	12.3	12	127.8	
Diciembre	28.2	19	11.2	2.8	127.9	
Anual	30.5	22.5	14.4	918.9	2041.3	

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

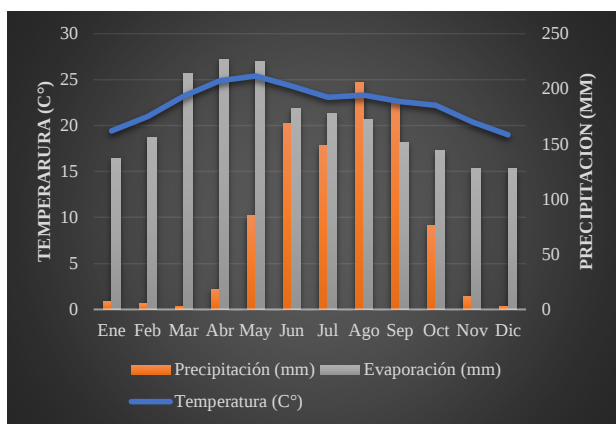


Figura 4. Climodiagrama de la Microcuenca Los Ahuehuetes correspondiente a la Estación 21132 Izucar de Matamoros. Fuente: CONAGUA-SMN (2016).

La precipitación anual es de 918.9 mm presentando una temporada de lluvias y de sequía, los meses de mayor precipitación son de junio a septiembre, teniendo aproximadamente 6 meses sin lluvia. Los meses de marzo a mayo los que presentan los mayores registros de temperatura y de evaporación, los meses más fríos con menores registros de evaporación están entre diciembre y enero. En cambio, los mayores registros de precipitación se encuentran en el verano, como se observa observar en la Fig. 15 van desde mayo a octubre.

Edafología

Los suelos presentes en la microcuenca de Los Ahuehuetes según la clasificación de FAO-UNESCO corresponden a rendzina y vertisoles, se determinó utilizando el conjunto de datos vectorial edafológico del continuo Nacional Serie II Escala 1:250 000 de CONABIO (2001). Son suelos muy arcillosos, que forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, por esta razón las actividades agrícolas se dificultan, pero son muy utilizados para los cultivos por su alta presencia de minerales y alta productividad además de que tienen baja susceptibilidad a la erosión. Este tipo de suelos se asocian con vegetación natural de bosques tropicales caducifolios, siendo este tipo de vegetación la más dominante en la microcuenca de estudio (INEGI, 2010).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

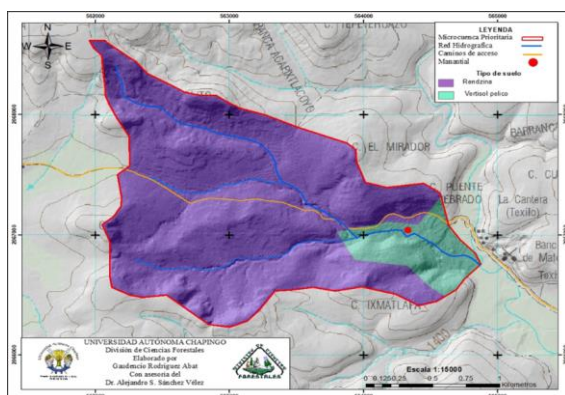


Figura 5. Tipos de suelo dentro de la microcuenca.

Hidrología

La microcuenca del Oasis de Los Ahuehuetes pertenece a la zona hidrológica N° 18 del Balsas, cuenca del río Atoyac y subcuenca del río Nexapa. Sus escurrimientos son de tipo intermitente porque solo presenta corrientes hídricas en temporada de lluvias, es una microcuenca exorreica debido a que sus corrientes desembocan en el río Atotonilco. Solo existen 3 tipos de corrientes fluviales perceptibles, una corriente principal y dos corrientes secundarias. El cauce principal tiene una longitud de 3.5 km que recorre toda la cuenca, mientras que las otras corrientes poseen una longitud de 2.73 km, sus corrientes son de tipo intermitentes presentando agua solo en periodo de lluvias. Dentro del área de la microcuenca se cuenta con la presencia de un manantial denominado “Los Ahuehuetes” el cual proporciona recursos hídricos para regar unas 600 hectáreas de cultivo aproximadamente en la comunidad de San Miguel Ayotla, además de que este manantial sirve como parque ecoturístico donde las personas pueden nadar.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

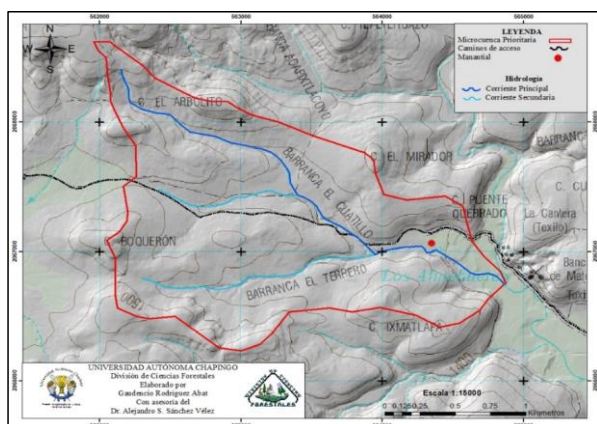


Figura 6. Hidrología dentro de la microcuenca.

Uso de suelo y vegetación

De acuerdo con los datos obtenidos del conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000 Serie VI de INEGI (2017) se tienen 6 tipos de uso de suelo con una superficie total de 368 hectáreas. La cubierta más dominante es la vegetación de bosque tropical caducifolio con una superficie de 235.6 ha que representa el 64 % del área total de la microcuenca, seguida por la vegetación de pastizal inducido con un área de 94.78 ha que represente el 25.7%, la agricultura tiene una ocupación menor de 29.3 hectáreas y representa el 8% del área total.

La agricultura de riego dentro de la microcuenca ocupa una superficie muy pequeña para la capacidad de riego que tiene el manantial con una capacidad aproximada de 600 hectáreas, esta capacidad de riego que tiene este manantial es aprovechada por la población más próxima de la microcuenca en este caso por los agricultores de San Miguel Ayotla, Esto representa mejores oportunidades de vida al tener mayor seguridad en obtener buenas cosechas durante el año sin estar condicionado a la cantidad de lluvia que precipita anualmente.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

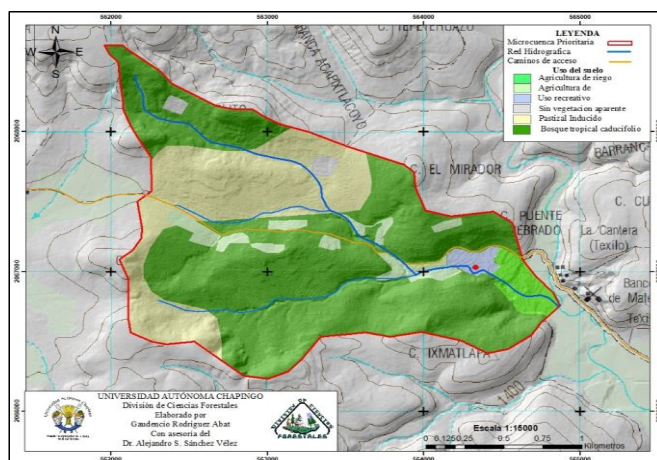


Figura 7. Usos de suelo y vegetación dentro de la microcuenca.

Datos ecológicos

En este capítulo se describe la flora y fauna que se encuentran presentes en la microcuenca de estudio, la información está basada en diferentes fuentes de información así como en datos que fueron obtenidos en base a recorridos de campo y mediante entrevistas que se realizaron a las autoridades encargadas del parque de Los Ahuehuetes, quienes amablemente nos proporcionaron datos de gran valor para este estudio.

Flora

Dentro del área de la microcuenca se encuentra vegetación de bosque tropical caducifolio, pastizales inducidos y algunas franjas de bosque de galería cerca de los cauces. Las especies de flora que se encontraron en el bosque tropical caducifolio y bosque de galería a través de recorridos de campo son: *Acacia bilimekii* var. *robusta*, *Acacia cochliacantha*, *Actinocheita filicina*, *Amphipterygium adstringens*, *Brahea dulcis*, *Bursera morelensis*, *Bursera vejar-vazquezii*, *Byrsonima crassifolia*, *Celtis caudata*, *Comocladia engleriana*, *Conzattia multiflora*, *Cordia morelosana*, *Cyrtocarpa procera*, *Euphorbia fulva*, *Eysenhardtia polystachya*, *Ficus petiolaris*, *Fouquieria ochoteranae*, *Guazuma ulmifolia*, *Haematoxylum brasiletto*, *Heliocarpus terebinthinaceus*, *Ipomoea arborescens*, *Lonchocarpus caudatus*, *Lonchocarpus rugosus*, *Lysiloma acapulcensis*, *Lysiloma divaricata*, *Malpighia mexicana*, *Mimosa benthami*, *Parkinsonia aculeata*, *Piptadenia viridiflora*, *Pithecellobium acatlense*, *Prosopis laevigata*, *Pseudomosdingium perniciosum*, *Ruprechtia fusca*, *Senna skinneri*, *Sideroxylon capiri*, *Thevetia thevenoides*, *Trichilia americana*, *Vitex mollis*, *Wimmeria microhylla*, *Ziziphus amole*, *Taxodium mucronatum* Ten.

