

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Comportamiento de un fulvato de potasio en la planta de Higo (Ficus Carica L.)

Tesis

Que presenta: KAREN GISELLE RODRÌGUEZ RAMÌREZ

Como requisito parcial para obtener el título de:

ING. AGRÒNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México.

Enero de 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Comportamiento de un fulvato de potasio en la planta de Higo (Ficus Carica L.)

Por:

KAREN GISELLE RODRÍGUEZ RAMÍREZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:



Dr. Rubén López Salazar.

Presidente



M.C. Francisca Sánchez Bernal

Vocal



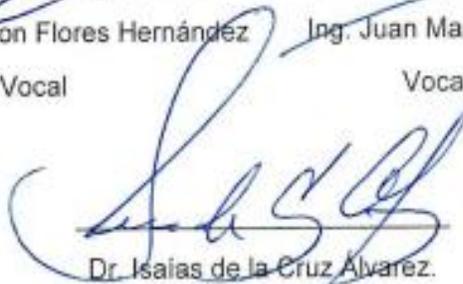
Dr. Eduardo Aron Flores Hernández

Vocal



Ing. Juan Manuel Nava Santos

Vocal suplente



Dr. Isaias de la Cruz Alvarez.

Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



**COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Torreón, Coahuila, México.

Enero 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Comportamiento de un fulvato de potasio en la planta de Higo (Ficus Carica L.)

Por:

KAREN GISELLE RODRÍGUEZ RAMÍREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

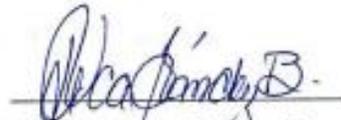
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Rubén López Salazar.

Presidente



M.C. Francisca Sánchez Bernal

Vocal



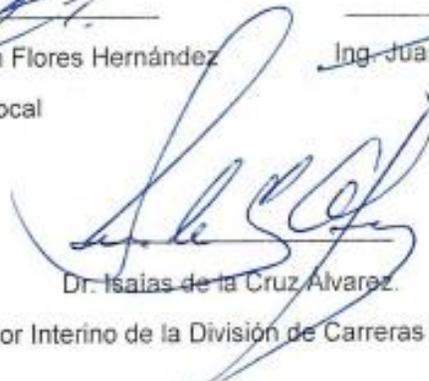
Dr. Edgardo Aron Flores Hernández

Vocal



Ing. Juan Manuel Nava Santos

Vocal Suplente



Dr. Isaias de la Cruz Alvarez.

Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.

Enero de 2022

Universidad Autónoma Agraria
ANTONIO NARRO



COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por haberme regalado el tiempo y salud para concluir mi carrera, además por su infinita bondad y amor.

A mi Alma Mater

Por abrirme sus puertas para poder lograr esta meta en mi vida y por darme la dicha de haber conocido personas extraordinarias.

A mis maestros

Al Dr. Rubén López Salazar por el apoyo, conocimientos y motivación excepcional para hacer de este proyecto una realidad.

Al Dr. Pedro Cano Ríos por brindarme su valioso tiempo, paciencia y sobre todo su apoyo moral en los tiempos más difíciles a lo largo de mi carrera.

A mi familia

Por darme la oportunidad y la confianza de emprender mí camino, por tener siempre palabras de aliento cuando sentía que no podía más, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi carrera y por siempre estar para mí.

A mis amigas

Por estar en todo momento una para la otra, por convertirse en una pequeña familia lejos de casa, por el apoyo mutuo en nuestra formación profesional y sobre todo por todo el cariño brindado: Adela, Melissa, Julissa y Andrea.

DEDICATORIAS

A mi madre Irene Ramírez Hernández

Por haberme apoyado en todo momento, por llenarme de valores y siempre guiarme por el camino del bien, por motivarme constantemente y sobre todo por su amor tan grande.

A mi padre Alfredo Rodríguez Ortega

Por ser mi pilar más grande, por el claro ejemplo de perseverancia, constancia y sencillez, por llenarme de seguridad desde que era una niña y por su amor.

A mis hermanos

Gabriela Korina Rodríguez Ramírez y Juan Pablo Rodríguez Ramírez, por quererme como si fuese su hija, por estar en todos los momentos de mi vida y de mi carrera, ya que a base de su lucha y esfuerzo hoy lo he logrado, por el apoyo moral y económico tan grande e incondicional y sobre todo por el amor tan inmenso que nos une.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
INDICE GENERAL.....	III
INDICE DE CUADROS.....	V
INDICE DE FIGURAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3 HIPÒTESIS	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Origen.....	4
2.2 Producción mundial.....	4
2.3 Producción nacional.....	5
2.4 Cosecha.....	5
2.5 Comercialización	6
2.6 Usos.....	6
2.7 Industrialización.....	7
2.8 Descripción botánica	7
2.9 Clasificación taxonómica	8
2.10 Distribución geográfica.....	9
2.10.1 Hábitat.....	9
2.11 Aspectos del cultivo	9
2.11.1 Suelos.....	10
2.11.2 Enfermedades	10
2.12 Nutrición Mineral.....	11
2.13 Nutrición Orgánica	12
2.14 Importancia del Potasio en el Higo.....	12
2.15 Sustancias húmicas.....	13

2.16 Ácidos fúlvicos	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Localización del experimento.....	14
3.2 Diseño experimental.....	14
3.3 Metodología	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
V. CONCLUSIONES.....	33
VI. BIBLIOGRAFIA.....	34

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Datos del análisis foliar de <i>Ficus carica</i> L.....	20
Cuadro 2.- Orden de limitación de elementos por el método de Desviación Optimo.....	21
Cuadro 3.- Resultados de nitrógeno (N) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	22
Cuadro 4.- Resultados de fósforo (P) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).	23
Cuadro 5.- Resultados de potasio (K) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).	25
Cuadro 6.- Resultados de calcio (Ca) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	26
Cuadro 7.- Resultados de magnesio (Mg) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP). ...	27
Cuadro 8.- Resultados de hierro (Fe) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).	28
Cuadro 9.- Resultados de cobre (Cu) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).	29
Cuadro 10.- Resultados de zinc (Zn) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	30
Cuadro 11.- Resultados de manganeso (Mn) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).	31
Cuadro 12.- Resultados de boro (B) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- DENOMINACIÓN DE LA HIGUERA EN DISTINTOS IDIOMAS	8
Figura 2.- Poda del mes de enero.....	15
Figura 3.- Aplicación foliar de potasio en el mes de enero.....	15
Figura 5.- Aplicación foliar de potasio en el mes de abril	16
Figura 6.- Aplicación foliar de potasio en el mes de mayo.....	17
Figura 7.- Aplicación foliar de potasio en el mes de septiembre	17
Figura 8.- Muestra foliar en el mes de septiembre.....	18
Figura 9.- Datos del análisis foliar de nitrógeno (N).....	22
Figura 10.- Datos del análisis foliar de fósforo (P).....	23
Figura 11.- Datos del análisis foliar de potasio (K)	24
Figura 12.- Datos del análisis foliar de Calcio (Ca).....	26
Figura 13.- Datos del análisis foliar de Magnesio (Mg).....	27
Figura 14.- Datos del análisis foliar de Hierro (Fe).....	28
Figura 15.- Datos del análisis foliar de Cobre (Cu)	29
Figura 16.- Datos del análisis foliar de Zinc (Zn).....	30
Figura 17.- Datos del análisis foliar de Manganeseo (Mn).....	31
Figura 18.- Datos del análisis foliar de Boro (B)	32

RESUMEN

El presente proyecto de investigación consistió en evaluar el efecto de aplicaciones foliares de potasio en la planta de higo (*Ficus carica* L.) mediante la biofortificación. El experimento se llevó a cabo en el rancho “El Capricho” en el ejido Transporte del municipio de Gómez Palacio, Durango; se utilizó un diseño experimental completamente al azar, donde se aplicó un compuesto orgánico-mineral a base de potasio con un blanco o testigo (T1) y tres diferentes niveles de aplicación, T2 (potasio 2%), T3 (potasio 4%) y T4 (potasio 6%) con 10 unidades experimentales por tratamiento, las aplicaciones se realizaron cada 15 días a partir del 16 de enero hasta el 24 de septiembre del 2021; los muestreos foliares se realizaron los días 05 de marzo, 22 de mayo, 21 de julio y 24 de septiembre del mismo año, que consistieron en tomar 20 hojas por tratamiento de aproximadamente el mismo tamaño, con ayuda de una navaja o tijeras de poda previamente desinfectadas; las hojas fueron analizadas por el método de absorción atómica vía húmeda; una vez obtenidos los datos de los análisis, fue utilizado el método de Desviación Optimo Porcentual (DOP), para determinar la posición de los elementos en la hoja, acomodándolos de mayor a menor concentración, lo que dió como resultado que los macronutrientes (NPK) se encontraron en cantidades deficientes y los micronutrientes en cantidades mayores a las óptimas consideradas; en cuanto al potasio, en la aplicación a un seis por ciento (T4), en la etapa de maduración de fruto y cosecha (julio-septiembre), fue asimilado y asimismo mantuvo sus valores dentro de un estándar similar.

