

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Evaluación de dos variedades de higuera (*Ficus carica* L.) en vareta, en base a la aplicación de productos orgánicos y condiciones ambientales.

Por:

JUAN ANTONIO ANIMA SOTO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título del:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Torreón, Coahuila, México

Septiembre de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Evaluación de dos variedades de higuera (*Ficus carica* L.) en vareta, en base a la aplicación de productos orgánicos y condiciones ambientales.

Por:

JUAN ANTONIO ANIMA SOTO

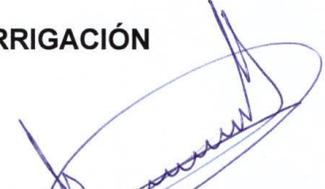
TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

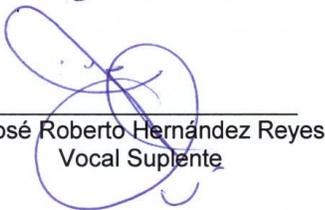
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

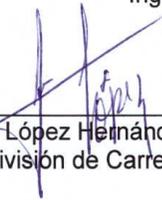
Aprobada por:


M.C. Armando Moreno Rubio
Presidente


Dr. Armando Noe Moreno Hernández
Vocal


Dr. J. Isabel Márquez Mendoza
Vocal


Ing. José Roberto Hernández Reyes
Vocal Suplente


Javier López Hernández
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Septiembre de 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

Evaluación de dos variedades de Higuera (*Ficus carica* L.) en veta, en base a la aplicación de productos orgánicos y condiciones ambientales.

Por:

JUAN ANTONIO ANIMA SOTO

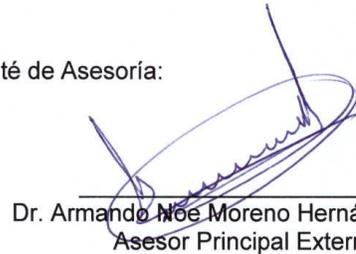
TESIS

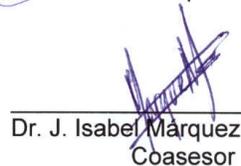
Presentada como requisito parcial para obtener el título del:

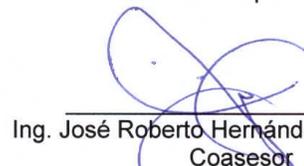
INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

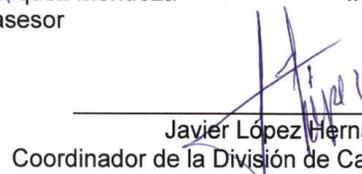
Aprobada por el Comité de Asesoría:


M.C. Armando Moreno Rubio
Asesor Principal Interno


Dr. Armando Noe Moreno Hernández
Asesor Principal Externo


Dr. J. Isabel Marquez Mendoza
Coasesor


Ing. José Roberto Hernández Reyes
Coasesor


Javier López Hernández
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Septiembre de 2019



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, al Departamento de Riego y Drenaje, por permitirme la realización de la presente investigación y darme las herramientas necesarias para concluir nuestros estudios.

Muy en especial expreso un profundo agradecimiento al Dr. Armando Moreno por el apoyo brindado para la realización de este trabajo de tesis, por compartir su experiencia y conocimientos para lograr esta meta en mi vida personal, así como la oportunidad de desarrollar este trabajo de tesis, pero sobre todo por brindarme su amistad que es invaluable.

DEDICATORIAS

A Dios, por dejarme seguir adelante, por ponerme en este camino, por darme lo necesario y lo más valioso: mi familia.

A mi madre Graciela Soto, porque sin ella no lo hubiera logrado, gracias a su esfuerzo y paciencia, aunque es algo pequeño es un capítulo que usted hizo posible culminarlo. A usted gracias por su gran cariño y estar conmigo en todo momento, por la oportunidad de brindarme una carrera y creer en mí.

A mis hermanos, por compartir tantos buenos y malos momentos y por darme su gran apoyo y admiración.

A mi hija y a mi esposa, que son parte fundamental de mi vida. Gracias por cuidarme, ayudarme y estar conmigo.

RESUMEN

La presente tesis realiza la evaluación de la eficiencia de productos orgánicos y su época de aplicación a dos variedades de higuera, para poder establecer nuevas estrategias de producción de higuera en la región lagunera. Esta tuvo como objetivos evaluar la respuesta fenológica a la aplicación de productos orgánicos en dos variedades de higuera (*Ficus carica* L.), así como identificar las mejores condiciones climáticas para el desarrollo de higuera en varetas, como también identificar la mejor variedad de higuera y su respuesta a la aplicación de productos orgánicos. Se evaluaron 2 tratamientos que resultaron de la combinación de tres productos orgánicos y 2 variedades de Higos y tomando en cuenta y analizando las condiciones ambientales presentadas en el transcurso de la evaluación. (Tratamiento 1: Produteck + Bioq-Complex + *White kadota*; Tratamiento 2: Seven 7 + Bioq-Complex + *Black mission*). Se establecieron 12000 varetas de higuera, 6000 varetas con la variedad higo blanco y las 6 mil restantes variedad higo negro. La fecha de plantación se realizó en enero del 2019. En el desarrollo fenológico de la planta se evaluó el diámetro y altura del tallo, el número de brotes y de hojas y el peso de la planta. Con referente al diámetro del tallo se obtuvo un valor máximo promedio de 1.49 cm en la variedad *White kadota*, en la variedad *Black mission* presento un valor promedio de 1.43 cm, con respecto al Testigo presento un valor máximo promedio de 1.42 cm. En la altura de tallo se obtuvo un valor máximo promedio de 17.94 cm en la variedad *White kadota*, en la variedad *Black mission* presento un valor promedio de 17.8 cm, con respecto al Testigo presento un valor máximo promedio de 15.7 cm. Con referente al número de hojas se obtuvo un valor máximo promedio de 7.77 en la variedad *White kadota*, en la variedad *Black mission* presento un valor promedio de 6.90, con respecto al Testigo presento un valor máximo promedio de 6.09. En el peso de la planta se obtuvo un valor promedio de 47.85 g. en la variedad *White kadota*, en la variedad *Black mission* presento un valor promedio de 39.2 g, con respecto al Testigo presento un valor promedio de 38.15 g.

Palabras clave: Higuera, Fenología, *Ficus carica*, Orgánicos, Varetas, Temperatura.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS	II
RESUMEN	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE FIGURA	VII
I INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	1
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
HIPÓTESIS	2
II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 ORIGEN.....	3
2.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	3
2.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.	4
2.4. FACTORES DE PRODUCCIÓN	4
2.4.1 <i>Propagación vegetativa</i>	4
2.4.2 <i>Propagación por estacas</i>	5
2.4.3 <i>Suelos</i>	5
2.4.4 <i>Temperatura</i>	5
2.5 VARIEDADES DE INTERÉS COMERCIAL	6
2.6 PRODUCCIÓN MUNDIAL.....	8
2.7 PRODUCCIÓN NACIONAL DE HIGO	9
2.8 RENDIMIENTO	9
2.9 BACTERIAS BENÉFICAS.....	10
2.9.1 <i>Importancia de las bacterias</i>	10
2.9.2 <i>Tipos de bacterias</i>	10
2.9.3 <i>Beneficios de las aplicaciones al suelo</i>	11
III MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1 UBICACIÓN.....	12
3.2 TRATAMIENTOS.....	13
3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	14
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	14
3.5 VARIABLES A EVALUAR.....	14

