



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE MORELIA

“EFECTIVIDAD DEL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL AMARRE DEL
FRUTO DEL AGUACATE HASS (*Persea americana* Mill), EN ZACAPU,
MICHOACÁN”

TESIS

QUE PRESENTA:

PÉREZ JIMÉNEZ EZEQUIEL

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERÍA EN AGRONOMÍA

ASESOR:

DR. ROMERO BAUTISTA ALEJANDRO

MORELIA, MICHOACÁN, NOVIEMBRE DEL 2022



FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL.



Instituto Tecnológico del Valle de Morelia
Dirección

ANEXO XXXIII. FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Morelia, Michoacán; a 31 de octubre del 2022

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

CARLOS ALBERTO HARO MEDRANO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

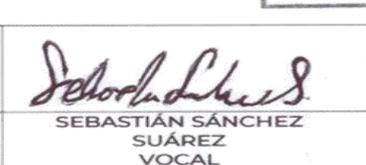
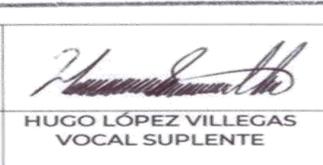
Nombre del estudiante y/o egresado:	Ezequiel Pérez Jiménez
Carrera:	Ingeniería en Agronomía
No. de control:	17850105
Nombre del proyecto:	"EFECTIVIDAD DEL USO DE ABONOS ORGÁNICOS EN EL AMARRE DEL FRUTO DEL AGUACATE HASS (<i>Persea americana Mill</i>), EN ZACAPU, MICHOACÁN"
Producto:	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE


ALEJANDRO ROMERO BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍAS



 ALEJANDRO ROMERO BAUTISTA PRESIDENTE	 FRANCISCO TORRES GUERRERO SECRETARIO	 SEBASTIÁN SÁNCHEZ SUÁREZ VOCAL	 HUGO LÓPEZ VILLEGAS VOCAL SUPLENTE
--	---	--	---

* solo aplica para el caso de tesis o tesina
c.c.p.- Expediente.



Km. 6.5 Carretera Morelia – Salamanca, C.P.58100 Morelia, Mich. Tel.4433500660 e-mail:
dir_vmorelia@tecnm.mx tecnm.mx | vmorelia.tecnm.mx



DEDICATORIAS.

Dedico el presente trabajo de investigación principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Con mucho cariño principalmente a mis padres José Luis Pérez Martínez e Hilda Griselda Jiménez Mondragón que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento. Gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aun que hemos pasado momentos difíciles siempre han estado ahí para apoyarme y brindándome todo su amor les agradezco de todo corazón el que estén conmigo a mi lado, ha sido un orgullo y privilegio ser su hijo.

A mis hermanas (os) Juliana Pérez Jiménez y José Luis Pérez Jiménez por estar siempre presente, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de mi formación profesional.

A todas las personas que me apoyaron y han hecho de este trabajo posible con éxito, así como a mis asesores, en especial a mi asesor interno DR. Alejandro Romero Bautista que siempre estuvo guiándome en este trabajo y aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS.

- **A Dios:** Por darme vida y permitirme cumplir esta meta, por haberme escuchado en las oraciones que le hice en los momentos difíciles de mi formación académica, y que siempre estuvo a mi lado para cuidarme.
- **Al Instituto Tecnológico del Valle de Morelia:** Por abrirme sus puertas y haberme dado formación académica en sus instalaciones, así como los docentes que imparten en este instituto brindando sus servicios y compartiendo sus conocimientos.
- **A mi Madre Hilda Griselda Jiménez Mondragón:** Por todo el cariño, amor y consejos que me dio durante toda mi formación, por las oraciones que hacía por mí, por apoyarme en cada proyecto de mi vida y estar conmigo en los momentos más difíciles de esta etapa de estudiante.
- **A mi Padre José Luis Pérez Martínez:** Por darme la oportunidad de estudiar una Ingeniería, por todos los consejos y el amor y apoyo de padre que me dio, por ser el pilar que sostiene a mi familia, por ser ejemplo de tenacidad y entrega y por ser un padre ejemplar.
- **A Mis Hermanos(a) Juliana Pérez y José Luis Pérez:** Por sus palabras de aliento que me motivaron a seguir adelante y nunca rendirme y por siempre estar a mi lado cuidándome y dándome buenos consejos.
- **Al DR. Romero Bautista Alejandro:** Por aceptar ser mi Asesor Interno, por compartirme de su valioso conocimiento. Así como sus valiosas asesorías y de su valioso tiempo que me brindo para desarrollar este proyecto compartiéndome de su experiencia en campo y por sus valiosos consejos.
- **A Luis Ignacio Naranjo Villalobos:** Por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de hacer mis residencias profesionales en su empresa, por brindarme esa confianza y apoyo a cada momento para poder llevar a cabo este proyecto.

RESUMEN.

El presente trabajo de investigación se realizó en la huerta de aguacate que se encuentra ubicada en el terreno conocido como “Guastes” al norte de la salida de la ciudad de Zacapu, Michoacán. La huerta tiene una superficie de 25 hectáreas, con 5,000 árboles de aguacate, un marco de plantación rectangular con una distancia de 5m por 10m de 4 años y 6 meses de edad cada árbol. El trabajo se realizó con el objetivo de demostrar y evaluar la efectividad de tres diferentes abonos orgánicos que son; gallinaza, composta y estiércol de ganado bovino en el amarre del fruto de aguacate (*Persea americana* Mill). Los materiales para esta investigación fueron, abonos orgánicos como; estiércol de gallinaza, de ganado bovino y composta orgánica y los árboles de aguacate. La fertilización orgánica se aplicó en tres tratamientos y un testigo con tres repeticiones cada uno dando como resultado nueve repeticiones para la aplicación de los diferentes tratamientos, desglosados de la siguiente manera: T1” Abono de ganado bovino”, T2” Composta orgánica”, T3” Estiércol de gallinaza” y “Testigo”. Se incorporaron a los nueve árboles la cantidad de 50 kg por árbol de los diferentes tipos de abonos orgánicos ya mencionados. El diseño experimental fue un diseño completamente al azar. Las variables evaluadas fueron número de flores, frutos amarrados tipo cerillo, frutos amarrados finales, diámetro polar y diámetro ecuatorial del fruto. Para el análisis estadístico se realizó un análisis de varianza y comparación múltiple de medias de Tukey mediante el paquete estadístico Minitab 18. De los tres abonos utilizados en la nutrición de aguacate no se observó efecto significativo en la floración, debido al estado de avance de la misma. En cuanto al amarre del fruto tipo cerillo, el tratamiento con composta fue el mejor estadísticamente, superior a los otros dos tratamientos. Para la variable de frutos amarrados de la misma manera el tratamiento con composta fue el mejor, dando a su vez los mayores valores del diámetro polar y ecuatorial del fruto con el abono con composta.

Palabras clave: orgánico, rendimiento, aguacate, amarre.

ABSTRACT.

The present research work was carried out in the avocado orchard that is located in the land known as "Guastes" to the north of the exit of the city of Zacapu Michoacán. The orchard has an area of 25 hectares, with 5,000 avocado trees, a rectangular planting frame with a distance of 5m by 10m, each tree is 4 years old and 6 months old. The work was carried out with the objective of demonstrating and evaluating the effectiveness of three different organic fertilizers that are; poultry manure, compost and cattle manure in the mooring of the avocado fruit (*Persea americana* Mill). The materials for this investigation were organic fertilizers such as; chicken manure, cattle manure and organic compost and avocado trees. The fertilization was applied in three treatments and a control of three repetitions each, resulting in 9 treatments and three controls, broken down as follows: T1 "Bovine manure", T2 "Organic compost", T3 "Chicken manure" and "Witness". Incorporating to the 9 trees the amount of 50 kg per tree of the different types of organic fertilizers already mentioned. The experimental design was a completely randomized design. The variables evaluated were number of flowers, match-type tied fruits, final tied fruits and polar length and equatorial diameter of the fruit. For the statistical analysis, an analysis of variance and Tukey's multiple comparison of means were performed using the Minitab 18 statistical package. Of the three fertilizers used in avocado nutrition, no significant effect was observed on flowering, due to the state of progress of the same. Regarding the setting of the match-type fruit, the treatment with compost was statistically the best, superior to the other three treatments. For the variable of fruits tied in the same way, the treatment with compost was the best, giving in turn the highest values of the length and width of the fruit.

Keywords: organic, performance, avocado, mooring.

ÍNDICE.

ABSTRACT.....	VI
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo General.	3
2.2. Objetivos específicos.	3
3. HIPÓTESIS.....	4
3.1. Alterna Ha:	4
3.2. Nula Ho:	4
4. MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL.....	5
4.1. Origen del cultivo.....	5
4.2. Aguacate “Hass”.....	5
4.3. Diversificación de la especie.	6
4.4. Taxonomía.	6
4.5. Morfología.	6
4.6. Sistema radicular.....	7
4.7. Tallo.	7
4.8. Hoja.....	7
4.9. Flor.....	8
4.10. Ciclo floral.	8
4.11. Fruto.....	9
4.12. Semilla.	9

4.13. Fenología.	10
4.14. Requerimientos edafoclimáticos.....	11
4.14.1 Temperatura.	11
4.14.2 Fotoperiodo.....	11
4.14.3 Suelo.	12
4.14.4 pH.	12
4.15. Fertilización en el aguacate.....	12
4.16. Amarre del fruto del aguacate.	13
4.17. Abonos orgánicos.....	14
4.17.1. Gallinaza.....	14
4.17.2. Composta.	16
4.17.3. Abono de ganado bovino.	17
4.18. Plagas del cultivo del aguacate.	19
4.18.1. Trips.....	19
4.18.2. Araña roja.	20
4.18.3. Araña blanca, cristalina o telaraña.....	20
4.18.4. Barrenador de las ramas.	21
4.18.5. Perforador del fruto.....	21
4.18.6. Taladrador del tronco.....	21
4.18.7. Minador de la hoja.	22
4.18.8. Barrenador del hueso del aguacate.....	22
4.18.9. Mosca blanca.....	23
4.19. Enfermedades del cultivo del aguacate.....	23
4.19.1. Pudrición de la raíz (<i>Phytophthora cinnamomi</i>).	24

4.19.2. Cancro por <i>Phytophthora</i>	25
4.19.3. Pudrición de la raíz por <i>Rosellinia</i>	25
4.19.4. Cancro del tallo por <i>Dothiorella</i>	26
4.19.5. Marchitamiento por <i>Verticillium</i>	26
4.19.6. Antracnosis.....	26
4.19.7. Sarna o Roña.....	27
4.19.8. Cercosporiosis.....	28
4.20. Fertilización orgánica.	28
4.21. Fertilización inorgánica.....	29
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
5.1. Localización del área de estudio.	30
5.2. Determinación de las unidades experimentales.	30
5.3. Encostalado de los abonos orgánicos.....	31
5.4. Identificación de las unidades experimentales.	32
5.5. Incorporación de los abonos orgánicos en el suelo (plantas).....	32
5.6. Riego.....	33
5.7. Fertilización.	34
5.8. Control de plagas y enfermedades.....	35
5.9. Conteo de flores.	35
5.10. Conteo de frutos tamaño cerillo.....	36
5.11. Conteo de frutos amarrados.....	37
5.12. Medición de los frutos largo y ancho (cm).....	37
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	38
6.1. Conteo de flores.	38

6.2. Cuento de frutos tamaño cerillo.	39
6.3. Cuento de frutos amarrados.....	40
6.4. Diámetro polar (cm).....	42
6.5. Diámetro ecuatorial (cm).	43
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	46
7.1. Conclusiones:.....	46
7.2. Recomendaciones:.....	46
8. LITERATURA CITADA.	47
9. ANEXOS.....	51

ÍNDICE DE CUADROS.

Tabla 1. Fenología del aguacate Hass en Michoacán, México.....	10
Tabla 2. Contenido nutrimental de la gallinaza.	14
Tabla 3. Contenido nutrimental de la composta.....	16
Tabla 4. Contenido nutrimental del abono de ganado bovino.....	18
Tabla 5. Comparación múltiple de medias de Tukey para número de frutos tamaño cerillo.	40
Tabla 6. Comparación múltiple de medias de Tukey para número de frutos amarrados.	41
Tabla 7. Comparación múltiple de medias de Tukey para longitud del fruto en (cm).	43
Tabla 8. Comparación múltiple de medias de Tukey para ancho del fruto en (cm).	45

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Localización del área de estudio.....	30
Figura 2. Determinación de las unidades experimentales. a) árboles con mayor incidencia de flores, b) árboles libres de plagas y enfermedades.	31
Figura 3. Encostalado de los abonos orgánicos.	31
Figura 4. Identificación de las unidades experimentales, a) elaboración de letreros, b) colocación de letreros.	32
Figura 5. Incorporación de los abonos orgánicos al suelo, a) colocación de los abonos al cajete, b) acomodamiento de los abonos en el cajete.	33
Figura 6. Aplicación de riego.	33
Figura 7. Colocación de trampas cromáticas a) trampas cromáticas azules b) trampas cromáticas amarillas.....	35
Figura 8. Conteo de flores en los árboles.	36
Figura 9. Conteo de frutos tamaño cerillo.	36
Figura 10. Conteo de frutos amarrados.	37
Figura 11. Medición de los frutos, a) diámetro polar norte y polar sur, b) diámetro ecuatorial, esta medición se realizó con el vernier (manual).	37
Figura 12. Porcentaje de caja de datos para el número de flores.....	38
Figura 13. Porcentaje de caja de datos del número de frutos tamaño cerillo.	39
Figura 14. Porcentaje de caja de datos del número de frutos amarrados.	41
Figura 15. Porcentaje de caja de promedio largo del fruto (cm).	42
Figura 16. Porcentaje de caja de promedio ancho del fruto (cm).	44

1. INTRODUCCIÓN.

El fruto del aguacate (*Persea americana* Mill), también conocido como palta, es un árbol con fruto comestible que pertenece a la familia *Lauraceae* de las más importantes que se cultivan a cielo abierto el aguacate es un fruto (baya) muy importante ya que tiene un elevado índice de consumo tanto en México como en el extranjero pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado (Mejía, 2015). México es el principal productor y exportador de aguacate con un Millón 316 mil 104 toneladas producidas en el año 2020 en México. Se produce en 28 estados, principalmente en Michoacán el cual aporta un 87% (UNAM 2019). En cuanto a la superficie cultivada el rendimiento promedio por hectárea es de 10 ton. El rendimiento promedio de ton oscila entre las 7 y 16.5 ton en huertas ya en producción (FIRA, 2020).