Palabras clave: Ficus Carica, biofortificación, fertilizante de potasio, nutrición orgánico mineral, DOP.

I. INTRODUCCIÓN

La higuera es un árbol procedente de Oriente próximo. Se cree que los fenicios fueron los que introdujeron el cultivo en el Mediterráneo, y los griegos en Palestina y Asia Menor. Se desarrolló por todo el Mediterráneo, hasta que tras el descubrimiento de América la higuera fue llevada por toda América del Sur, desde México hasta Argentina (UCANR, 1999).

El género *Ficus* posee más de 1.000 especies y todas ellas se caracterizan por la forma cerrada (tipo de higo) de las inflorescencias. Entre las especies de *Ficus*, se pueden encontrar árboles, arbustos y trepadoras. La forma y el color de sus hojas, es sumamente variado. Entre las variedades más conocidas y estudiadas de *Ficus* se encuentran la Celeste y Magnolia (Nikovski, 1994).

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 nutraceutica 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).

México tiene una producción de 85,000 Ton/Año en 12,000 hectáreas con higueras partenocarpicas que tienen una producción media de 6 a 8 ton ha⁻¹, el volumen de cosecha promedio por árbol es de 55 kg, la población normal por hectárea es de 115 árboles y el volumen de cosecha es de 6.3 ton ha⁻¹. Un árbol con una copa de 2 m de diámetro puede dar 60-80 kg de higos frescos o 20-27 kg de higos secos. Buena productora de materia orgánica. Es una especie de grandes hojas caducas (*Ficus Carica* L., 1753).

México ocupa el lugar número 19 de 51 países productores registrados en las estadísticas de la FAO (FAO, 2018).

La producción de higos resulta ser una alternativa rentable para los productores, La posibilidad de producir higos con el fin de ser industrializados, para la producción de dulces

y deshidratados entre otros, permite a los productores contar con un mayor poder de negociación de su producción además de incrementar la estabilidad de su sistema productivo mejorando los márgenes de ganancia. (Hardenbur, 1988).

1.1 OBJETIVO GENERAL

Biofortificaciòn del fruto del higo con un fulvato de potasio.

1.2 OBJETIVOS ESPECÌFICOS

Biofortificar el fruto de higo con un fulvato a base de potasio.

Biofortificar la biomasa foliar del higo con un fulvato a base de potasio.

1.3 HIPÒTESIS

El uso de un fulvato de potasio biofortifica el fruto de higo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen

La higuera (*Ficus Carica L.*), procede del oeste de Asia, ha sido cultivada desde la antigüedad junto con la vid, palma datilera y olivo, entre los cultivos de las primeras civilizaciones mediterráneas, está relativamente alejada de la morera, no se han obtenido híbridos, pero si injertos (Westwood, 1982), se distribuyó por el Mediterráneo y fue considerado como manjar en la Grecia clásica.

2.2 Producción mundial

A nivel mundial los principales países productores son: España, Italia, Grecia, Turquía, Israel. Francia, EEUU, Brasil (infoagro, 2013). Anualmente, más de 1 millón de toneladas de higos frescos se cosechan en 308,460 hectáreas en todo el mundo. 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, 2010). En el año 2002, Portugal aportó el 20.2 % (85,900 ha) de la superficie total mundial dedicada a este cultivo (425.701 ha), ubicándose Turquía con 14.8% (63,000 ha) y Argelia con 50.641 ha (11.9%). Ese mismo año, del MERCOSUR participaba Brasil ocupando el puesto 14 (0.7%) y Argentina el 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 ascendió a la sexta ubicación en términos de productividad promedio (7,642 kg/ha $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ $\text{ml/l mL}\cdot\text{L}^{-1}$), (Justo y Parra, 2005).

2.3 Producción nacional

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 13 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, 2010).

2.4 Cosecha

Los higos se deben cosechar de forma continua, ya que es un fruto de maduración heterogénea. Deben estar en la etapa fenológica, caracterizada por el rayado que da aspecto de maduración. La cosecha se realiza por las mañanas de forma manual, en esta son perjudiciales las altas temperaturas, ya que la piel de la fruta puede romperse al tacto, la salida de los frutos dependerá de los mercados de destino y el posible uso de transporte refrigerado, los mercados locales toleran la recolección realizada en las tardes (Flores, 1990).

Si estos son destinados para consumo en fresco se recolectan cuando tienen buen color, pero aún permanecen firmes. Deben consumirse en un máximo de dos días, ya que se pudren fácilmente, lo que exige rapidez en colecta, empaque y distribución (Conabio, 2018).

2.5 Comercialización

Ya que la fruta es delicada, se debe tratar con sumo cuidado para no estropear su presentación. El envasado se realiza al momento de la recolección. En el fondo de las cajas, se colocan hojas de higuera u hojas de caña común, para proteger a los frutos.

El precio medio es de alrededor de 10 pesos el kilogramo, mientras que la primera calidad empacada alcanza los 50 p/kg. Existe marcada estacionalidad en producción y precios entre los meses del verano-otoño e invierno-primavera, ya que más del 50% de la superficie es de temporal, provocando así sobreproducción y por otro lado desabasto durante el otoño-invierno, debido a baja superficie en riego y heladas. Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Colima y Nuevo León estarán en los próximos años, incrementando su superficie con fines de exportación y con una demanda nacional alentadora. (Inforural, 2019).

2.6 Usos

Ofrece forraje nutritivo a ganado bovino, porcino, caprino y ovino, también medicinal (fruto, semilla, hoja, corteza). Cocción del fruto para dolor de garganta, encías inflamadas, asma, antitusivo, afecciones del bazo, empacho, heridas y postemas. Frutos tostados (café de higo) para neumonías agudas, catarros pulmonares, bronquitis y la tos brava. La cocción de las hojas se toma como remedio para la diabetes y calcificaciones en los riñones e hígado, pectoral, sudorífico y emoliente. Cocción de las ramas contra la hidropesía. Hojas pasadas por agua caliente para los callos. Las semillas poseen un gran poder laxante. El látex: se emplea en las muelas picadas y en las verrugas. (SEMARNAT, 2012). Una empresa española (Ecoficus) diversificó las opciones de presentación tradicionales: al vacío, pastel artesanal de higos con licor de finas hierbas y almendras o nueces; y el producto bombón de higo, elaborado con higo, frutos secos, licores y chocolates de la más alta calidad, (Justo y Parra 2005). Presenta propiedades terapéuticas, facilita la digestión, previene el cáncer de colon, disminuye la presión arterial y baja los niveles de colesterol. (Barbosa, 2008).

2.7 Industrialización

Además de la comercialización al estado en fresco, el higo ofrece muchas alternativas para la elaboración de productos procesados. Debido a la composición nutritiva del higo, esta fruta constituye una fuente de alimento importante que puede ser aprovechada en formas muy diferentes y atractivas: secos en almíbar, en conserva pasta para la elaboración de galletas, bombones de higos revestidos en chocolate, licor de higos, entre otros aprovechamientos (Infoagro, 2013).

2.8 Descripción botánica

Ficus carica L. es un arbusto que oscila en un rango de 6 a 8 metros de altura. Presenta una copa amplia en relación con su altura, ya que sus ramas son largas y casi horizontales. Las hojas son grandes, ásperas al tacto, con el limbo palmeado, en ocasiones es entero, pero la mayoría de las veces se entrecorta en lóbulos profundos (Rawsui, 1992).

El fruto característico llamado sicono, es una inflorescencia compuesta por frutillos que se encuentran en un receptáculo carnoso. La parte comestible del higo no es un tejido ovárico, sino un fruto accesorio (Kerzdorn y Adriance, 1984).

