



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**CRECIMIENTO DE PLÁNTULA DE CAFÉ VARIEDAD ORO AZTECA
CON DIFERENTES TIPOS DE FERTILIZANTE**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

ANDREA BONILLA HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS

M.C. RAMIRO ESCOBAR HERNÁNDEZ

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Junio de 2023



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**CRECIMIENTO DE PLÁNTULA DE CAFÉ VARIEDAD ORO AZTECA
CON DIFERENTES TIPOS DE FERTILIZANTE**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

ANDREA BONILLA HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS

M.C. RAMIRO ESCOBAR HERNÁNDEZ

ASESORES

DR. RAÚL BERDEJA ARBEU

M.C. ESTEBAN JOAQUÍN MEDINA

M.C. GUILLERMO JESUITA PERÉZ MARROQUÍN

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Junio de 2023

La presente tesis titulada: **“Crecimiento de plántula de café variedad oro azteca con diferentes tipos de fertilizante”** y realizada por **Andrea Bonilla Hernández**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo Particular integrado por:

Firma

Director: M.C. Ramiro Escobar Hernández

Asesor: Dr. Raúl Berdeja Arbeu

Asesor: Dr. Esteban Joaquín Medina

Asesor: M.C. Guillermo Jesuita Pérez Marroquín

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Mayo de 2023

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico “**BUAP CA-232**” **denominado: Manejo de Recursos Fitogenéticos y de la línea de investigación Manejo y Conservación de los Recursos Fitogenéticos**”. Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

DEDICATORIA

A Dios

Por iluminar mi camino y permitir terminar una de las etapas más importantes de mi vida, por darme unos padres amorosos que sin escatimar esfuerzos dieron todo para apoyarme y estar conmigo en los momentos más difíciles.

A mis padres

Jorge Bonilla Durán y Juana Hernández De gante por brindarme todo su apoyo, su amor infinito, por motivarme a ser una mejor persona, por confiar en mí. Gracias por haberme dado esta oportunidad, todo lo que soy se los debo a ustedes papás, los amo infinitamente, Gracias.

A mis hermanos

Adriana y Jorge Alberto, por siempre estar conmigo y motivarme, fueron parte fundamental en este proceso pues son mi motivación para seguir adelante.

A Ramón Sánchez

Por estar conmigo siempre y brindarme todo su apoyo, por confiar en mí y por motivarme todos los días para salir adelante. Gracias por estar conmigo siempre.

A mis amigas

Salma Domínguez Martínez, María Fernanda Vargas Martínez y Camelia Hernández Vergara por estar conmigo en los momentos difíciles y motivarme a salir adelante, por compartir experiencias inolvidables y por haberme dado su amistad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, en específico a la facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Por haberme aceptado y por permitir formarme en sus instalaciones y conocer excelentes personas, a todos los catedráticos de esta y todas las personas que laboran en ella ya que de manera directa o indirecta tuvieron una repercusión en ella.

Agradezco al M.C. Ramiro Escobar Hernández por estar siempre pendiente de mi formación y haberme brindado todo su apoyo dentro y fuera de la institución.

Agradezco a mi consejo particular, pues cada uno de ellos fue parte fundamental para que se llevara a cabo esta investigación, por las atenciones, por aclarar mis dudas, por haberme brindado su apoyo para el desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS	i
RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.2 Aspectos generales	5
4.2 Taxonomía.....	6
4.4 Producción de café	7
4.5 Germinación de la semilla.....	9
4.6 Semillero o almácigo.....	9
4.6.1 Vivero.....	9
4.6.2 Variedades.....	9
4.6.3 Características de la variedad oro azteca.....	10
4.7 Principales deficiencias nutricionales	11
4.8 Características de los fertilizantes químicos	11
4.8.1 Características del DAP (Fosfato diamónico)	12
4.9 Características del nitrabor.....	12
4.10 Características del Star	12
4.10.1 Características del Nitromag	13
4.10.2 Características de los fertilizantes orgánicos.....	13
4.10.3 Características del lixiviado de raquis de plátano	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS	15

5.1 Ubicación del experimento.....	15
5.2 Tratamientos.....	15
5.3 Diseño experimental.....	16
5.4 Variables a evaluar	17
5.5 Análisis estadístico.....	17
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
6.1 Diámetro del tallo.....	18
6.2 Número total de hojas	19
6.2 Peso fresco de la raíz.....	20
6.3 Peso fresco de las hojas.....	20
6.4 Longitud de la planta.....	21
VII. CONCLUSIÓN.....	23
VIII. LITERATURA CITADA	24

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Principales estados productores de café cereza en México.....	8
Cuadro 2. Diseño de tratamientos.....	16
Cuadro 3. Diámetro del tallo en plántula de café variedad oro azteca.....	19
Cuadro 4. Número total de hojas en plántula de café de la variedad oro azteca.....	19
Cuadro 5. Peso fresco de la raíz en plántula de café variedad oro azteca.....	20
Cuadro 6. Peso fresco de las hojas en plántula de café variedad oro azteca.....	21
Cuadro 7. Longitud de la planta en plántula de café variedad oro azteca.....	21

RESUMEN

Existen varios viveros de producción en la comunidad de el Paraíso, Huitzilán de Serdán Puebla, normalmente en esta comunidad la siembra se realiza mediante almácigos y posteriormente se traspa a la bolsa. Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo evaluar el crecimiento de la plántula de café de la variedad oro azteca con diferentes fuentes de fertilizante. Este experimento fue desarrollado en la comunidad de el Paraíso, municipio Huitzilán de Serdán, Puebla. Los tratamientos utilizados fueron los siguientes fertilizantes: Dap, Nitabor, Star, Nitromag, Lixiviado y el tratamiento testigo (sin ninguna aplicación). Diseño experimental completamente al azar, con 6 tratamientos y 12 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos presentaron diferencias significativas en casi todas las variables, excepto en el número total de hojas, los tratamientos que dieron mejores resultados fueron el 1 (Dap) y el 5 (Lixiviado de raquis de plátano). Con estos resultados obtenidos se concluye que para una buena producción de viveros se debe realizar una buena fertilización adecuada, para ello se puede hacer una combinación de los fertilizantes químicos con orgánicos e ir intercalando para obtener mejores resultados, cabe recalcar que el tamaño de la bolsa influye mucho dependiendo el tipo de siembra que se realizará (directa en bolsa o en almácigos).