Los cultivos de aguacate tienen importancia debido a su alto consumo en diversos países; principalmente China, Chile y Australia destacando que Estados Unidos es el principal importador de aguacate mexicano, seguido por Francia, Japón y Canadá. Con un Millón 316 mil 104 ton producidas en el año 2020, la economía regional del aguacate depende en gran medida de un producto con un valor de mercado en torno a los 2,500 Millones de dólares anuales, convirtiendo a México en el principal exportador de aguacate en el mundo (Martínez, 2020). El cultivo del aguacate es de gran importancia económica debido a la demanda en el mercado nacional e internacional, tanto en fresco, industrializado y procesado. Los mercados son cada vez más exigentes en cuanto a la calidad, inocuidad, presentación y certificación de los productos agrícolas (SAGARPA, 2020).

El cultivo del aguacate en México es importante debido a que es un alimento que se consume principalmente en fresco, es rico en gran cantidad de nutrientes, entre los que destacan los minerales como el potasio, el calcio y el magnesio, así como Vitaminas como E y D, ácido fólico, aminoácidos (Teliz *et al.*, 2018).

La producción del aguacate se ve afectada por la incidencia en la caída o abscisión de flores y frutos no cuajados. Sin embargo, esto ocurre debido a que el cultivo no tiene una nutrición adecuada en cuanto a N, P y K. El Ca es otro de los nutrientes esenciales para el amarre y cuajado de los frutos (Caballero, 2007). El principal problema a resolver con este proyecto, es comparar y evaluar la efectividad del uso de los abonos orgánicos como lo son (gallinaza, estiércol de bovino y composta), analizando algunos parámetros en cada modalidad de fertilización orgánica las variables son: número de flores por árbol, número de cerillos por árbol y medición del diámetro polar y ecuatorial de los frutos amarrados y cuajados por árbol (Teliz *et al.*, 2018).

Otro problema a resolver es demostrar la viabilidad de cada una de las modalidades de fertilización orgánica empleada, para el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill), y generar información confiable sobre la viabilidad de los resultados obtenidos de cada modalidad de fertilización orgánica (Teliz *et al.*, 2018).

Razón por la cual se decidió realizar esta investigación que tuvo como objetivo principal demostrar la efectividad de tres diferentes abonos orgánicos en el amarre del fruto del aguacate (*Persea americana* Mill), para así determinar qué tipo de abono orgánico es el más viable para garantizar el buen cuajado y amarre del fruto del aguacate para demostrar dicha efectividad, se contarán el número de flores, así como el número de cerillos amarrados, y frutos finales amarrados, midiendo el desarrollo de los cerillos ya cuajados y amarrados midiendo su largo y ancho del fruto de aguacate, utilizado para la evaluación de estos parámetros tres tratamientos y un testigo con tres repeticiones cada uno, T1" Abono de ganado bovino", T2" Composta orgánica", T3" Estiércol de gallinaza", para así evidenciar los resultados de la efectividad de los tratamientos (abonos orgánicos) mencionados anteriormente (Teliz *et al.*, 2018).

2. OBJETIVOS.

2.1. Objetivo General.

- Comparar y evaluar la efectividad del uso de tres diferentes tipos de abonos orgánicos (Gallinaza, Estiércol de ganado bovino y Composta) en la productividad del aguacate (*Persea americana* Mill) en la región de Zacapu Michoacán.

2.2. Objetivos específicos.

- Comparar la eficacia de los tres abonos orgánicos sobre el número de flores en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill).
- Comparar la eficacia de los tres abonos orgánicos en cuanto al amarre del fruto tipo cerillo del aguacate (*Persea americana* Mill).
- Evaluar el desarrollo y crecimiento del fruto del aguacate (*Persea americana* Mill) con la aplicación de los diferentes abonos orgánicos.

3. HIPÓTESIS.

3.1. Alterna Ha:

El amarre y crecimiento de fruto del aguacate, tiene relación con la incorporación de abonos orgánicos en el suelo.

3.2. Nula Ho:

El amarre y crecimiento de fruto del aguacate, no tiene relación con la incorporación de abonos orgánicos en el suelo.

4. MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL.

4.1. Origen del cultivo.

El aguacate es de la familia *Lauraceae*, se clasifica como *Persea americana* por Miller (Torres, 2015). Es el fruto de un árbol originario de México y Centroamérica. Partiendo de pruebas arqueológicas encontradas en Tehuacán en el Estado de Puebla, con una antigüedad aproximada de 10,000 años, se ha determinado concretamente que el árbol de aguacate se originó en México, Centro América hasta Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú. El nombre aguacate, con el que se le conoce en muchos países de habla hispana, proviene del término “ahuacatl”, vocablo de origen náhuatl, que significa “testículos de árbol” en lengua Maya (Teliz, 2015).

4.2. Aguacate “Hass”

El aguacate Hass pertenece a la raza guatemalteca (*Persea nubigena* var. *guatemalensis*) y se adapta a condiciones subtropicales, fue patentada en 1935 por Rudolph Mill, en Habra Heights California, en virtud de la calidad de sus frutos, alta producción y maduración tardía, comparado con otras variedades importantes (Whitey *et al.*, 2002). Por su parte (Teliz, 2018), menciona que la variedad Mill es el principal cultivar comercial en el mundo, esta variedad cuenta con un 10-15 % de genes de la raza Mexicana y el resto de la raza Guatemalteca.

Produce frutos esféricos, ovalados, con corteza gruesa y quebradiza; la pulpa es cremosa, con excelente sabor y sin fibra; la semilla es pequeña (bien pegada a la cavidad) y se pela fácilmente. De acuerdo con el estado de madurez, presenta un color que va desde verde opaco hasta morado oscuro. Los frutos son retenidos en la planta hasta por 6 meses posterior a su madurez fisiológica, sin pérdida marcada en la calidad (Bernal y Díaz, 2005).

4.3. Diversificación de la especie.

El centro de diversificación y los investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en 2020, declararon que el cultivo del aguacate es muy importante en México y para Michoacán, debido a que concentra el 74% de la superficie total, y ha presentado un incremento del 75% en el número de hectáreas en los últimos 30 años. También dicho instituto señaló, que Estados como Morelos, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Nuevo León, Tamaulipas y Puebla, en México, tienen tierras con potencial para la explotación del aguacate en crecimiento, por lo que es posible descentralizar y aumentar la producción de México para satisfacer la demanda internacional, como se destaca en dicho instituto.

4.4. Taxonomía.

Reino: Plantae.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Orden: Laurales.

Familia: Lauraceae.

Género: *Persea*.

Especie: *Persea americana* Mill., (1768, Philip Miller).

Fuente: (Pérez *et al*, 2015).

4.5. Morfología.

En general, el aguacate Mill es una especie perenne, muy vigorosa, de crecimiento erecto y puede alcanzar hasta los 30 m de altura. Sin embargo, se sugiere indagar acerca de la morfología y fenología de la especie y variedades particulares a sembrar (Alarcón, 2012).

4.6. Sistema radicular.

El sistema radicular es bastante superficial. La raíz principal es corta y débil como la mayoría de las especies arbóreas originarias de ambientes ricos en agua durante el periodo vegetativo (Alarcón, 2012). Alcanza profundidades de 1.0 – 1.5 metros, pero en terrenos más sueltos puede superar esta marca. El sistema radicular tiene un patrón de crecimiento horizontal que se concentra en los primeros 50 centímetros de profundidad del suelo. Como las raíces poseen pocos pelos absorbentes, la absorción del agua y los nutrientes la realiza a través de los tejidos primarios de las puntas de las raíces. Esta característica del aguacate provoca susceptibilidad al encharcamiento porque la planta se asfixia con facilidad y es vulnerable al ataque de hongos en el tejido radicular (Godínez, 2000). Por ello debe cultivarse en suelos profundos y sin problemas de drenaje interno o texturas muy arcillosas (Alarcón, 2012).

4.7. Tallo.

El aguacate tiene un tronco leñoso y recto que puede alcanzar hasta 12 metros (Godínez, 2000). Aunque hay reportes de árboles de 20 metros y troncos con diámetros mayores de 1.5m. La corteza es suberosa, de lisa a agrietada con 30 milímetros de espesor. El tejido leñoso es de color crema claro con vasos anchos. Los árboles con alturas menores a cinco metros facilitan las prácticas de control fitosanitario, cosecha, poda y fertilización foliar. Las ramas son abundantes, delgadas, sensibles a las quemaduras de sol y a las heladas, frágiles al viento o exceso de producción. Por esta razón se recomienda cultivar variedades enanas, compactas y establecer el cultivo en lugares protegidos del viento (Alarcón, 2012).

4.8. Hoja.

Están dispuestas de forma alterna, son pedunculadas, muy brillantes, de forma lanceolada, con base aguda, margen entero y ápice agudo. El color de las hojas maduras es verde mate, el peciolo presenta estrías o surcos y el relieve de la

venación por el haz es intermedio, usualmente levantado (Ríos, 2005). La epidermis es pubescente y al llegar a la madurez se vuelve lisa coriácea con color verde intenso en el haz. En algunas variedades como el Mill se da una defoliación de corto tiempo antes de la floración que indica su adaptación a lugares no apropiados para su cultivo (Alarcón, 2012).

4.9. Flor.

Es de tipo A, perfecta y bisexual. Su diámetro oscila entre 0,5 a 1,5 cm cuando está completamente abierta. Es de color amarillo verdoso y densamente pubescente. Las evaluaciones realizadas por Ríos (2005), muestran que la primera floración se presenta a los 1.5 años. La inflorescencia es una panícula axilar o terminal. Las flores son hermafroditas, simétricas y se agrupan en racimos verde amarillento. Las flores presentan (dicogamia), es decir los órganos masculino y femenino de una misma flor se abre en dos momentos distintos y separados, es decir, los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes tiempos, lo que evita la autofecundación (Pérez, 1986).

Esta característica de las flores de aguacate es muy importante en una plantación, ya que para que la producción sea la esperada es muy conveniente mezclar variedades adaptadas a la misma altitud, con la misma época de floración. Cada árbol puede llegar a producir hasta un Millón de flores y solo el 0.1% se transforma en fruto, por la abscisión de numerosas flores y aborto de frutitos en desarrollo (Alarcón, 2012).

4.10. Ciclo floral.

Debido a que los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes momentos para evitar la autofecundación, la apertura floral ocurre en dos etapas. Por esta razón, las variedades se clasifican de acuerdo con el comportamiento de la inflorescencia: tipo A y B. Las flores abren primero como

femeninas, cierran por un periodo fijo y luego abren como masculinas en su segunda apertura (Alarcón, 2012).

El ciclo floral puede ser afectado por la temperatura y la duración del día (Whiley, 2002).

Tipo A: La primera apertura (femenina) inicia en la mañana y termina antes del medio día; la segunda apertura (masculina) ocurre en la tarde del siguiente día. El ciclo de apertura floral dura de 30 a 36 horas (Whiley, 2002).

Tipo B: es el patrón contrario; la apertura femenina ocurre en la tarde y la apertura masculina en la siguiente mañana. El ciclo de la apertura floral es de 20 a 24 horas (Alarcón, 2012).

4.11. Fruto.

El fruto es una drupa carnosa de forma periforme, ovoide, globular o alargada de superficie lisa o rugosa, de tamaño pequeño a mediano, tiene corteza gruesa con textura de corcho y superficie áspera. El color varía de verde claro a verde oscuro y de violeta a negro de acuerdo con la variedad, la maduración del fruto no tiene lugar hasta que éste se separa del árbol (Ríos, 2005). Cuando el fruto ha alcanzado madurez fisiológica en zonas de clima frío, se puede dejar en el árbol por más tiempo. En zonas tibias a cálidas, esto no es recomendable, debido a que el fruto toma sabor desagradable (Ríos, 2005).

El período entre la floración y la maduración fisiológica es característico de cada cultivar. En la raza Antillana este período dura de 5 a 8 meses, en la Guatemalteca 10 a 15 meses y en los Mexicanos 6 a 8 meses. Estas características y otras como la estructura, consistencia de la cáscara y pulpa, están determinadas por la raza y variedad cultivada (Alarcón, 2012).