2.9 Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Urticales
Familia	Moráceae
Subfamilia	Ficeae
Genero	Ficus
Subgénero	Ficus
Especie	F. carica

(Perdomo, 2007).

A la higuera silvestre se le suele denominar con el nombre de **Cabrahigo**.

Los nombres que recibe uno y otro tipo de higuera (cultivada y silvestre), según algunos idiomas son:

Figura 1.- DENOMINACIÓN DE LA HIGUERA EN DISTINTOS IDIOMAS

Idioma	Español	Inglés	Francés	Portugués	Alemán	Italiano
H. Cultivada	Higuera	Fig Common fig	Figuier	Figueira	Feigenbaum	Fico
H. Silvestre	Cabrahigo H. silvestre H. loca Cabrahiguera Otros	Caprifig tree	Caprifiguier Figuier sauvage	Figueira de tocar Baforeira	Bockfeige Geißfeige Ficus carica sylvestris	Fico selvático caprafico

2.10 Distribución geográfica

Las especies del genero *Ficus* son originarias de las zonas tropicales y subtropicales de Europa, Asia, África y el Pacífico. La higuera está adaptada a diferentes climas, pero su crecimiento es óptimo en zonas templadas. Países como España, Turquía, Portugal, Brasil destinan 4 cantidades de territorio a su cultivo. Por su ascendente valor económico, en muchos países, cada vez se cultivan mayores extensiones con higo. En Costa Rica, la zona de Cartago (Tierra Blanca, Prusia), son consideradas aptas para el cultivo del higo (Chávez, 1996).

2.10.1 Hábitat

Le favorecen climas de inviernos benignos y veranos calurosos con algo de precipitación, es una especie típica del clima mediterráneo. En México requiere una temperatura media anual de 17 a 19 °C y una precipitación anual de 90-120 m, es un árbol poco exigente en cuanto a suelos, acepta desde las tierras altamente fértiles a las más ingratas. No obstante prefiere suelos frescos, permeables, ricos y bien drenados (*Ficus Carica* L., 1753).

2.11 Aspectos del cultivo

La época de plantación adecuada es a fines de noviembre y principios de diciembre, con objeto de mayor producción de raíces. La planta debe tener una altura superior a 1.3 m y raíz suficiente para no ser arrancada por los vientos. Según las necesidades del huerto a cultivar y el vigor vegetativo de las variedades a implantar se usan distintos marcos de plantación: 6 x 6 m, 8 x 8 m ó 12 x 12 m. Para su cultivo pueden emplearse aguas de riego que contengan hasta 2 g de cloruro de sodio. La rusticidad de su cultivo, su adaptabilidad a diversas situaciones y su fácil multiplicación hacen de la higuera un frutal muy apropiado para el cultivo extensivo (*Ficus Carica* L., 1753).

2.11.1 Suelos

No es exigente en suelos, pero para dar cosechas de calidad los requiere con alto contenido en calcio y que no sean demasiado húmedos. Acepta tierras calizas ligeramente ácidas y con poca profundidad, pero los mejores rendimientos resultan en suelos con buena capacidad de almacenar agua, los higos tienen suficiente temperatura para madurar bien hasta la parte inferior de la montaña. Aprovechan bien las lluvias de otoño típicas del clima mediterráneo. En regadío se plantan en marcos más anchos que el resto de frutales por la anchura que tiene la copa. (Árboles frutales 2019). 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 nutrientes, lo cual es fundamental durante periodos secos (Sintes, 1996).

2.11.2 Enfermedades

Se recomienda precaución en los tratamientos ya que la higuera es sensible a pesticidas que otros frutales toleran.

1. Putridión por Alternaria: Causado por *Alternaria tenuis*, se manifiesta como manchas pequeñas y redondas, cafés y negras en la superficie del fruto. La presencia de grietas cuticulares induce a una mayor susceptibilidad del fruto a la putridión.
2. Putridión del moho negro: Causado por *Aspergillus niger*, se manifiesta como manchas oscuras o amarillentas en el tejido, sin síntomas externos. En etapas avanzadas la piel y el tejido se tornan levemente rozados y posteriormente se forma un micelio blanco con masas de esporas negras.
3. Endosepsis o putridión blanda: Causada por una variedad de *Fusarium*, se manifiesta en la cavidad del fruto, hace que la pulpa se ponga blanda, acuosa y de color café, con mal olor.
4. Acidosis: Causado por levaduras y diversas bacterias, problema de pre cosecha que resulta del depósito de almidones y bacterias por insectos (como las moscas del vinagre) en los higos, ocasionando la producción de olores alcohólicos o acéticos (Wallace, 1999).

2.12 Nutrición Mineral

Con respecto a la nutrición, la higuera alcanza cosechas rentables en suelos deficientes de nutrimentos, el uso de fertilizantes permite el aumento en vigor y fructificación, en general, las higueras deben recibir una fertilización acorde a sus necesidades como otros árboles frutales, la higuera ocasionalmente sufre deficiencias de hierro y zinc, pero si deficiencias de nitrógeno. Se recomienda aplicar de 0.45 a 0.65kg de nitrógeno por planta al año, las relaciones de P/N Y K/N, deben ser similares (Grattelin. 1991).

Así mismo la fertilización, va en función del análisis del suelo, normalmente se recomienda aplicaciones de:

- Nitrato de potasio en dosis de 100 kg/ha
- Nitrato de calcio en dosis de 100 kg/ha
- Nitrato de magnesio en dosis de 100kg/ha
- Fosfato mono amónico en dosis de 100kg/ha

(Enciso, 2014)

Se recomienda utilizar el fosforo (P) durante el invierno, y aportar nitrógeno (N) y potasio (K) durante la primavera. Así mismo, en diciembre, unos 20 días antes de la recolección, se recomienda dejar de aportar nitratos para continuar con las aportaciones de P y K durante enero y febrero (Melgarejo, 2000). Durante la etapa de producción, el análisis de tejidos (foliar) es una buena herramienta para determinar el estado nutricional. La concentración óptima de nitrógeno en hojas es de 2 a 2.5 % en enero. Por debajo de 1.7 %, se considera que las plantas están deficientes y deben aumentarse los aportes de fertilizantes nitrogenados (Lavín y Reyes, 2004)

2.13 Nutrición Orgánica

La materia orgánica tiene una importancia bastante alta en la productividad del suelo, la aplicación de estiércol proporciona ventajas para características físicas, químicas y biológicas del suelo, la fracción orgánica estable (humus), debida a su carga negativa, adsorbe y retiene los nutrientes.

CONABIO (2018) y Mordogan (2013), consideran la higuera como un cultivo marginal, con bajos requerimientos nutrimentales; este último autor, no encontró alternaciones significativas en las concentraciones foliares de N, P, K, Ca y Mg en plantas de higo tratadas o no tratadas con fertilización orgánica; pero, en contraste, observó que la fertilización orgánica, mejoró el vigor de las plantas. Investigaciones recientes revelaron que el aplicaciones de fertilizantes orgánicos y o biofertilizantes al suelo puede promover la disponibilidad de nutrientes y la absorción de las plantas, aumentar el rendimiento de los cultivos, reducir los insumos de productos químicos fertilización y minimización de riesgos ambientales. Utilizando fertilizantes orgánicos y biológicos en lugar de las formas químicas podría ser la forma de producir los frutos claros naturales.

2.14 Importancia del Potasio en el Higo

Generalmente el potasio y fosfato se utiliza aproximadamente un mes antes de la cosecha de los frutos de verano y otoño. Un estudio realizado por Holstein, Crisosto sobre la aplicación de potasio en dos higos diferentes que fueron "Black Mission" y "Sierra", en rendimiento comercial y tamaño de fruto. Informó que la fertirrigación sustancial de potasio aumenta el rendimiento comercial de "Black Mission". El tamaño de la fruta también se incrementó con el tratamiento de fertirrigación de los higos 'Sierra', el aumento de tamaño está relacionado con altas concentraciones de K en las hojas. Los síntomas de deficiencia en los tejidos, se presentan primeramente en los tejidos más viejos produciendo oscurecimientos, arrugas y necrosis, provocando, menos resistencia frente a plagas y enfermedades, además se reduce la calidad de los frutos (Enciso, 2014)

2.15 Sustancias húmicas

La importancia del estudio de las sustancias húmicas, radica en la gran influencia que tiene sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos, tanto directa como indirecta.