Fauna

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

La fauna del lugar es difícil de identificar por el hecho de que se ahuyentan con la presencia de las personas, como alternativa para describir la fauna del lugar se presenta en el Cuadro 9 las especies comunes que se pueden encontrar en la región de Tepeojuma de acuerdo con información obtenida de los pobladores de la comunidad y de un estudio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del Estado de Puebla (2001).

Cuadro 2. Fauna dentro de la microcuenca Los Ahuehuetes.

Clase	Nombre común	Nombre Científico
Mamalia	Conejo	<i>Sylvilagus Floridanus</i>
	Coyote	<i>Canis ladrans</i>
	Liebre	<i>Lepus callotis</i>
	Murciélago de fruta	<i>Artibeus jamaicensis</i>
	Murciélago hematófago	<i>Desmodus rotundus</i>
	Raton de campo	<i>Peromyscus maniculatus</i>
	Raton de campo	<i>Sigmodon hispidus</i>
	Tlacuache	<i>Didelphys virginiana</i>
	Tuza	<i>Thomomys umbrinus</i>
	Ardilla	<i>Sciurus sp</i>
Aves	Zorrillo	<i>Mephitis macroura</i>
	Carpintero cariamarillo	<i>Melanerpes chrysogenys</i>
	Carpintero del Gila	<i>Melanerpes hypopolius</i>
	Coconitas	<i>Columbina inca</i>
	Codorniz común	<i>Colinus virginianus</i>
	Correcaminos	<i>Geococcyx velox</i>
	Cuitlacoche	<i>Toxostoma longirostre</i>
	Golondrina común	<i>Hirundo rustica</i>
	Gorrión	<i>Aimophila sp.</i>
	Paloma huilota	<i>Zenaida macroura</i>
	Tortolita cola corta	<i>Columbina passerina</i>
	Zanate	<i>Quiscalus mexicanus</i>
	Zopilote aura	<i>Cathartes aura</i>
Reptiles	Iguana	<i>Iguana sp</i>
	Lagartija	<i>Cnemidophorus deppei</i>
	Lagartija espinosa	<i>Sceloporus spinosus</i>
	Serpiente bejuquillo	<i>Drymobius margaritiferus</i>
	Serpiente	<i>Elaphe triapis</i>
	Serpiente	<i>Ficimia publia</i>
Anfibios	Sapo	<i>Bufo mamoreus</i>

Datos morfométricos

Coeficiente de compacidad K

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Relaciona que tanto la cuenca se asemeja a una circunferencia, este índice sirve como indicador del tiempo de concentración de la lluvia, es decir que el tiempo que tarda el agua en recorrer desde donde fue captada hasta el punto más bajo o boquilla de la cuenca, representa la relación entre el perímetro de la cuenca y la longitud de una circunferencia de área igual al de la cuenca. Se tiene que la microcuenca de Los Ahuehuetes es 1.34.

$$Kc = Kc = \frac{0.28 \cdot P}{\sqrt{A}} = \frac{0.28 \cdot 9.29 \text{ km}}{\sqrt{3.68 \text{ km}}} = \frac{2.57}{1.91} = 1.34 \quad (1)$$

Este índice corresponde a clase 1.25 a 1.5, lo que indica que la microcuenca tiene una forma oval redonda a oval oblonga, es decir es mayor la concentración de agua, lo cual es susceptible a inundación.

Pendiente del cauce principal

La pendiente del cauce principal se obtiene mediante la diferencia entre el punto más alto del cauce y la boquilla de la cuenca dividido entre la longitud del cauce principal. Esta característica influye directamente en la generación de escurrimientos, en este estudio la corriente principal es de tipo intermitente solo se genera con la presencia de lluvia, cuenta con una longitud total de 3504 m.

$$Pe = \frac{\Delta l}{L} * 100 = \frac{120}{3504} * 100 = 3.42\% \quad (2)$$

La microcuenca presenta una pendiente ligeramente inclinada, por lo que este tipo de valores bajos de pendiente indican mayor oportunidad de infiltración y mayor tiempo de concentración.

Pendiente media de la cuenca

La pendiente media de la cuenca es muy importante dentro de un estudio sobre características hidrológicas de un lugar, el valor de la pendiente determina la velocidad de escurrimiento superficial y subterráneo si se conoce las propiedades del tipo de suelo, también se puede usar para determinar la erosión en función de la estructura del suelo y del tipo de cobertura o uso que tenga.

$$Sc = \frac{Dn \cdot Lb}{Ac} * 100 = \frac{0.020 \text{ km} \cdot 22.51 \text{ km}}{3.68} * 100 = 12.23\% \quad (3)$$

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Cuadro 3. Datos morfométricos calculados de la microcuenca de estudio.

N°	Parámetros por determinar	Índice o valor
1	Área de la cuenca	368 ha=3.68km ²
2	Perímetro	9.19 km
3	Altitud media de la microcuenca	1469.8 msnm
4	Longitud del cauce principal	3.504 km
5	Densidad de corrientes	0.81/km ²
6	Densidad de drenaje	1.71km/km
7	Pendiente del cauce principal	3.42%
8	Índice de compacidad K	1.34
9	Pendiente media de la microcuenca %	12.23
10	Precipitación media anual	918.9 mm
11	Mes más lluvioso y mes más seco	Agosto (206 mm) Marzo (2.3 mm)
12	Temperatura media anual	22.5 °C
13	Mes más frío y mes más cálido	Diciembre (19 °C) Mayo (25.4°C)
14	Evaporación potencial media	2041.3 mm
15	Elevación mayor y menor	1540-1400 msnm
16	Desnivel entre cota más alta y más baja	140 m (1400-1540)
17	Mes con mayor incidencia de vientos	Febrero
18	Tipo de roca dominante	Rocas calizas
19	Tipo u orden de suelo dominante	Rendzina
20	Cultivo agrícola más importante	Caña de azúcar
21	Porcentaje de vocación forestal	64%
22	Porcentaje de cobertura agrícola	8%
23	Tipo de vegetación predominante	Bosque tropical caducifolio
24	Tenencia de la tierra	Ejidal
25	Número de pobladores dentro de la m-cuenca	0
26	Superficie aprox. de agricultura de riego	11.33 hectáreas
27	Superficie aprox. de agricultura de temporal	18 hectáreas
28	Principal fuente de impacto hidro-ambiental	Ganadería
29	Principal actividad económica consumidora de agua	Cultivo de caña
30	Municipios incluidos dentro de la m-cuenca	Tepeojuma
31	RH y cuenca a la que pertenece la m-cuenca	18-Balsas Rio Atoyac
32	Grado de marginación (pobreza) de acuerdo con el INEGI	Alto
33	Nombre, logo y/o símbolo de su pueblo o río	Los Ahuehuetes

Problemáticas del área de estudio

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Existe una falta de concientización de los pobladores de la zona respecto a la importancia de la microcuenca de Los Ahuehuetes principalmente esto se debe a que dentro de la microcuenca no existe población permanente, los pobladores beneficiarios de los servicios ambientales que proporciona viven a 3 kilómetros de la boquilla de la microcuenca. Esto genera que muchos de los pobladores influyan negativamente mediante la realización de actividades como: el pastoreo, extracción de leña, establecimiento de terrenos agrícolas en bosque natural, extracción de plantas y cacería.

La ganadería y la extracción de leña provocan la falta de regeneración natural, lo que provoca una degradación del bosque tropical caducifolio, además de que esto genera el aumento de erosión del suelo perdiendo estructura y la presencia de microorganismos que ayudan a nutrir los suelos de este tipo de vegetación.

Por otra parte el parque ecoturístico ubicado dentro de la microcuenca donde se ubica el manantial presenta algunos problemas derivados de la falta de organización y la falta de vigilancia. Entre los problemas más importantes que se detectaron fue: daños físicos a la flora del lugar en este caso se encuentra un dosel de 18 árboles de ahuehuete de los cuales algunos presentan daños de rajaduras en sus troncos y raíces expuestas a la intemperie por pérdida de suelo, también se encontró erosión de suelos y compactación en las orillas de las pozas de los manantiales.

Los servicios ambientales del Oasis

Dentro de la microcuenca se puede encontrar un manantial que por las características físicas y climáticas del lugar asemeja a un oasis en el desierto, este oasis provee los recursos hídricos para regar aproximadamente unas 500 hectáreas de caña de azúcar, en caso de ser utilizado el riego para otros cultivos puede alcanzar para una mayor cantidad de hectáreas. Los cultivos que se observaron en la región son de caña de azúcar, maíz, frijol, cebolla y sorgo. Mediante el estudio de campo se obtuvo que actualmente se riegan aproximadamente unas 300 ha de caña de azúcar y unas 100 hectáreas de otros cultivos, el excedente de agua que se tiene es utilizado por agricultores de la comunidad vecina San Juan Epatlan encontrándose aguas debajo de la población de Ayotla.

La importancia de la microcuenca no solo radica en la presencia del parque ecoturístico, como se puede observar en la información presentada el área de estudio tiene un gran valor por los recursos hídricos que proporciona para el riego de cultivos de los pobladores de San Miguel Ayotla. Es por ello que se requiere encontrar estrategias de solución a las problemáticas ambientales detectadas dentro de la microcuenca para que no se vea amenazada la existencia de este manantial, además de que al plantearse estrategias de mejora se estará contribuyendo a la conservación de flora y fauna.