IV RESULTADOS.....	16
4.1 VARIABLES FENOLÓGICAS.....	16
4.1.1 <i>Diámetro del tallo</i>	16
4.1.2 <i>Altura del tallo</i>	17
4.1.3 <i>Número de brotes</i>	18
4.1.4 <i>Número de hojas</i>	19
4.1.5 <i>Peso de la planta</i>	20
4.2 TEMPERATURA.....	20
V DISCUSIÓN	27
VI CONCLUSIÓN.....	28
VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
ANEXOS	31

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. PROMEDIOS DEL DIÁMETRO DE TALLO EN TRATAMIENTOS Y TESTIGO EN VARIEDADES DE HIGUERA (FICUS CARICA L.) <i>WHITE KADOTA</i> Y <i>BLACK MISSION</i>	16
CUADRO 2. PROMEDIO DE ALTURA DE TALLO EN TRATAMIENTOS Y TESTIGO EN VARIEDADES DE HIGUERA (FICUS CARICA L.) <i>WHITE KADOTA</i> Y <i>BLACK MISSION</i>	17
CUADRO 3. PROMEDIOS DE NÚMERO DE BROTES EN TRATAMIENTOS Y TESTIGO EN VARIEDADES DE HIGUERA (FICUS CARICA L.) <i>WHITE KADOTA</i> Y <i>BLACK MISSION</i>	18
CUADRO 4. PROMEDIOS DE NÚMERO DE HOJAS EN TRATAMIENTOS Y TESTIGO EN VARIEDADES DE HIGUERA (FICUS CARICA L.) <i>WHITE KADOTA</i> Y <i>BLACK MISSION</i>	19
CUADRO 5. PROMEDIOS DE PESO DE PLANTA EN TRATAMIENTOS Y TESTIGO EN VARIEDADES DE HIGUERA (FICUS CARICA L.) <i>WHITE KADOTA</i> Y <i>BLACK MISSION</i>	20
CUADRO 6. TEMPERATURAS MÁXIMAS, MÍNIMAS Y PROMEDIO REGISTRADAS EN LAS 7 MEDICIONES DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA INIFAP, MATAMOROS.....	20

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA 1. UBICACIÓN DEL PREDIO. (GÓMEZ PALACIO, DGO.) (GOOGLE EARTH 2016).....	12
FIGURA 2. RELACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE DIÁMETROS DE TALLO DE DOS VARIEDADES DE HIGUERA (FICUS CARICA L.) <i>WHITE KADOTA</i> Y <i>BLACK MISSION</i> CON LA TEMPERATURA.	21
FIGURA 3. RELACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE ALTURAS DE TALLO DE DOS VARIEDADES DE HIGUERA (FICUS CARICA L.) <i>WHITE KADOTA</i> Y <i>BLACK MISSION</i> CON LA TEMPERATURA.	22
FIGURA 4. RELACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE NÚMERO DE BROTES DE DOS VARIEDADES DE HIGUERA (FICUS CARICA L.) <i>WHITE KADOTA</i> Y <i>BLACK MISSION</i> CON LA TEMPERATURA.	23
FIGURA 5. RELACIÓN DE LOS PROMEDIOS DE NÚMERO DE HOJAS DE DOS VARIEDADES DE HIGUERA (FICUS CARICA L.) <i>WHITE KADOTA</i> Y <i>BLACK MISSION</i> CON LA TEMPERATURA.	24
FIGURA 6. MEDIAS DEL DIÁMETRO DE TALLO OBTENIDAS DEL PROGRAMA SAS.....	25
FIGURA 7. MEDIAS DE LA ALTURA DE TALLO OBTENIDAS DEL PROGRAMA SAS.....	25
FIGURA 8. MEDIAS DEL NÚMERO DE BROTES OBTENIDAS CON EL PROGRAMA SAS.....	26

I INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la superficie de cultivo de la higuera supera las 448.000 ha, con una producción de 1.184.900 t. Hasta el año 2005, Turquía era el principal país productor con una producción máxima de 290.000 t. A partir de esta fecha, Egipto pasó a liderar la producción mundial, con un volumen de producción en el año 2008 de 304.000 t, seguida de Turquía con 205.000 t (FAOSTAT, 2016).

El higo es un fruto succulento apreciado en casi todo el mundo por su valor nutricional, su consumo es en fresco, deshidratada y procesada mínimamente. Además, es rica fuente de benzaldehídos, contiene enzimas y flavonoides que ayudan en el proceso digestivo, cantidades significativas de hierro, potasio, betacaroteno y fibra. El higo, como fruta fresca, tiene una alta capacidad nutritiva y nutracéutica y antioxidantes. Por cada ración de 100 g comestibles, contiene 1,800 mg de fenoles y 400 mg de antocianinas, ambos elementos antioxidantes (Wallace, 1999).

La poca producción de higuera en vareta en la región y la falta de información de variedades adaptables, ha generado en buscar estrategias de producción y paquetes nutricionales a bajo costo, dando las condiciones necesarias a la planta de higuera en vareta para su trasplante.

Objetivo General

Evaluar la respuesta fenológica a la aplicación de productos orgánicos en dos variedades de higuera (*Ficus carica*).

Objetivos específicos

Identificar las mejores condiciones climáticas para el desarrollo de higuera en vareta.

Identificar la mejor dosis de productos orgánicos.

Identificar la mejor variedad de higuera y su respuesta a la aplicación de productos orgánicos.

Hipótesis

La aplicación de productos orgánicos tendrá un mejor desarrollo fenológico en la variedad de *White kadota*.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen

La higuera común (*Ficus carica* L.) es un árbol frutal que fue domesticado en la antigüedad, en Asia occidental (Conduit, 1969); posteriormente, se distribuyó por todo el Mediterráneo, y fueron considerados como los manjares en la época de la Grecia clásica.

2.2 Descripción botánica

Arbusto caducifolio: de 5 a 10 m de altura, con un diámetro de tallo de hasta 18 cm.

Copa de hoja: Gruesa redondeada o aplanada, sombra media. Hojas simples, alternas, rugosas pubescentes acorazonadas y palmadas con 3 a 7 lóbulos, a veces lobuladas una segunda vez, irregularmente dentadas; miden de 10 a 20 cm de longitud y casi igual de ancho.

Tronco: Tronco con numerosas ramas gruesas de madera poco densa, glabras, extendidas o ascendentes. Se ramifica a poca altura del suelo, con un número variable de ramas que van de 12 a 30.

Corteza: Externa lisa de color grisáceo. Interna con una gran cantidad de células laticíferas que producen un látex lechoso, áspero y gomoso, que al entrar en contacto con el aire se espesa.

Flores: La inflorescencia donde se arreglan las flores se llama sicón. La flor femenina con 5 pétalos y un solo carpelo de color rosado o blanquecino arreglado en el fondo del sicón, flor masculina con 3 sépalos y 3 estambres, arreglada a la entrada del sicón. En esta especie el diagrama floral es bastante complejo. Es una

especie caracterizada por dos morfos: los cabrahigos, con flores estaminadas y flores pistiladas de estilo corto; y los higos comunes que producen sólo flores pistiladas de estilo largo.