Las sustancias húmicas en el suelo contribuyen a mejorar la actividad microbiana del mismo (bacterias, hongos, actinomicetos), lo cual resulta en mejores condiciones para el establecimiento de raíces y consecuentemente de la planta, asimismo incrementan la capacidad de retención de humedad, aumentan la capacidad de intercambio catiónico, elevan la disponibilidad de micro nutrientes por medio de la quelatación, contribuyen en la formación de la estructura granular, auxilian en la degradación o inactivación de sustancias tóxicas, mejora la capacidad amortiguadora del suelo en el pH en las sales, entre otros efectos (Rodríguez, F. 2015).

2.16 Ácidos fúlvicos

Los ácidos fúlvicos es la fracción de las sustancias húmicas que son solubles en medio alcalino y ácido. Es la parte más pequeña de las sustancias húmicas. Por su gran abundancia de grupos carboxilos e hidroxilos, son muy reactivos químicamente, resultando en una alta capacidad de intercambio catiónico. Por su tamaño pequeño, los ácidos fúlvicos tienen mayores posibilidades de ser absorbidos por las plantas, tanto por raíces como por hojas.

Los ácidos fúlvicos, en concentraciones de 10 a 100 mg L⁻¹ promueven la iniciación radical. La estimulación del crecimiento de las raíces formadas, ocurre cuando se presenta una combinación de ácidos fúlvicos y húmicos (Rodríguez, F. 2015).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

El presente proyecto se llevó a cabo en el rancho “El Capricho” localizado en el ejido Transporte, perteneciente al municipio de Gómez Palacio, Durango.

3.2 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar en el que se usó un blanco o testigo y tres niveles de aplicación de un compuesto orgánico-mineral a base de potasio. Los niveles de aplicación son cero, dos, cuatro y seis por ciento de potasio, con 10 unidades experimentales por tratamiento.

Las aplicaciones se llevaron a cabo cada quince días a partir del 16 de enero hasta el día 15 de octubre de 2021. Las cuales consistieron en asperjar los frutales con una mezcla de 10 litros de agua y la dosis correspondiente a cada tratamiento del compuesto orgánico-mineral con ayuda de una mochila de aspersion manual.



Figura 2.- Poda en el mes de enero



Figura 3.- Aplicación foliar de potasio en el mes de enero



Figura 4.- Aplicación foliar de potasio en el mes de febrero



Figura 5.- Aplicación foliar de potasio en el mes de abril



Figura 6.- Aplicación foliar de potasio en el mes de mayo

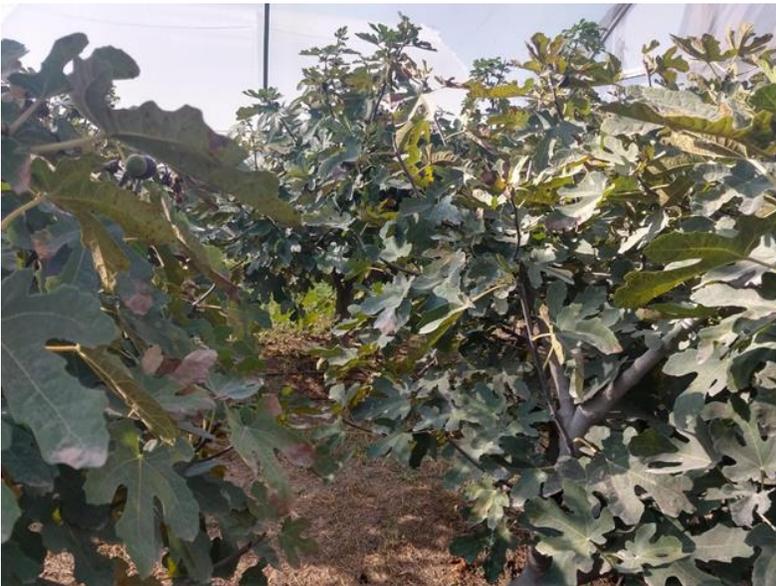


Figura 7.- Aplicación foliar de potasio en el mes de septiembre

3.3 Metodología

Los muestreos se llevaron a cabo los días 05 de marzo, 22 de mayo, 21 de julio y 24 de septiembre del presente año, se analizó el elemento por el método de absorción atómica vía húmeda. Se eligieron 20 hojas al azar por tratamiento considerando que fueran del mismo tamaño, a las cuales se les quitó el pecíolo con ayuda de navajas y tijeras de poda que fueron previamente desinfectadas en una solución de con agua oxigenada; fueron guardadas y secadas, para su posterior análisis.



Figura 8.- Muestra foliar en el mes de septiembre.

Los resultados fueron analizados por el método DOP (Desviación Óptimo Porcentual) en el cual se determinan excesos y déficit nutrimental de las hojas, para su cálculo se aplica la siguiente fórmula:

$$DOP = \frac{A - a}{A} - 100$$

Donde:

A= Es concentración foliar del elemento de la muestra analizada (porcentaje de materia seca).

a= Es el porcentaje óptimo del elemento definido en las mismas condiciones que la muestra.

Los resultados obtenidos con la formula, se ordenaron de mayor a menor, los números negativos indican deficiencia, los positivos excesos y los ceros representan que la cantidad es óptima, una vez ordenados de mayor a menor indican la posición de los nutrimentos en la hoja, lo que da paso a reconocer si la fertilización que se ha implementado cumple con las necesidades nutrimentales de la planta, dando paso a corregir o mantener la fertilización.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los datos obtenidos de los análisis foliares hechos a las hojas de *Ficus carica* L. y al método de Desviación Optimo Porcentual (DOP), el único micronutriente que se presentó como deficiente fue el magnesio (Mg), sin embargo los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) también presentaron deficiencias.

Cuadro 1.- Datos del análisis foliar de *Ficus carica* L.

05-marzo

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
T1	1.7275	0.14925	1.8645	3.4675	0.355	191.7325	6.5325	33.3975	94.3325	115.18
T2	93.38	199.4125	3.345	7.6525	110.5075	1.81	0.35	0.168	1.7875	23.1625
T3	109.06	0.3325	3.2725	9.36	120.525	1.7835	0.15775	202.44	1.6925	30.2375
T4	87.38	211.5	0.3575	26.1325	112.3175	5.2875	0.169	1.623	1.685	7.09

22-mayo

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
T1	1.87	0.154	2.016	2.98	0.36	130.81	7.05	36.71	86.91	126.4
T2	91.23	0.36	2.02	22.72	113.66	8.24	2.81	0.18	1.93	177.05
T3	27.36	2.71	1.978	103.71	128.55	0.34	0.159	178.42	1.84	10.18
T4	20.33	207.5	1.814	95.47	87.46	0.36	0.176	3.11	1.82	5.63

21-jul

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
T1	1.3	0.135	1.41	4.93	0.34	374.5	4.98	23.46	116.6	81.52
T2	99.83	266.5	0.32	1.18	101.05	0.132	5.89	4.95	1.36	24.49
T3	125.11	274.5	6.9	4.96	96.45	0.154	0.31	1.2	1.25	38.87
T4	162.86	223.5	11.47	0.35	87.14	1.05	11.82	0.148	1.28	43.54

24-sep

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
T1	1.4425	0.13975	1.5615	4.4425	0.345	313.5775	5.4975	26.7725	109.1775	92.74
T2	97.68	244.1375	4.415	0.33	104.2025	0.144	6.4775	1.39	1.5025	24.0475
T3	119.76	250.48	7.72	0.3175	104.475	0.15525	4.3975	1.3945	1.3975	35.9925
T4	146.0125	0.3525	10.01	219.5	87.22	1.241	9.6425	0.155	1.415	37.7375

Cuadro 2.- Orden de limitación de elementos por el método de Desviación Optimo

Porcentual de *Ficus carica* L.