Palabras clave: *Coffea arábica L.*, oro azteca, longitud de la planta.

ABSTRACT

There are several production nurseries in the community of El Paraíso, Huitzilán de Serdán Puebla, normally in this community planting is done through seedbeds and later transferred to the bag. For this reason, the objective of this work is to evaluate the growth of the coffee seedling of the Oro Azteca variety with different sources of fertilizer. This experiment was developed in the community of El Paraíso, Huitzilán de Serdán municipality, Puebla. The treatments used were the following fertilizers: Dap, Nitrabor, Star, Nitromag, Leached and the control treatment (without any application). Completely randomized experimental design, with 6 treatments and 12 repetitions per treatment. The treatments presented significant differences in almost all the variables, except in the total number of leaves; the treatments that gave the best results were 1 (Dap) and 5 (Leachate from banana rachis). With these results obtained it is concluded that for a good production of nurseries a good adequate fertilization must be carried out, for this a combination of chemical and organic fertilizers can be made and interspersed to obtain better results, it should be noted that the size of the bag influences a lot depending on the type of sowing that will be carried out (directly in a bag or in seedbeds).

Keywords: *Coffea arabica* L., Aztec gold, plant length.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del café es importante en el mundo en más de 80 países, principalmente en África, América Central y América del Sur. El café es un producto muy popular a nivel mundial y este ocupa el segundo lugar después del petróleo tiene un mercado dominado por países del sur de América, principalmente Brasil y Colombia (Mishra y Slater, 2012).

México es un país que destaca a nivel mundial entre los principales productores de café. Actualmente ocupa el onceavo lugar y se cultiva en 15 estados, entre los cuales destacan Chiapas, Oaxaca y Veracruz (ICO, 2016).

Para que una planta se desarrolle normalmente, necesita cuidados, nutrientes constantes y equilibrados. En casos severos de desnutrición, las plantas muestran síntomas visibles relacionados con el o los elementos deficientes. Los síntomas más comunes incluyen clorosis, deformidad y pérdida de hojas crecimiento deficiente y necrosis.

Investigaciones y estudios científicos relacionados con la fertilización del café han logrado aminorar esos efectos y obtener altos rendimientos por unidad de superficie.

Las condiciones climáticas, suelos, etc., en el cafetal afectan el éxito que este pueda alcanzar. El rendimiento logrado en la producción de café comercial depende en gran medida del uso de un programa de fertilización adecuado. El programa debe complementarse con enclado de suelo, control de plagas, manejo de tejidos y otras prácticas necesarias para el crecimiento de cafetos fuertes, vigorosos y saludables.

También se debe combinar la fertilización química con orgánico para minimizar el daño que se puede causar el medio ambiente y reducir los costos de producción. Es extremadamente importante que los viveristas tengan la capacidad de identificar deficiencias nutricionales que puedan presentarse en los propios cafetales, para brindar soluciones rápidas y efectivas en base a los elementos que necesitan las plantas, evitando así el despilfarro de recursos y esfuerzos.

Un fertilizante o compost se define como cualquier producto orgánico mineral, de origen natural o sintético que, aplicado al suelo, proporciona a las plantas uno o más elementos esenciales para su crecimiento (Brady y Weil, 1999).

El uso sustentable de los lixiviados puede mitigar el problema de reducir los costos directos de fertilización y reducir el daño ecológico a las plantas (Chávez-Estudillo *et al.*, 2013).

Por tal motivo, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el crecimiento de la plántula de café de la variedad oro azteca con diferentes fuentes de fertilizante.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar el crecimiento de la plántula de café de la variedad oro azteca con diferentes fuentes de fertilizante.

2.2 Objetivos específicos

- Cuantificar el crecimiento de la plántula de café bajo diferentes fuentes de fertilización.
- Determinar el número de hojas, diámetro de tallo, peso de raíz y altura por plántula en la etapa de desarrollo.

III. HIPÓTESIS

Al menos el lixiviado reducirá el tiempo de crecimiento de la plántula de café de la variedad oro azteca.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.2 Aspectos generales

El cultivo del café pertenece a la familia Rubiácea (Rubiaceae). Engloba alrededor de 500 géneros y más de 6.000 especies, la mayoría son árboles y arbustos tropicales. Las hojas son de diferentes colores: verde oscuro, verde lima, bronce o con matices purpúreos. Los frutos son tipo drupa, su epicarpio es carnoso y tienen doble semilla. Las flores se aparecen en inflorescencias. Desde un punto de vista, las 2 especies más importantes son *Coffea arábica* L. (Café arábica) y *coffea canephora* Pierre ex Froehner (Café robusta). Otra especie conocida pero menos cultivada es *Coffea liberica* (ICO, 2014; Waller *et al.*, 2007). El cultivo del café es sumamente importante en el mundo en más de 80 países, principalmente en África, América del Sur y América Central (Mishra y Slater, 2012).

El cultivo del café es uno de los productos muy populares a nivel mundial y este ocupa el segundo lugar después del petróleo (Temis-Pérez *et al.*, 2011) tiene un mercado dominado por países del sur de América, principalmente Colombia y Brasil (Giungato *et al.*, 2008). Entre los principales países productores de café, México es uno de los países que destaca mundialmente. Actualmente ocupa el onceavo lugar y es cultivado en varios estados, entre ellos se encuentran Chiapas, Puebla, Veracruz, Oaxaca, San Luis Potosí, Guerrero, Hidalgo, Nayarit, Colima, Tabasco, Jalisco y Querétaro, y destacan Chiapas, Oaxaca y Veracruz (ICO, 2016).

Los cafetos son plantas de diferentes tamaños que van desde arbustos pequeños hasta árboles grandes, la madera de estos es densa y dura, las inflorescencias son pares, las flores hermafroditas, con corolas blancas o ligeramente rosadas. El estilo suele ser largo y sobresalir de la corola. Como una drupa indehiscente se clasifica su fruto y puede estar formado por dos o a veces hasta tres semillas. La semilla tiene una fisura muy distintiva conocida como “sutura coffeanum” (Davis *et al.*, 2006).