4.12. Semilla.

La semilla es ovalada, como la forma de un durazno, la semilla tiene un tamaño mediano y es redondeada; a su vez, la pulpa, a mediados y finales del

proceso de maduración, es de color crema amarilla. Las semillas del grupo racial Antillano poseen una cubierta de mediana a gruesa y membranosa. En otros grupos raciales es delgada. El endocarpio o semilla es importante en la relación fruto/semilla, siendo ideal una mayor porción de pulpa y una semilla de tamaño mediano a pequeña (Alarcón, 2012).

4.13. Fenología.

La fenología es la relación entre el clima y los procesos biológicos periódicos, por lo tanto, el estudio de la fenología del aguacate es importante para la correcta planeación y ejecución de las prácticas de manejo de los huertos, como: podas, fertilización y riegos (Cossio *et al.*, 2008). Los árboles frutales muestran diversas fases fenológicas, por ejemplo: Iniciación y diferenciación floral, flujos de crecimiento vegetativo, amarre y caída de fruto, crecimiento y maduración del fruto, crecimiento de raíces, abscisión de hojas, entre otras (Whiley, 2002).

El aguacate presenta un comportamiento fenológico característico (Tabla 1), donde las fases de floración, formación, madurez del fruto, brotación vegetativa y dormancia, se traslapan, se acortan o prolongan por las condiciones climáticas, el manejo y la alta variabilidad genética (Teliz, 2000).

Tabla 1. Fenología del aguacate Hass en Michoacán, México.

Etapas Fenológicas	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Floración normal	X	X	X									
Floración loca							X	X	X			
Fructificación normal	X	X	X	X								
Fructificación loca								X	X			
Coliflor	X											
Antesis			X									
Crecimiento de raíces								X				
Caída del fruto						X						
Crecimiento del fruto			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Cosecha									X	X	X	

Fuente: Adaptado de Pérez (1986) y Godínez (2000).

4.14. Requerimientos edafoclimáticos.

El aguacate requiere de los mejores suelos son los de textura media francos arcillosos arenosos, profundos (0.80 a 1.50 m), con buen drenaje interno y superficial, de 3 a 5 % de materia orgánica y un pH entre (5.5 a 7.0), requiere de una altitud de 800 hasta 2,500m sobre el nivel del mar, es susceptible heladas, las temperaturas favorables oscilan entre de 17 a 30 °C, precipitación pluvial de 1,200 a 2,000 mm anuales, una humedad relativa de 60 %, no tolera encharcamientos de agua y es susceptible a vientos fuertes (ANACAFE, 2004).

4.14.1 Temperatura.

En el aguacate Mill este factor incide directamente en la duración del periodo de flor a fruto, así como el amarre y cuajado, el cual se alarga a medida que la temperatura disminuye. En zonas frías este periodo dura hasta 10 – 14 meses mientras que en las zonas cálidas únicamente de 5 a 8 meses. Esta variedad es sensible a las heladas extremas y calor excesivo principalmente en la etapa de floración y fructificación. Las condiciones ideales para esta variedad son temperaturas medias anuales de 14 a 24 °C con temperaturas diurnas entre 20 a 30 °C y nocturnas entre 10 a 20 °C, lo que permite el almacenaje por más tiempo del fruto en el árbol y extender el periodo de recolección. En lo que respecta a la temperatura, las variedades se comportan de acuerdo a la raza, la raza antillana es poco resistente al frío, al contrario que la guatemalteca o mexicana (Anguiano, 2007).

4.14.2 Fotoperiodo.

El aguacate es un cultivo de fotoperiodo largo y buena luminosidad. Se han realizado trabajos donde se reportan fotoperiodos anuales de 980 a 1200 horas luz y un régimen térmico anual de 1750 a 3250 unidades calor (ANACAFE, 2004).

4.14.3 Suelo.

El aguacate se adapta a una amplia gama de suelos, desde casi totalmente arenosos hasta arcillosos, siempre que posean un buen drenaje interno, factor éste de vital importancia. A este respecto es aconsejable disponer al menos de 0,8 – 1.0 m de suelo de buena estructura sobre un subsuelo poroso para garantizar una larga vida del árbol.

Los suelos ideales para el cultivo de aguacate son aquellos de textura media: franco, franco arenoso, franco arcillo arenoso, profundos y con buen drenaje, con un pH neutro o ligeramente ácido (5.5 a 7.0), para facilitar la absorción de los principales nutrientes garantizando así el desarrollo radicular, aunque también puede cultivarse en suelos arcillosos o franco arcillosos siempre que exista un buen drenaje. Es conveniente que el contenido de materia orgánica sea óptimo de 2.5 a 5 %, para una buena estructura que permita la porosidad y consecuentemente las proporciones adecuadas de aire y agua en el suelo (Anguiano, 2003).

4.14.4 pH.

En cuanto al pH, el cultivo del aguacate se adapta a un pH neutro o ligeramente ácido de (5.5 a 7.0), soportando incluso hasta de 7.5, se deben evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5 (Perdomo, 2013).

4.15. Fertilización en el aguacate.

La aplicación de fertilizantes debe basarse en los análisis de suelo y foliar; siempre buscando obtener los mayores beneficios agronómicos y económicos posibles sin dañar el medio ambiente. En el caso del aguacate, son de vital importancia la aplicación de los macro nutrientes nitrógeno (N) y potasio (K) y los secundarios calcio (Ca) y magnesio (Mg).

Para definir la cantidad de abono que puede suministrarse a una plantación de aguacate, debe realizarse un análisis del suelo antes de establecerla y aproximadamente cada tres años, además del análisis foliar que es recomendable

hacerlo cada año. Estos análisis indicarán si los niveles de nutrientes en el suelo y en la planta son satisfactorios. (Perdomo, 2013).

Cuando el árbol entra en producción, la fertilización nitrogenada debe incrementarse, ya que, en el período comprendido entre el inicio de la floración y la maduración del fruto, el árbol demanda la mayor cantidad de nitrógeno. Se recomienda un kilogramo de urea adicional, a la dosis de la fórmula completa, 40 días después de la floración, si hay riego; sino, debe adicionarse en el inicio de la estación lluviosa (Tapia, 2011).

4.16. Amarre del fruto del aguacate.

El potencial de amarre de fruto de cada inflorescencia es diferente, en aguacate es relativamente alto, pero la abscisión de frutillos al inicio de su desarrollo es un aspecto importante. Los cultivares de aguacate son notorios debido a que producen miles de inflorescencias, cada una con más de 100 flores, de tal manera que el número total de flores por árbol puede estar entre uno y dos Millones. Sin embargo, solo uno o dos frutos por cada inflorescencia podría alcanzar la madurez, se estima que el aguacate presenta un amarre de fruto que va del 0.02 al 0.1 %, algunos factores que tienen un efecto sobre el amarre de frutos, son la competencia por carbohidratos, agua, y reguladores de crecimiento (Sánchez, 2017).

Otra causa que afecta al amarre del fruto es la deficiencia de agua en el fruto, causada por una transpiración excesiva en las estructuras florales y de los propios frutillos, ya que estos últimos carecen de una cubierta protectora en sus etapas iniciales de desarrollo. También menciona que temperaturas frías reducen la viabilidad del ovulo y reducen la velocidad con que crece el tubo polínico, y por lo tanto disminuye el amarre del fruto (Salazar, 2011).

4.17. Abonos orgánicos.

4.17.1. Gallinaza.

Se llama gallinaza al excremento o estiércol de las gallinas. Este material tiene grandes ventajas para incrementar la producción de los cultivos, entre las más importantes están: el aporte de nutrientes como N, P y K, calcio, magnesio, azufre y algunos micronutrientes e incrementa la materia orgánica del suelo, mejora la su fertilidad y conserva las propiedades físicas y químicas del mismo (Tabla 2). Se considera como un excelente abono, calculándose su efecto superior en unas cuatro veces al estiércol normal de la cuadra. El excremento de gallina varía en riqueza fertilizante con las sustancias más o menos nitrogenadas que el animal ingiere pues su condición es omnívora (Saavedra, 2013).

Tabla 2. Contenido nutrimental de la gallinaza.

Nutrientes contenidos en la gallinaza (kg/t)	
Nitrógeno	29.7
Fósforo (P ₂ O ₅)	18.8
Potasio (K ₂ O)	16.9
Magnesio	8.3
Sodio	4.6
Sales solubles	56
Materia orgánica	540

Fuente: (Castellanos, 2013).

Cabe destacar que la gallinaza es también uno de los abonos orgánicos con mayor tasa de mineralización. Esto la hace una excelente fuente para el aporte de nitrógeno a los cultivos, pues tan solo en tres semanas el nitrógeno orgánico de la gallinaza se mineraliza en un 75 % aproximadamente (Aguilera *et al.*, 2005).

La cantidad y calidad de la gallinaza está influenciada por los siguientes factores:

- ❖ Edad del ave: La cantidad de excretas está relacionada con el tamaño del ave, al ser un ave pequeña, la cantidad de excretas disminuye, contrario a lo que pasaría con aves de mayor edad, donde la cantidad de excretas será mayor.
- ❖ Línea de producción: Según la línea de producción que se siga el manejo es distinto, particularmente en la composición del alimento, lo que finalmente se refleja en la calidad y cantidad de las excretas de las aves (contenido nutrimental). Es importante tener como referencia que aproximadamente por cada kilogramo de alimento consumido, la aves producen de 1.1 a 1.2 kg de excretas frescas 70 – 80 % de humedad en gallinaza (Hermoso *et al.*, 2011).
- ❖ Consumo de alimento: La cantidad de excretas depende de la cantidad de alimento consumido, tomando en cuenta su digestibilidad.
- ❖ Cantidad de alimento desperdiciado: La composición química del alimento utilizado en la industria avícola se encuentra relacionada con la calidad de la gallinaza. Al desperdiciar alimento y ser depositado en la superficie donde se encuentran las excretas, enriquecerá a la gallinaza (principalmente nitrógeno), dependiendo de la cantidad desaprovechada (Aguilera *et al.*, 2005).
- ❖ Cantidad de plumas: Las plumas en su estructura química contienen queratina, dicha proteína tiene como componente principal el nitrógeno por lo cual, a medida que existe más cantidad de plumas la gallinaza mejora su calidad nutrimental.
- ❖ Temperatura: Alta temperatura y humedad generan gases, principalmente amoníaco, resultado de la fermentación anaeróbica, perdiendo de esta forma grandes cantidades de nitrógeno (gallinaza de baja calidad).
- ❖ Ventilación: El flujo de aire en la gallinaza reduce la pérdida de N causada por su volatilización en forma de amoníaco (Castellanos, 2013).

4.17.2. Composta.

La naturaleza es un enorme sistema que hace composta, convierte los desechos orgánicos como hojas, flores, frutos, etcétera, en nutrientes o alimentos que se reintegran a la tierra, para después ser aprovechados por las plantas.

La composta es un abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición (Tapia, 2007).

Es el resultado de un proceso biológico que tiene el objetivo de estabilizar e higienizar los residuos orgánicos para que estos puedan ser utilizados como fertilizante y proporcionar nutrientes, este proceso se conoce como compostaje. Contiene más nutrientes en formas disponibles para las plantas como nitratos (N), fosfatos (P), potasio (K) y magnesio (Mg) soluble e intercambiable fósforo (P) y calcio (Ca) (Tabla 3). Es un producto con vida, con una gran variedad y densidad de microorganismos que sintetizan enzimas, vitaminas, hormonas, etc., y que repercuten favorablemente en el equilibrio biótico del suelo (Tapia, 2007).

Tabla 3. Contenido nutrimental de la composta.

Nutrientes contenidos en la composta (kg/t)	
Relación C/N	12.5
Carbón orgánico	11
Nitrógeno	32.7
Fósforo (P ₂ O ₅)	22.3
Potasio (K ₂ O)	18.9
Calcio	2
Magnesio	9.4
Sodio	5.7
Sales solubles	65
Materia orgánica	610

Fuente: (Tapia, 2007).

El uso de composta tiene beneficios químicos, biológicos y físicos para el suelo:

- ❖ Beneficios químicos: Aporta nuevos nutrientes y moviliza los existentes en el suelo y permite que el humus se combine con moléculas orgánicas y secuestra carbono, reduciendo las emisiones de CO₂.
- ❖ Beneficios biológicos: Aumenta la actividad microbiana y dinamiza los ciclos biológicos del suelo, mejora el metabolismo de las plantas e incrementa la biomasa del terreno.
- ❖ Beneficios físicos. Mejora la capacidad de retención y almacenamiento de agua, favorece la germinación y el crecimiento de las raíces, permite mayor presencia de oxígeno y mejora la estabilidad del suelo (Tapia, 2007).

La acción química de la composta manifiesta por su capacidad de intercambio catiónico superior a la de cualquier arcilla, suministra directamente a las plantas a los tres elementos básicos N, P, K y hace una importante aportación de oligoelementos tales como hierro, magnesio, zinc, boro, cobre, etc. Además, por efecto de su oxidación lenta, produce gas carbónico, que contribuye a solubilizar algunos elementos minerales del suelo, facilitando su asimilación por las plantas (Hermoso *et al.*, 2003).