Infrutescencia: El fruto es un sícono blando ovoide elipsoide, carnoso, recubierto con una cascara muy fina, con pequeños y numerosos aquenios incluidos en el fruto, es de color azulado o verde, negro o morado, mide de 3 a 10 cm de largo y tiene sabor dulce, mucilaginoso. El sícono o fruto falso es en realidad el receptáculo que en su evolución se hincha y se vuelve carnoso tras la fecundación, formando la breva o el higo según sea la fecha de madurez. Los aquenios son los frutos verdaderos.

Raíz: Sistema radical abundante, fibroso y de desarrollo superficial y muy extendido, a veces abarcando 15 m del terreno. En suelo permeable las raíces pueden descender a 6 m, el 80% se encuentra entre 20 y 45 cm.

Sexualidad: Monoica evolucionada a dioica. La flor es unisexuada. (Conabio, 2014).

2.3 Clasificación taxonómica.

- Reino: Plantae
- Filo: Magnoliophyta
- Clase: Urticales
- Familia: Moraceae
- Género: *Ficus*
- Especie: *Ficus carica* L. (Sintes, 1996).

2.4. Factores de producción

2.4.1 Propagación vegetativa

La multiplicación vegetativa de las plantas se realiza a partir de una porción de ellas

y es fundamentalmente utilizada en la conservación o reproducción de plantas o clones de interés. Entre los métodos más utilizados se citan la reproducción por estacas y por acodos aéreos (Espinosa, 1996).

2.4.2 Propagación por estacas

La estaca es cualquier parte de la planta, obtenida a partir de ramas, tallos o incluso de las raíces, que colocada en las adecuadas condiciones ambientales es capaz de formar raíz y brotes. Las estacas más empleadas en la multiplicación de frutales, son las leñosas. La longitud de las estacas por lo general es de 30 a 40 cm (Espinosa, 1996).

2.4.3 Suelos

El árbol de higo está adaptado a una gran variedad de suelos. Puede desarrollarse exitosamente en suelos desde pesados y arenosos, hasta pesados y arcillosos; de igual modo puede crecer en suelos ácidos o básicos. Sin embargo, los índices de productividad son mayores en tierras fértiles y profundas y suelos aluviales bien drenados, con elevado contenido de cal o en suelos calcáreos. Normalmente, la higuera presenta un sistema radical superficial, pero donde el suelo lo permite, puede formar raíces profundas, con lo que mejora la retención y absorción de agua y nutrimentos, lo cual es fundamental durante periodos secos (Sintes, 1996).

2.4.4 Temperatura

Con respecto a los requerimientos de temperatura, la higuera puede comportarse como planta tropical o como planta de zona templada, pero su crecimiento vegetativo se ve favorecido por las altas temperaturas. En regiones de días calientes y húmedos con noches tibias, los higos maduran rápidamente. En regiones

templadas, con estaciones bien definidas, las hojas de la higuera se pierden a finales del otoño y la planta entra en estado de latencia. Así, la planta puede soportar periodos largos de frío intenso. La aptitud para sobrevivir a bajas temperaturas, depende de la variedad, el estado del árbol, tipo de madera y modo de latencia. Existen varios métodos utilizados para proteger los huertos pequeños y árboles domésticos de las condiciones adversas. El cultivo en invernaderos, es uno de los métodos más utilizados para mantener las óptimas condiciones de crecimiento (Krezdorn y Adriance, 1984).

2.5 Variedades de interés comercial

Las higueras comúnmente cultivadas se clasifican en dos grupos, según den una o dos clases de frutos al año. Higueras bíferas o reflorecientes, llamadas brevas, breveras o bacoreras, que dan frutos en junio-julio (brevas) y en agosto-septiembre-octubre (higos). Higueras comunes, propiamente dichas, que sólo dan una cosecha (higos) en agosto-septiembre. Higueras breveras, brevas o bacoreras, son las más apreciadas y las únicas cuyo cultivo se va extendiendo. En estos árboles, algunos higos cada año no llegan a madurar en otoño y se conservan durante el invierno para hacerlo en el verano siguiente. Las brevas tienen un alto valor comercial por su tamaño, superior al de los higos, su aspecto atractivo y por las fechas en que maduran, con fácil comercialización en fresco. Estos frutos se forman sobre madera vieja, del año anterior, en donde pasan el invierno como pequeños botones, situándose dos, tres o cuatro por ramo, pudiendo llegar hasta siete. (Nikovsk, 1994).

Estas higueras dan una segunda cosecha, la de higos, a partir de agosto. Estos frutos

se forman sobre la brotación del mismo año. Los higos son del mismo color que las brevas, pero de tamaño más pequeño. De sabor más dulce, pero con menor aroma. En el comercio en fresco tiene menor valor que las brevas. (Infoagro, 2013). Entre los cultivares importantes están “Colar”, “Goina”, “Celeste” y “Magnolia”.

“Colar”. También se la denomina por los agricultores Negra y Flor ancha. Es la variedad más estimada por la calidad de sus brevas, y la única que en la actualidad se planta. Las brevas colares son de mayor tamaño que las otras dos, de color más negro, de forma más redonda, con más facilidad de rayado o agrietamiento de los frutos, característica comercial muy apreciada por el consumidor dada la vistosidad del fruto. (Nikovski, 1994).

“Goina”. Da brevas también negras, pero con el «cuello» algo más colorado, de sabor muy parecido a las colares. Las gomas son más alargadas, de menor tamaño y peso. Tienen menos agarre en el árbol y se caen, al madurar, con facilidad, si se retrasa algo la recolección. Según el vigor que tenga la higuera, las brevas salen más o menos aumentadas de tamaño, pero conservando la misma forma algo alargada. Otro inconveniente es que se anieblan, se marchitan fácilmente al comienzo de su desarrollo y aún después cuando van a empezar a madurar. Actualmente se conservan las higueras existentes, pero no se planta nuevas higueras ya, por lo cual cada año hay menos brevas de esta variedad (Infoagro, 2013).

“Ñoral”. Las brevas son algo verdosas, tirando a blanco por fuera, de menos calidad que las anteriores por no tener su mismo sabor. Algo más temprana (maduran ocho o diez días antes). Prácticamente no se plantan ya, conservándose solamente las higueras existentes.

“Verdal”. Da higos de color verde, de forma pendular, de gran calidad y con buen comercio; en el mercado se pagan mucho más que las otras variedades. Es de maduración tardía con fructificación que llega hasta noviembre momento en que generalmente les empieza a faltar a los higos el calor suficiente para madurar. Esta higuera tiene algunas brevas en junio que no llegan a amarrar. Tiene el inconveniente esta variedad de que las lluvias de otoño estropean muchos frutos dando lugar a que se abran los mismos y que se agríen (Rosello et al., 1996).

“Blanca”. Los higos son de color blanco, de buen tamaño, muy apropiados para conservar en seco.