4.2 Taxonomía

Alvarado y Rojas (1994) describen la clasificación de la clasificación taxonómica de la planta del café (*Coffea arabica* L.) de la siguiente manera:

Reino: Plantae

Familia: Rubiaceae

Género: Coffea

División: Magnoliophyta

Orden: Rubiales

Especie: C. arábica

A finales del siglo XIX se descubrieron muchas especies del género Coffea (Chevalier, 1947) en los bosques tropicales de África. En base a las características morfológicas y distribución geográfica, se clasifican en cuatro secciones o grupos taxonómicos: Argocoffea, Paracoffea, Mascarocoffea y Eucoffea. Este último apartado, que incluye los cafetos reales, se ha dividido en 5 subapartados: Pachycoffea, Nanocoffea, Melanocoffea, Mozambicoffea y Erythrocoffea. El criterio de clasificación de estos grupos taxonómicos está dado por la presencia de características como la textura de la hoja, el tamaño de la planta, el color del fruto y la distribución geográfica. Siguiendo los avances en los métodos de clasificación y el reciente descubrimiento de otras especies de café en sus áreas nativas, la clasificación taxonómica del género ha sufrido varias reorganizaciones (Leroy, 1980; Bridson, 1987).

Actualmente, la mayoría de las especies de la sección Argocoffea (que incluye arbustos o enredaderas de África occidental y Central) se consideran pertenecientes al género Argocoffeopsis, mientras que muchas especies de la sección Paracoffea (arbustos que generalmente se encuentran en la India y el sudeste asiático) no están clasificadas en el género Coffea, pero sí del género Psilanthus Hook. Finalmente, de las cuatro secciones originalmente consideradas por Chevalier, solo las secciones Mascarocoffea y Eucoffea permanecen como grupos taxonómicos relativamente estables. Según Leroy (1980), las plantas de café se clasifican en la tribu Coffeae, cuyas principales características son los ovarios bicarpelos, cada uno con un solo óvulo, placenta axilar, endocarpio duro, semillas recubiertas por un fino parénquima (el pergamino) y la presencia del coffeanum -Costura.

Según este autor, los dos géneros más comúnmente relacionados son: *Coffea* y *Psilanthus*. Las diferencias entre *Psilanthus* y *Coffea* radican principalmente en la morfología y ubicación de las flores y en las características del polen. En *Coffea*, normalmente emergen las anteras y los estilos, el tubo de la corola tiene la misma longitud que los lóbulos y el polen es principalmente tricorpóreo (tres aberturas laterales), mientras que las flores son inflorescencias axilares (Bridson, 1988; Stoffelen, 1998).

Morfín *et al.*, (2006) mencionan algunas consideraciones que se deben tomar en cuenta en la producción de café, algunas de ellas son: el establecimiento del almácigo, siembra de la semilla, sombreado del almácigo, establecimiento del vivero, sustrato, tamaño de la bolsa y el manejo agronómico que se le da al vivero. La propagación de plantas consiste en efectuar su multiplicación, ya sea de manera sexual o asexual (Hartmann *et al.*, 1997). Normalmente el café se siembra directamente, en viveros o almácigos, dependiendo la zona de producción existen variantes en la propagación de la plántula.

4.4 Producción de café

La producción mundial del café, durante el ciclo 2016-2017 (septiembre-octubre) es de alrededor de 156.6 millones de sacos de 60 kilogramos cada uno, esto significa un incremento del 2.4% respecto al ciclo anterior. Mientras que 153 millones de sacos se proyectan como consumo mundial, siendo esto mayor en un 0.8% a la que se registró en el ciclo anterior. Los inventarios finales para el ciclo 2016-2017 se estiman alrededor de 33 millones de quintales o sacos, esto siendo inferior un 4.3% con relación al ciclo anterior.

En el periodo 2007-2016 mundialmente, la producción y consumo de café incrementó un 3.0% y 2.5% respectivamente en promedio anual. Mientras que los inventarios finales se incrementaron 1.5% en el periodo antes mencionado (SAGARPA, 2017).

De acuerdo con la FAO México pasó de ser el cuarto productor mundial de café en 1987 al undécimo en 2017.

De acuerdo con las cifras de la Encuesta Nacional Agropecuaria del total de la producción agrícola nacional el 2.3% se obtiene mediante agricultura protegida y entre los principales productos obtenidos de esta protección, con 10.9 millones de plantas

está el café, siendo el principal productor con el 46.1% de la producción total el estado de Chiapas (ENA, 2017).

La USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) en su reporte México: Café anual 2019 más reciente, menciona que nuestro país emplea a más de 515,000 productores, con el 85% de la población indígena, 310,000 de ellos cultivan una hectárea; ubicándose en 15 estados y 480 municipios.

De acuerdo con el CEFP (Centro de Estudios de las Finanzas Públicas) en el año 2001 la producción de café, más de 282 mil productores estuvieron involucrados, en su mayoría se encontraban minifundistas e indígenas, estos agrupados en organizaciones de carácter local y regional (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principales estados productores de café cereza en México

Estado	Superficie sembrada (ha)	Rendimiento (t*ha⁻¹)
Colima	2,693	0.984
Chiapas	252,744	1.379
Guerrero	45,384	0.927
Hidalgo	23,084	1.273
Jalisco	3,106	1.471
México	483	-----
Nayarit	16,197	0.746
Oaxaca	136,150	0.665
Puebla	69,222	2.337
Querétaro	199	-----
San Luis Potosí	16,202	0.589
Tabasco	358	1.170
Veracruz	142,426	1.629
Total	708,247	1.336

Fuente: SIAP (2019)

4.5 Germinación de la semilla

Este proceso se lleva a cabo en un periodo de 2 a 2.5 meses, después de la siembra una vez que ya hayan transcurrido los 60 a 70 días la plántula está en etapa de soldadito y lista para ser trasplantada a vivero. En el vivero permanecerá hasta que tenga de 4 a 6 pares de hojas, esto se logrará en un tiempo aproximado de 4 a 6 meses (Marín, 2012).

4.6 Semillero o almácigo

Morfín *et al.* (2006) citan que el establecimiento de un semillero se realiza en suelo franco, se hace una previa desinfección con formol al 40 % y se aplican 10 L • m³ de suelo y se tapa por 4 días con plástico, la semilla se puede establecer 3 días posteriores a la desinfección. Las dimensiones del semillero varían, el ancho del almácigo puede ser de 1.5 metros por 3.5 metros de largo y espacio entre semilleros de 1 metro.

4.6.1 Vivero

Es la superficie o la zona elegida y acondicionada destinada a la propagación y la producción de las plantas hasta que estas puedan ser trasplantadas en otro lugar (Pierre, 2005). Dos de las formas de propagar la semilla son en almácigo o directamente en bolsa de polietileno (ICAFE, 2011).