4.17.3. Abono de ganado bovino.

Desde tiempo atrás el estiércol del ganado bovino se ha utilizado como abono para las tierras agrícolas. Por muchos años, a las excretas de ganado se les han reconocido beneficios como fuente de nutrientes para las plantas y como mejoradoras de las condiciones fisicoquímicas del suelo. Este estiércol es el más importante y el que se produce en mayor cantidad en las explotaciones rurales ganaderas debido a que es muy común que cuenten con bovinos, por ser más rentables, por lo anterior es el abono orgánico más producido y más utilizado por los agricultores y productores (Gallegos, 2012).

Favorece a todas las plantas y a todos los suelos, da consistencia a la tierra arenosa y móvil, ligereza al terreno, refresca los suelos cálidos, calizos y margosos.

De todos los estiércoles es el que tarda más tiempo y con más uniformidad. La duración de su fuerza depende principalmente del género de alimento dado al ganado que lo produce. El mejor estiércol es el que es suministrado por los animales de engorda que reciben en general un buen alimento (Gallegos, 2012).

El estiércol de ganado bovino es también muy pobre en nitrógeno, pero se suele usar en climas fríos ya que sirve, además de como abono, como acolchado para las plantas. Lo ideal es conseguirlo fresco en alguna de las granjas que hay por los pueblos, pero en los viveros o en tiendas agrícolas se pueden encontrar sacos. La dosis recomendada es de 9 a 15kg por metro cuadrado (Gallegos, 2012).

Tabla 4. Contenido nutrimental del abono de ganado bovino.

Nutrientes contenidos en el abono de ganado bovino (kg/t)	
Nitrógeno	14.2
Fósforo (P ₂ O ₅)	14.6
Potasio (K ₂ O)	34.1
Magnesio	7.1
Sodio	5.1
Sales solubles	50
Materia orgánica	510

Fuente: Gallegos, 2012.

En la producción orgánica, el estiércol se aplica comúnmente al terreno como estiércol de ganado bovino crudo (fresco o seco) o como estiércol compostado (Palacios, 2003). El estiércol de bovino puede añadir nutrientes al suelo importantes para la planta como lo son (nitrógeno, potasio, y fósforo, conocidos colectivamente como NPK) y mejorar la calidad del suelo (Tabla 4). El estiércol de ganado bovino siempre va a mejorar la fertilidad del suelo. El momento de aplicación de estiércol es muy importante para asegurar que sea beneficioso para las plantas y el suelo. Si se aplica y maneja correctamente, puede ser un gran medio para mejorar la calidad del suelo y los cultivos, pero hay aspectos importantes de la salud del suelo y la

seguridad alimentaria para considerar cuando se usa en un sistema agrícola orgánico, el estiércol de ganado bovino puede ser una fuente excelente y efectiva de nitrógeno y otros nutrientes disponibles, y puede estimular procesos biológicos en el suelo si la aplicación es en el momento correcto, y si se aplica de la forma correcta (Evanylo *et al.*, 2008).

4.18. Plagas del cultivo del aguacate.

La explotación comercial del aguacate como un monocultivo tiende a manifestar algunos problemas de diferente índole entre los que destacan los de tipo fitosanitario. La sanidad del cultivo comercial del aguacate es un renglón muy importante que debe controlarse, pues generalmente la presencia de insectos o ácaros, hongos, bacterias, virus, malezas, otros, incide en todas las etapas de vida de la plantación; siendo los daños más evidentes en la etapa de madurez fisiológica de los frutos. El cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) es atacado por ciertos ácaros e insectos causando daños que se manifiestan principalmente en pérdidas a la producción y baja calidad de los frutos. Con el propósito de identificación de las plagas, enseguida se mencionan las plagas de mayor importancia económica del aguacate (Vidales, 2007).

4.18.1. Trips.

Descripción. Los trips del aguacate (*Frankliniella spp.*) Son insectos pequeños de 1.5 mm a 2 mm de longitud, color verde pálido o amarillento hasta negruzco (Hanson, 2012).

Daño. El insecto succiona la savia de brotes tiernos e inflorescencias ocasionando malformaciones que demeritan la calidad de los frutos; inhibe la fecundación de flores al dañar los órganos florales provocando su caída, los frutos recién formados se ven seriamente afectados por la aparición de alteraciones irregulares en la cáscara. Se localiza todo el año, pero los picos máximos de la población coinciden con la brotación vegetativa, floración y amarre del fruto. Cuando

no hay condiciones para el desarrollo del insecto en el árbol, se hospeda en malezas de floración abundante (Hanson, 2012).

4.18.2. Araña roja.

Descripción. La araña roja (*Oligonychus punicae*) (*Oligonychus perseae*) es un ácaro de color café rojizo, apenas perceptible a simple vista, se localiza en colonias succionando la savia, principalmente a lo largo de las nervaduras por el haz de las hojas ya zonas donde teje una sutil tela para evitar su caída (Hanson, 2012).

Daños. El daño comienza con puntos rojizos que se distribuyen e incrementan por toda la hoja hasta llegar a ocasionar un bronceado total. Cuando se descuidan los cultivos, la plaga puede atacar retoños, flores, el envés de las hojas y frutos en formación; localizándose durante todo el año, pero con mayor incidencia en las temporadas secas. Forma colonias por el envés de las hojas y a los lados; en el haz se producen manchas amarillentas. Se presenta en la época seca. Se combate con acaricidas convencionales solo si el daño es muy severo (Hanson, 2012).

4.18.3. Araña blanca, cristalina o telaraña.

Descripción. La araña blanca (*Oligonychus perseae*) el ácaro adulto es de color blanco a cristalino verdoso; se hospeda en el haz de las hojas de cualquier edad, principalmente a lo largo de las nervaduras laterales de donde se alimenta succionando savia, se protege con una seda y forma numerosas colonias que dan origen a puntos de tejidos muertos obstruyendo así la fotosíntesis (Vidales, 2007).

Daños. Los daños se caracterizan porque las hojas presentan puntos de color verde claro, que se tornan amarillo rojizo y por último café oscuro. Los árboles infestados pueden presentar defoliación, debilitamiento general y en consecuencia tienden a ser raquíticos con frutos poco desarrollados y escasos; se presenta todo el año pero con mayor severidad en la época de verano (Vidales, 2007).

4.18.4. Barrenador de las ramas.

Descripción. El adulto del barrenador (*Copturus aguacatae*) es un picudo negro – rojizo es un picudo negro-rojizo de 4 a 5 mm de longitud, la hembra hace orificios en las ramas terminales y expuestas a los rayos del sol, colocando un huevecillo por orificio. Al nacer la larva se alimenta de la madera hasta llegar a la médula, partiendo las galerías en un desplazamiento paralelo a los tejidos y continúan barrenando hasta el momento en que inicia la pupación (Hanson, 2012).

Daño. En ramas gruesas y troncos las larvas no penetran más de dos centímetros de profundidad en un área de daño no mayor de cuatro centímetros cuadrados. Gran cantidad de ramas afectadas se defolian y tiran la flor y en caso de tener frutos, se rompen por el peso impidiendo su completo desarrollo. Se presentan dos generaciones de adultos al año, la primera a inicios de verano y la segunda a principios de invierno (Hanson, 2012).

4.18.5. Perforador del fruto.

Descripción. El insecto del barrenador (*Stenomoma catenifer*) es una palomilla; las hembras ponen sus huevos cerca de los frutos. (Hanson, 2012).

Daños. Las larvas que nacen barrenan la cáscara y el hueso del fruto en desarrollo ocasionando la caída prematura del mismo y si el fruto llega a la madurez no tiene valor comercial (Hanson, 2012).

Control. Para su combate, se recomiendan aplicaciones mensuales de insecticida, a partir del momento en que el fruto está recién cuajado con carbaril (Sevín 85%). También es muy importante recoger los frutos caídos, destruirlos y quemarlos (Hanson, 2012).

4.18.6. Taladrador del tronco.

Daño. Esta especie (*Copturomimus perseae* Gunthe) taladra el tronco, ramas y crecimientos nuevos. El ataque se manifiesta por la presencia de aserrín blanco

fuera del orificio que producen. Esta plaga puede provocar la muerte del árbol (Hanson, 2012).

Control. Cuando la plaga se presenta, se combate mediante la poda de las ramas afectadas, las cuales deben ser quemadas; después, se debe aplicar en los cortes una pasta que contenga fungicida e insecticida para prevenir el ataque de hongos e insectos, que puede ser la siguiente: sulfato de cobre (1 parte), cal (6 partes), agua (4 partes), y aceite agrícola (1 parte). Cuando el tronco tiene pocas perforaciones, puede aplicarse algún insecticida puro como un piretroide, como Nuvacron en las perforaciones (Hanson, 2012).

4.18.7. Minador de la hoja.

Descripción. El adulto del minador de la hoja (*Gracillaria perseae*) es una palomilla de color gris plateado de 3 mm a 4 mm de longitud. Las hembras ponen sus huevecillos en el envés de las hojas nuevas, las larvas se localizan haciendo galerías en la epidermis, al terminar su estado larvario dobla la hoja y pupa ahí mismo (Vidales, 2007).

Daño. La plaga ataca el follaje a cualquier altura del árbol, pero inicialmente el daño es más intenso en las ramas pegadas al suelo; rara vez causa defoliación prematura; en frutos puede hacer galerías superficiales que afectan su aspecto (Vidales, 2007).

4.18.8. Barrenador del hueso del aguacate.

Descripción. El barrenador del hueso del aguacate (*Conotrachelus perseae*) es un picudo que en su estado adulto es de color café oscuro de 5 mm de longitud que deposita sus huevecillos preferentemente en la mitad inferior del árbol y en la parte basal de frutos pequeños y medianos (Hanson, 2012).

Daño. Al nacer la larva se introduce en el fruto hasta llegar al hueso del que se alimentan destruyéndolo por completo, provocando la caída de los frutos, que posteriormente abandona para pupar en el suelo de donde emerge el adulto en

forma de un picudo que se alimenta del follaje del árbol. En general se ha definido la presencia en dos generaciones completas al año, pudiendo llegar a tres cuando las condiciones le son muy favorables por lo que los adultos se localizan casi siempre (Hanson, 2012).

4.18.9. Mosca blanca.

Descripción. El adulto de la mosca blanca (*Tetraleurodes spp.*) es una mosquita de color blanco cremoso de 1 mm de tamaño, los huevecillos del insecto son depositados por las hembras en forma aislada en el envés de las hojas, las ninfas son de color amarillo claro al principio y posteriormente se tornan de color oscuro (Vidales, 2007).

Daños. Las ninfas y adultos se posan en el envés de las hojas tiernas y se alimentan succionando la savia; en ataques fuertes, las hojas se debilitan y el árbol se desarrolla raquíticamente; los daños se presentan generalmente en las ramas bajas, por ser aquí donde encuentran mejores condiciones de temperatura, humedad y ventilación. Indirectamente con la secreción de su mielecilla contribuyen a la aparición de fumagina en los tallos hojas y frutos (Vidales, 2007).

4.19. Enfermedades del cultivo del aguacate.

La sanidad del cultivo comercial del aguacate es un renglón muy importante que debe controlarse, pues generalmente la presencia de enfermedades puede dañar a las plantas en todas sus etapas fisiológicas del aguacate. El cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) es atacado por ciertas enfermedades causando daños que se manifiestan principalmente en pérdidas a la producción y baja calidad de los frutos (Morales, 2009).

El aguacate a pesar de ser un árbol rústico en su medio natural posee una serie de limitantes fitosanitarias que se manifiestan en plantaciones comerciales o huertos caseros lo que dificulta en muchos casos la producción de este frutal tanpreciado por su valor nutritivo y sabor. Ante esta situación el fruticultor debe manejar

estrategias de combate que permitan mantener las enfermedades existentes en niveles que no produzcan daño económico y evitar la llegada de otras nuevas. Para esto es necesario conocer las diversas enfermedades, su biología y combate (Morales, 2009).

4.19.1. Pudrición de la raíz (*Phytophthora cinnamomi*).

Síntomas. El follaje de los árboles afectados presenta una coloración verde clara o verde amarillenta, que contrasta claramente con los árboles sanos. Las hojas presentan un tamaño más reducido y algún grado de marchitez. Conforme avanza la enfermedad se produce defoliación y se reduce la brotación. Las ramas comienzan a manifestar muerte descendente y fructificaciones escasas, aunque algunas veces se presentan producciones muy numerosas pero de frutos pequeños. El síndrome anteriormente descrito tiene su origen en el daño que el agente causal le produce a las raíces menores, cuya función principal es la absorción de agua y nutrientes. Al remover el suelo en el área en que se extienden estas raíces se observa un reducido número de ellas; muchas muestran coloración oscura y consistencia quebradiza y la mayor parte están completamente necrosadas. Las raíces mayores difícilmente son afectadas por el patógeno. Esta enfermedad puede aparecer en cualquier estado de desarrollo, por lo que puede encontrarse en viveros y plantaciones de diferentes edades pudiendo acabar en pocos años con la plantación (Durand, 2015).

Etiología. El agente causal de esta enfermedad es *Phytophthora cinnamomi* Rands. Organismo de la clase Oomycetes, orden Peronosperales, es un habitante del suelo y sobrevive hasta por seis años en suelos húmedos, mediante oosporas, clamidosporas o esporangios, las cuales son esporas resistentes a factores ambientales adversos. Estas esporas pueden movilizarse por sí mismas en el suelo y también ser esparcidas por el agua de escorrentía y el riego principalmente en suelos mal drenados (Durand, 2015).