2.6 Producción mundial

Los principales países productores se encuentran en la zona del Mediterráneo y en Asia Menor. Esto está relacionado con el área de origen y de difusión del cultivo de la higuera, siendo también los principales centros de consumo de higo. Turquía cultiva cerca de un cuarto de la producción mundial de higos, Grecia ocupa el segundo lugar con 80,000 t, seguido por España y Francia con 61,000 y 3,500 t respectivamente (FAO, 2016). En el año 2002, Portugal aportaba el 20.2% (85,900 ha) de la superficie total mundial dedicada a este cultivo (425.701 ha), ubicándose Turquía con 63,000 ha (14.8%) y Argelia con 50.641 ha (11.9%). Ese mismo año, del MERCOSUR participaba Brasil ocupando el puesto no. 14 (0.7%) y Argentina el no. 30 (0.06%). En 2004 Portugal y Turquía son los países con mayor superficie dedicada a esta producción. Chipre, Macedonia y Uzbekistán son los países que presentaron mayores valores de productividad promedio entre los años 2002 y 2004. En ese mismo periodo Brasil y ascendió a la sexta ubicación en términos de

productividad promedio (7,642 kg/ha), (Justo y Parra, 2005)

2.7 Producción nacional de higo

La superficie destinada al cultivo de higo en México, es muy baja. Son alrededor de 1,200 hectáreas en 11 estados de la República. Aproximadamente México tiene una superficie plantada de unas 1,200 hectáreas. Las entidades que participan en la producción de higo son Morelos (58%), Hidalgo (14%), Veracruz (10%), Baja California Sur (6.5%), Distrito Federal (3.5%), Puebla (2.6%), Durango (2.4%), San Luis Potosí (1.5%), Sonora (1.1%) y Baja California (0.4 %). (SAGARPA, 2010).

Los rendimientos andan en promedios de 6 a 8 toneladas por hectárea a cielo abierto, con una producción de 6 mil toneladas anuales. Es posible que, en condiciones de riego, con tecnologías apropiadas, la productividad aumente hasta un máximo de 120 toneladas por hectárea, a una cotización por kilogramo de 80 pesos. Es un cultivo frutal muy rentable (SAGARPA, 2014).

2.8 Rendimiento

Como en todas las actividades agrarias, las producciones que se obtienen de las higueras dependen de una serie de factores distintos, entre los cuales son las condiciones climáticas del año y la forma de realizar las operaciones culturales. El árbol de la higuera puede producir por más de 100 años. La producción se inicia a los 3 a 5 años y alcanza su máximo, alrededor de los 12 a 15 años, ya que es un árbol de desarrollo lento. Un árbol adulto produce alrededor de 50 kg de fruta fresca. El rendimiento unitario varía entre 2 a 2,5 t ha⁻¹ en los huertos jóvenes y 10 a 14 t ha⁻¹ en los adultos. Algunos árboles de gran tamaño llegan a producir entre 60 a 70 kg fruta. (Cadena hortofrutícola, 2014).

2.9 Bacterias benéficas

Los microorganismos son los componentes más importantes del suelo. Constituyen su parte viva y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo. La diversidad de microorganismos que se encuentran en una fracción de suelo cumple funciones determinantes en la transformación de los componentes orgánicos e inorgánicos que se le incorporan. Esto permite comprender su importancia en la nutrición de las plantas al efectuar procesos de transformación hasta elementos que pueden ser asimilados por sus raíces. La humificación de la materia orgánica es un proceso netamente microbiológico. (Orius Biotech, 2014).

2.9.1 Importancia de las bacterias

Las bacterias benéficas del suelo son indispensables para recuperar la estructura perdida por las prácticas agrícolas, para hacer disponibles los nutrientes que hay en el suelo y para incorporarle la materia orgánica que necesita para mejorar la fertilidad. (Orius Biotech, 2014).

2.9.2 Tipos de bacterias

Entre los géneros bacterianos más importantes agrícolamente por la transformación de los compuestos orgánicos e inorgánicos y que favorecen la nutrición de las plantas están: Bacillus, Pseudomonas, Azotobacter, Azospirillum, Beijerinckia, Nitrosomonas, Nitrobacter, Clostridium, Thiobacillus, Lactobacillus, y Rhizobium. (Orius Biotech, 2014).

2.9.3 Beneficios de las aplicaciones al suelo

Los suelos agrícolas que están sometidos a la mecanización continua, al monocultivo, al riego, a la aplicación de agroquímicos y fertilizantes de síntesis, a la compactación y a las quemadas, tienen una flora microbiana muy baja que afecta su fertilidad. Por lo tanto, la aplicación de bacterias benéficas favorece a la fertilidad del suelo. (Orius Biotech, 2014).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

El estudio se estableció en el vivero experimental en el municipio de Gómez Palacio Durango México. El predio se localiza en la colonia Miguel de la Madrid Hurtado (Calle Orquídeas, entre calles Primavera y verano).



Figura 1. Ubicación del predio. (Gómez Palacio, Dgo.) (Google Earth 2016)

Se establecieron 12000 varetas de higuera, 6000 varetas con la variedad *White kadota* y las 6 mil restantes variedad *Black mission*. La fecha de plantación de varetas se realizó a partir del 15 de enero del 2019. Los riegos consistieron en 4 riegos quincenales por mes a partir de enero-febrero. En los meses de marzo-abril se realizaron un riego por semana. Para el monitoreo fenológico de variedades de higuera se realizaron 7 muestreos directos empezando el 20 de enero y terminando el 4 de mayo.

Esta investigación pretendió realizar un estudio de la eficiencia de los productos orgánicos y su época de aplicación, para poder establecer nuevas estrategias de producción de higuera en la región.

El tipo de Investigación que se presenta: Por la intervención del Investigador, es de tipo Experimental, por que manipula variables. Según la planificación de toma de datos, refiere a tipo prospectivo ya que, los datos necesarios para el estudio son recogidos a propósito de la investigación (primarios). Por lo que, posee control del sesgo de medición. Según el número de ocasiones en que mide la variable de estudio es longitudinal ya que la variable de estudio es medida en dos o más ocasiones para realizar comparaciones (antes – después) entre muestras relacionadas. Según el número de variables de interés es analítico ya que el análisis estadístico por lo menos es bivariado; porque plantea y pone a prueba hipótesis y su nivel más básico establece la asociación entre factores. Los niveles de Investigación son: Explicativo, porque explica el comportamiento de una variable en función de otra(s); por ser estudios de causa-efecto requieren control y debe cumplir otros criterios de causalidad; así mismo, el control estadístico es multivariado a fin de descartar asociaciones aleatorias, casuales o espurias entre la variable independiente y dependiente.

3.2 Tratamientos

Se evaluaron 2 tratamientos que resultaron de la combinación de tres productos orgánicos y 2 variedades de Higos.

- Productos Orgánicos: Produteck, Seven 7, Bioq-Complex.
- Variedades de Higos: *White kadota*, *Black mission*, Testigo

- Tratamiento 1: Produteck + Bioq-Complex + *White kadota*.
- Tratamiento 2: Seven 7 + Bioq-Complex + *Black mission*.

Época y equipo de aplicación. Se realizaron 5 aplicaciones de productos orgánicos, donde la primera aplicación se efectuó el 15 de enero, la segunda el 24 de enero, tercera el 11 de febrero, cuarta 25 de febrero y la quinta aplicación el 11 de marzo. Se utilizó una motobomba de ½ pulgada y 20 metros de manguera de plástico ½ pulgada. El volumen de agua utilizada fue de 800 litros por cada 6000 plantas de higuera. La aplicación se realizó en forma localizada al área del sustrato de la maceta.

3.3 Diseño Experimental

Los tratamientos fueron establecidos bajo un diseño en bloques al azar con 5 repeticiones. La unidad experimental por variedad de higuera consistió en 6000 varetas distribuidas en 5 bloques con 1200 varetas cada bloque.