4.6.2 Variedades

La materia prima con la que se realizan bebidas deliciosas es el café, lo que determina la forma en que se tostara es el tipo de especie y la variedad, de acuerdo con el tamaño de este, influye en el sabor final en la taza. En 2016 según World Coffee Research (WCR) existen más de 100 especies de café, solo siendo las 2 principales: Arábica y Robusta.

El café arábica se asocia con una alta calidad en la tasa, pero es propenso a las plagas, crece en América Latina, África Central y Oriental, India e Indonesia. El café robusta es

resistente a las enfermedades en África Central y Occidental, Sudeste Asiático y Brasil es muy común. De estas dos especies surgen otras plantas de café, las llamadas variedades. Estos se han modificado de las plantas originales para adaptarse a nuevas condiciones climáticas o para dar mayor resistencia a plagas como la roya.

En nuestro país la variedad de café más cultivada es la arábica, generalmente se cultiva en zonas montañosas con una altitud de 800 a 1500 msnm. En el desarrollo tecnológico del cultivo del café, un factor determinante es el mejoramiento genético, representa un mecanismo muy eficiente y económico para obtener variedades de alta eficiencia productiva e incorporar características especiales de resistencia o tolerancia a enfermedades y plagas, características organolépticas de la bebida y apariencia externa, adaptabilidad a condiciones a condiciones adversas de clima y suelo (Santacreo, 2012).

Coffea arábica viene en una amplia gama de variedades, la mayoría de las cuales son comparables, sus frutos difieren en calidad antes y después de la cosecha, presentando claras diferencias genéticas y marcadas diferencias morfológicas (Steiger *et al.*, 2002). En Brasil, las principales variedades cultivadas son Mundo Novo, Bourbon, Catuaí Vermelho (Perrone *et al.*, 2008).

En México principalmente se cultivan variedades como la Typica, bourbon, caturra rojo, mundo novo, garnica, oro azteca y caturra amarillo (ASERCA, 2010; Escamilla *et al.*, 2005; Varangis *et al.*, 2002). Las variedades ampliamente cultivadas en el estado de Veracruz son típica, garnica, bourbon y caturra (Hernández - Solabac *et al.*, 2011; Laderach *et al.*, 2010).

4.6.3 Características de la variedad oro azteca

Una variedad 100 por ciento mexicana es la oro azteca, es resistente a la roya, fue creada en 1996 por el INIFAP (Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) en Chiapas, como respuesta a los problemas causados por este hongo (roya) que provoca la caída prematura de las hojas, impide la fotosíntesis y conduce a la muerte del cafeto Martínez-López *et al.*, (2019).

En 1981 se descubrió por primera vez la roya en suelo mexicano en la provincia chiapaneca del Soconusco. Sin embargo, las regiones del país donde se cultivan café no sufrieron daños graves hasta el 2012 (SADER, 2019).

Los cafetos “Catimor”, que tienen líneas avanzadas de resistencia a la roya, fueron enviadas a México en 1981 por el Centro de Investigación de la Roya del Café (CIFC) en Oeiras, Portugal. Con esta línea se inició el proceso de ascenso y relevo generacional. Se cruzaron Timor Hybrid 832/1 y Caturra para que apareciera Oro Azteca 15 años después. Esto se logró a través de un proceso conocido como selección de pedigrí, que consiste en seleccionar plantas específicas a lo largo del tiempo (Burdon, 1989).

4.7 Principales deficiencias nutricionales

Para producir plántulas vivaces, sanas y de alta calidad en los viveros de café, es necesaria una buena fertilización, uno de los procesos fundamentales para el futuro rendimiento productivo de las fincas (IHCAFE, 1999).

Son estos fertilizantes producidos artificialmente con macronutrientes esenciales para el suelo como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) lo que les da fuerza y alcance, también además de estos macronutrientes según su estructura, entre otros compuestos, a los cultivos y suelos a los que están destinados (Girón, 2016).

4.8 Características de los fertilizantes químicos

Los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para aumentar la vida de las plantas, para el desarrollo continuo de cultivos agrícolas, considera las propiedades del suelo uno de los elementos fundamentales para adquirir y conservar. La fertilización se divide en dos actividades, mejora el vigor y el desarrollo de las plantas, promueve producciones estables, la fertilización edáfica, depende del sistema al que está expuesta la unidad productiva: convencional orgánico u orgánico integral (SADER, 2019).

4.8.1 Características del DAP (Fosfato diamónico)

DAP (Fosfato Diamónico) es un fertilizante sólido que se rocía directamente sobre él. Un complejo químico es un suelo que contiene dos nutrientes y tiene la mayor concentración de nutrientes primarios (18-46-00) formulación de esta. Los agricultores adoran esta fórmula porque tiene una relación beneficio-costo extremadamente favorable en cuanto a nutrientes (64%) y, en consecuencia, por la concentración de nutrientes y el costo de envío de una tonelada (Fertinova, sin año).

4.9 Características del Nitabor

Yara Liva Nitabor es una fuente de nitrógeno, calcio y boro para aplicación al suelo. De nitrógeno total contiene 15.4%, de nitrato 14.4% y 1.1% de amonio, 26% de Calcio y 0.3% de Boro.

4.10 Características del Star

Contiene un balance de elementos esenciales (NPK) que ayuda a promover el crecimiento en las primeras fases del cultivo aportando a estas, gran cantidad de fósforo para complementar su demanda energética.

- Como resultado de una nutrición balanceada genera un mayor rendimiento.
- En forma de nitratos aporta nitrógeno, que permiten tener una rápida disponibilidad en el cultivo.
- En forma de polifosfatos aporta alta disponibilidad de fósforo.
- Complementa una nutrición balanceada con magnesio y azufre.
- Para las etapas de enraizamiento, contiene zinc
- En cada granulo integra todos los nutrientes.
- Posee alta calidad física
- Es completamente soluble al tener contacto con el suelo.

4.10.1 Características del Nitromag

Yara Bela Nitromag (CAN-27) es una mezcla especial de calcio, nitrógeno nítrico y nitrógeno amoniacal. Todos los cereales, granos, pastos, caña de azúcar, frutas y cultivos hortícolas se benefician enormemente del magnesio, lo que lo convierte en una excelente opción para estos cultivos.