4.19.2. Cancro por *Phytophthora*.

Síntomas. A esta enfermedad también se le llama pudrición del pie o gomosis. Su detección temprana en el campo es difícil, pues los síntomas extremos aparecen cuando el cancro está muy extendido. Las lesiones típicamente aparecen en la base del tronco o bajo la línea del suelo, aunque en algunas ocasiones se le encuentra hasta 2 m sobre el suelo. El área afectada presenta, sobre la cáscara del tronco, exudados blancos y cristalinos alrededor de pequeñas fisuras en contornos ennegrecidos. Cuando se corta la parte dañada, se observa una coloración marrón que contrasta con el color blanco crema del tejido sano y esta coloración anormal se extiende hasta la madera. Los síntomas en la copa del árbol son muy semejantes a los de la pudrición de las raíces causadas por *Phytophthora cinnamomi* Rands., y la muerte se produce cuando la lesión rodea al tronco (Durand, 2015).

Etiología. Los agentes causales de esta enfermedad son *Phytophthora cinnamomi* Rands. *P. citricola*. *P. sawada*. *P. palmivora*. *P. parasitica* (Durand, 2015).

4.19.3. Pudrición de la raíz por *Rosellinia*.

Síntomas. Los árboles afectados por esta enfermedad manifiestan clorosis general de las hojas, que se va ausentando conforme avanza la infección. Hacia el final del proceso caen las hojas y los brotes presentan muerte descendente, hasta que muere toda la planta. Esta enfermedad se diferencia de todas las demás al revisar las raíces principales, donde se observan rizomorfos (cordones de micelio) inicialmente blancos y luego de color negro, sobre la superficie, al igual que entre la corteza de la madera (Morales, 2009).

Etiología. Los agentes causales son *Rosellinia necatrix*, *Rosellinia bunodes* y *Rosellinia pepo*. Estos hongos viven generalmente como saprofitos en troncos y raíces muertas o el humus del suelo. Son muy frecuentes en terrenos recién habilitados para la agricultura (Morales, 2009).

4.19.4. Cancro del tallo por *Dothiorella*.

Síntomas. Esta enfermedad se presenta en tronco y ramas, así como en brotes nuevos. Externamente se observa un área con la corteza agrietada y con escamas; de las fisuras sale un polvo blanco similar a granos de azúcar. Si se remueve la parte externa, aparece el tejido afectado de color marrón que no profundiza mucho y no llega hasta la madera. Esta característica la diferencia del cancro producido por *Phytophthora*, donde la necrosis llega hasta el xilema. Los brotes y ramas pueden mostrar decaimiento o muerte según sea la susceptibilidad de la planta (Durand, 2015).

Etiología. El agente causal es un hongo de la clase- forma *Deuteromycetes*, orden-forma *Sphaeropsidales*, denominado *Dothiorella dothidea* (Durand, 2015).

4.19.5. Marchitamiento por *Verticillium*.

Síntomas. Esta enfermedad como otras que afectan el sistema vascular, causa marchites súbita total o parcial del árbol, en cualquier estado de desarrollo. En las ramas jóvenes inicia por las extremidades y rápidamente se extiende hasta cubrir la rama o todo el árbol. Generalmente las hojas quedan prendidas del árbol después de su muerte. Al remover la corteza, en las ramas recién marchitas puede observarse una coloración café rojiza en la madera. Es común que algunos árboles se recuperen produciendo brotes vigorosos después del colapso inicial del árbol (Durand, 2015).

Etiología. Esta marchites es de origen fungoso y el agente causal es *Verticillium dahliae* el cual pertenece a la clase-forma *Deuteromycetes*, orden-forma *Moniliales*. Este hongo no es específico del aguacate pues tiene un amplio rango de hospederos, superior a las 300 especies (Durand, 2015).

4.19.6. Antracnosis.

Síntomas. La antracnosis afecta las hojas, brotes, inflorescencias y frutos. En el primer caso se manifiesta como manchas circulares color café rojizo que se ubican

en los bordes o en cualquier parte de la lámina foliar, si las lesiones son muy extensas o numerosas se produce defoliación. Cuando afecta brotes tiernos provoca muerte descendente o torceduras al formarse lesiones laterales

En las inflorescencias aparecen manchas oscuras en las ramificaciones o necrosis en los extremos; cuando hay frutos recién cuajados puede provocar la caída prematura de ellos. Los frutos más desarrollados muestran lesiones circulares de color oscuro que a veces producen rajaduras en su interior. Durante periodos muy húmedos, pueden observarse puntuaciones de color rosado o salmón sobre las manchas (Durand, 2015).

Etiología. La forma sexual del agente causal es *Glomerella cingulata* y la forma asexual, que es la más común, es *Colletotrichum gloeosporioides* (Durand, 2015).

4.19.7. Sarna o Roña.

Síntomas. Este hongo puede afectar hojas, tallos y frutos jóvenes. Las hojas son susceptibles hasta un mes después de haberse desarrollado y luego se tornan inmunes. Los primeros síntomas son puntos translucidos, que luego se convierten en manchas redondas muy pequeñas y de color café rojizo. En relación con la superficie foliar estas manchas son ligeramente levantadas; algunas veces causan deformación de la lámina foliar cuando por efecto de las lluvias se cae el tejido muerto. En los tallos muertos producen manchas similares a las descritas en el párrafo anterior, que pueden deformarlo o causar deformación del meristemo apical. Los frutos son afectados por la sarna durante el periodo de desarrollo, hasta que alcanza dos tercios más o menos de su tamaño normal. Las lesiones iniciales son redondas y levantadas, luego se unen unas con otras dando un aspecto de costra café, con grietas y cubren considerables áreas de la cáscara. Estas fisuras permiten la penetración de otros patógenos como *Colletotrichum* lo que magnifica el daño de la enfermedad (Durand, 2015).

Etiología. El agente causal es *Sphaceloma perseae*. Este es un hongo de la clase forma *Deuteromycetes* y del orden forma *Melanconiales*; sobrevive en tallos afectados y hojas. Cuando hay suficiente humedad se inicia la esporulación y por medio del salpique de lluvia se disemina hacia los tejidos jóvenes y cuando la floración coincide con los periodos secos se reduce considerablemente la producción (Durand, 2015).

4.19.8. Cercosporiosis.

Síntomas. La cercosporiosis ataca hojas y frutos principalmente. En las hojas forma manchas redondas o angulares de 1 a 3 mm. Con un alto verde-amarillento alrededor, que son visibles por ambas superficies de la hoja. Su color es marrón oscuro o púrpúreo y generalmente coalescen formando manchas mayores. Los frutos pueden ser afectados de dos formas; una de ellas es cuando se producen lesiones sobre el pedúnculo del fruto provocando la caída prematura. La otra forma es cuando afecta la superficie donde aparecen manchas pequeñas de 1 a 5 mm. Irregulares y ligeramente hundidas de color marrón; cuando son muy numerosas forman áreas de tejido seco duro y agrietado (Morales, 2009).

Etiología. El agente causal es *Cercospora purpurea* o *Cercospora perseae*. Ambos hongos pertenecen a la clase forma *deuteromycetes* y al orden forma *Moniliales*. El hongo sobrevive en las hojas. Cuando la humedad relativa es cercana al 100% y la temperatura es cercana a los 30 0 C ocurre la mayor esporulación (Morales, 2009).

4.20. Fertilización orgánica.

La fertilización orgánica es aquella que se efectúa utilizando insumos o fertilizantes provenientes de descomposiciones naturales de la materia orgánica, ya sea que hayan sido procesados por microorganismos o microorganismos que tienen la capacidad de degradar la materia orgánica hasta cierto punto que la misma pueda proveer los nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos y tengan buen

rendimiento. Los abonos orgánicos pueden estar en presentación de compostas, estiércoles y lixiviados o soluciones orgánicas nutricionales, su contenido o aporte de nutrientes va estar condicionados de las materias primas utilizadas en su producción debido a que las diferentes materias primas aportan diferentes nutrientes (Guzmán, *et al.*, 2018).

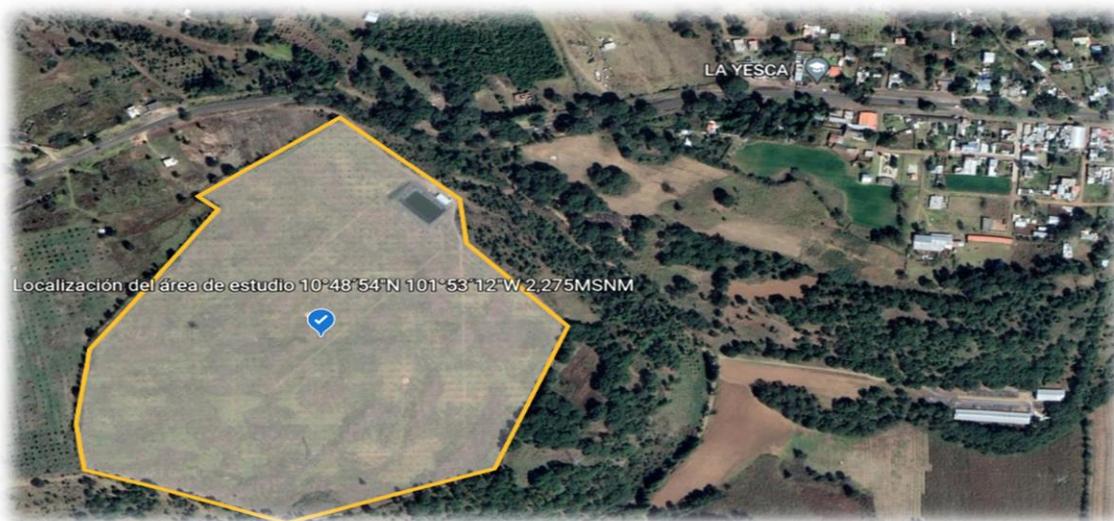
4.21. Fertilización inorgánica.

Esta modalidad de fertilización es en la cual se utilizan fertilizantes sintéticos derivados de compuestos químicos o sales minerales. Los fertilizantes inorgánicos tienen una gran gama de nutrientes a aportar pues estos pueden ser simples (que solo aportan un nutriente), binarios (que son capaces aportar 2 o más nutrientes) o complejos (pueden aportar 3 o más nutrientes) y su asimilación por la planta es más rápida debido a que estos compuestos son de fácil asimilación de la planta debido a lo cual estos aumentan significativamente el potencial de crecimiento y rendimiento de la planta (Guzmán *et al.*, 2018).

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. Localización del área de estudio.

El área de estudio se encuentra ubicada en el terreno conocido como “Guastes” al norte a la salida de la ciudad de Zacapu, Michoacán a unos minutos del rancho conocido “La Yesca” (Figura 1). El área de estudio se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas, latitud: 10°48'54"N y longitud: 101°53'12"W a una elevación de 2,352 msnm, el terreno tiene una superficie de 25 hectáreas. Una población de 5,000 árboles de aguacate.



Fuente: Google Earth, proporcionada por Maxar Technologies, INEGI
Figura 1. Localización del área de estudio.

5.2. Determinación de las unidades experimentales.

Se seleccionaron los 12 árboles de aguacate de 4 años y 6 meses para el diseño experimental planteado (Diseño completamente al azar) con tres repeticiones por tratamiento, los cuales fueron las unidades de observación evaluadas en este trabajo de investigación. La selección de las unidades de observación (Árboles de aguacate) se hizo tomando en cuenta las siguientes condiciones:

- Árboles en etapa de floración.
- Sanos (libres de daños por plagas y/o enfermedades) y en las mejores condiciones posibles. (Figura 2).



a)

b)

Figura 2. Determinación de las unidades experimentales. a) árboles con mayor incidencia de flores, b) árboles libres de plagas y enfermedades.

5.3. Encostalado de los abonos orgánicos.

Se embazaron los diferentes tipos de abonos orgánicos para poder separarlos (Figura 3). En la huerta se contaba con los abonos orgánicos (gallinaza, composta y estiércol de ganado bovino). Cada uno de los abonos orgánicos se encostalo de manera independiente (tres costales de 50 kg) para cada abono, resultando en nueve en total, para su aplicación en cada uno de los respectivos tratamientos.



Figura 3. Encostalado de los abonos orgánicos.

5.4. Identificación de las unidades experimentales.

Una vez que se seleccionó los 12 árboles de aguacate para desarrollar el proyecto, se establecieron los tres tratamientos, que fueron los tres diferentes abonos orgánicos más el testigo, tanto los tratamientos como el testigo tuvieron tres repeticiones para tener mayor control sobre el error experimental y garantizar un grado de precisión bueno en el diseño del experimento. Se les colocó a cada árbol seleccionado un letrero con información específica del tratamiento, repetición y el tipo de abono orgánico aplicado para identificarlos adecuadamente (Figura 4).



a) b)
Figura 4. Identificación de las unidades experimentales, a) elaboración de letreros, b) colocación de letreros.

5.5. Incorporación de los abonos orgánicos en el suelo (plantas).

Se incorporó el abono orgánico esparciéndolo dentro de los cajetes de cada árbol con el apoyo de una pala, aplicándose en cada uno de ellos la cantidad de 50 kg de los diferentes tipos de abono orgánico de acuerdo a cada tratamiento (Figura 5).



a) b)

Figura 5. Incorporación de los abonos orgánicos al suelo, a) colocación de los abonos al cajete, b) acomodamiento de los abonos en el cajete.