3.4 Análisis Estadísticos

Se efectuaron análisis de varianza (ANOVA) mediante el uso del programa SAS para todas las variables a medir en cada fecha de evaluación. Cuando el análisis de varianza indique diferencias significativas entre los tratamientos se procedió a aplicar la prueba de comparación de medias de Tukey.

3.5 Variables a evaluar

Diámetro del tallo. - Se realizaron 7 muestreos, donde se utilizó un vernier para la toma de datos, la muestra fue de 10 plantas o varetas por repetición. Registrando y colectando posteriormente en una base de datos para su posterior análisis.

Altura de planta. - Se realizaron muestreos quincenales donde se utilizó un flexómetro, para la toma de datos de las alturas en 10 plantas por repetición, registrando y colectando posteriormente en una base de datos para su posterior análisis. La toma de datos se realizó en enero hasta mayo.

Número de yemas o brotes. - Los muestreos se realizaron de forma manual y visual, donde se contabilizaron el número de yemas por planta de un total de 10, registrando y colectando posteriormente en una base de datos para su posterior análisis. La toma de datos se realizó de enero hasta mayo.

Número de hojas por planta. - Los muestreos se realizaron de forma manual y visual, donde se contabilizaron el número de hojas por planta de un total de 10 varetas, registrando y colectando posteriormente en una base de datos para su posterior análisis. La toma de datos se realizó de enero hasta mayo.

Peso de planta. - Se realizaron solo un muestreo único de peso en el mes de mayo, donde la muestra será 10 plantas por repetición, para la toma de muestra se utilizó una báscula.

Temperatura. - Los datos climatológicos se obtuvieron de la estación agroclimática de Matamoros Coahuila, proporcionada por la red de INIFAP. Se registraron temperaturas promedio, máximas y mínimas. La toma de datos se realizó cada 15 días registrando y colectando posteriormente en una base de datos para su posterior análisis.

IV RESULTADOS

Los muestreos se realizaron en las siguientes fechas:

- 1.- 20 de enero de 2019
- 2.- 03 de febrero de 2019
- 3.- 19 de febrero de 2019
- 4.- 03 de marzo de 2019
- 5.- 19 de marzo de 2019
- 6.- 03 de abril de 2019
- 7.- 16 de abril de 2019

4.1 Variables fenológicas

4.1.1 Diámetro del tallo

Cuadro 1. Promedios del diámetro de tallo en tratamientos y testigo en variedades de higuera (*Ficus carica* L.) *White kadota* y *Black mission*.

Variedad	unidad	Número de muestreo				
		1	2	3	4	5
<i>White kadota</i>	cm	1.43	1.45	1.48	1.49	1.49
<i>Black mission</i>	cm	1.42	1.42	1.43	1.43	1.43
Testigo	cm	1.41	1.41	1.41	1.42	1.42

Como se puede observar en el cuadro 1 en el higo blanco variedad *White kadota* se presentó un valor inicial promedio de 1.43 cm, en el tercer muestreo tuvo un valor promedio del diámetro del tallo de 1.48 cm, en último muestreo presentó un valor de 1.49 cm de diámetro. Por otro lado, el higo negro variedad *Black mission* presentó un valor inicial promedio de 1.42 cm, en el tercer muestreo tuvo un valor promedio del diámetro del tallo de 1.43 cm, en último muestreo presentó un valor de 1.49 cm de diámetro de tallo. Con lo que respecta al testigo presentó un valor inicial promedio de 1.41 cm, en el tercer muestreo tuvo un valor promedio del diámetro del tallo de 1.41 cm, en el muestreo final presentó un valor de 1.42 cm de diámetro de tallo.

4.1.2 Altura del tallo

Cuadro 2. Promedio de altura de tallo en tratamientos y testigo en variedades de higuera (*Ficus carica* L.) *White kadota* y *Black mission*.

Variedad	unidad	Número de muestreo				
		1	2	3	4	5
<i>White kadota</i>	cm	16.96	17.54	17.75	17.81	17.94
<i>Black mission</i>	cm	16.82	17.30	17.60	17.70	17.80
Testigo	cm	15.12	15.60	15.68	15.70	15.70

Como se puede observar en el cuadro 2 en el higo blanco variedad *White kadota* se presentó un valor inicial promedio de 16.96 cm, en el tercer muestreo tuvo un valor promedio de altura tallo de 17.75 cm, en último muestreo presentó un valor

de 17.94 cm. Por otro lado, el higo negro variedad *Black mission* presentó un valor inicial promedio de 16.82 cm, en el tercer muestreo tuvo un valor promedio de altura del tallo de 17.60 cm, en último muestreo presentó un valor de 17.80 cm. Con lo que respecta al testigo presentó un valor inicial promedio de 15.12 cm, en el tercer muestreo tuvo un valor promedio de 15.68 cm, en el muestreo final presentó un valor de 15.70 cm.

4.1.3 Número de brotes

Cuadro 3. Promedios de número de brotes en tratamientos y testigo en variedades de higuera (*Ficus carica* L.) *White kadota* y *Black mission*.

Variedad	Número de muestreo				
	1	2	3	4	5
<i>White kadota</i>	0.40	0.60	1.06	1.34	1.46
<i>Black mission</i>	0.24	0.30	0.52	0.63	0.84
Testigo	0.08	0.09	0.09	0.11	0.25

Como se puede observar en el cuadro 3 en el higo blanco variedad *White kadota* se presentó un valor inicial promedio de 0.40 brotes, en el tercer muestreo tuvo un valor promedio de 1.06 brotes, en último muestreo presentó un valor de 1.46 brotes. Por otro lado, el higo negro variedad *Black mission* presentó un valor inicial promedio de 0.24 brotes, en el tercer muestreo tuvo un valor promedio de 0.52 brotes, en último muestreo presentó un valor de 0.84 brotes. Con lo que respecta al testigo presentó un

valor inicial promedio de 0.08 brotes, en el tercer muestreo tuvo un valor promedio de 0.09 brotes, en el muestreo final presentó un valor de 0.25 brotes.

4.1.4 Número de hojas

Cuadro 4. Promedios de número de hojas en tratamientos y testigo en variedades de higuera (*Ficus carica* L.) White kadota y Black mission.

Variedad	Número de muestreo						
	1	2	3	4	5	6	7
White kadota	0	0	0	0	6.47	6.95	7.77
Black mission	0	0	0	0	5.87	6.24	6.90
Testigo	0	0	0	0	4.43	5.86	6.09

Como se puede observar en el cuadro 4, los muestreos iniciaron en la quinta fecha ya que fue cuando se empezaron a mostrar hojas en las plantas de higuera. En la variedad *White kadota* se presentó un valor inicial promedio de 6.47 hojas, en el segundo muestreo tuvo un valor promedio de 6.95 hojas, en último muestreo presentó un valor de 7.77 hojas. Por otro lado, el higo negro variedad *Black mission* presentó un valor inicial promedio de 5.87 hojas, en el segundo muestreo tuvo un valor promedio de 6.24 hojas, en último muestreo presentó un valor de 6.90 brotes. Con lo que respecta al testigo presentó un valor inicial promedio de 4.43 hojas, en el segundo muestreo tuvo un valor promedio de 5.86 hojas, en el muestreo final presentó un valor de 6.09 hojas.

4.1.5 Peso de la planta

Cuadro 5. Promedios de peso de planta en tratamientos y testigo en variedades de higuera (*Ficus carica* L.) White kadota y Black mission.