DOP

05-mar T1 Mn>Zn>Fe>K> Cu>P>Ca>B>N>Mg

T2 Mn>Cu>Fe>K>P>Zn>Ca>B>N>Mg

T3 Mn>Cu>Zn>Fe>K>P>B>Ca>Mg>N

T4 Mn>Fe>Cu>Zn>Ca>P>K>Mg>B>N

22-may T1 Mn>Zn>K>Cu>P>B>Fe>Ca>N>Mg

T2 Mn>Cu>K>P>Fe>Zn>B>N>Ca>Mg

T3 Mn>Cu>K>Zn>Fe>P>B>N>Ca>Mg

T4 Mn>Fe>K>P>Cu>Zn>Ca>N>B>Mg

21-Jul T1 Mn>Fe>Ca>Zn>K>P>Cu>B>N>Mg

T2 Mn>Fe>Zn>Ca>Cu>P>K>B>N>Mg

T3 Mn>Zn>Fe>Cu>Ca>P>K>B>N>Mg

T4 Mn>Ca>Zn>Cu>Fe>P>K>B>N>Mg

24-sep T1 Mn>Fe>Zn>K>Ca>P>Cu>B>N>Mg

T2 Mn>Fe>Zn>Cu>Ca>P>K>B>N>Mg

T3 Mn>Zn>Fe>Cu>P>Ca>K>B>N>Mg

T4 Mn>Ca>Zn>Cu>Fe>P>K>B>N>Mg

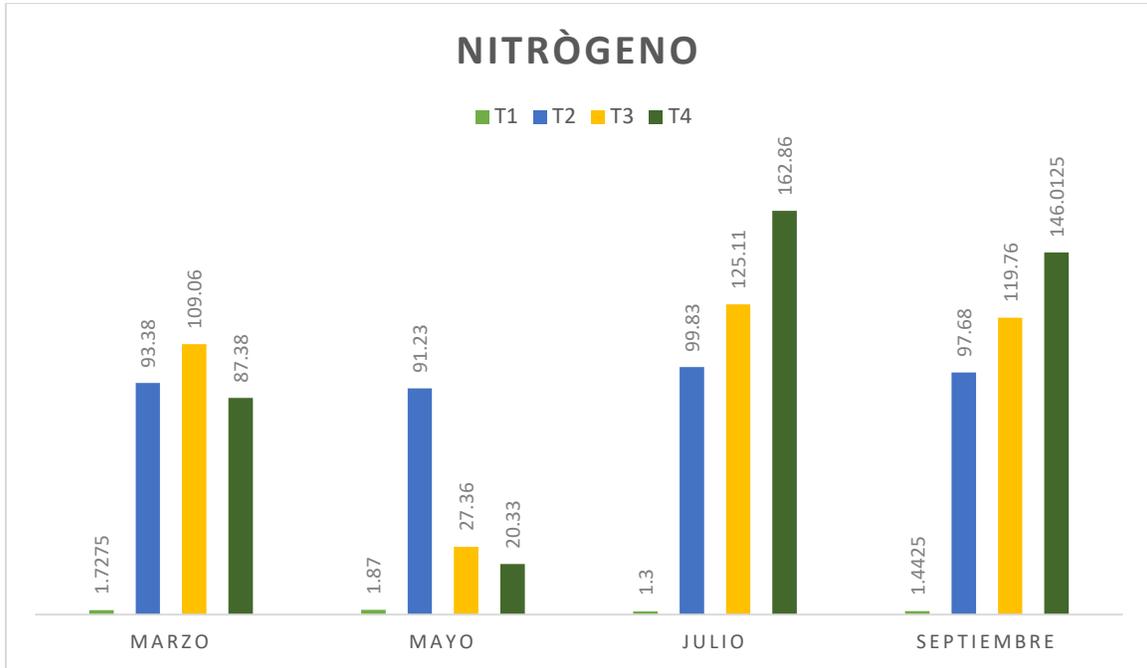


Figura 9.- Datos del análisis foliar de nitrógeno (N).

Cuadro 3.- Resultados de nitrógeno (N) por el método Desviación Óptimo Porcentual (DOP).

	T1	T2	T3	T4
05 mar	1.7275	1.7875	1.6925	1.685
22 may	1.87	1.93	1.84	1.82
21 jul	1.3	1.36	1.25	1.28
24 sep	1.4425	1.5025	1.3975	1.415

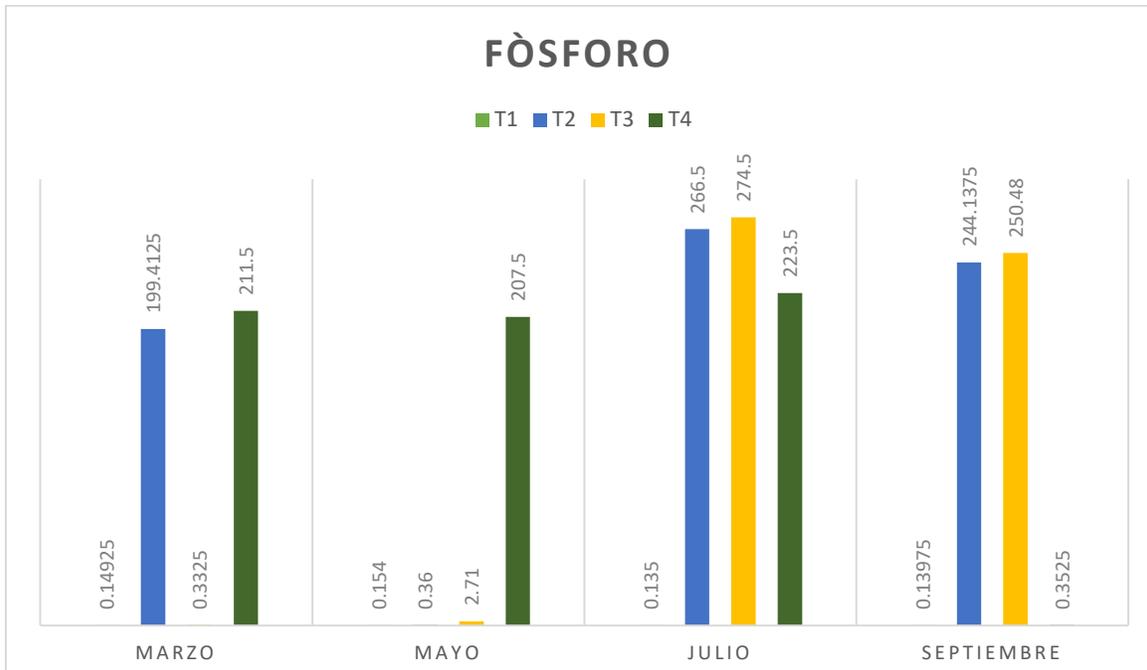


Figura 10.- Datos del análisis foliar de fósforo (P).

Cuadro 4.- Resultados de fósforo (P) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

	T1	T2	T3	T4
05 mar	0.14925	0.168	0.15775	0.169
22 may	0.154	0.18	0.159	0.176
21 jul	0.135	0.132	0.154	0.148
24 sep	0.13975	0.144	0.15525	0.155

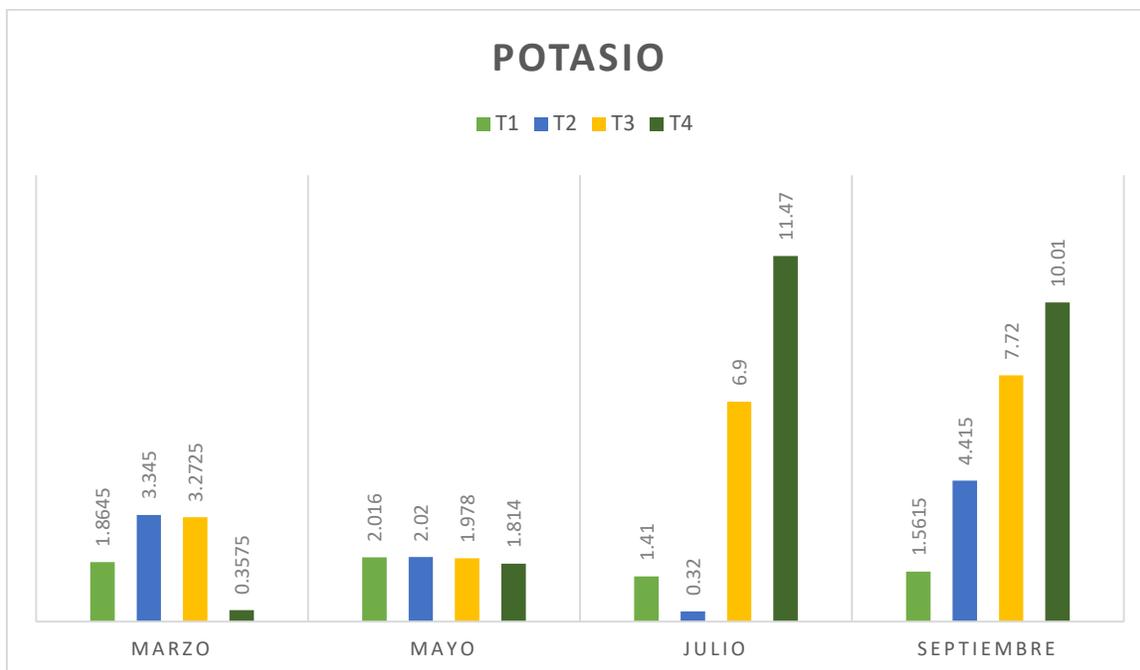


Figura 11.- Datos del análisis foliar de potasio (K)

De acuerdo, con Rajj et al. (1996) los valores adecuados de potasio (K) para el cultivo del higo son de 10-30; por otra parte Malavolta et al. (1997) nos presenta que los valores adecuados en potasio son de 12-17, cabe mencionar que estos valores están expresados en $g\ kg^{-1}$.