Alternativas de restauración

Dada la problemática ambiental se propone que el comité encargado del manantial, cree un acuerdo comunitario con la firma de las autoridades de la comunidad y de los ciudadanos beneficiarios del riego donde se prohíba el pastoreo y la extracción de leña en los bosques tropicales caducifolios pertenecientes a la microcuenca, esto permitirá que la vegetación nativa se empiece a recuperar paulatinamente. Adicionalmente la comunidad tiene la ventaja de que la mayor parte del área de la microcuenca pertenece al Ejido de Ayotla, por ello se propone que se realicen oficios a nombre del

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

ejido para pedir apoyo a dependencias gubernamentales para realizar proyectos de restauración y conservación del área de estudio. Las tierras ejidales tienen la ventaja de contar con un comité bien estructurado a diferencia de tierras comunales lo que facilita la petición de proyectos de este tipo.

Las estrategias técnicas están enfocadas a la restauración del área de estudio, orientadas a la conservación de suelos y control de la erosión. Se debe implementar una gestión integrada de la microcuenca proceso de restablecimiento de un ecosistema que fue destruido por distintas causas, lo que lleva a implementar trabajos de repoblamiento forestal que buscan recuperar hasta donde sea posible algunos elementos de la función y estructura de ese ecosistema, ya que puede resultar imposible recuperar al cien por ciento las condiciones originales, dado la gran afectación que han sufrido durante años (Sánchez et al., 2005, Sánchez, 1983). Se debe considerar una restauración con especies nativas que ayuden a estabilizar los suelos de la microcuenca, evitando el riesgo de erosión y ayudando a la recarga de mantos acuíferos.

En cuanto a los aspectos sociales se debe iniciar con una estrategia de difusión de la importancia de los recursos naturales de la microcuenca a través de folletos, pláticas, etc. Esto se puede llevar a cabo por las personas con cargos importantes dentro de la comunidad y que tienen acceso a una gran cantidad de gente dentro de esta población como por ejemplo: las autoridades de la comunidad, el comité del ejido, los maestros de las escuelas etc. El objetivo es crear una nueva cultura en cuanto a la forma de ver a la microcuenca y la manantial para que con el tiempo más personas se involucren en el cuidado de la microcuenca.

Conclusiones

La microcuenca de los Ahuehuetes genera una gran cantidad de recursos hídricos a través de la presencia de un manantial con la capacidad para regar aproximadamente unas 600 hectáreas de diferentes cultivos, además cuenta con la presencia de bosque tropical caducifolio, bosque de galería y una gran riqueza de fauna, con estas características se justifica realizar actividades de restauración y conservación ecológica, sin mencionar que provee otra gran cantidad de beneficios a la población de manera directa e indirecta.

De acuerdo con los datos obtenidos respecto a los parámetros morfométricos de la microcuenca y las problemáticas detectadas, se sugiere realizar acciones inmediatas para mejorar las condiciones ambientales del área, empezando con concientizar a la población de Ayotla sobre el valor que tienen los recursos naturales, incluyendo el manantial, su vegetación natural, fauna, etc. Debido a que las actividades humanas realizadas en la microcuenca, como pastoreo, extracción de leña, establecimiento de pastizales, apertura de áreas para la agricultura y el turismo en el manantial, cada vez más están ocasionando problemas ambientales, que amenazan a la biodiversidad y la permanencia de los recursos hídricos proporcionados por la microcuenca.

Es muy importante que todos los beneficiarios de los servicios ambientales de la microcuenca principalmente el agua de riego concientice sobre la importancia de cuidar los diferentes componentes que conforman una microcuenca como su flora, fauna y suelo. Además de que tengan

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

un compromiso para realizar acciones que ayuden a mejorar las condiciones ambientales del área de estudio y que esto permita una prevalencia a futuro.

Literatura Citada

- CONABIO.** (2001). Conjunto de Datos Vectorial Edafológico Escala 1:250 000 Serie II. *Continuo Nacional*. México. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>. (25/07/2022).
- INEGI.** (2008). Unidades y subunidades de suelo. *Prontuario geográfico municipal de los Estados Unidos Mexicanos* México. <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/EdafIII.pdf>. (3/06/2022).
- INEGI.** (2017). Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI. *Conjunto Nacional*. México. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463598459>. (18/08/2022).
- Rzedowski, J.** (1978). *Vegetación de México*. Limusa, México. pp. 189-235.
- Ordoñez J.** (2011). *CARTILLA TÉCNICA: CICLO HIDROLÓGICO*. Perú: Sociedad Geográfica de Lima. P.3.
- Sánchez A.** (1983). *Caracterización de la Cuenca Vista Hermosa, Pué. y perspectivas para su manejo*. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. pp. 49-62.
- SCTEP.** (2001). Pavimentación del camino los Cañaverales Santa María Zoyatla. *Estudio de Impacto Ambiental*. SINAT. SEMARNAT. México. pág. 72-76.
- SEMARNAT.** (2013). Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. *Cuadernos de divulgación ambiental*. México. https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/Cuencas_final_2014.pdf. (18/08/2022).
- SMN.** (2016). Información Estadística Climatológica. *CONAGUA*. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>. (18/08/2022).

Percepción, usos y manejo de sistemas agroforestales con tepejilote en la región montañosa central de Veracruz

Rosa María García Núñez⁴³; Vanessa Guerrero Hernández⁴³

Resumen

Se aplicaron entrevistas a productores de palma tepejilote en los municipios de Ixhuatlán del café y Huatusco Veracruz con el objetivo de conocer el de los sistemas agroforestales asociados al crecimiento de la palma, sus usos y percepciones. Se encontró que la palma es considerada como especie de usos múltiples, destacando el uso principal alimenticio de las inflorescencias para consumo humano, aunque también se utilizan las hojas, y ornamental. Se logró identificar 4 sistemas de manejo en la región de estudio: Café-tepejilote: el tepejilote se encuentra esparcido entre los surcos del café, Tepejilotal: son zonas de puro tepejilote sin presencia de algún otro cultivo, Barreras vivas: se tienen linderos de tepejilote que tienen función de sostén del suelo, estos pueden estar esparcidos en diferentes lugares de la parcela y Traspatio: el tepejilote forma parte de las plantas alimenticias que se tienen en los patios de las casas.

Palabras clave: alimentación, tepejilote, árboles, sombra.

Abstract

Interviews were applied to tepejilote palm producers in the municipalities of Ixhuatlán del café and Huatusco Veracruz with the objective of knowing the agroforestry systems associated with the growth of the palm, its uses and perceptions. It was found that the palm is considered a multipurpose species, highlighting the main food use of the inflorescences for human consumption, although the leaves and ornamental are also used. It was possible to identify 4 management systems in the study region: Coffee-tepejilote: the tepejilote is scattered among the coffee furrows, Tepejilotal: they are areas of pure tepejilote without the presence of any other crop, Live barriers: there are boundaries of tepejilote that have the function of supporting the soil, these can be scattered in different places of the plot and Backyard: the tepejilote is part of the food plants that are kept in the patios of the houses.

Key words: feeding, tepejilote, trees, shade

⁴³ Maestría en agroforestería. Universidad Autónoma Chapingo. blondynunez@gmail.com

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

Los productos forestales no maderables (PFNM) representan una fuente de ingresos económicos y un apego cultural para muchas comunidades a lo largo del país. Entre los principales destaca la resina de pino, látex, ceras, fibras, tierra de monte, plantas medicinales, gomas y el uso ornamental de plantas y hojas para arreglos florales, e inflorescencias para alimento entre otros. Existe una diversidad de métodos de aprovechamiento de los PFNM que van desde aquellos donde las plantas sobreviven hasta otros donde se provoca la muerte del espécimen, sin embargo, el manejo que se les proporciona a las especies en los lugares de crecimiento es muy relevante para su conservación.

En el estado de Veracruz, el género *Chamaedorea* crece en forma abundante en las localidades de Papantla, Jalapa, Misantla, Huatusco, Fortín, Córdoba, Ixtaczoquitlán, Zapoapan, Catemaco, Tepatlaxco, Tezonapa y Zentla (Quero, 1994), en donde se han registrado 17 especies, lo que convierte al estado en uno de los centros con mayor diversidad de palmas, comparable sólo con Chiapas y Oaxaca (Rodríguez, 1994).

Las palmas del género *Chamaedorea* forman un atractivo grupo por su uso ornamental de las hojas, como plantas de interior y en floristería (Gámez et al., 2016). El género se distribuye en Centro y Sudamérica, con aproximadamente 120 especies (Quero, 2004) y en México presentan el mayor número de endemismos, por lo que probablemente represente un centro de diversificación (Quero, 2004; Sánchez-Ramos et al., 2010; Musalem, 2014). El tepejilote, kohkotto o pacaya (*Chamaedorea tepejilote*), como se conoce en distintos estados del país, constituye uno de los recursos forestales no maderables de Veracruz y es ampliamente valorada por su uso ornamental y alimenticio, siendo las inflorescencias las que se consumen, como parte del conocimiento tradicional desde hace mucho tiempo por comunidades indígenas (Ortiz, 2011, Flores y González, 2003). El nombre tepejilote deriva del nahuatl y significa “espiga de monte” por el parecido de las inflorescencias a las espigas de maíz.