4.10.2 Características de los fertilizantes orgánicos

Debido a la falta de registros que garanticen la dosificación y el uso, se utilizan fertilizantes orgánicos sin caracterizarlos, lo que deja en la oscuridad a los productores agrícolas (Plazas-Leguizamón y García-Molano, 2014). Actualmente los fertilizantes orgánicos líquidos se utilizan para el control de plagas y enfermedades sin ser categorizados como pesticidas debido a la gran variedad de microorganismos benéficos que contienen. Estos microorganismos están ligados a un aumento de la capacidad biológica del suelo, lo que ayuda a reducir el número de patógenos (Rodríguez-Romero *et al.*, 2014).

Por el aporte de materia orgánica, nutrientes y microorganismos, que favorecen la nutrición de las plantas y la fertilidad del suelo, los abonos orgánicos están pensados como un complemento a la fertilización integral. Debido a la presencia de metabolitos fitotóxicos, como alto contenido de amonio, ácidos orgánicos volátiles, metales pesados y sales, que en altas concentraciones inhiben la germinación de las semillas o el crecimiento de las plantas, usarlos antes de que estén lo suficientemente maduros puede tener un impacto negativo en las plantas. Esto ha fomentado el uso de semillas sensibles a los fitotóxicos en bioensayos para probar los efectos de estos químicos en la germinación y el crecimiento de las plantas (Rodríguez-Romero *et al.*, 2014 ; Camelo-Rusique *et al.*, 2017; Cervera-Mata *et al.*, 2019).

En el municipio, las fermentaciones líquidas (compost y biofertilizantes líquidos) son más demandadas, especialmente entre los cultivadores de plántulas de invernadero, quienes las aplican a través del agua de riego. Esto se debe a la degradación ambiental provocada por el uso excesivo de agroquímicos, lo que ha llevado a los productores a considerar como alternativa la aplicación de biofertilizantes (Armenta-Bojórquez *et al.*, 2010).

4.10.3 Características del lixiviado de raquis de plátano

El plátano (*Musa spp*) es una fruta que se puede cultivar en cualquier parte del mundo con clima cálido y húmedo; se consume en todo el mundo porque está fácilmente disponible, tiene un alto valor nutricional y es económico. Contiene altos niveles de potasio, magnesio, calcio y fibra dietética¹, es rico en vitaminas B6, C y A; es bajo en sodio y está libre de grasa y colesterol (FAO, 2004).

De manera sustentable se propone la estrategia del uso de lixiviados que puede mitigar la problemática del desecho de raquis de plátanos, reducir costos de fertilización y disminuir el daño ecológico de las plantaciones (Chávez-Estudillo *et al.*, 2013).

Debido a que los lixiviados de raquis son un subproducto de la misma planta, contienen nutrientes vitales que se pueden aplicar al propio cultivo (Cabral, 2006). Aunque ya están disponibles, los productores no están totalmente de acuerdo con la reutilización de nutrientes o el uso de fertilizantes orgánicos, principalmente porque ha habido poca transferencia y adopción de esta tecnología, existe preocupación por las pérdidas de producción (Salazar-Sosa *et al.*, 2007).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del experimento

El experimento se estableció en el vivero “El Paraíso” ubicado en la comunidad de El Paraíso perteneciente al municipio de Huitzilán de Serdán Puebla con las siguientes coordenadas:

- Longitud (dec): -97.693056
- Latitud (dec): 19.992222

La localidad se encuentra a una mediana altura de 800 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2009).

5.2 Tratamientos

- Se utilizó 1 kilogramo de semillas de Coffea arábica variedad Oro Azteca adquirida en el Centro Regional Universitario Oriente (CRUO) de Huatusco y 5 diferentes tipos de fertilizante y un testigo.
- Se utilizó bolsas de polietileno con las medidas 18 x 30 cm.
- Para el llenado de la bolsa se ocupó un 70 % de suelo y 30 % de arena.
- Una vez trasplantada la pesetilla, en la primera semana se aplicó en drench un enraizador llamado Pro-Rot.
- Al mes de ser trasplantada la semilla se fertilizó con los siguientes fertilizantes:

DAP: es el fertilizante sólido aplicado directamente al suelo con la más alta concentración de nutrientes primarios 18-46- 00, se considera un complejo químico. Es una fórmula muy apreciada por los agricultores ya que tiene una relación costo-beneficio muy positiva en cuanto a aporte de nutrientes (64%).

Nitrabor: es una fuente de nitrógeno, calcio y boro para aplicación al suelo. Contienen 15,4% de Nitrógeno total, 14,4% como Nitrato y 1,1% como Amonio, 26.0 % de Calcio y 0.3% Boro.

Star: promueve el crecimiento en las fases iniciales del cultivo, aportando una gran cantidad de fósforo para complementar su demanda energética.

Nitromag: es una combinación única de Nitrógeno Nítrico, Nitrógeno Amoniacal, Calcio y Magnesio que lo hace muy apropiado para todas los Cereales, Granos, Pastizales, Caña de Azúcar, Frutos y Cultivos Hortícolas

Lixiviado de plátano: La utilización de los raquis de plátano para la producción de lixiviado (líquido producido por la descomposición del raquis) es una forma de aprovechar un residuo del cultivo dentro de un esquema de agricultura limpia y eficiente, para el manejo de algunas enfermedades en plantas y como suplemento de la fertilización foliar y edáfica.

- **Dosis de fertilización**

Se aplicaron de 0.4 a 0.6 gramos de fertilizante por plántula con un intervalo de 20 días y se realizaron 4 aplicaciones.

5.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, con 6 tratamientos y 12 plantas por tratamiento (Cuadro 2).

Cuadro 2. Diseño de tratamientos

N°	Tratamiento	Repeticiones
1	Dap	12
2	Nitrabor	12
3	Star	12
4	Nitro mag	12
5	Lixiviado de plátano	12
6	Testigo	12

5.4 Variables a evaluar

- Longitud de planta: esta variable se midió con un flexómetro, comenzamos desde la base hasta la yema de la planta y este dato fue registrado en centímetros.
- Diámetro del tallo: se utilizó un vernier para medir el diámetro tallo basándonos del cuello de la plántula.
- Número de hojas: se registró el número total de las hojas de cada plántula.
- Peso fresco de las hojas: se tomaron todas las hojas y posteriormente las pesamos en una báscula gramera digital.
- Peso fresco de la raíz: este dato lo obtuvimos pesando la raíz completamente limpia con una báscula gramera digital.