Conforme a los resultados adquiridos y graficados la aplicación de potasio en un seis por ciento (T4), en la etapa de maduración de fruto y cosecha (julio-septiembre), fue asimilado mayormente y asimismo mantuvo sus valores, los cuales están dentro del parámetro de los valores adecuados de potasio para el cultivo de higo, que nos citan Rajj et al. (1996) y Malavolta et al. (1997).

Cuadro 5.- Resultados de potasio (K) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

	T1	T2	T3	T4
05 mar	1.8645	1.81	1.7835	1.623
22 may	2.016	2.02	1.978	1.814
21 jul	1.41	1.18	1.2	1.05
24 sep	1.5615	1.39	1.3945	1.214

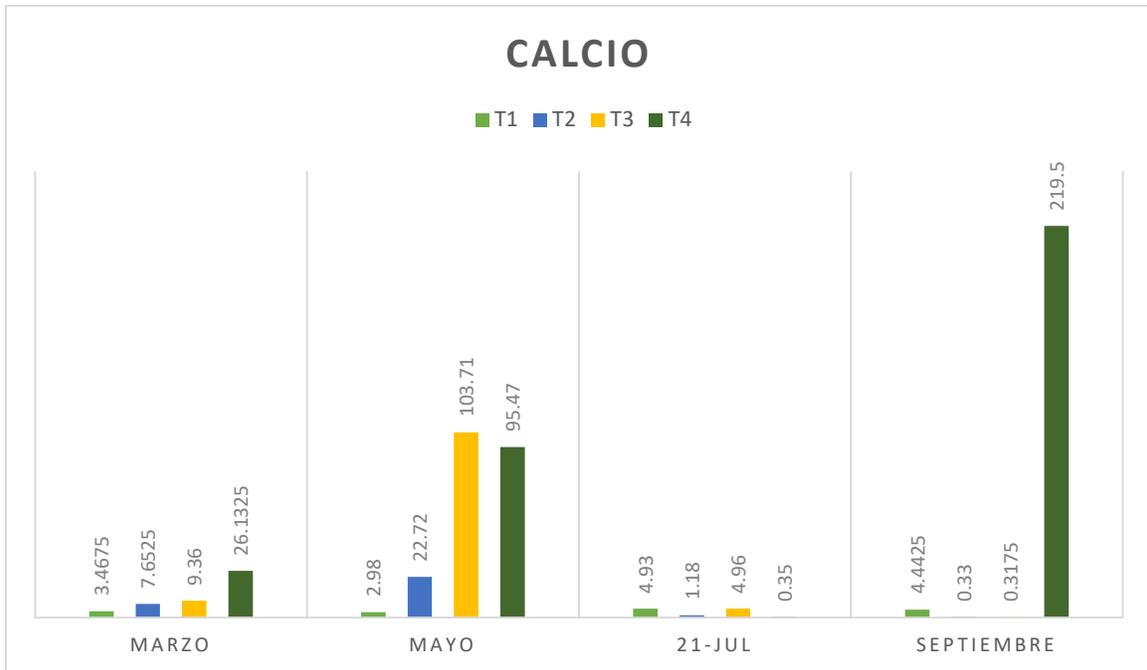


Figura 12.- Datos del análisis foliar de Calcio (Ca)

El elemento Calcio (Ca) mostro deficiencia en la mayoría del ciclo, en especial el T1 T2 y T3, lo cual no es un dato alarmante ya que, según Jhonson (1988) y Carvalho (1997) un mayor contenido acumulado de calcio no ha sido determinante para obtener una mayor firmeza, de acuerdo a su criterio es necesario alcanzar niveles minimos de calcio, ya que en su prueba un mayor contenido de este elemento no implico una mejora sustancial de firmeza y otros parámetros.

Cuadro 6.- Resultados de calcio (Ca) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

	T1	T2	T3	T4
05 mar	3.4675	3.345	3.2725	5.2875
22 may	2.98	2.81	2.71	3.11
21 jul	4.93	4.95	4.96	11.82
24 sep	4.4425	4.415	4.3975	9.6425

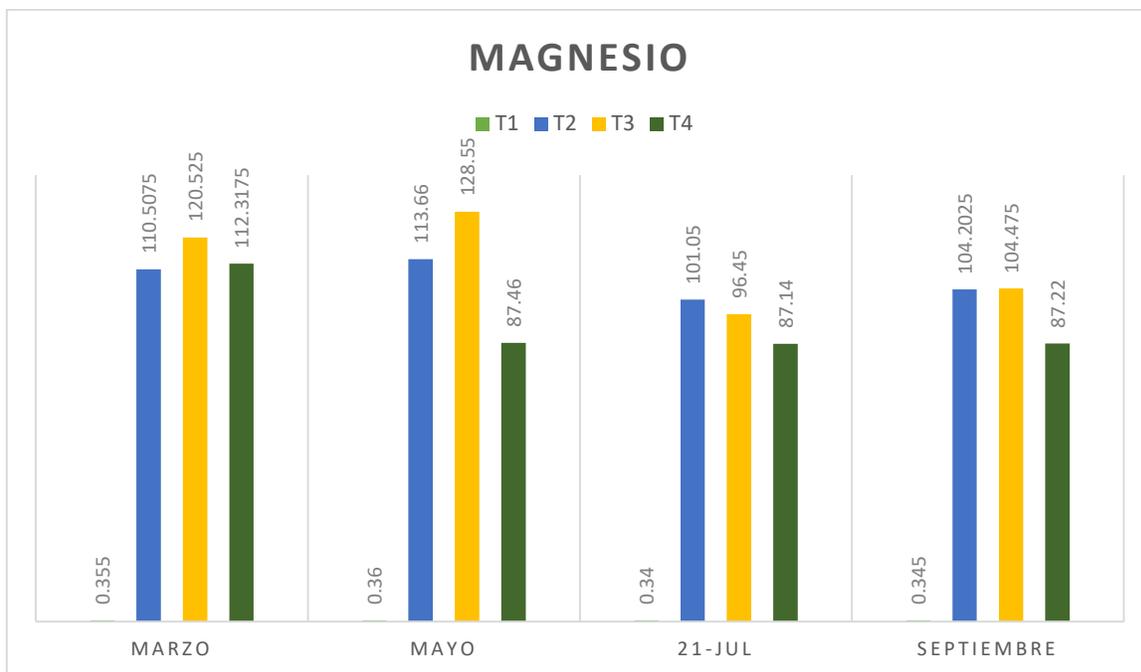


Figura 13.- Datos del análisis foliar de Magnesio (Mg)

El elemento magnesio (Mg) mostro deficiencia en las cuatro muestras, pero solo con el T1, nuestro tratamiento testigo (fertilización química), al contrario mostro mayor asimilación en las aplicaciones al dos, cuatro y seis por ciento, T2, T3 Y T4.