En función de la importancia económica, alimenticia y ornamental que representa la extracción de flores y hojas, es necesario caracterizar los tipos de sistemas de cultivo de la palma tepejilote por productores y obtener estudios de comunidades en las que no se tiene registro, además de identificar los elementos que inciden en su desarrollo. Por tal motivo el objetivo del presente trabajo es conocer las percepciones, usos y caracterización de las prácticas de manejo de la palma tepejilote, de los sistemas agroforestales, como base en el aprovechamiento sostenible dentro de la región de Huatusco e Ixhuatlán del Café, Veracruz.

De esta manera se contribuirá al estudio de alternativas dentro de las comunidades para disminuir el efecto de los procesos de alteración del equilibrio ecológico y se mejoraran los esquemas de producción que aprovechan los diversos recursos del hábitat (Granados et al., 2004), beneficiando a productores locales. La palma tepejilote debe ser parte de una gestión sostenible para la conservación de los bosques, los agroecosistemas y el bienestar de los habitantes de esta región de montañas de Veracruz.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Metodología

Para la identificación de los sistemas de cultivo del tepejilote se entrevistaron a 21 personas que tienen tepejilote dentro de sus parcelas y/o lo comercializan en mercados. La información se estructuró en 11 apartados enfocadas en el conocimiento de las prácticas del manejo del tepejilote y su desarrollo. Los resultados se presentan con gráficos y con nubes de palabras, las cuales reflejan las palabras que fueron mencionadas con mayor frecuencia y se representan en un mayor tamaño que las que fueron mencionadas con menor frecuencia.

Resultados

Localización del área de estudio. Dos fueron los municipios dónde se desarrollo esta investigación: Huatusco e Ixhuatlán del café.

El municipio de Huatusco se localiza entre los paralelos 19° 04' y 19° 13' de latitud norte; los meridianos 96° 41' y 97° 04' de longitud oeste; altitud entre 400 y 2,000 m. Colinda al norte con el estado de Puebla y los municipios de Totutla, Sochiapa y Comapa; al este con los municipios de Comapa y Zentla; al sur con los municipios de Zentla, Tepatlaxco, Ixhuatlán del Café y Coscomatepec; al oeste con el municipio de Coscomatepec y el estado de Puebla (SEFIPLAN, 2016).

El clima presente es semicálido húmedo con lluvias todo el año (48%), semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (42%), cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (6%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (4%). La temperatura va de 16° a 26°C y el rango de precipitación es de 1100 a 1600 mm (SEFIPLAN, 2016). El uso de suelo y vegetación corresponde a 106.4 km² de agricultura, 52.4 km² de pastizal, 22 km² de bosque mesófilo de montaña, 18.1 km² de vegetación secundaria y 3.6 km² de áreas urbanas, formando un total de 202.5 km² de superficie (INEGI, s.f).

Ixhuatlán del Café es una localidad que se ubica en el centro del estado de Veracruz, entre los paralelos 18° 57' y 19° 06' de latitud norte; los meridianos 96° 50' y 97° 01' de longitud oeste; a una altitud entre 800 y 1,900 m. Pertenecce al municipio del mismo nombre; colinda al norte con los municipios de Coscomatepec, Huatusco y Tepatlaxco; al este con los municipios de Tepatlaxco y Atoyac; al sur con los municipios de Atoyac, Amatlán de los Reyes y Córdoba; al oeste con los municipios de Córdoba, Tomatlán y Coscomatepec (SIEGVER, 2020) . Cuenta con 23 005 habitantes, de los cuales 11 448 son hombres y 11 557 mujeres (García et al., 2019). El clima es semicálido húmedo con abundantes lluvias, lluvias en verano (54%), semi cálido húmedo con lluvias todo el año (41%) y templado húmedo con abundantes lluvias en verano (5%) (SIEGVER, 2020). El uso de suelo corresponde 67.21% a la agricultura y 2.47% es zona urbana. La vegetación de Ixhuatlán del Café es de bosque mesófilo de montaña (27%) y pastizal (3.32%) (García et al., 2019).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

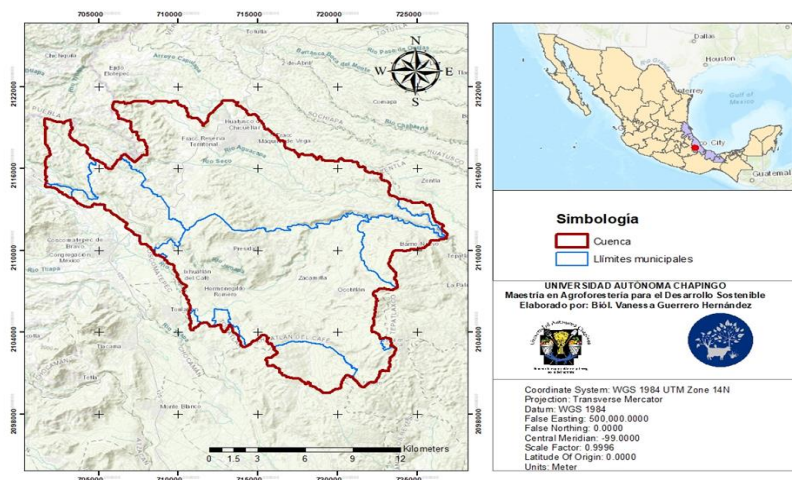


Figura 1. Localización del área de estudio

En el área de estudio, la palma del tepejilote es considerada como una planta de usos múltiples ya que de ella se obtienen productos incluidos en su alimentación como su flor, por lo que la consideran como parte de la canasta básica, ya que el rollo no es costoso y pueden comer varias personas aunque también se obtienen otros productos como sus hojas y la belleza escénica que proporciona a los ambientes donde se desarrolla (Figura 2), además puede ser utilizada para retener suelo y diversificación de los cultivos dentro de la parcela.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

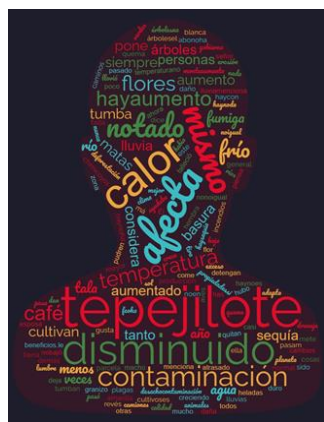


Figura 2. Percepciones de cambios ambientales en paisajes con presencia del tepajilote

Las hojas del tepajilote son utilizadas por los habitantes de la región, sin embargo, la parte de la planta más consumida es la flor. El tepajilote es un alimento que se prepara de muchas maneras, en la Figura 3 se aprecia las formas que fueron mayormente mencionadas.



Figura 3. Diferentes formas de cocinar la flor de tepajilote

Primero se hierve el tepajilote con sal para quitar lo amargo y suavizar la flor, posteriormente se puede preparar en torta de huevo, capeado, en salsa, con carne de cerdo con pollo, frijoles, asado o simplemente con limón y sal. Las hojas del tepajilote son utilizadas como adornos en las festividades religiosas como el día de la virgen o en semana santa, también se colocan en los altares. A pesar de que el uso de las hojas está bien documentado en la literatura, en la zona de estudio no se venden las hojas, ya que para las festividades se utilizan principalmente las hojas de *Chamedora elegans*.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

No todos los productores de la región la tienen en las mismas abundancias, ni creciendo con las mismas especies (Figura 4) . En la Figura se muestran los cultivos que mayormente se asocian con el tepejilote, siendo el café, la naranja, el plátano, el vainillo y el aguacate, los que fueron mayormente mencionados.

¿Qué tanto domina el tepejilote en su parcela?

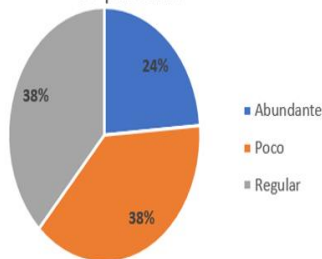


Figura 4 Dominancia y cultivos dentro de las parcelas de los entrevistados.

Conocimiento de especies útiles y técnicas para favorecer la sombra. Se le identificó como una especie tolerante, con crecimiento mejor bajo sombra ya que el exceso de sol directo provoca marchitamiento de la hoja, la sombra que lo cubre es aproximadamente 80%. El número de especies que le proporcionan sombra fue muy diverso, ya que depende de las especies que tengan dentro de sus parcelas, sin embargo, hubo una mayor inclinación por los árboles del género Inga, en especial Inga jinicuil, por su aporte de nutrientes al suelo y por la cantidad de hojarasca que produce, lo que se conoce como sámago. Otras características que deben de tener los árboles de sombra son: tener un crecimiento rápido, hojas anchas y ramas con buena apertura.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

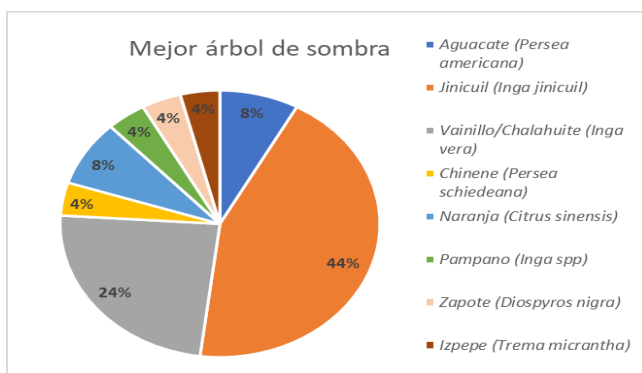


Figura 5 . Especies arbóreas asociadas a los tepejilotales

Manejo de plantaciones agroforestales. Una buena producción de tepejilote es obtenido de los sistemas agroforestales con café. El tepejilote no es fertilizado, pero se abona al café, utilizando composta, sámago, pulpa de café, mezcla 20-10-10, urea, sulfato de amonio, gallinaza y cal. El tiempo de fertilización varía entre 1 o dos veces al año y se le aplica un puño para cada planta. Se considera que el tepejilote absorbe el abono que se le coloca al café.