5.5 Análisis estadístico

La distribución de los seis tratamientos se realizó con un diseño completamente al azar con 12 repeticiones por tratamiento. La unidad experimental fue una plántula. El Análisis estadístico, para el procesamiento de los datos obtenidos del experimento fue un análisis de varianza (ANOVA) y las pruebas de comparaciones múltiples de medias Tukey ($P \leq 0.05$), con el programa estadístico SAS versión 9.0.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde;

Y_{ij} = Variables respuesta en el tratamiento i, repetición j

μ = Media general

T_i = Efecto del tratamiento

E_{ij} = Error aleatorio

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para producir plántulas de alta calidad, sanas y robustas, que sirvan como uno de los pilares de los futuros rendimientos productivos de las fincas cafetaleras, la fertilización en los viveros de café debe realizarse de manera adecuada (IHCAFE, 1999).

La primera evaluación se realizó el día 08 de febrero, la segunda el día 27 de febrero, la tercera el día 19 de marzo y la cuarta el día 08 de abril del año 2023.

6.1 Diámetro del tallo

Es una de las partes más importante en cualquier planta. El tallo de la planta del café en específico sirve de sostén para ramas y raíces.

En la primera evaluación el tratamiento con mayor diámetro fue el 4 con 1.133, seguido por el tratamiento 1 y 3 con 1.033 y los tratamientos 2, 5 y 6 con 1.0, por lo tanto, si hubo un mínimo nivel de significancia. En la segunda evaluación si hubo diferencias significativas siendo el tratamiento 4 con mayor diámetro de tallo. En la tercera evaluación también hubo diferencias significativas siendo nuevamente el tratamiento 4 con mayor diámetro de tallo y en la cuarta y última evaluación el tratamiento con mayor diámetro de tallo fue el tratamiento 1.

Es posible también que la plántula no haya absorbido todos los nutrientes por el tamaño de la bolsa, pues pudieron haberse volatilizado y esta pudo haber sido la causa de que los tallos no hayan engrosado de manera muy significativa (Cuadro 3).

Cuadro 3. Diámetro del tallo en plántula de café variedad oro azteca

Periodos**	T1	T2	T3	T4	T5	T6	EMM
1	1.033 a	1.0 a	1.033 a	1.133 a	1.0 a	1.0 a	0.1
2	1.266 b	1.133 b	1.233 b	1.566 a	1.166 b	1.133 b	0.057
3	1.500 b	1.366 b	1.433 b	1.766 a	1.433 b	1.366 b	0.066
4	2.100 a	1.633 b	1.666 b	1.933 a	1.700 b	1.566 b	0.062

*Reportado en mm **Periodos con duración de 20 días, T1= DAP, T2= Nitrabor, T3= Star, T4= Nitromag, T5= Lixiviado de raquis de plátano, T6= Testigo, EMM= Error medio de la muestra ab = Literales diferentes entre hilas muestran diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

6.2 Número total de hojas

Un factor que modifica el desarrollo de plántulas son los sustratos, el mejor tratamiento fue 50 % turba más 30 % vermiculita más 20 % agrolita y el sustrato que favoreció un menor desarrollo fue 75 % cachaza más 25% cascarilla de café. Santiago *et al.* (2015). En esta variable, solamente en la primera evaluación se encontraron diferencias significativas, siendo el tratamiento 5 con mayor número de hojas, la segunda, tercera y cuarta evaluación, no hubo diferencias significativas, todos los tratamientos tenían la misma cantidad de hojas, únicamente variaban un mínimo los tamaños (Cuadro 4)

Cuadro 4. Número total de hojas en plántula de café de la variedad oro azteca.

Periodos*	T1	T2	T3	T4	T5	T6	EMM
1	5.333 ab	5.333 ab	5.000 b	5.333 ab	6.666 a	5.666 ab	0.527
2	6.000 a	6.000 a	6.000 b	6.000 a	6.000 a	6.000 a	0
3	6.000 a	6.000 a	6.000 a	6.000 a	6.000 a	6.000 a	0
4	6.000 a	6.000 a	6.000 a	6.000 a	6.000 a	6.000 a	0

*Periodos con duración de 20 días, T1= DAP, T2= Nitrabor, T3= Star, T4= Nitromag, T5= Lixiviado de raquis de plátano, T6= Testigo, EMM= Error medio de la muestra ab = Literales diferentes entre hilas muestran diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

6.2 Peso fresco de la raíz

En esta variable si se encontraron diferencias significativas, siendo los tratamientos 5 y 6 con mayor peso de la raíz, en las evaluaciones posteriores también hubo diferencias significativas siendo el tratamiento 1 con mayor peso de raíz (Cuadro 5).

Arizaleta y Pire (2008) seis meses después de la siembra en café evaluaron crecimiento de la planta y mencionan que el mayor crecimiento de raíz se logró con tamaño de bolsa de 18 x 23 cm. Estos resultados de obtuvieron gracias a que la bolsa fue un poco ancha, esto ayudo a que la raíz pudiera desarrollarse libremente.

Cuadro 5. Peso fresco de la raíz en plántula de café variedad oro azteca

Periodos**	T1	T2	T3	T4	T5	T6	EMM
1	2.000 a	1.866 a	1.033 b	2.000 a	2.066 a	2.333 a	0.242
2	3.366 a	2.066 bc	1.666 c	2.433 b	2.333 b	2.466 b	0.158
3	4.066 a	2.566 bc	1.933 d	2.500 c	2.533 c	2.766 b	0.078
4	4.966 a	3.666 b	2.600 d	2.833 cd	3.333 bc	2.966 cd	0.185

*Reportado en gr **Periodos con duración de 20 días, T1= DAP, T2= Nitabor, T3= Star, T4= Nitromag, T5= Lixiviado de raquis de plátano, T6= Testigo, EMM= Error medio de la muestra a, b,c, d = Literales diferentes entre hilas muestran diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

6.3 Peso fresco de las hojas

Esta variable si tuvo diferencias significativas en todas las 4 evaluaciones realizadas, el tratamiento con mayor peso fue el tratamiento 1y 5. Estas diferencias encontradas en crecimiento vegetativo de plantas de café se debieron al tamaño de bolsa. Arizaleta y Pire (2008) encontraron que el tamaño de bolsa modifica el crecimiento de plántulas de café en vivero, (Cuadro 6).

Cuadro 6. Peso fresco de las hojas en plántula de café variedad oro azteca.