Cuadro 7.- Resultados de magnesio (Mg) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

	T1	T2	T3	T4
05 mar	0.355	0.35	0.3325	0.3575
22 may	0.36	0.36	0.34	0.36
21 jul	0.34	0.32	0.31	0.35
24 sep	0.345	0.33	0.3175	0.3525

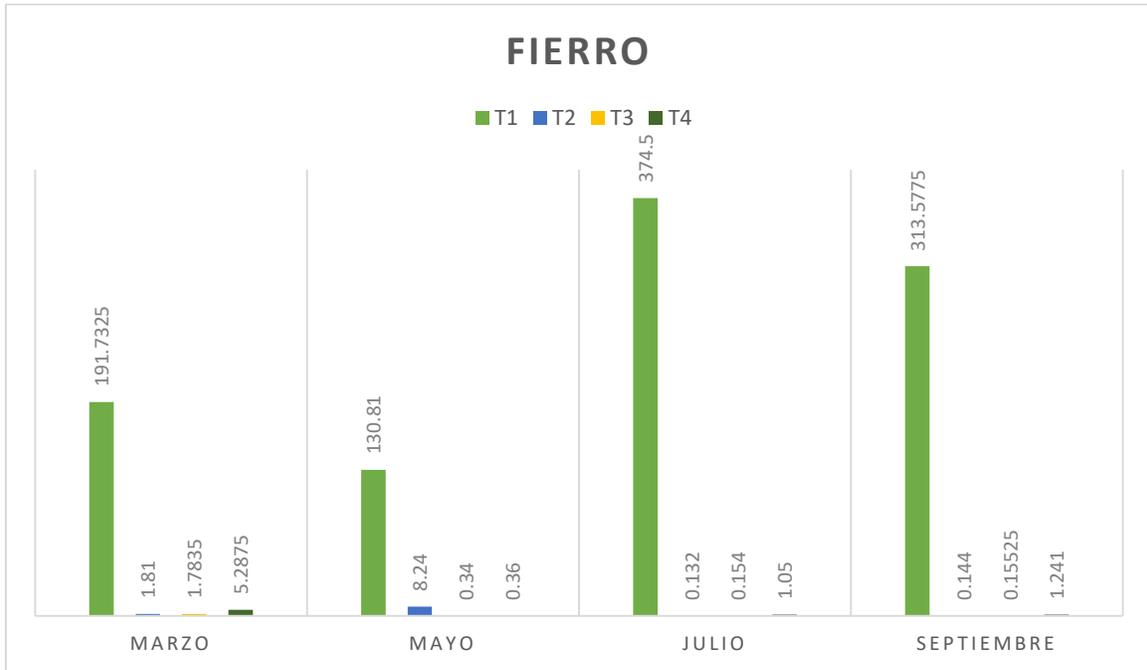


Figura 14.- Datos del análisis foliar de Fierro (Fe)

Cuadro 8.- Resultados de fierro (Fe) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

	T1	T2	T3	T4
05 mar	191.7325	199.4125	202.44	211.5
22 may	130.81	177.05	178.42	207.5
21 jul	374.5	266.5	274.5	223.5
24 sep	313.5775	244.1375	250.48	219.5

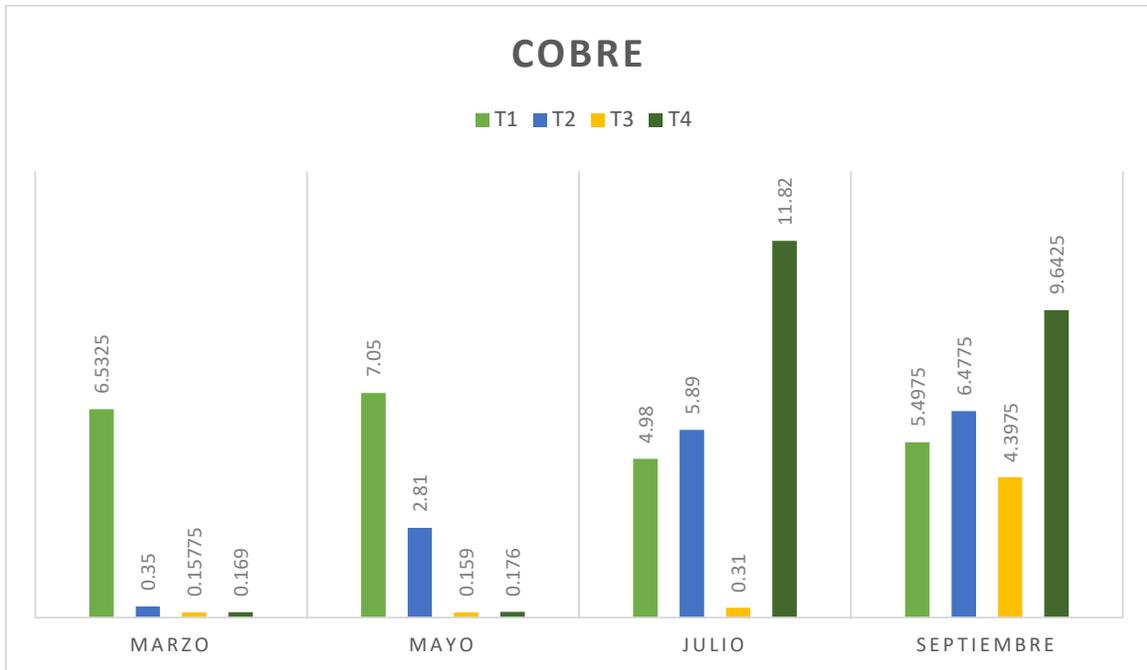


Figura 15.- Datos del análisis foliar de Cobre (Cu)

Cuadro 9.- Resultados de cobre (Cu) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

	T1	T2	T3	T4
05 mar	6.5325	7.6525	9.36	7.09
22 may	7.05	8.24	10.18	5.63
21 jul	4.98	5.89	6.9	11.47
24 sep	5.4975	6.4775	7.72	10.01

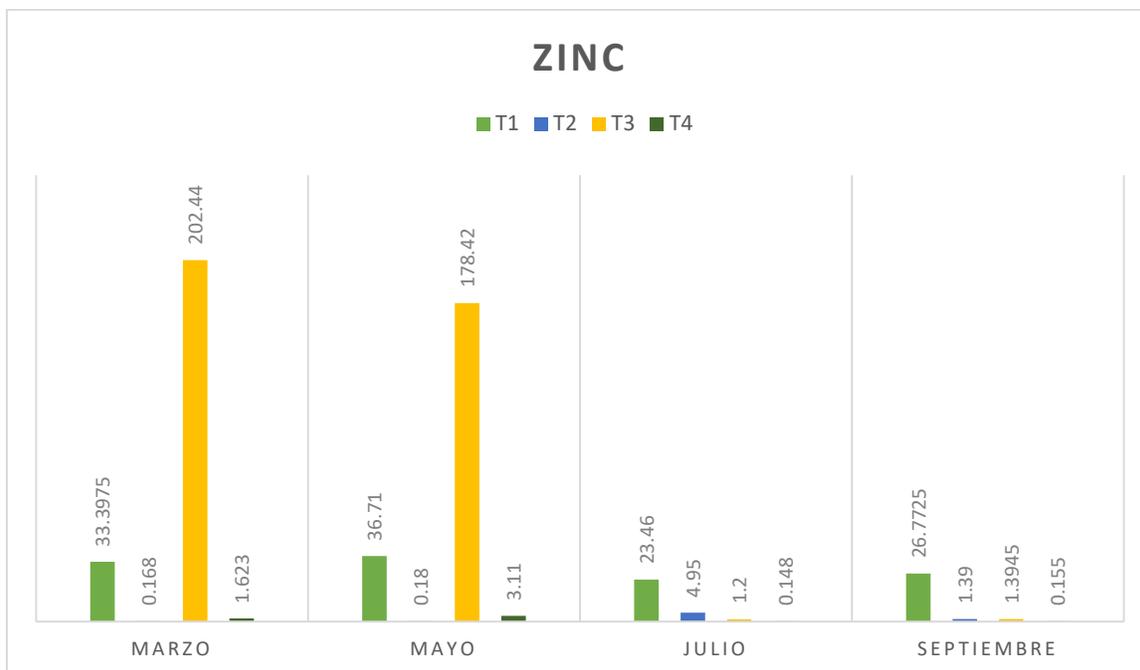


Figura 16.- Datos del análisis foliar de Zinc (Zn)

Las concentraciones de zinc que resultaron de las muestras tomadas del mes de marzo al mes de mayo (etapas de brote y fructificación) se mostraron en mayor concentración que las de Brown (1994) ya que indicó que la concentración de zinc óptima fluctúa entre 12 y 14 ppm; por otro lado (Benou, 2020) presentó que en las etapas de floración, desarrollo, maduración de fruto y poscosecha la concentración de zinc oscila entre 35 a 42, 40 a 46, 38 a 41 y 44 a 48 mg kg, resultados mayores a los encontrados en este proyecto.