Los colaboradores mencionan que el tepejilote es atacado por las siguientes especies en su desarrollo: La tuza (*Orthogemys* sp.) se come la raíz, la ardilla roja (*Sciurus* sp.) se come el tallo y las hojas inmaduras, insectos come hojas y gusanos en la flor cuando se tiene mucha humedad y se pudre. No se le pone ningún tratamiento para evitar o eliminar las plagas, pero se quita la planta del tepejilote cuando se ve muy dañada.

El tepejilote no se ve dañado si se realizan chapeos o podas a las parcelas, a menos que quiten demasiado la sombra. Algunos consideran que se deben de quitar las hojas viejas del tepejilote para estimular el crecimiento. Debido a que el tepejilote tiene un gran sistema radicular, se considera que puede impedir el crecimiento del café. Por tal motivo las personas suelen quitarlos de sus parcelas, sin embargo, hay quienes aprovechan el sistema radicular del tepejilote para retener el suelo y lo colocan a la periferia de los demás cultivos a modo de barreras vivas. Quienes deciden tenerlo dentro de sus parcelas, lo dejan en surcos espaciados del café, a una distancia de 1 o 2 metros, también se cortan las hojas para evitar que provoque sombra. Otras personas deciden dejar sitios de puro tepejilote para que no se interponga con ningún otro cultivo.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Origen y tiempo de establecimiento del tepejilote . Los terrenos de los entrevistados son propios y han sido heredados por sus familias, motivo por el que pueden llegar a tener hasta 100 años de haberse establecido (Figura 6) y son los abuelos y los papás los que transmiten el conocimiento a las siguientes generaciones, principalmente para su consumo,

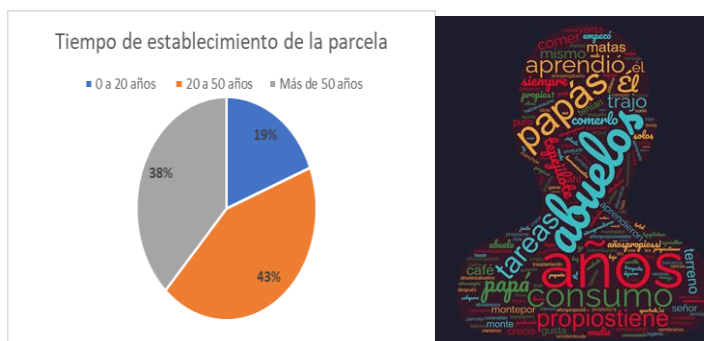


Figura 6. Tiempo de establecimiento y transmisión de conocimiento tradicional

Técnicas y temporada de corte. Se reconoce que tanto el tepejilote macho y la hembra son comestibles, pero el que tiene un mejor sabor es el tepejilote macho, sin embargo, aunque botánicamente se consume el tepejilote macho, las personas consideran que el de mejor sabor es la hembra. Es variado el tiempo en que la especie inicia a dar flores, pero la mayoría de las personas reconoce que comienza a partir de los tres años a dar flor y de ahí produce cada año (Figura 7). El tamaño de la flor dependerá del tamaño de la planta. Se tienen tres fechas para el corte dependiendo de la ubicación donde se encuentre la planta: los tepejilotes que crecen en lo alto del cerro y en las cañadas, se cortan en los meses de diciembre a abril, mientras que los que crecen en zonas de mediana altura se cortan de octubre a febrero. Algunas personas mencionaron que se tiene tepejilote todo el año, pero que en los meses de lluvia se pudre y no sirve.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

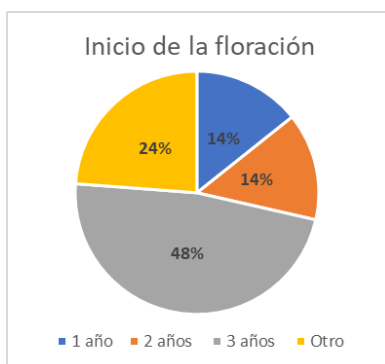


Figura 7. Inicio de la floración del tepejilote desde su germinación

El tepejilote se corta en la parte alta de la planta, para saber que la flor está en el punto correcto de corte, se debe de ver un bulto en la base de la hoja, en forma de “pancita”. En promedio salen de 3 a 4 tepejilotes por corte y durante la época de floración, cada 20 días se sigue cortando la misma planta de tepejilote. No se considera que existan plantas mejores que otras, pero se llega a reconocer cuales son las plantas que dan las flores más grandes y de esas se obtienen las semillas para reproducir, generando una domesticación en la selección del tepejilote. Generalmente no se deja que la planta dé semilla ya que se cortan todas las flores, pero se reproducen aquellas que se les pasa del corte

Manejo de las flores. Las flores del tepejilote son vendidas inmediatamente después del corte, por lo que no se almacenan de ninguna forma. Para consumo pueden durar hasta 8 días guardadas o hasta 15 días si se meten a refrigeración. Cuando ya no sirven, la flor se pone negra por fuera y se pudre por dentro. Las flores que ya no sirven son tiradas a los desechos orgánicos de la parcela, volviendo a formar parte del suelo.

Comercio y venta. Los sitios de venta de tepejilote son los mercados cercanos a la zona de estudio, ubicados en Huatusco, Ixhuatlán del Café, Coscomatepec, Presidio y Córdoba. Se seleccionan los tepejilotes más grandes para venta y se apartan algunos rollos o los más pequeños para consumo. El precio del tepejilote es muy variado, desde los \$6 hasta los \$20 dependiendo la cantidad y el tamaño por rollo, cada persona decide el precio de los tepejilotes que tiene. La mayoría de los colaboradores consideran que el tepejilote si tiene futuro comercial debido a que siempre se vende y se cosecha en una época diferente al café, generando ingresos extras para las familias, aun así no se considera que sean ingresos significativos como lo es el café.

Conclusiones

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Con base a la información obtenida se logró identificar 4 sistemas de manejo en la región de estudio: Café-tepejilote: el tepejilote se encuentra esparcido entre los surcos del café, Tepejilotal: son zonas de puro tepejilote sin presencia de algún otro cultivo, Barreras vivas: se tienen linderos de tepejilote que tienen función de sostén del suelo, estos pueden estar esparcidos en diferentes lugares de la parcela y Traspatio: el tepejilote forma parte de las plantas alimenticias que se tienen en los patios de las casas.

Con el paso de los años se han visto cambios en el ambiente como un aumento en la temperatura y cambios en la temporada de lluvias, sin embargo, no ha disminuido la cantidad de tepejilote, principalmente flor, que se cosecha cada año en cada uno de los sistemas mencionados.

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

Literatura Citada

Gámez- Pastrana, M. García-Castillo, M, Galindo-Tovar, M. Gheno-Heredia, Y. (2016). Diversidad y distribución del género *Chamaedorea* (Arecaceae) En México. *Agroproductividad*, 9 (6), 10-19 pp.

García J. C., Cisneros B. E., Castillo Z. R. (2019). *Prontuario municipalista de Veracruz*. Instituto Veracruzano de Desarrollo Municipal. Secretaria de Gobierno. 258 pp

Granados-Sánchez, D., Hernández, G. M. A., López-Ríos, G. F. y Santiago, L. M. (2004). El cultivo de palma camedor (*Chamaedorea* sp.) en sistemas agroforestales de Cuichapa, Veracruz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 27(3), 233-241.

INEGI (s.f.). Uso de Suelo y Vegetación. Disponible en https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/areasgeograficas/resumen/resumen_30.pdf

Musalem, C.N. (2014). Color Green for Dollars: Contraints and limitations for stablishing *Chamaedorea* palm firms in Veracruz, Mexico. Recuperado de <http://edepot.wur.nl/315469>

Rodríguez, P. V. (1994) Palma Camedor: Costos de Producción y Mercado de la Zona de Córdoba-Huatusco, Veracruz. Centro Regional Universitario de Oriente, Universidad Autónoma Chapingo, Huatusco, Veracruz. México. pp:1-28

Ortiz, J. (2011). Diseño de sistemas agroforestales con base en el manejo tradicional de la milpa y el solar en el municipio de Jesús Carranza, Veracruz. [Tesis de Maestría]. Centro de investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana. Recuperado de <https://www.uv.mx/met/files/2015/11/OrtizTimoteoJuana-October2011.pdf>.

Quero, H. J. (1994) Flora de Veracruz. Fascículo No 81. Palmae. Instituto de Ecología, A. C., Xalapa, Veracruz, México. 118 p.