Planta	Unidad	Peso
<i>White kadota</i>	gr	47.85
<i>Black mission</i>	gr	39.2
Testigo	gr	38.15

Como se puede observar en el cuadro 5, el higo blanco variedad *White kadota* presentó un peso de 47.85 grs. Por otro lado, el higo negro variedad *Black mission* tuvo un valor promedio de 39.20 grs. Por último, el testigo presentó un valor de 38.15 gr.

4.2 Temperatura

Cuadro 6. Temperaturas máximas, mínimas y promedio registradas en las 7 mediciones de la estación meteorológica INIFAP, Matamoros.

Temperatura	Unidad	Número de muestreo						
		1	2	3	4	5	6	7
Máxima	°C	24	18	30	30	26	24	35
Mínima	°C	3.5	7.5	10.5	13	13	8.5	18.5
Promedio	°C	13.75	12.75	20.25	21.5	19.5	16.25	26.75

Como se puede observar en el cuadro 6, la temperatura máxima registrada fue en la séptima medición con 35 °C y la temperatura mínima fue en la primera medición con 3.5 °C. La temperatura promedio mínima registrada fue en la segunda medición con 12.75 °C y la temperatura promedio máxima fue en la séptima medición con 26.75 °C.

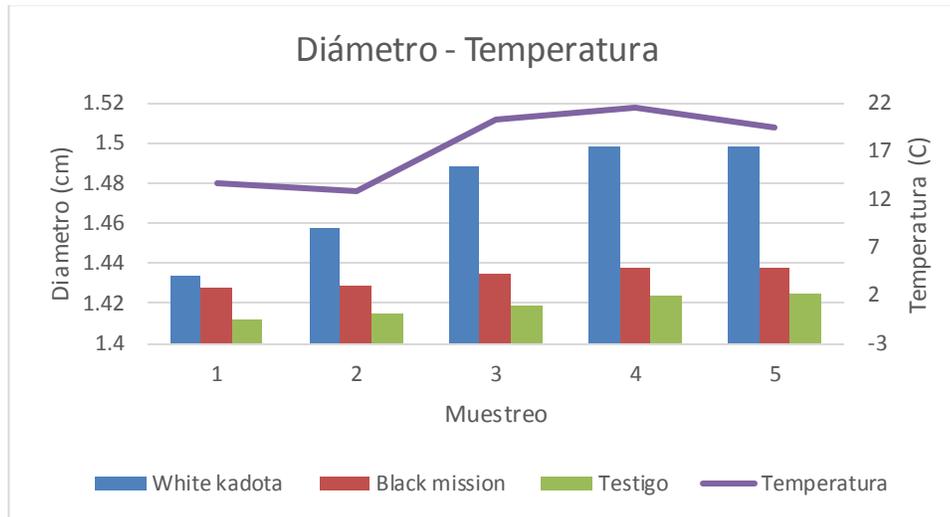


Figura 2. Relación de los promedios de diámetros de tallo de dos variedades de higuera (*Ficus carica* L.) *White kadota* y *Black mission* con la temperatura.

Como se puede observar en la Figura 2, la variedad *White kadota* higo blanco presentó un desarrollo vegetativo de diámetro de tallo inicial de 1.43 cm, con una temperatura promedio de 13.7 °C. En el quinto muestreo presentó un valor final de 1.49 cm de grosor de tallo con una temperatura promedio final de 19.5 °C. Por otro lado, la variedad *Black mission* higo negro obtuvo un valor final de diámetro de tallo de 1.439 cm con una temperatura promedio de 19.5 °C. Con lo que respecta al testigo las temperaturas promedio no fueron favorables para su desarrollo vegetativo, ya que presentó un valor inicial de 1.41 cm y un valor final de 1.42 cm de diámetro de tallo.

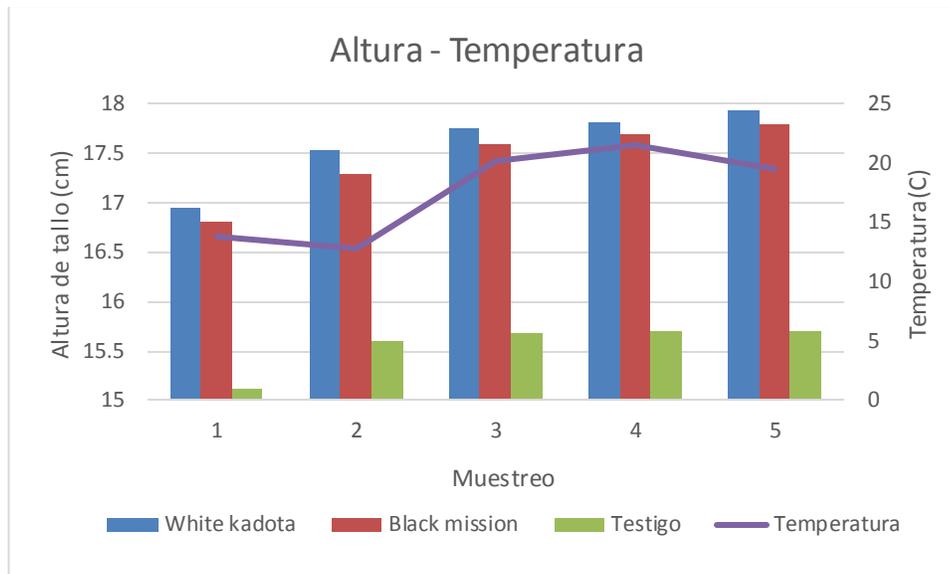


Figura 3. Relación de los promedios de alturas de tallo de dos variedades de higuera (*Ficus carica* L.) White kadota y Black mission con la temperatura.

Como se puede observar en la Figura 3, la variedad *White kadota* higo blanco presentó un desarrollo vegetativo de altura inicial de 16.9 cm, con una temperatura promedio de 13.7 °C. En el quinto muestreo presentó un valor final de 17.9 cm de altura con una temperatura promedio final de 19.5 °C. Por otro lado, la variedad *Black mission* higo negro obtuvo un valor final de alturas de varetas de 17.7 cm con una temperatura promedio de 19.5 °C. Con lo que respecta al testigo las temperaturas promedio no fueron favorables para su desarrollo vegetativo, ya que presentó un valor inicial de 15.2 cm y un valor final de 15.6 cm de altura.

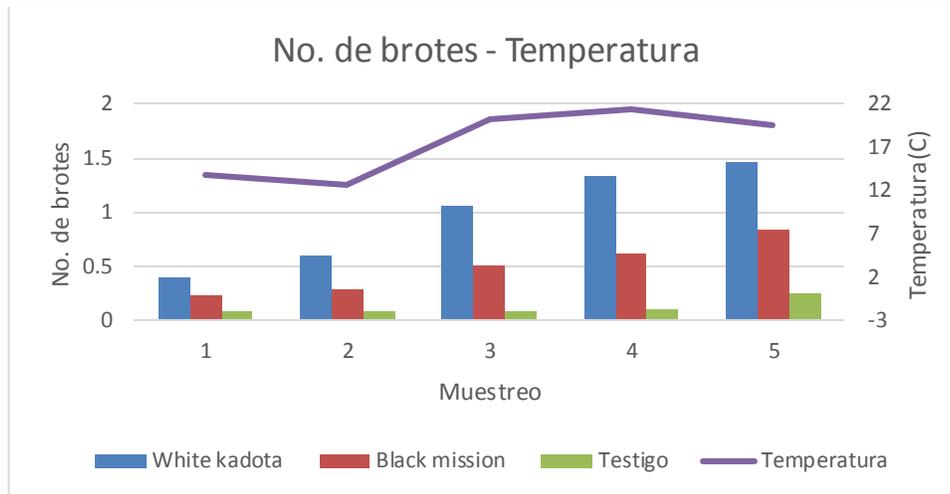


Figura 4. Relación de los promedios de número de brotes de dos variedades de higuera (*Ficus carica* L.) *White kadota* y *Black mission* con la temperatura.