5.6. Riego.

El riego se suministró mediante la modalidad de aspersión, este tiene la capacidad de humedecer todo alrededor del cajete, utilizando cintillas de riego con sus aspersores (Figura 6). Se le aplicó lunes, miércoles y viernes con una duración de cinco horas, de las 7:00 am a las 12:00 pm.



Figura 6. Aplicación de riego.

5.7. Fertilización.

La fertilización se realizó de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo y tomando en cuenta la demanda nutrimental del cultivo, según el avance del ciclo, para este proyecto solo se aplicaron dos fertilizadas por la vía del riego (fertirrigación).

Las diferentes dosis de fertilización inorgánica se aplicaron en esta huerta durante los seis meses, fue a través de soluciones en fertirriego. Todas las soluciones nutritivas se hicieron en un tambo de 1,000 litros para mezclar los fertilizantes y luego se traspasó a un contenedor de 100,000 litros, para después aplicarla al fertirriego.

Composición de la primera solución de fertirriego 07/02/2022.

- Nitrato de calcio: 70kg/1,000 litros de agua.
- NKS: 50kg/1,000 litros de agua.
- Sulfato de potasio: 50kg/1,000 litros de agua.
- Sulfato de magnesio: 50kg/ 1,000 litros de agua.
- MKP: 35kg/1,000 litros de agua.
- Micromix: 25kg/1,000 litros de agua.

Composición de la segunda solución de fertirriego 02/05/2022

- Nitrato de calcio: 70kg/1,000 litros de agua.
- Nitrato de magnesio: 50kg/ 1,000 litros de agua.
- Nitrato de potasio: 50kg/1,000 litros de agua.
- Hidrofol: 25kg/1,000 litros de agua.
- Micromix: 25kg/1,000 litros de agua.
- NKS: 50kg/1,000 litros de agua.
- MKP: 35kg/1,000 litros de agua.

5.8. Control de plagas y enfermedades.

En la presente investigación se aplicaron medidas preventivas para el monitoreo de plagas, para lo cual se utilizaron las trampas cromáticas de color amarillo para la detección oportuna de mosquita blanca y trampas de color azul para el monitoreo de trips.

Durante el transcurso del proyecto no se presentó daño significativo por la presencia de plagas y/o enfermedades en el cultivo dadas las medidas preventivas implementadas desde el inicio (Figura 7).



a) b)
Figura 7. Colocación de trampas cromáticas a) trampas cromáticas azules b) trampas cromáticas amarillas.

5.9. Conteo de flores.

Para la evaluación de número de flores se contabilizó la floración que presentaba cada árbol de aguacate, con la finalidad de determinar el número exacto de flores que tenía cada árbol de cada tratamiento (Figura 8).



Figura 8. Conteo de flores en los árboles.

5.10. Conteo de frutos tamaño cerillo.

Para evaluar el número de frutos tamaño cerillo se contabilizaron todos en cada tratamiento, para determinar el número exacto de estos en cada árbol, en los respectivos tratamientos aplicados. (Figura 9).



Figura 9. Conteo de frutos tamaño cerillo.

5.11. Conteo de frutos amarrados.

Para evaluar el número de frutos amarrados se contabilizaron todos los que ya se encontraban en este estado, que presento cada árbol de aguacate, de acuerdo al establecimiento de los respectivos tratamientos y sus repeticiones (Figura 10).



Figura 10. Conteo de frutos amarrados.

5.12. Medición de los frutos largo y ancho (cm).

Se midieron los diámetros de cada fruto que contenía cada planta de cada tratamiento, para esta medición se tomaron en cuenta los diámetros polares norte y polares sur y ecuatoriales para lo cual se utilizó un vernier (Figura 11).

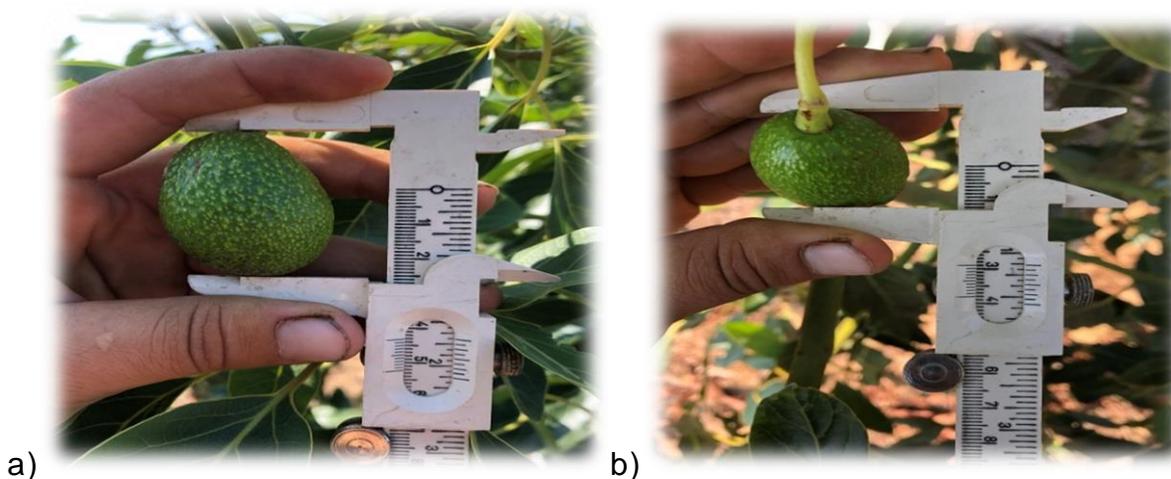


Figura 11. Medición de los frutos, a) diámetro polar norte y polar sur, b) diámetro ecuatorial, esta medición se realizó con el vernier (manual).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

6.1. Conteo de flores.

Una vez transcurrido el tiempo de un mes después de la aplicación de los abonos se realizó el conteo de flores por cada árbol (Anexo 1). A los datos se aplicó análisis de varianza para determinar si existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, así como la gráfica de caja de datos sobre el número de flores (Figura 12).

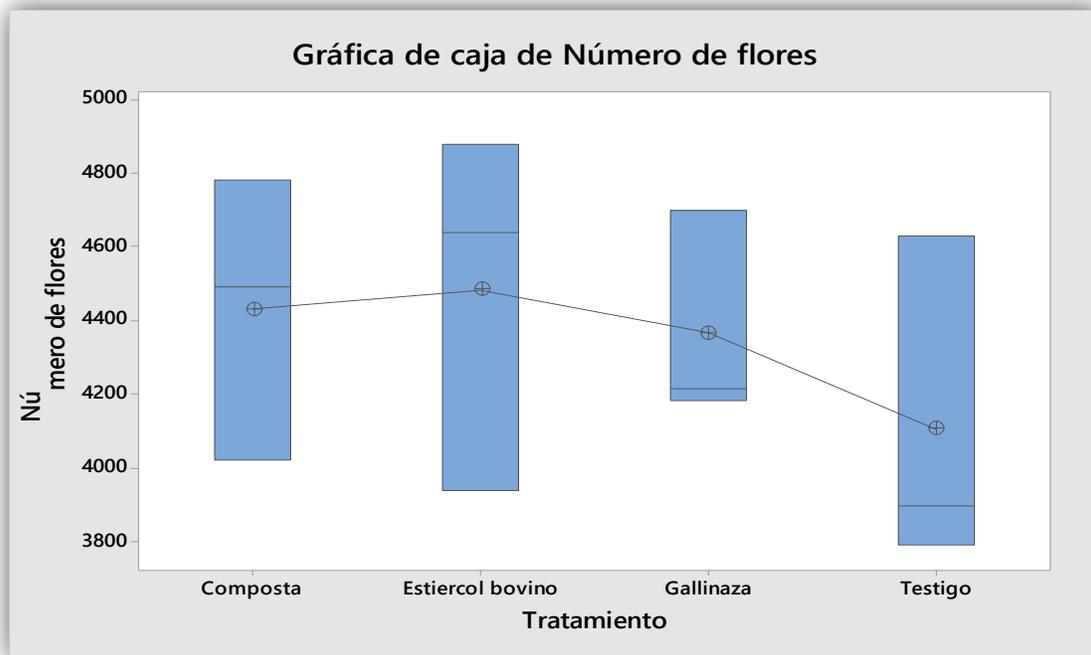


Figura 12. Porcentaje de caja de datos para el número de flores.

Después de realizar el análisis de varianza, se encontró que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p= 0.695$) para la variable número de flores. Esto puede deberse a que en el momento de realizar la aplicación de los abonos estaba por iniciar la floración de los árboles de aguacate, por lo que no se alcanzó a observar un efecto de los mismos.

6.2. Conteo de frutos tamaño cerillo.

Una vez transcurrido el tiempo de un mes después de la floración, se realizó el conteo de frutos tamaño cerillo (Anexo 3). A los datos se les aplicó un análisis de varianza para determinar si existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, así como la gráfica de caja de datos sobre el número de frutos tamaño cerillo (Figura 13).

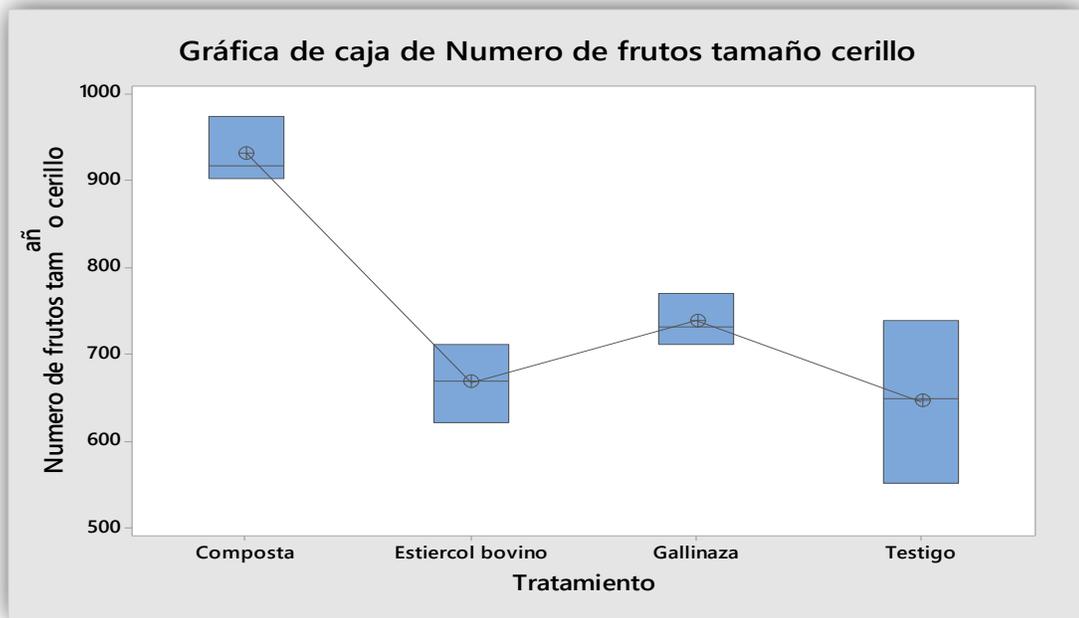


Figura 13. Porcentaje de caja de datos del número de frutos tamaño cerillo.

Después de realizar el análisis de varianza, se encontró que si existen diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p= 0.001$) para la variable número de frutos tamaño cerillo, por lo anterior, se procedió a realizar la comparación múltiple de medias de Tukey, con un nivel de significancia de $\alpha= 0.05$ (Tabla 3). De acuerdo con lo reportado por Hernández (2011), en Nuevo San Juan Parangaricutiro Michoacán, se experimentó la nutrición orgánica o biofertilizantes orgánicos con composta, con lo que se incrementó la aparición de frutos tamaño cerillo y amarre de los frutos, por lo tanto, se tuvo mayor rendimiento del cultivo.

Tabla 5. Comparación múltiple de medias de Tukey para número de frutos tamaño cerillo.

Tratamiento	Número de frutos tamaño cerillo
Composta	931.7 A
Gallinaza	738.3 B
Estiercol bovino	667.3 B
Testigo	646 B

De acuerdo con la Tabla 5, el tratamiento con composta fue el que presento un mayor número de frutos tamaño cerillo, y estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey, si existen diferencias con los demás tratamientos. Esto coincide con lo que propone Hernández (2011), quien uso fertilizantes orgánicos con composta en Nuevo San Juan Parangaricutiro Michoacán.

6.3. Conteo de frutos amarrados.

Una vez transcurrido el tiempo de un mes después del conteo de frutos tamaño cerillo, se realizó el conteo de frutos amarrados (Anexo 6). A los datos se aplicó análisis de varianza para determinar si existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, así como la gráfica de caja de datos sobre el número de frutos amarrados (Figura 14).