Periodos**	T1	T2	T3	T4	T5	T6	EMM
1	1.000 b	1.033 b	1.066 b	1.900 a	1.966 a	2.000 a	0.07
2	1.466 d	1.333 d	1.466 d	2.000 c	2.533 a	2.266 b	0.066
3	2.033 c	1.766 d	1.833 d	2.533 b	2.866 a	2.533 b	0.07
4	2.966 ab	2.066 e	2.433 d	2.866 bc	3.033 a	2.800 c	0.052

*Reportado en gr **Periodos con duración de 20 días, T1= DAP, T2= Nitrabor, T3= Star, T4= Nitromag, T5= Lixiviado de raquis de plátano, T6= Testigo, EMM= Error medio de la muestra a,b,c,d = Literales diferentes entre hilas muestran diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

6.4 Longitud de la planta

Todas las variables medidas y los resultados obtenidos fueron de plántulas germinadas en almácigo y posteriormente trasplantadas a la bolsa de 18 por 30 cm, que para el llenado de esta se utilizó 70% de suelo y 30% de arena.

El desarrollo del cafeto está influenciado por el tamaño del contenedor y el vigor de la semilla (Osorio *et al.* 2017).

Es posible que las diferencias en la altura de la plántula y el diámetro de tallo fueron afectadas por el volumen del contenedor. Arizaleta y Pire (2008) encontraron diferencias estadísticas en la altura de la plántula

Esta variable obtuvo diferencias significativas en las 4 evaluaciones realizadas, siendo el tratamiento 1 y 5 los que tuvieron una longitud mayor (Cuadro 7).

Cuadro 7. Longitud de la planta en plántula de café variedad oro azteca

Periodos**	T1	T2	T3	T4	T5	T6	EMM
1	11.700 b	11.933 a	11.733 ab	10.700 d	11.666 b	11.300 c	0.081
2	11.966 b	12.500 a	11.933 bc	11.100 d	12.200 b	11.666 c	0.1
3	12.533 ab	12.833 a	12.266 b	11.533 d	12.533 ab	11.866 c	0.115
4	13.300 a	13.066 a	12.500 b	12.033 c	13.100 a	12.033 c	0.135

*Reportado en cm**Periodos con duración de 20 días, T1= DAP, T2= Nitrabor, T3= Star, T4= Nitromag, T5= Lixiviado de raquis de plátano, T6= Testigo, EMM= Error medio de la muestra a, b, c, d = Literales diferentes entre hilas muestran diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

VII. CONCLUSIÓN

1. Los fertilizantes Dap y el lixiviado del raquis de plátano, fueron los que mejores resultados dieron, se puede intercalar o utilizar el únicamente uno de ellos.
2. Esto puede ser una solución para los viveristas de la zona donde se estableció este experimento, pues el lixiviado es un producto nuevo para los productores y demostró dar buenos resultados, resultando también muy económico.

VIII. LITERATURA CITADA

- Alvarado M., Rojas G. 1994. Cultivo y Beneficiado del café. Primera edición. (San José, Costa Rica). EUNED. 184p.
- Arizaleta, M. y R. Pire. 2008. Respuesta de plántulas de cafeto al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. *Agro ciencia* 42:47-55.
- Armenta-Bojórquez A. D., García-Gutiérrez C., Camacho-Báez J. R., Apodaca-Sánchez M. A., Montoya L. G., y Nava-Pérez E. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai* 6(1): 51-56.
- ASERCA (Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios). 2010. Escenario Actual del Café. SAGARPA. En línea: <http://www.aserca.gob.mx/Paginas/default.aspx>. 16 p. Consultado: 25/marzo/2023
- Bridson D.M. 1987 Nomenclatural notes on *Psilanthus*, including *Coffea* sect. *Paracoffea* (Rubiaceae tribe Coffeae). *Kew Bulletin* 42:453-460.
- Burdon R. D. 1989. Early selection in tree breeding: principles for applying index selection and inferring input parameters. *Canadian Journal of Forest Research* 19(4):499–504.
- Cabral D. 2006. Microbiological quality of organic vegetables produced in soil treated with different types of manure and mineral fertilizer. *Brazilian Journal of Microbiology*. 37(4): 538-544.
- Camelo-Rusinque M., Moreno-Galván A., Romero-Perdomo F., y Bonilla-Buitrago R. 2017. Desarrollo de un sistema de fermentación líquida y de enquistamiento para una bacteria fijadora de nitrógeno con potencial como biofertilizante *Revista Argentina de Microbiología* 49(3): 289-296.
- Cervera-Mata A., Navarro-Alarcón M., Delgado G., Pastoriza S., Montilla-Gómez J., Llopis J., Sánchez-González C., & Rufián-Henares J. A. 2019. Spent coffee grounds improve the nutritional value in elements of lettuce (*Lactuca sativa L.*) and are an ecological alternative to inorganic fertilizers. *Food Chemistry* 282 1-8.
- Chávez-Estudillo V., Flores-Estévez N., Castro-Luna A.A., Ortiz-Ceballos A., Ramos-Morales R. y Noa-Carrazana J.C. 2013. Evaluación de la eficacia de lixiviados de composta de plátano y *Trichoderma* como un mecanismo de control para *Mycosphaerella fijiensis*. *In: Memorias del 7º Simposio Interno de Investigación y*

- Docencia, Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA). Castro-Luna, A.A., Perroni Ventura, Y., Alarcón, E. y Arteaga-Vázquez, M.A.M. (Eds). Universidad Veracruzana. 5-7 de febrero, Xalapa de Enríquez, Veracruz. pp.18.
- Chevalier A. 1947 Les caféiers du globe Systématique des caféiers et faux-caféiers et faux-caféiers maladies et insect nuisibles. Encyclopédie Biologique XXVIII. Paris. 356.
- Davis A.P. Govaerts R. Bridson D.M.; Stoffelen P. 2006. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Bot Jour Linnean Society* 152: 465-512.
- ENA (Encuesta Nacional Agropecuaria). 2017. Investigación interna. Comercio internacional del café. El caso de México. En línea: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/es_panol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825103576.pdf. Consultado: 14/marzo/2023
- Escamilla E. P., O. Ruiz R., G. Díaz P., C. Landeros S., D. E. Platas R., A. Zamarripa C. y V. A. González H. 2005 El agroecosistema café orgánico en México. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 76: 5-16
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Panorama general de la producción y el comercio mundial de banano. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación.
- Fertinova. (Sin año). Ficha técnica. Dap. 18-46-00. En línea: <https://www.fertinova.mx/sites/default/files/FICHA%20DAP.pdf>. Consultado el día 24 de marzo 2023.
- Girón, J. 2016. Manual Química de suelos Aplicada al Cultivo del Café. Asociación Nacional del Café. Centro de Investigaciones en Café. Guatemala
- Giungato P., E. Nardone Nardone and L. Notarnicola. 2008. Environmental and socio-economic effects of intensive agriculture: the Vietnam case. *Journal of Commodity Science, Technology and Quality* 47 (I-IV): 135-151
- Hartmann H. T., Kester D. E., Davies F. T., y Geneve R. L. 1997. Plant propagation: principles and practices. *Plant propagation: principles and practices.*, (Ed. 6).
- Hernández-Solabac J. A. M., M. E. Nava-Tablada, S. Díaz-Cárdenas, E. Pérez-Portilla y E. Escamilla-Prado. 2011. Migración internacional y manejo del café en dos