Sánchez-Ramos, G., Reyes-Castillo, P., Mora, O.A. y Martínez-Ávalos, J.G. (2010). Estudio de la herbívora de la palma camedor (*Chamaedorea radicalis*) Mart., en la Sierra Madre Oriental de Tamaulipas, México. *Acta Zoológica*, 26(1), 153-172

SEFIPLAN (2019). Huatusco. Sistema de información municipal. Subsecretaria de Planeación. Disponible en: <http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2016/05/Huatusco.pdf>

Zonificación ecológica de los recursos fitogenéticos medicinales en el ejido Nopalillo, Hidalgo

Felipe Reyes Fuentes⁴⁴; Ameyali Hernández Hernández⁴⁵

Resumen

Esta investigación se llevó a cabo en el ejido Nopalillo, Epazoyucan, Hidalgo con el objetivo de generar una zonificación ecológica de los recursos fitogenéticos medicinales que contribuya a su manejo sustentable y que a su vez permita la reapropiación-revaloración de la riqueza biocultural medicinal. Esto se debe a que en los últimos años se está presenciando una problemática socioambiental: la extracción excesiva clandestina de plantas medicinales por personas ajenas a la comunidad. En este contexto, se llevaron a cabo recorridos de campo para realizar la zonificación ecológica, se realizaron exploraciones etnobotánicas de forma para identificar a la flora curativa y a través de la investigación-acción participativa, se realizaron talleres participativos para iniciar el proceso de la reapropiación del conocimiento de la medicina herbolaria. Se identificaron 31 parajes y 16 zonas ecológicas en las que se identificaron 137 especies vegetales con usos medicinales. Ante el actual contexto de la pandemia ocasionada por el nuevo coronavirus, en los talleres participativos sobre la conservación, protección, el uso y manejo sustentable de los recursos fitogenéticos medicinales se puso énfasis en las plantas curativas a nivel del sistema respiratorio. En el escenario contemporáneo de la pandemia, la población del ejido Nopalillo valora la riqueza florística con la que cuenta su territorio y de manera simultánea aprecia los saberes populares herbolarios que ha recibido de sus antepasados. En este sentido, la trascendencia de la dinamización-preservación de la herencia biocultural vinculada a las plantas medicinales es fundamental para el mantenimiento de la salud comunitaria de los pueblos.

Palabras clave: recursos fitogenéticos medicinales, zonificación ecológica, ejido.

Abstract

This research was carried out in the ejido Nopalillo, Epazoyucan, Hidalgo with the objective of generating an ecological zoning of medicinal plant genetic resources that contributes to their sustainable management and that in turn allows the reappropriation-revaluation of medicinal biocultural wealth. This is due to the fact that in recent years a socio-environmental problem has been witnessing: the excessive clandestine extraction of medicinal plants by people outside the

⁴⁴ Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Correo electrónico: ololiuhqui@hotmail.com

⁴⁵ Universidad Autónoma Chapingo, Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Correo electrónico: ameyalihdez@yahoo.com.mx

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

community. In this context, field trips were carried out to carry out ecological zoning, ethnobotanical explorations were carried out in order to identify the healing flora and through participatory action research, participatory workshops were held to start the process of reappropriation of the knowledge of herbal medicine. 31 sites and 16 ecological zones were identified in which 137 plant species with medicinal uses were identified. Given the current context of the pandemic caused by the new coronavirus, in the participatory workshops on the conservation, protection, use and sustainable management of medicinal plant genetic resources, emphasis was placed on healing plants at the level of the respiratory system. In the contemporary scenario of the pandemic, the population of the Nopalillo ejido values the floristic wealth that their territory has and simultaneously appreciates the popular herbal knowledge that they have received from their ancestors. In this sense, the transcendence of the dynamization-preservation of the biocultural heritage linked to medicinal plants is fundamental for the maintenance of the community health of the peoples.

Keywords: medicinal plant genetic resources, ecological zoning, ejido.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Introducción

El ejido Nopalillo es un poblado hidalguense que pertenece al municipio Epazoyucan, estado de Hidalgo, México; su territorio comprende una superficie de 828 hectáreas; está ubicado en la zona de intersección entre el Eje Volcánico Mexicano y la Sierra Madre Oriental a una altitud de 2,800 msnm en promedio (Figura 1). Esta condición fisiográfica explica la heterogeneidad del relieve y es por ello que hay presencia de volcanes, montañas, cerros, peñascos y pequeños valles. Ante esta condición, se pueden encontrar diferentes microclimas templados y diferentes tipos de vegetación como bosque de coníferas, bosque de latifoliadas, pastizales y matorral xerófilo (Figura 2). Es importante indicar que más del 70% de su superficie está integrada por bosque pino-encino.



Figura 1. Ubicación del ejido El Nopalillo, Epazoyucan, Hidalgo.



Figura 2. Paisaje del ejido Nopalillo

La diversidad de paisajes es dinamizada por los habitantes de Nopalillo, principalmente las personas que forman parte del núcleo ejidal, las cuales han desarrollado estrategias para la conservación de la herencia biocultural, así como la transferencia e incremento de los saberes vinculados a las plantas, el suelo, los animales, los minerales y la memoria histórica.

En este contexto, la sociedad ejidal de Nopalillo ha aplicado a los largo de tres décadas, estrategias comunitarias que han posibilitado la autogestión del desarrollo rural sustentable. Las bases de este proceso autogestivo son la riqueza biocultural así como la organización y cohesión ejidales; esto

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

se ha traducido en la dinamización de la economía local ya que se han consolidado diversas actividades económicas; las de sector primario son la agricultura, ganadería, manejo integral del bosque (silvicultura comunitaria sustentable, restauración forestal, recolección de hongos y demás productos del sotobosque) y la minería a través de la extracción de obsidiana; las actividades del sector secundario están dinamizadas por la elaboración de artesanías de obsidiana y las actividades del sector terciario son el ecoturismo, y el pago por servicios ambientales (Figuras 3 y 4).

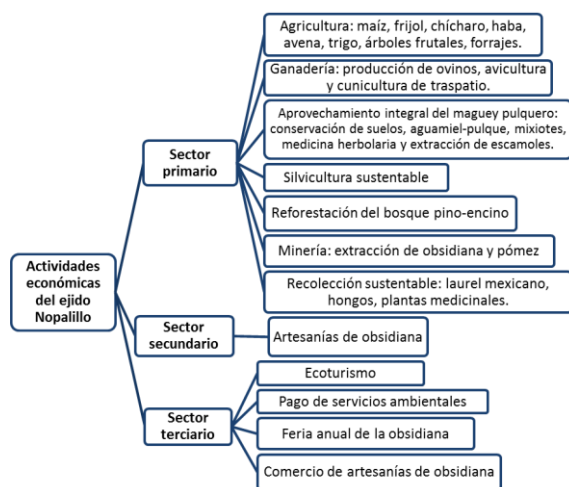


Figura 3. Actividades económicas del ejido Nopalillo



Figura 4. Collage de las actividades económicas del Nopalillo

Sin embargo, en los últimos años, se está presenciando una problemática, sobre todo en el sotobosque: la extracción excesiva clandestina de plantas medicinales por personas ajenas a la comunidad debido al aparente desinterés de la sociedad de Nopalillo por su flora curativa. Esto está impactando negativamente en la conservación del medio ecológico y de los recursos genéticos, amenazando las poblaciones silvestres de algunas plantas medicinales de herencia precolombina

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

como el laurel mexicano (*Litsea glaucescens*), el gordolobo (*Gnaphalium sp.*), la hierba del sapo (*Eryngium sp.*) y la hierba de santo domingo (*Hedeoma piperitum*).

Para atender esta problemática socioambiental, inició la puesta en marcha de un proyecto de investigación, de manera conjunta y participativa (Ejidatarios-Universidad), con el objetivo principal de generar una zonificación ecológica de los recursos fitogenéticos medicinales que contribuya a su manejo sustentable y que a su vez permita la reapropiación-revaloración de la riqueza biocultural medicinal, ya que es de gran relevancia la conservación in situ de la biodiversidad así como de los conocimientos herbolarios.

En este sentido, el presente documento presenta los resultados de la investigación iniciada en el 2020 y contiene la siguiente información: a) zonificación ecológica de los espacios sociobiológicos en los que se desarrollan las plantas medicinales, haciendo énfasis en la clasificación campesina de los lugares y b) identificación de los recursos fitogenéticos medicinales.

Materiales y Métodos

A través del método planteado por Cunningham (2002) y Hernández (2013), se llevaron a cabo:

- Recorridos de campo para realizar la zonificación ecológica con la intención de conocer, visualizar y analizar la distribución de los recursos fitogenéticos medicinales (caracterización sociobiológica de los espacios que comprende el ejido).
- Exploraciones etnobotánicas de forma participativa para identificar a la flora curativa.

Así también, mediante la investigación-acción participativa, metodología que integra el conocimiento y la acción (Colmenares, 2012), se desarrolló:

- El diagnóstico en torno al status quo del conocimiento de las plantas medicinales en el ejido.
- Así también, se realizaron talleres participativos para iniciar el proceso de la reapropiación del conocimiento de la medicina herbolaria.
- Se realizó la transferencia de técnicas para la aplicación del manejo de la fitodiversidad medicinal a través de metodología aprender haciendo y enseñar haciendo.

Resultados y Discusión

Caracterización ecofisiográfica: El ejido de Nopalillo Epazoyucan, Hidalgo se ubica entre las ciudades de Pachuca y de Tulancingo en los flancos de la Sierra de las Navajas. La precipitación media anual es de 488mm, la temperatura media anual es de 14.2°C. Acorde a la clasificación de Köppen y Geiger, Nopalillo presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano así como semifrío subhúmedo con lluvias en verano en las zonas boscosas y clima semiseco templado en las zonas de matorral xerófilo. La altitud promedio de Nopalillo es de 2,700 metros sobre el nivel del mar y su punto culminante, el mirador de la Sierra de las Navajas se encuentra a 3,220 msnm, el ejido es el área con mayor altitud de la región. A excepción de una parte del bosque situado al norte del Cerro de las Navajas, la totalidad del ejido se ubica en el sotavento. No obstante, por su

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

ubicación en los flancos del volcán de las Navajas que le permite recibir la precipitación proveniente del Golfo de México, Nopalillo tiene condiciones ambientales diferentes a las de la ciudad de Epazoyucan.