Como se puede observar en la Figura 4, la variedad *White kadota* higo blanco presentó un desarrollo vegetativo de número de brotes inicial de 0.4, con una temperatura promedio de 13.7 °C. En el quinto muestreo presentó un valor final de 1.46 de número de brotes con una temperatura promedio final de 19.5 °C. Por otro lado, la variedad *Black mission* higo negro obtuvo un valor final de número de brotes de 0.84 con una temperatura promedio de 19.5 °C. Con lo que respecta al testigo las temperaturas promedio no fueron favorables para su desarrollo vegetativo, ya que presentó un valor inicial de 0.08 y un valor final de 0.25 de número de brotes.

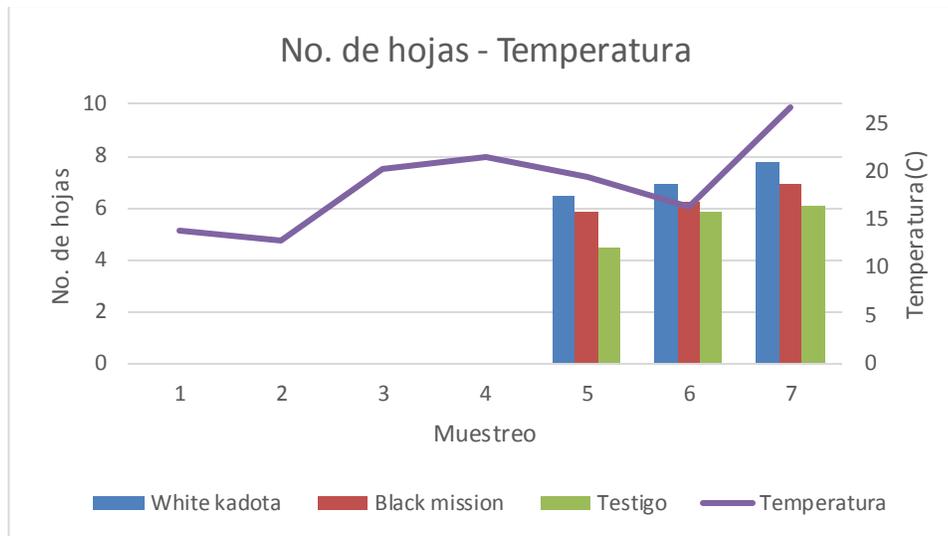


Figura 5. Relación de los promedios de número de hojas de dos variedades de higuera (*Ficus carica* L.) White kadota y Black mission con la temperatura.

Como se puede observar en la figura 5, la variedad *White kadota* higo blanco presentó un desarrollo vegetativo de número de hojas inicial en el quinto muestreo de 6.2, hojas con una temperatura promedio de 19.5 °C. En el séptimo muestreo presentó un valor final de 8 hojas con una temperatura promedio final de 26.7 °C. Por otro lado, la variedad *Black mission* higo negro obtuvo un valor final de 7 hojas con una temperatura promedio de 26.7 °C en el último muestreo. Con lo que respecta al testigo este presentó un número de hojas final de 6 con una temperatura promedio de 26.7 °C.

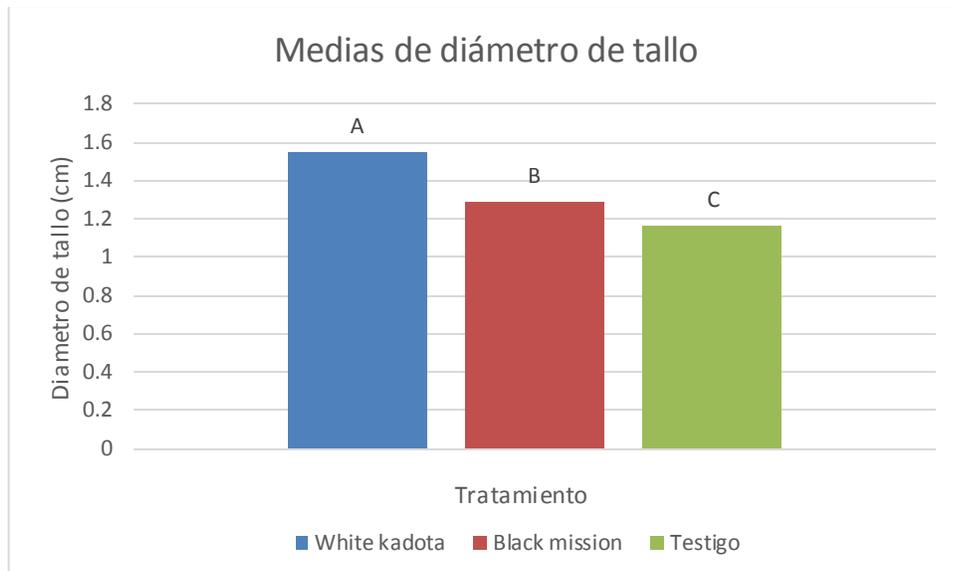


Figura 6. Medias del diámetro de tallo obtenidas del programa SAS.

Como se puede observar en la figura 6, existen diferencias significativas entre los tres tratamientos en cuanto al diámetro de tallo, con un valor de 1.551 cm respecto al *White kadota*, en cuanto al higo blanco *Black mission* nos da un valor de 1.293 cm y un valor de 1.168 cm en Testigo.

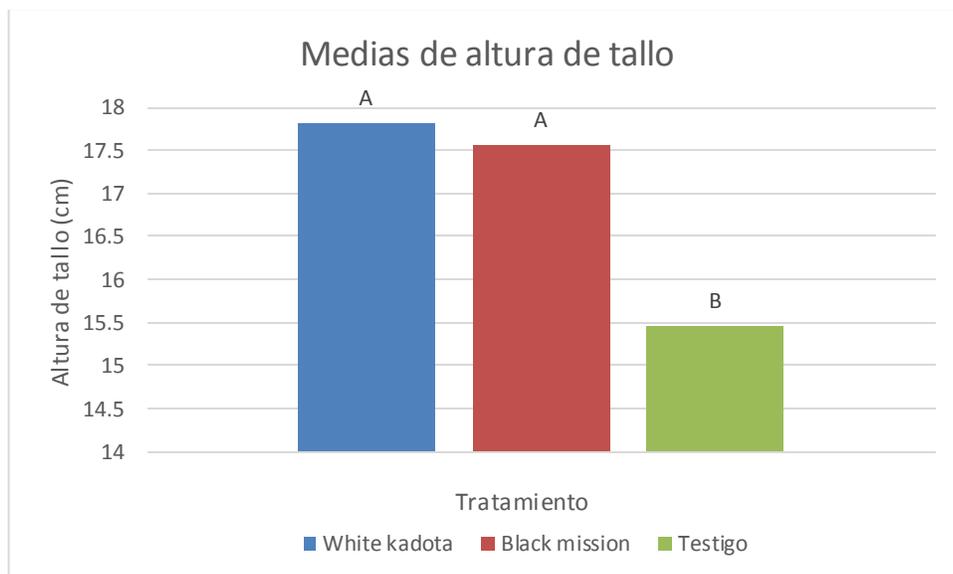


Figura 7. Medias de la altura de tallo obtenidas del programa SAS.