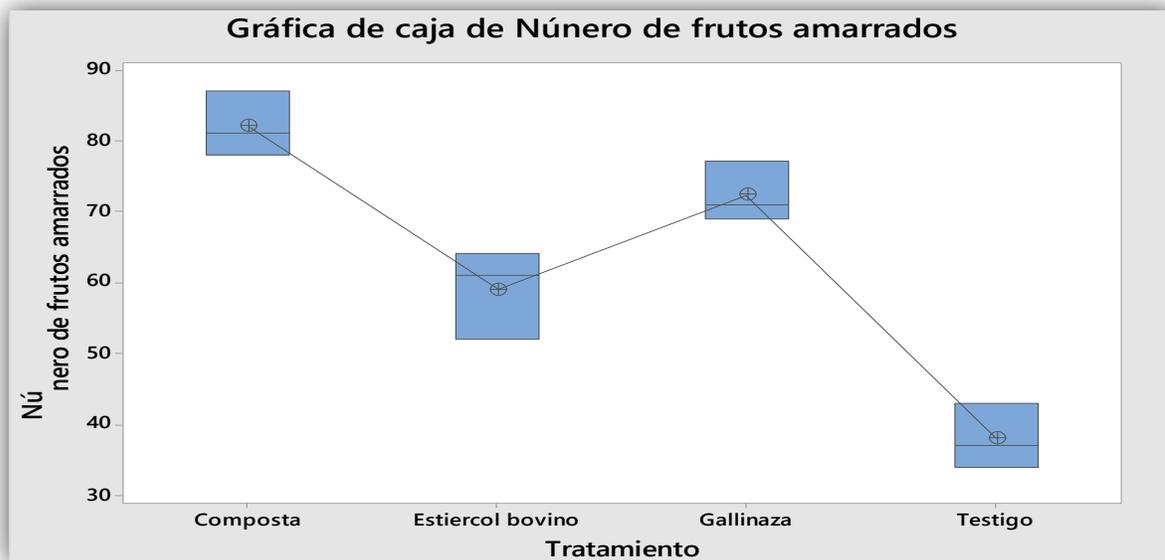


Figura 14. Porcentaje de caja de datos del número de frutos amarrados.

Después de realizar el análisis de varianza, se encontró que si existen diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p= 0.000$) para la variable número de frutos amarrados, por lo anterior, se procedió a realizar la comparación múltiple de medias de Tukey, con un nivel de significancia de $\alpha= 0.05$ (Tabla 6). De acuerdo con lo reportado por Hermoso *et al.*, (2011) y Hernández (2011), esto coincide con la nutrición orgánica con composta y gallinaza, en este experimento se incrementó el número de frutos amarrados teniendo como resultado con mayor efectividad la composta y después la gallinaza, por lo tanto, mayor rendimiento del cultivo.

Tabla 6. Comparación múltiple de medias de Tukey para número de frutos amarrados.

Tratamiento	Número de frutos amarrados
Composta	82 A
Gallinaza	72.33 A
Estiercol bovino	59 B
Testigo	38 C

De acuerdo con la Tabla 6, el tratamiento con composta fue el que presentó un mayor número de frutos amarrados, y estadísticamente tiene diferencias con los demás tratamientos. Esto coincide con lo que propone el autor Hermoso *et al.*, (2011), quien usó compostas en el cultivo del aguacate, y expuso sus resultados en el Congreso Mundial del Aguacate en Cairns, Australia celebrado del 5 al 9 de septiembre del mismo año.

6.4. Diámetro polar (cm).

De la misma manera, se midieron los frutos en su longitud polar largo (Anexo 9). A los datos se aplicó análisis de varianza para determinar si existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, así como la gráfica de caja de promedio de largo (cm) del fruto (Figura 15).

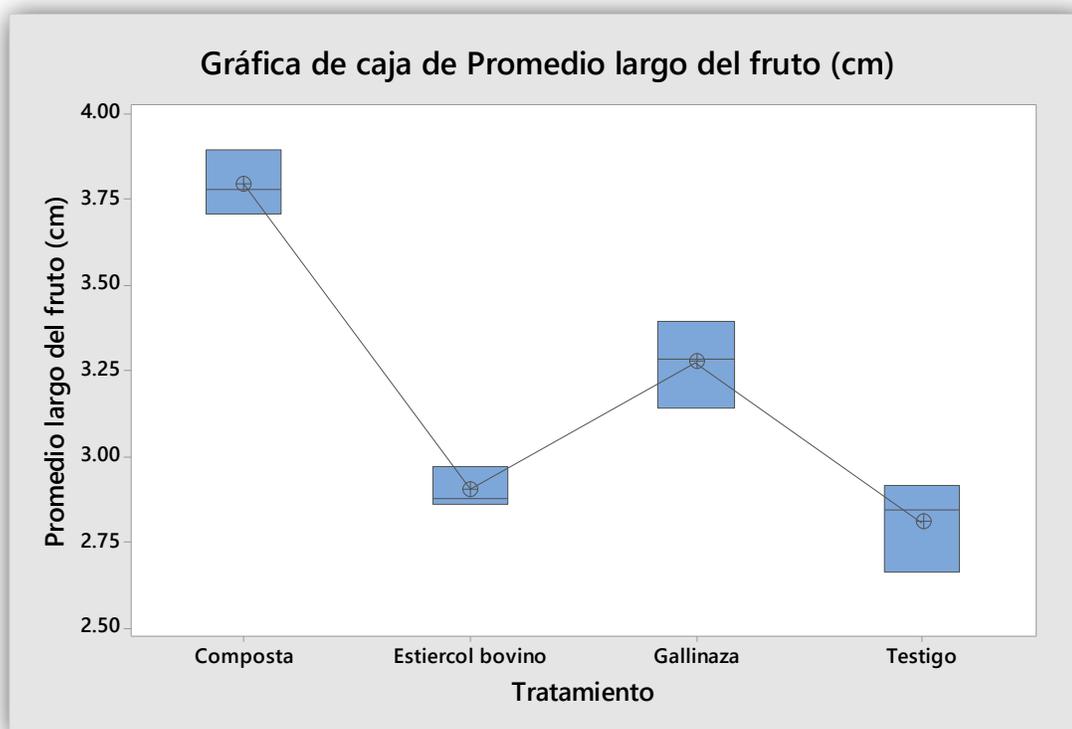


Figura 15. Porcentaje de caja de promedio largo del fruto (cm).

Después de realizar el análisis de varianza para la variable longitud del fruto (Anexo 10), se encontró que si existen diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p= 0.000$), por lo anterior, se procedió a realizar la comparación múltiple de medias de Tukey (Anexo 11), con un nivel de significancia de $\alpha= 0.05$, dando como resultado el agrupamiento que se muestra en la Tabla 7. De acuerdo con lo reportado por Tapia (2014), la nutrición orgánica con composta en este experimento se incrementó el número de frutos amarrados además del tamaño longitudinal de los frutos por lo tanto mayor rendimiento del cultivo. Los resultados indican en general, que la nutrición orgánica con composta es una alternativa viable para obtener buenos y adecuados amarres y crecimiento de fruto (largo en cm), y así tener mayor rendimiento de fruto.

Tabla 7. Comparación múltiple de medias de Tukey para longitud del fruto en (cm).

Tratamiento	Longitud del fruto en (cm)
Composta	3.7932 A
Gallinaza	3.2722 B
Estiercol bovino	2.9006 C
Testigo	2.8044 C

De acuerdo con la Tabla 7, el tratamiento con composta fue el que presento mayor longitud en (cm) en los frutos amarrados, y estadísticamente tiene diferencias con los demás tratamientos. Esto coincide con lo que propone Tapia (2014) quien uso compostas en el cultivo del aguacate en la huerta “El Rosario” ubicado en el municipio de Nuevo Parangaricutiro, Michoacán.

6.5. Diámetro ecuatorial (cm).

También, se midieron los frutos en su longitud ecuatorial ancho (Anexo 9). A los datos se aplicó análisis de varianza para determinar si existieron diferencias

estadísticas significativas entre los tratamientos, así como la gráfica de caja de promedio sobre el ancho (cm) del fruto (Figura 16).

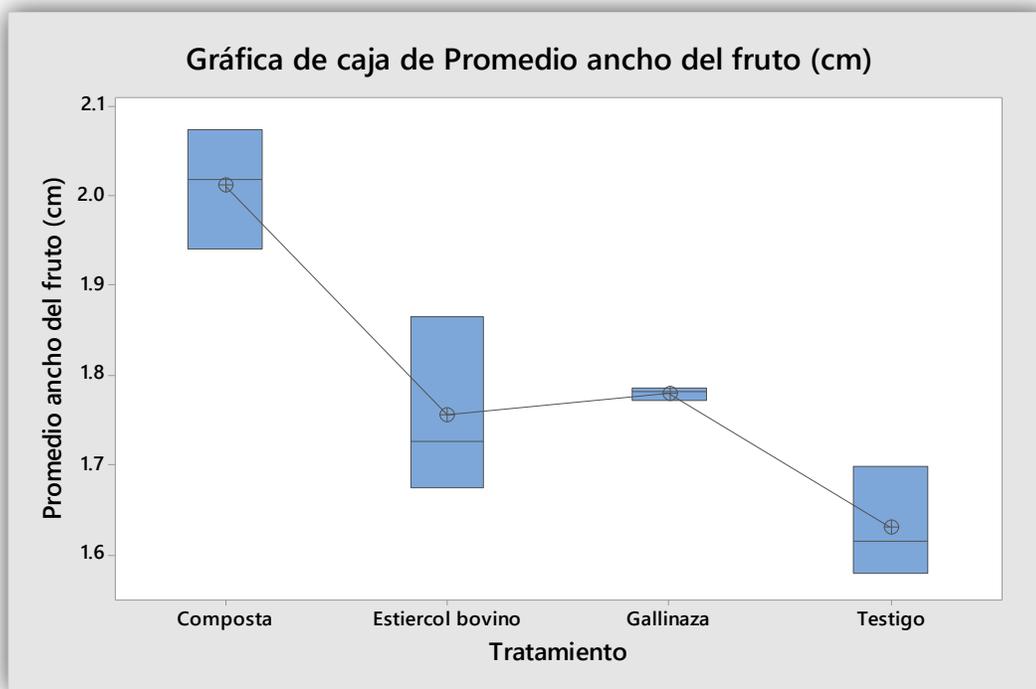


Figura 16. Porcentaje de caja de promedio ancho del fruto (cm).

Después de realizar el análisis de varianza para la variable ancho del fruto (Anexo 12), se encontró que si existen diferencias estadísticas entre los tratamientos ($p= 0.001$), por lo anterior, se procedió a realizar la comparación múltiple de medias de Tukey (Anexo 13), con un nivel de significancia de $\alpha= 0.05$, dando como resultado el agrupamiento que se muestra en la tabla (Tabla 8). De acuerdo con lo reportado por Tapia (2014), la nutrición orgánica con composta en este experimento se incrementó el número de frutos amarrados además del tamaño longitudinal de los frutos por lo tanto mayor rendimiento del cultivo. Los resultados arrojados estadísticamente indican en general, que la nutrición orgánica a base de compostas es una alternativa viable para obtener buena floración, frutos tamaño cerillos y buenos y adecuados amarres así como buen crecimiento de fruto (ancho en cm), y así tener mayor rendimiento de fruto.

Tabla 8. Comparación múltiple de medias de Tukey para ancho del fruto en (cm).

Tratamiento	Ancho del fruto (cm)
Composta	2.0098 A
Gallinaza	1.77907 B
Estiercol bovino	1.7547 B
Testigo	1.6302 B

De acuerdo con la Tabla 8, el tratamiento con composta fue el que presentó mayor anchura en (cm) en los frutos amarrados, y estadísticamente tiene diferencias con los demás tratamientos. Esto coincide con lo que propone el autor Tapia (2014), quien usó compostas en el cultivo del aguacate en la huerta “El Rosario” ubicado en el municipio de Nuevo Parangaricutiro, Michoacán.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. Conclusiones:

De los tres abonos utilizados en la nutrición de aguacate no se observó efecto significativo en la floración, debido al estado de avance de la misma.

En cuanto al amarre del fruto tipo cerillo, el tratamiento con composta fue el mejor estadísticamente, superando a los otros tres tratamientos.

Para la variable de frutos amarrados de la misma manera el tratamiento con composta fue el mejor, dando a su vez los mayores frutos amarrados superando a los otros tres tratamientos.

Para la variable de medición de los frutos de la misma manera el tratamiento con composta fue el mejor, dando a su vez los mayores valores como diámetro polar norte y diámetro polar sur así como diámetro ecuatorial del largo y ancho del fruto.

7.2. Recomendaciones:

Las recomendaciones para nuevas investigación son:

Estimar los costos de producción, para así demostrar cuánto cuesta producir un buen amarre en el fruto del aguacate, bajo cada una de las fórmulas de abonado orgánico empleadas.

Comparar los costos de producción entre la fertilización química y la nutrición orgánica del cultivo.

Realizar estudios de caracterización organoléptica de los frutos amarrados para así determinar cuál tratamiento obtuvo mayor efectividad y calidad de frutos, y así determinar sus contenidos de aceites.

8. LITERATURA CITADA.

- Aguilera, M. J. L.; Tapia, V. L. M.; Vidales, F. I. y Salazar, G. S. 2005. Contenido nutrimental en suelo y hojas de aguacate en huertos establecidos en Michoacán y comparación de métodos para interpretación de resultados. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Uruapan, Michoacán. Folleto técnico 2. 28 p
- Alarcón, M.A. 2012. Manejo integrado del cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) cv Hass. en Michoacán. pp. 27-52.
- Anguiano, V.M. Coria, J.A. Ruíz, G. Chávez, J.J. y Alcántar R. 2003. Caracterización edáfica y climática del área productora de aguacate *Persea americana* Cv. "Mill" en Michoacán, México. Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) 2003. pp. 323-328.
- Anguiano, C.J. Alcántar, J.J Toledo, B.R. Tapia, L. M. Vidales, J.A 2007. Caracterización Edafoclimática del área Productora de Aguacate de Michoacán, México. Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate).
- Bernal y Díaz, 2005. Diagnostico nutrimental para la producción de aguacate Hass. Informe de investigación. UACH. Texcoco, Méx. 167 p.
- Caballero, A.R.J. 2007. La producción de aguacate en Michoacán. Morelia, Mich. pp. 2-13.
- Castellanos, S.R.A. 2013. Agricultura orgánica una alternativa para la nutrición del cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill) cv. Hass. Informe de investigación. UACH. Méx. pp. 104-127.
- Durand, P. J. 2015. Enfermedades de importancia agronómicas en el cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) cv. Hass. Facultad de Agrobiología UMSNH Uruapan, Michoacán. México pp.19-37.
- ENACAFE, 2004. Caracterización Edafoclimática del área Productora de Aguacate (*Persea americana* Mill) cv Hass en Uruapan, Michoacán, México pp. 157-170.