- comunidades del Centro de Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14:807-818.
- ICO (Internacional Coffee Organization). 2016. Coffee production to remain stable despite Arabica/Robusta divergence. En línea: <http://www.ico.org/>. Consultado el día 23 de marzo de 13 de marzo de 2023.
- INEGI, 2019. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Huitzilán de Serdán, Puebla. Consultado en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21076 .pd f. El día 15 de marzo de 2023.
- IHCAFE (Instituto Hondureño del Café). 1999. Capítulo 4 - Producción de Semilleros y Viveros de Café. Tegucigalpa DC, Honduras.
- ICAFE (Instituto del café de Costa Rica) .2011. Guía técnica para el cultivo de café. Primera edición Heredia Costa Rica.
- Läderach P., T. Oberthür, S. Cook, M. Estrada-Iza, J. A. Pohlen, M. Fisher and R. Rosales-Lechuga. 2010. Systematic agronomic farm management for improved coffee quality. *Field Crops Research* 120:321-329.
- Leroy J.F. 1980. Les grandes lignées de caféiers. In IX Colloque Scientifique International sur le Café, 473-477. ASIC, Londres, UK.
- Marín C. G.2012. Producción de café especiales. Equipo Técnico del Proyecto Fondo Empleo, Programa Selva Central. Perú. 46 pp.
- Martínez-López A., Cruz-León A., Sangerman-Jarquín D. M., Cárdenas S. D., Cervantes Herrera J., & Ramírez-Valverde B. 2019. El estudio de los saberes agrícolas como alternativa para el desarrollo de las comunidades cafetaleras. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 10(7): 1615-1626.
- Mishra M. K. and A. Slater 2012 Recent advances in the genetic transformation. *Biotechnology Research International*. 1-17
- Morfin V.A, Castillo P.G, Vizcano G. A. 2006. El cultivo de café (*Coffe arábica L.*) en Colima. INIFAP. 87 pp.
- Perrone D., A. Farah, C. M. Donangelo, T. de Paulis and P. R. Martin. 2008. Comprehensive analysis of major and minor chlorogenic acids and lactones in economically relevant Brazilian coffee cultivars. *Food Chemistry* 106:859-867

- Pierre N. J. 2005. Los viveros. ¿Qué es un vivero?. Ediciones Omega, S.A. España. 4 pp.
- Plazas-Leguizamón N. Z. y García-Molano J. F. 2014. Los abonos orgánicos y la agremiación campesina: una respuesta a la agroecología. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 12(2): 170-176.
- Osorio, G. M.A, E. I. Leiva. R., R. Ramírez. P. 2017. Crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en diferentes tamaños de contenedor. *Revista Ciencias Agrícolas*. 34(2): 73-82.
- Rodríguez-Romero A. J., Robles-Salazar C. A., Ruíz-Picos R. A., López-López E., Sedeño-Díaz J. E., y Rodríguez-Dorantes A. 2014. Índices de germinación y elongación radical de lactuca sativa en el biomonitoreo de la calidad del agua del río Chalma. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 30(3): 307-316.
- SADER (Planeación Agrícola Nacional, Café Mexicano).2019. En línea: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256426/B_sico-Caf_.pdf. Consultado el día 12 de marzo de 2023.
- SAGARPA. 2017. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. México. 20 p. Consultado en https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256426/B_sico-Caf_.pdf el día 15 de marzo de 2023.
- Salazar-Sosa E., H. I. Trejo-Escareño C. Vázquez-Vázquez y J. D. López-Martínez. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. *Phyton Rev. Int. Bot. Exp.* 76: 169-185.
- Santacreo P. R. 2012. Variedades y Mejoramiento Genético de Café. Capítulo 3. Instituto Hondureño del Café (Ihcafé). Honduras.
- Santiago T. O., J.D.J. Vargas H., A. Aldrete., J. López U., A.M. Fierros G. 2015. Sustratos y tamaños de contenedor en el desarrollo de *Hevea Brasiliensis* Müll. Arg. en vivero. *Revista Mexicana de ciencias forestales* 6 (31): 94-113.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Resumen nacional por producto en línea: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do. Consultado:15 de marzo de 2023

- Steiger D. L., C. Nagai, P. H. Moore, C. W. Morden, R. V. Osgood and R. Ming. 2002. AFLP analysis of genetic diversity within and among *Coffea arabica* cultivars. *Theoretical and Applied Genetics* 105:209-215.
- Stoffelen P. 1988. *Coffea* and *Psilanthus* in Tropical Africa: A systematic and palynological study, including a revision of the west and Central African species. PhD diss., Katholieke Universiteit Leuven, 187-209. 1998.
- Temis-Pérez A. L., A. López-Malo, M. E. Sosa-Morales. 2011. Producción de café (*Coffea arabica* L.): cultivo, beneficio, plagas y enfermedades. *Temas selectos de Ingeniería de alimentos 5-2*: 54-74
- Varangis P., P. Siegel, D. Giovanucci y B. Lewin 2002 Región Centroamericana. La Crisis Cafetalera: Efectos y Estrategias para Hacerle Frente. World Bank Policy Research Working Paper. Informe 2993. 77 p.
- Waller, J. M.; Bigger, M. y Hillocks, R. J. 2007. *Coffee Pests, Diseases and Their Management*. CABE. 437 pp
- WCR (World Coffee Research). Junio 2016. Catálogo “Las Variedades de Café de Mesoamérica y el Caribe”.