En la figura 7 tenemos que no existe diferencia significativa con respecto a la altura de tallo entre los tratamientos de higo negro *Black mission* y el higo blanco *White kadota* con valores de 17.561 y 17.815 cm respectivamente, pero si existe diferencia significativa entre cada uno de estos dos con el tratamiento del Testigo que tiene un valor de 15.464 cm.

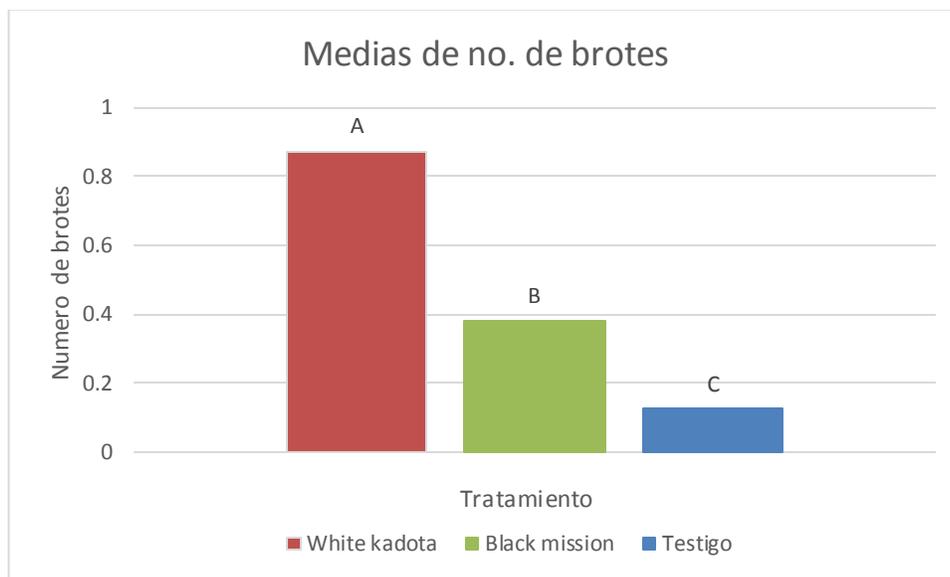


Figura 8. Medias del número de brotes obtenidas con el programa SAS.

Como se puede observar en la figura 8, existen diferencias significativas entre los tres tratamientos en cuanto al número de brotes, con un valor de 0.124 respecto al Testigo, en cuanto al higo blanco *White kadota* nos da un valor de 0.872 y un valor de 0.380 en el higo negro *Black mission*.

V DISCUSIÓN

Según Chome Fuster *et al.* (2011), la temperatura adecuada para el cultivo de higuera es de 18 °C, pudiendo soportar un frío extremo de -7 °C, en el caso que se mantenga en un invernadero, las temperaturas óptimas fluctúan entre 15 y 18 °C, lo cual coincide con la temperatura óptima ya que la temperatura promedio fue de 18.67 °C.

Cabrera Medina y Perdomo Molina (2011), dicen que la higuera tiene un buen porcentaje de enraizamiento sin necesidad de realizar ningún tratamiento previo, lo cual coincide con el tratamiento Testigo, pero el proceso de este enraizamiento es muy lento, para llevar a cabo el trasplante es de mayor conveniencia tener un enraizamiento rápido, así como se observó en el tratamiento de *White kadota*.

VI CONCLUSIÓN

La aplicación de productos orgánicos en el cultivo de la higuera (*Ficus carica L.*) tiene gran efecto notorio en Higo Blanco variedad *White kadota* ya que presenta gran precocidad en el desarrollo fenológico al igual que en el desarrollo o crecimiento radicular, esto en comparación con el Higo Negro variedad *Black mission*.

Las temperaturas presentadas en la región favorecen al desarrollo fenológico en el higo blanco variedad *White kadota*, lo cual se propone como la mejor opción de variedad adaptable para producción de higuera en la región lagunera, lo cual satisfará las necesidades de establecer estrategias de producción y paquetes nutricionales.

VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bowen, G.D. and A.D. Rovira. 1991. The rizosphere. In: Waisel, A. Eshel and U. Kafkafi (eds). Plants roots. The hidden half. Marcel Dekker Inc. USA. P. 641-669.
- Buckman, H.O. y N.C. Brady. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. 2ª. Reimp. Montaner y Simon. España. P. 110-168.
- Campbell, R. 1987. Ecología microbiana. 1ª. Ed. Limusa. México. 268 p.
- Chaney, D.E.; L.E. Drinkwater and G.S. Pettygrove. 1992. Organic soil amendments and fertilizers. Publication 21505. DANR. University of California. 36 p.
- FAO 2010 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
- González C., G. 2007. Manejo de suelos en huertos de nogal: la labranza mínima como alternativa. En: Seminario de nogal pecanero 2007. México. CECH-INIFAP. P. 18-27.
- Krezdorn y Adriance. 1984. La higuera, recomendaciones para el cultivo y procesamiento de esta fruta. Agricultura de las Américas 8(2): 26-33.
- Lindemann, W.C. 2011. Organic matter in pecan orchards. En: XII simposio internacional de nogal pecanero. México. CECH-INIFAP. P. 30-37.
- SAGARPA 2010 (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación).
- Sintes, P. 1996. Virtudes curativas de la almendra y otros frutos secos: avellana, cacahuate, castaña, coco, chufa, nuez, oliva, piñón, higo y ciruela. 2 ed. Editorial Española. Barcelona, España. pp 79-81.
- Weinbaum, S.A.; R.S. Johnson and T.M. DeJong. 1992. Causes and consequences of over fertilization in orchards. Hort. Technology 2(1): 112-121.
- Wollum, A.G. 1982. Cultural methods for soil microorganisms. In: A.L. Page (ed). Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties. Agronomy Monograph No. 9. Second ed. ASA-SSSA. USA. 1159 p.

Referencias de internet

- Conabio. Ficus Carica L

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/50-morac5m.pdf.

- Orius Biotech USA

https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Los_microorganismos_del_suelo_en_la_nutrici%C3%B3n_vegetal.

ANEXOS

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: Diámetro de Tallo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - valor	Pr > F
Modelo	6	19.6237	3.2706	35.73	<0.0001
Error	743	68.0146	0.0915		
Total	749	87.6384			

R cuadrado: 0.2239

Coeficiente de Variación: 22.6182

Variable dependiente: Altura de Tallo

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - valor	Pr > F
Modelo	6	989.3235	164.8872	56.77	<0.0001
Error	743	2157.9860	2.9044		
Total	749	3147.3096			

R cuadrado: 0.3143

Coeficiente de Variación: 10.0560

Variable dependiente: Número de brotes

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F - valor	Pr > F
Modelo	6	86.5440	14.4240	28.68	<0.0001
Error	743	373.6746	0.5029		
Total	749	460.2186			

R cuadrado: 0.1880

Coeficiente de Variación: 154.6163