- Evanylo, G. P. Y P. Ramírez M. 2008. Fertilización y nutrición orgánica con estiércol de bovino en el aguacate y su manejo integrado. D. Téliz (ed.). Ed. Mundiprensa. México, D.F pp. 103-113.
- FIRA, 2020. Contenido e índices nutrimentales en huertos comerciales de aguacate en Michoacán. 1er Congreso Mexicano y Latinoamericano del aguacate. Uruapan Mich., Octubre 2020.
- Gallegos, E. R. 2012. Algunos aspectos del suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos del aguacate y su producción en Michoacán. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Godínez, P. A. 2000. Aspectos fenológicos y su manejo integrado del cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) cv. Hass Michoacán, México pp. 44-52.
- Guzmán, R. S. L.; Santos, T. A.; Sánchez, G. P.; Galvis, S. A. y Santizo, R. J.A. 2018. Fertilización orgánica e inorgánica en huertas de aguacate cv. Haas bajo manejo integrado y orgánico en el estado de Michoacán. Ciencias Agrícolas Informa:26-34.
- Hanson, T. F. 2012. Plagas de importancia agronómica del cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill) cv. Hass. Facultad de Agrobiología UMSNH Uruapan, Michoacán. México pp. 13-34.
- Hermoso, JM, Torres, MD & Farré, JM 2003. 'Efectos de seis tipos de materia orgánica en el crecimiento y la productividad de árboles jóvenes de aguacate Hass con baja fertilización nitrogenada'. Actas V Congreso Mundial del Aguacate. Málaga-Granada, vol.1, pp. 195-197.
- Hermoso, JM, Torres, MD & Farré, JM 2011. Efectos de Materias Orgánicas en Árboles Adultos de Hass Proceedings VII World Avocado Congress 2011 (Actas VII Congreso Mundial del Aguacate 2011). Cairns, Australia. 5 – 9 September 2011.
- INIFAP, 2020. Diversificación de la especie del aguacate (*Persea americana* Mill) en México. pp. 44-52.

- Martínez, B. R. 2020. La producción nacional de aguacate y su importancia en el mercado internacional. Memorias del VI curso de aprobación fitosanitaria en el manejo del aguacate. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" Uruapan Michoacán México.
- Mejía, M. J. 2015. Evaluación preliminar de fertilización con gallinaza y fertilizantes inorgánicos en árboles de aguacate (*Persea americana* Mill) cv fuerte. Memoria. Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas, México. Pp. 29-35.
- Morales G.J.L 2009. Enfermedades del fruto de aguacate. Facultad de Agrobiología UMSNH Michoacán México pp.3-19.
- Palacios, A.J.M. 2003. Dinámica y balance nutrimental en árboles de aguacate (*Persea americana* Mill) cv Mill, con alto y bajo rendimiento en la región de Uruapan, Michoacán. Tesis Maestro en ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. De México.
- Pérez A. S. 2015. El aguacate (*Persea americana* Mill). Cultivos tropicales, 2015, vol. 36, no, 2, pp, 111-123.
- Pérez R. 1986. Manejo integrado del aguacate y Producción de biofertilizantes con la cría de la lombriz roja Californiana (*Eisenia foetida*), utilizando cuatro tipos de sustratos diferentes en condiciones semi-controladas. Revista Unellez de Ciencia y Tecnología 12: 88.
- Perdomo, A. H. 2013. Diagnóstico nutrimental y fertilización del aguacate "Mill" bajo condiciones de temporal. Revista Chapingo Serie Horticultura. Pp.173-184.
- Ríos, F.J.F., 2005. La agricultura orgánica. En: Alternativas para el campo mexicano para el cultivo del aguacate. José Luis Calva, tomo II, México. pp. 152-181.
- Saavedra, P. J. 2013. Manuel de abonos orgánicos (gallinaza) en huertas de aguacate cv. Has bajo manejo integrado y orgánico en el estado de Michoacán. pp. 72-89.

- Salazar, S; Durán, I., y Vargas, L. 2011. Influencia del clima, humedad del suelo y época de floración sobre la biomasa y composición nutrimental de frutos de aguacate Mill en Michoacán, México. Rev. Chapingo Serie Horticultura. 17:183-194.
- Sánchez, G.P. 2017. Simposio de nutrición en aguacate y sus amarres del fruto. I Congreso Mexicano y Latinoamericano del Aguacate. Uruapan Mich. Significance and potentials. Scientia Horticultural 68(4):1-24
- Secretaria de Economía, Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) 2020. Anuario estadístico de la producción agrícola. SAGARPA.
- SIAP, 2016. Clasificación taxonómica del fruto del aguacate (*Persea americana* Mill) pp. 32-36.
- Tapia. L. M. 2007. La composta orgánica y su contenido nutrimental. In: el aguacate y su manejo integrado. Téliz, D. y Mora, A. (coords.). 2da. Edición. Mundi Prensa. México. 107-121 pp.
- Teliz D., Mora A. 2018. El aguacate y su manejo integrado. 2a. ed. Mundi-prensa México pp. 235-246
- Teliz, A. 2015. Nutrición del Aguacate. In: el aguacate y su manejo integrado. 2ª. Ed. El aguacate y su fenología (*Persea americana* Mill). Vr Hass en Michoacán, México. 87-107 pp.
- Teliz, P. R. 2000. Caracterización Edafoclimática y Fenológicas del aguacate (*Persea americana* Mill). Vr Hass de Michoacán, México. (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate).
- Torres, M. J. 2015. Guía Técnica del manejo integrado del cultivo del Aguacate (*Persea americana* Mill). Nueva San Salvador: Maya. pp. 12-29.
- Vidales, F.J.A. 2007. Memorias del Curso de Plagas y enfermedades. FIRA Morelos, México. pp. 10.
- Whitey, R. Mora A. 2002. Importancia histórica y origen del aguacate (*Persea americana* Mill). Y su manejo integrado del cultivo. 2a. ed. México pp. 3-28.

9. ANEXOS.

Anexo 1. Conteo de flores por cada árbol.

Tratamiento	Repetición	Número de flores
Testigo	R1	3894
Testigo	R2	4629
Testigo	R3	3787
Estiercol bovino	R1	4875
Estiercol bovino	R2	4637
Estiercol bovino	R3	3934
Composta	R1	4017
Composta	R2	4778
Composta	R3	4489
Gallinaza	R1	4695
Gallinaza	R2	4214
Gallinaza	R3	4182

Anexo 2. Análisis de varianza para el número de flores.

ANOVA de un solo factor: Número de flores vs. Tratamiento

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	Composta, Estiercol bovino, Gallinaza, Testigo

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	253221	84407	0.50	0.695
Error	8	1359317	169915		
Total	11	1612538			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)

412.207 15.70% 0.00% 0.00%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Composta	3	4428	384	(3879, 4977)
Estiercol bovino	3	4482	489	(3933, 5031)
Gallinaza	3	4364	287	(3815, 4912)
Testigo	3	4103	458	(3555, 4652)

Desv.Est. agrupada = 412.207

Anexo 3. Conteo de frutos tamaño cerillo.

Tratamiento	Repetición	Número de frutos tamaño cerillo
Testigo	R1	739
Testigo	R2	551
Testigo	R3	648
Estiercol bovino	R1	622
Estiercol bovino	R2	669
Estiercol bovino	R3	711
Composta	R1	903
Composta	R2	917
Composta	R3	975
Gallinaza	R1	732
Gallinaza	R2	771
Gallinaza	R3	712

Anexo 4. Análisis de varianza para frutos tamaño cerillo.

ANOVA de un solo factor: Número de frutos tamaño... s.

Tratamiento

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
--------	---------	---------

Tratamiento 4 Composta, Estiércol bovino, Gallinaza, Testigo

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	152158	50719	15.39	0.001
Error	8	26358	3295		
Total	11	178516			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
57.3999	85.23%	79.70%	66.78%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Composta	3	931.7	38.2	(855.2, 1008.1)
Estiércol bovino	3	667.3	44.5	(590.9, 743.8)
Gallinaza	3	738.3	30.0	(661.9, 814.8)
Testigo	3	646.0	94.0	(569.6, 722.4)

Desv.Est. agrupada = 57.3999

Anexo 5. Comparación múltiple de medias de Tukey para número frutos tamaño cerillo.

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Composta	3	931.7	A
Gallinaza	3	738.3	B
Estiércol bovino	3	667.3	B
Testigo	3	646.0	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ICs simultáneos de 95% de Tukey

Anexo 6. Conteo de frutos amarrados.

Tratamiento	Repetición	Número de frutos amarrados
Testigo	R1	34
Testigo	R2	43
Testigo	R3	37
Estiercol bovino	R1	52
Estiercol bovino	R2	64
Estiercol bovino	R3	61
Composta	R1	87
Composta	R2	78
Composta	R3	81
Gallinaza	R1	77
Gallinaza	R2	69
Gallinaza	R3	71

Anexo 7. Análisis de varianza para frutos amarrados.

ANOVA de un solo factor: Número de frutos amarrados... Tratamiento

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	Composta, Estiercol bovino, Gallinaza, Testigo

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	3267.0	1089.00	44.30	0.000
Error	8	196.7	24.58		
Total	11	3463.7			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad.	R-cuad.

	(ajustado)	(pred)
4.95816	94.32%	92.19% 87.22%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Composta	3	82.00	4.58	(75.40, 88.60)
Estiércol bovino	3	59.00	6.24	(52.40, 65.60)
Gallinaza	3	72.33	4.16	(65.73, 78.93)
Testigo	3	38.00	4.58	(31.40, 44.60)

Desv.Est. agrupada = 4.95816

Anexo 8. Comparación múltiple de medias de Tukey para número frutos amarrados.

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Composta	3	82.00	A
Gallinaza	3	72.33	A
Estiércol bovino	3	59.00	B
Testigo	3	38.00	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 9. Tabla de datos de longitud y ancho de fruto.

Tratamiento	Repetición	Promedio largo del fruto (cm)	Promedio ancho del fruto (cm)
Testigo	R1	2.658823529	1.579411765
Testigo	R2	2.913953488	1.697674419
Testigo	R3	2.840540541	1.613513514
Estiercol bovino	R1	2.859615385	1.865384615
Estiercol bovino	R2	2.875	1.725
Estiercol bovino	R3	2.967213115	1.673770492
Composta	R1	3.894252874	2.072413793
Composta	R2	3.705128205	1.93974359
Composta	R3	3.780246914	2.017283951
Gallinaza	R1	3.283116883	1.771428571
Gallinaza	R2	3.139130435	1.785507246
Gallinaza	R3	3.394366197	1.78028169

Anexo 10. Análisis de varianza para el promedio largo de frutos (cm).

ANOVA de un solo factor: Promedio largo del fruto (cm)... tratamiento

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	Composta, Estiercol bovino, Gallinaza, Testigo

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	1.80899	0.60300	52.34	0.000
Error	8	0.09216	0.01152		
Total	11	1.90115			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.107331	95.15%	93.33%	89.09%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Composta	3	3.7932	0.0952	(3.6503, 3.9361)
Estiercol bovino	3	2.9006	0.0582	(2.7577, 3.0435)
Gallinaza	3	3.2722	0.1280	(3.1293, 3.4151)
Testigo	3	2.8044	0.1313	(2.6615, 2.9473)

Desv.Est. agrupada = 0.107331

Anexo 11. Comparación múltiple de medias de Tukey para el promedio largo de frutos (cm).

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Composta	3	3.7932	A
Gallinaza	3	3.2722	B
Estiercol bovino	3	2.9006	C
Testigo	3	2.8044	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 12. Análisis de varianza para el promedio ancho de frutos (cm).

ANOVA de un solo factor: Promedio ancho del fruto... vs. Tratamiento

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales

Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Tratamiento	4	Composta, Estiércol bovino, Gallinaza, Testigo

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0.22551	0.075171	16.67	0.001
Error	8	0.03608	0.004510		
Total	11	0.26159			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0671557	86.21%	81.04%	68.97%

Medias

Tratamiento	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
Composta	3	2.0098	0.0666	(1.9204, 2.0992)
Estiercol bovino	3	1.7547	0.0992	(1.6653, 1.8441)
Gallinaza	3	1.77907	0.00712	(1.68966, 1.86848)
Testigo	3	1.6302	0.0609	(1.5408, 1.7196)

Desv.Est. agrupada = 0.0671557

Anexo 13. Comparación múltiple de medias de Tukey para el promedio ancho de frutos (cm).

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
Composta	3	2.0098	A
Gallinaza	3	1.77907	B
Estiercol bovino	3	1.7547	B
Testigo	3	1.6302	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ICs simultáneos de 95% de Tukey