Edafología: El suelo es de origen volcánico, el cual se aprecia con claridad en la zona llamada “el arenal-pómex”, este sitio es una mina abandonada de arena que permite visualizar los diferentes horizontes que predominan en el ejido. En la Figura 5 se observa de manera ascendente un horizonte de arena-pómex, posteriormente continúa con un horizonte delgado de arena fina; que es seguido por otro de arena gruesa con riolita, en el cual se mezcla con betas de obsidiana; en la parte superior se aprecia un horizonte más oscuro compuesto de riolita, arena y materia orgánica derivada de la actividad microbiana sobre los residuos vegetales.

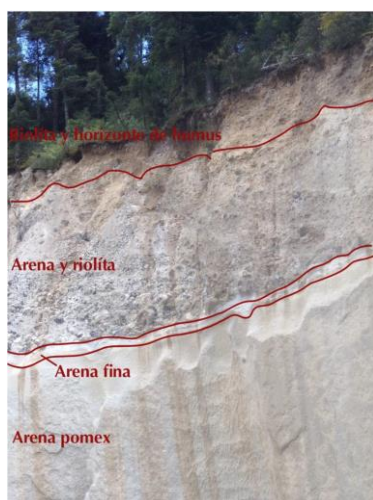


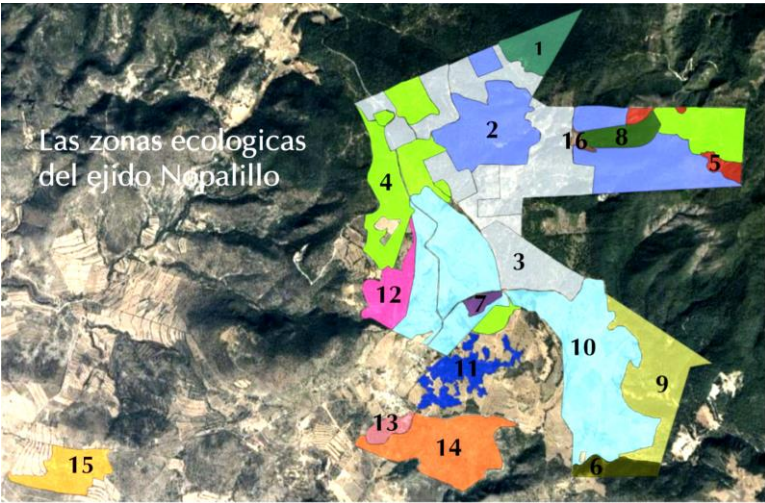
Figura 5. Perfil edafológico en el ejido El Nopalillo.

Zonificación ecológica de los recursos fitogenéticos medicinales: La multifuncionalidad de cada ecosistema implica el conocimiento comunitario de cada componente (vegetal, animal, mineral, microbiológico, entre otros.). Estos sofisticados saberes no surgen de manera espontánea o en corto tiempo, sino que ha sido configurada a través de mecanismos de interacción de largo aliento donde las personas no se perciben ajenas a la naturaleza, no se presenta el etno y aparte la biología.

En este orden de ideas, resulta trascendental documentar la perspectiva local acerca de los ecosistemas y no sólo realizar un inventario con nomenclatura académica que es útil para investigadores y comunidades universitarias, pero que presenta incipientes aportaciones para las personas que han preservado y dinamizado por siglos la herencia biocultural. En este sentido, la caracterización del ejido Nopalillo se realizó de manera deliberada con lenguaje híbrido donde se

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

articula términos técnicos y comunitarios con el propósito que tengan sentido y sea de utilidad para los pobladores, (Figura 6).



1: Bosque de oyamel	5: Bosques bajos	9: Bosque de encino	13: Bosque húmedo de la peña ancha
2: Bosques mixtos	6: Bosque mixto de la Joya	10: Agroecosistemas	14: Bosque seco de la peña ancha
3: Áreas de regeneraciones	7: Cerro colorado	11: Traspatio	15: Bosque seco de la mina del Ocote
4: Bosques de pinos	8: Bosque mixto con predominio de oyamel	12: Bosque húmedo de tlaxcales	16: Mina de arenal-pómez

Figura 6. Zonas ecológicas de Nopalillo

1. Bosque de oyamel. Se ubica al extremo norte del ejido. El estrato arbóreo está compuesto en 90 % de oyamel (*Abies religiosa*), combinados con encinos de tamaño medio que no rebasan 4 metros de altura. El área foliar del bosque de oyamel ejerce un sombreado intenso y provoca que los fotones ingresen al sotobosque de manera reflejada creando un ambiente propicio para el desarrollo de múltiples hongos y de especies medicinales arbustivas y herbáceas que no requieran la luz solar directa como el laurel mexicano (*Litsea glaucescens*) y mirto (*Salvia sp.*). Así también, cuando el frondoso follaje cae sobre el suelo forma una capa gruesa de materia orgánica y de humus que combinado con el suelo volcánico resulta muy eficiente para el desarrollo de helechos y musgos.



Figura 7. Bosque de Oyamel *Abies religiosa*

2. Bosque mixto: Se encuentran dispersos de manera predominante en la zona de sotavento entre las partes medias y altas de los cerros. El estrato arbóreo predominan los pinos (*Pinus sp.*), encinos (*Quercus sp.*) y madroños (*Arbutus xalapensis*). El estrato arbustivo presenta una gama de especies que contribuyen a generar microclimas donde predominan las siguientes plantas medicinales: la pingüica, la chamisa, el garambullo, el guiguilan, la jarilla y el tepozán (Figura 8).



Figura 8. Bosque mixto

3. Áreas de regeneración: Las áreas de regeneración representan un cambio de pensamiento que se detonó a partir de 1980 donde de manera colectiva se acordó restringir el pastoreo extensivo y la generación de fuego, estas prácticas fueron sustituidas por la plantación de árboles en 220 hectáreas en el monte de Nopalillo. El estrato arbóreo de las áreas de regeneración se realiza casi exclusivamente por *Pinus teocote*, *Pinus moctezumae* y *Pinus patula*, (Figura 9). El estrato arbustivo de esta zona es incipiente y dominado por una abundante población de zacatón. Es relevante indicar que del ocote se obtiene la resina para utilizarla en el tratamiento de enfermedades respiratorias.



Figura 9. Áreas de regeneración con *Pinus sp.*

4. Bosques de pino: De las áreas que se clasifican como bosque de pino, se incluyen las áreas de regeneración mencionadas que tienen árboles jóvenes de edad estandarizada y con homogeneidad física química y biológica. Estas características hacen distinta la zona de bosque de pino con poca intervención humana, los cuales son más diversos tanto en el estrato arbóreo como en el arbustivo y herbáceo, así también, la fauna de aves, mamíferos e insectos se prolifera con mayor intensidad. Las especies que se encuentran son: *Pinus teocote*, *Pinus moctezumae*, *Pinus rudis*, *Pinus patula*, *Pinus leiophylla* y *Pinus pseudostrobus* (Figura 10).



Figura 10. Bosque de pinos.

5. Áreas con vegetación arbustiva baja: Estas áreas se refieren al Cerro del milagro y al Mirador (Figura 11) que presentan una altitud superior a los 3,000 msnm, hasta sus límites sur-este del ejido. En estas zonas se encuentra una población de pinos dispersos pero la totalidad del suelo está cubierto por 6 especies de arbustos bajos: dos tipos de encinos rastreros, mirto, chahualoca, la espina del burro y la pingüica. Todos éstos, excepto la chahualoca, tienen acciones curativas.



Figura 11: Cerro del milagro y El Mirador

6. Bosque mixto de la Joya: Se ubica en la parte extrema sur en los límites del ejido Nopalillo, la vegetación que prevalece son los encinos (*Quercus sp.*) que tienen los siguientes nombres comunes: encino quebrache, encino blanco y encino rojo (también conocido como encino mirra). También abundan los pinos donde destaca *Pinus rudis* y en menor densidad se encuentran bosquetes de madroños. En el estrato herbáceo las plantas más representativas son: helechos, cactáceas y pastos (Figura 12).



Figura 12. Paisaje del paraje la Joya.

7. Cerro colorado: El bosque del cerro colorado comparte un área de la zona de regeneración. El estrato arbóreo está dominado por *Pinus rudis* y el madroño, el arbustivo por la escoba y el tlaxcal. La polifacética funcionalidad de este paraje permite que este lugar se destine para la propagación y aprovechamiento del maguey (Figura 13). La vegetación dispersa permite que el lugar esté luminoso por lo que desde la distancia se puede apreciar el color rojizo del suelo que es una combinación de rocas volcánicas donde predomina el tezontle.



Figura 13. Cerro gordo

8. Bosque mixto con predominio de oyamel: Ubicado en la parte norte del monte, se combina con tepozán, encinos y algunos cedros. Es una zona donde se han vislumbrado venados, zorros y gato montés, También es la principal zona de recolección de hongos comestibles y medicinales (Figura 14).



Figura 14. Paisaje de bosque mixto con predominio de oyamel

9. Bosque de encino: El bosque de encino (Figura 15) se ubica en la parte sur-este del ejido, presenta gran relevancia ecológica ya que los encinos (*Quercus sp.*) generan el hábitat de muchas especies debido a la producción abundante y constante de materia orgánica, así también, la textura de la corteza y el ángulo de la distribución de las ramas actúan como sustrato para el desarrollo de varias epifitas, como orquídeas (Orchidaceae), bromeliáceas (Bromeliaceae) y muérdagos (Viscaceae).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México



Figura 15. Bosque de encino

10. Agroecosistemas: Representados por la producción agrícola donde el maíz es el principal cultivo. En la milpa coexisten los frijoles (*Phaseolus vulgaris*), las calabazas (*Cucurbita sp.*), los tomates (*Solanum lycopersicum*, *Physalis philadelphica*), las habas (*Vicia faba*), entre otras especies, detonando espacios con diversidad, física, química, biológica que son el hábitat de una gran variedad de insectos comestibles y micro-organismos que soportan la vida de la milpa (Figura 16).



Figura 16. Paisaje de los agroecosistemas de Nopalillo.

11. El traspatio: En estos lugares interactúan plantas domesticadas, plantas toleradas, plantas silvestres y plantas consideradas como malezas o arvenses (Figura 17). En estos espacios se identificaron especies distintas que se clasificaron de la siguiente manera:

- plantas forrajeras para aves (guajolotes y pollos) y ganado en pequeña escala (borregos, burros y caballos);
- plantas ornamentales donde predominan plantas en macetas, todas las casas tienen este tipo de vegetación;
- frutales donde predomina la pera, la manzana, cítricos, capulín, zapote blanco e higo;
- árboles con follaje abundante que brindan diversos servicios como la termorregulación donde destacan el eucalipto, cedro, fresno y trueno;

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

- e) plantas medicinales en macetas y vegetación tolerada y silvestres como: malva, chicalote, manzanilla, hierbabuena, orégano, toronjil, escoba, santa maría, romero, ruda, duraznillo, yoyochichi, jarilla, chichimequilla, tumbavaquero, hierba del puerco, hierba de san nicolás, mirto, hierba de santo domingo, entre otras.



Figura 17. Traspatio

12. Bosque de tlaxcal de los fondones: Se encuentra ubicado en la parte al sur-poniente, presenta un ecosistema peculiar y único en el ejido, ya que se percibe humedad en todas las estaciones del año la cual es preservada por la densa cubierta vegetal arbórea de tlaxcales (*Cupressus sp.*), esta especie es utilizada como árbol medicinal.



Figura 18. Paisaje del paraje “los fondones”

13. Bosque “húmedo” de tlaxcal de la Peña Ancha: Al Sur del Ejido, se encuentra una pequeña zona bastante húmeda dominada por los tlaxcales, los nopales y algunas palmas reales *Yucca sp.* Todas estas especies vegetales tienen reportados sus usos medicinales en el ejido.

14. El bosque seco de la Peña Ancha: Esta zona se ubica al este del bosque “húmedo” de la Peña Ancha, la conformación de la cubierta vegetal está conformada por especies con son tolerantes al estrés hídrico, como cactáceas rastreras (biznagas) y arbustivas (nopales), agaves, cenicilla, escoba,

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

coronilla, pexto, uña de gato, epazote zorrillo, ojo de gallo, trompetilla, mirto silvestre, hierba de la virgencita y tlaxcales. Al centro de esta zona se encuentra una barranca ancha.

15. Bosque seco de la mina del Ocote: Esta zona se encuentra a 3 kilómetros al sur del ejido, conocida como la mina del Ocote. En este lugar se extrae arena pómez. Las plantas que se presentan con mayor abundancia pertenecen a las familias agaváceas, cactáceas y crasuláceas combinadas con árboles dispersos de tepozán, yuca y pirul. En el suelo predomina la roca riolita y tepetate con textura arenosa.

16. Mina arenal-pómez: La mina arenal-pómez se ubica en parte baja del monte. Hace aproximadamente 20 años se extraía de manera intensiva arena pómez, actualmente esta mina está abandonada y ha sido repoblada de manera natural por las siguientes especies medicinales: pino, tepozán, gordolobo y escoba (Figura 19).



Figura 19. Repoblación vegetal en zona perturbada por la minería

Parajes del ejido de Nopalillo: Se identificaron 31 parajes en cuyos nombres se aprecia una alta densidad de toponimias locales lo que refleja una riqueza biocultural vinculada a la tradición oral.

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
 Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
 Chapingo, México



Figura 20. Parajes del ejido de Nopalillo

Identificación de recursos fitogenéticos medicinales: Se identificaron 137 especies vegetales con usos medicinales y se documentaron los conocimientos tradicionales de los mismos como la dosificación, vías de administración, duración del tratamiento, formas de preparación y técnicas de aplicación. Es relevante señalar que, ante el actual contexto de la pandemia ocasionada por el nuevo coronavirus, a solicitud de los pobladores, se puso énfasis en las plantas curativas a nivel del sistema respiratorio (Cuadro 1). Así también, se realizaron talleres participativos sobre la conservación, protección, el uso y manejo sustentable de los recursos fitogenéticos medicinales, en los que se expusieron las etapas fenológicas, las técnicas de recolección sustentable, usos terapéuticos, posología y forma de aplicación (Figura 21).

11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México

Cuadro 1. Plantas medicinales útiles para el tratamiento de afecciones respiratorias

Nombre común	Nombre científico	Usos medicinales
Magüey	<i>Agave sp.</i>	Tos, bronquitis, pulmonía, dolor del pulmón
Lentejilla	<i>Lepidium virginicum</i>	Asma, tos, catarro
Tejocote (fruto)	<i>Crataegus pubescens</i>	Tos, bronquitis
Flor de San Juan	<i>Bouvardia longiflora</i>	Contra la tos
Nabo, mostaza	<i>Brassica campestris</i>	Asma, dolor de pulmón, tos
Quelite cenizo	<i>Chenopodium album</i>	Pectoral (tos, bronquios, dolor pulmón)
Mirasol	<i>Cosmos bipinnatus</i>	Contra la tos
Tabaquillo	<i>Nicotiana glauca</i>	Tos, asma, enfermedades pulmonares
Hierba de San Nicolás	<i>Piqueria trinervia</i>	Fiebre, bronquitis, neumonía, catarro, resfrío
Llantén	<i>Plantago australis</i>	Curar los pulmones
Durazno (hojas)	<i>Prunus persica</i>	Asma, tos, dolor de pecho, bronquitis
Capulín (hojas y fruto)	<i>Prunus serotina ssp. Capuli</i>	Tos, tosferina, dolor pulmonar, catarro
Flor de hielo	<i>Gentiana spathacea</i>	Tos



Figura 21. Talleres participativos en torno al uso y manejo de plantas medicinales

Conclusiones

Cuando las personas coexisten con los espacios se da un proceso bidireccional donde el espacio proyecta estímulos que son procesados por la capacidad cognitiva y creativa de las personas y asignan nombres a los lugares con una multiplicidad de significados. En este sentido, la población del ejido de Nopalillo le ha conferido nombres a cada lugar tomando como referencia las condiciones fisiográficas, la presencia o ausencia de humedad, la cubierta vegetal, historias, leyendas de apariciones y animales que conforman parte de la identidad cultural a través de una cartografía mental de los ejidatarios.

Se generó la zonificación ecológica de los recursos fitogenéticos medicinales del lugar de estudio con la intención de iniciar un proceso de manejo sustentable y que a su vez permita la reapropiación-revaloración de la riqueza biocultural medicinal, ya que es de gran relevancia la conservación in situ de la biodiversidad así como de los conocimientos herbolarios. En este sentido, ante la actual pandemia causada por el nuevo coronavirus, se puso énfasis en las 13 plantas

**11° Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Básicas y Agronómicas
Universidad Autónoma Chapingo, 22 y 23 de septiembre de 2022
Chapingo, México**

especializadas en el tratamiento de enfermedades respiratorias. La estrategia de manejo integral de dichos recursos fitogenéticos medicinales abarca desde la recolección sustentable hasta la elaboración de productos herbolarios; esto contribuye al desarrollo rural sustentable del ejido Nopalillo y a su vez permite el rescate de su riqueza biocultural medicinal.

En el escenario contemporáneo de la pandemia, la población del ejido Nopalillo valora la riqueza florística con la que cuenta su territorio y de manera simultánea aprecia los saberes populares que ha recibido de sus antepasados que les permiten diversificar las estrategias terapéuticas para reducir los efectos negativos de las enfermedades. En este contexto, la trascendencia de la dinamización y preservación de la herencia biocultural vinculada a las plantas medicinales es fundamental para el mantenimiento de la salud comunitaria de los pueblos.

Literatura Citada

Colmenares, A. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. Voces y silencios: Revista Latinoamericana de Educación. 3:102-115.

Cunningham, A. (2002). Etnobotánica aplicada. Pueblos, uso de plantas silvestres y conservación. Serie: Pueblos y plantas (Libro 4). Editorial Nordan-Comunidad. 310p.

Hernández, X. (2013). Xolocotzia. Obras de Efraím Hernández Xolocotzi. Tomo I. Universidad Autónoma Chapingo. p. 177-219.