Cuadro 10.- Resultados de zinc (Zn) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

	T1	T2	T3	T4
05 mar	33.3975	23.1625	30.2375	26.1325
22 may	36.71	22.72	27.36	20.33
21 jul	23.46	24.49	38.87	43.54
24 sep	26.7725	24.0475	35.9925	37.7375

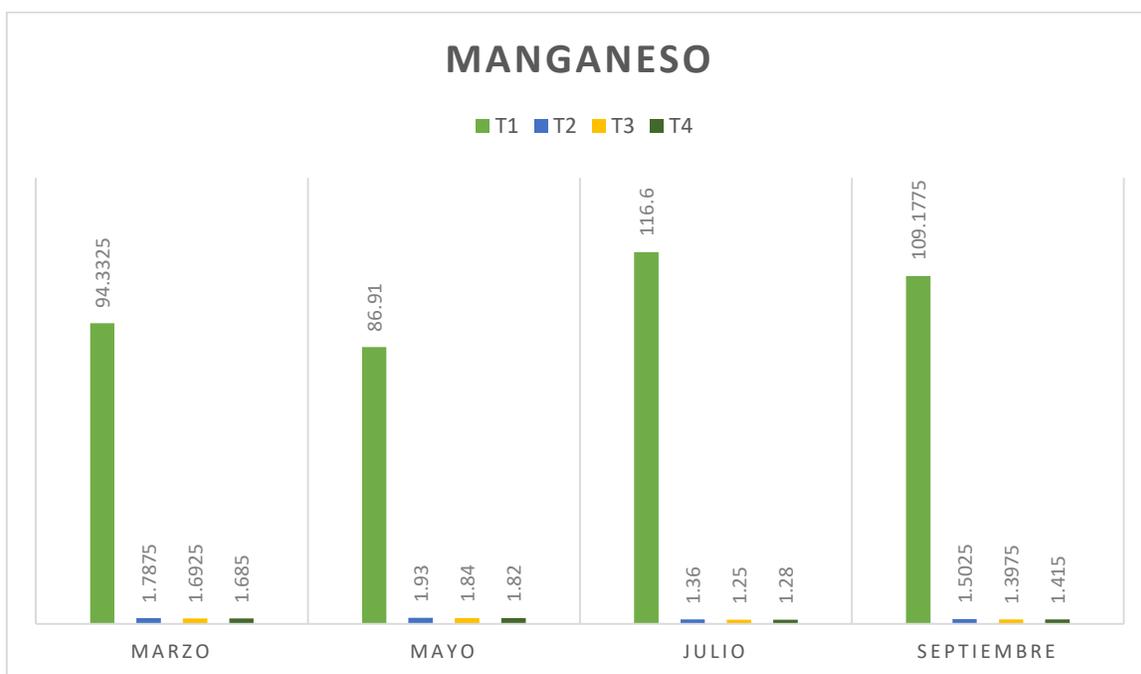


Figura 17.- Datos del análisis foliar de Manganeso (Mn)

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede observar que el elemento manganeso tuvo una mayor y notoria asimilación con el T1, en este caso nuestro tratamiento testigo, que consta de fertilización química.

Cuadro 11.- Resultados de manganeso (Mn) por el método Desviación Óptimo Porcentual (DOP).

	T1	T2	T3	T4
05 mar	94.3325	93.38	109.06	112.3175
22 may	86.91	91.23	103.71	95.47
21 jul	116.6	99.83	125.11	162.86
24 sep	109.1775	97.68	119.76	146.0125

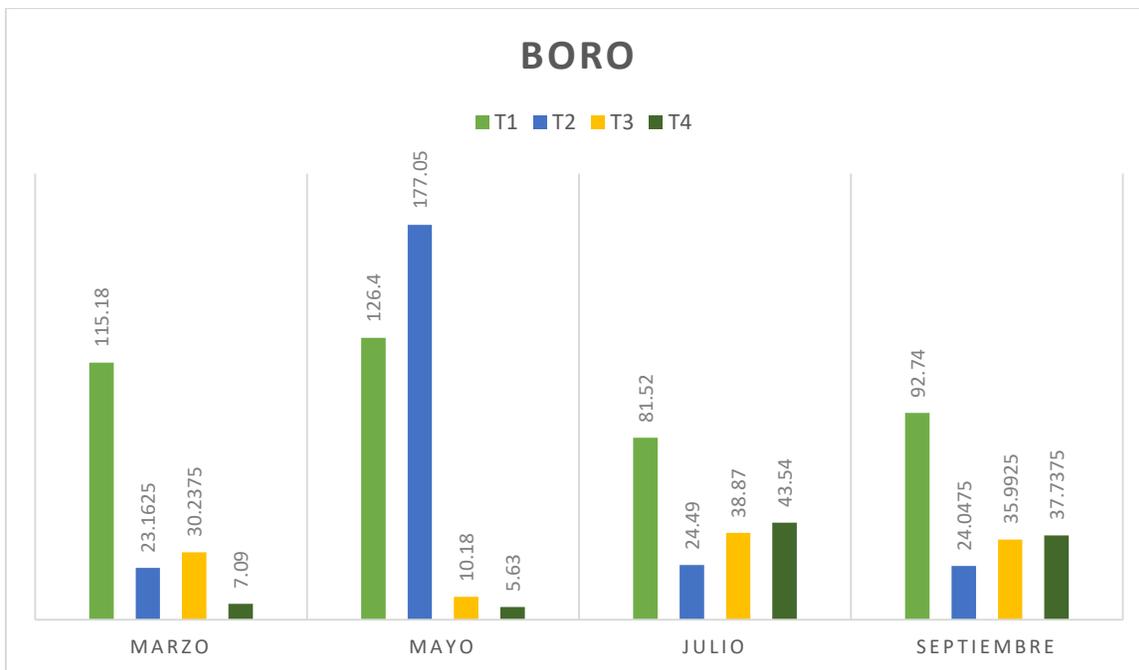


Figura 18.- Datos del análisis foliar de Boro (B)

Cuadro 12.- Resultados de boro (B) por el método Desviación Optimo Porcentual (DOP).

	T1	T2	T3	T4
05 mar	115.18	110.5075	120.525	87.38
22 may	126.4	113.66	128.55	87.46
21 jul	81.52	101.05	96.45	87.14
24 sep	92.74	104.2025	104.475	87.22

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos durante el proyecto podemos concluir que las aplicaciones de potasio en un cuatro y seis por ciento (T3) Y (T4) son asimiladas; ya que en los resultados de los muestreos se encontraron cantidades dentro del parámetro a las establecidas por otros autores, consideradas óptimas; es importante mencionar que el potasio en las plantas testigo se mostró en menor cantidad durante todo su ciclo, en cambio se mostró una asimilación y estabilidad notoria durante los meses de julio a septiembre, la aplicación de potasio al seis por ciento (T4) (durante la maduración del fruto y su cosecha), por lo que se deduce que las aplicaciones influyeron de manera positiva en una etapa fenológica, donde el aprovechamiento de tal elemento es crucial.

Los resultados del método de Desviación Optimo Porcentual (DOP), dan como orden de limitación a los elementos del tratamiento tres (T3); 21 de julio $Mn > Zn > Fe > Cu > Ca > P > K > B > N > Mg$, 24 de septiembre $Mn > Zn > Fe > Cu > P > Ca > K > N > B > Mg$, donde podemos observar que la mayoría de los elementos se mantienen dentro de un parámetro sumamente parecido, en este caso el potasio ocupando el lugar número 7 se encuentra en el mismo lugar dentro de las dos fechas, que como se mencionó antes es un elemento muy importante en esta etapa fenológica de la planta (maduración y cosecha).

VI. BIBLIOGRAFIA

Árboles frutales 2019. <https://arbolesfrutales.org/higuera-todo-lo-que-debes-saber/>

Barbosa F. S. 2008 El higo y sus posibilidades de mercado Tecnología en Marcha, 21:14-22 N.º 3, Julio-Setiembre.

CONABIO, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (2018) http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/50-morac5m.pdf. (Septiembre 2018).

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

CHAVES, M. 1996. El mundo del higo. España. Disponible en <http://www.terra.com.ve/especiales/medicinanatural/higo.htm>

Enciso, C. (2014). El cultivo del higo (Ficus Carica L.) en la vertiente sur de gredos. Conama2014.conama.org

FAO 2010 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 461 pp.

Ficus carica L. (1753), MORACEAE, Species Plantarum 2: 1059. 1753. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/50-

Grattelin, Es. 1991. Fertilización de árboles frutales. Investigación Agropecuaria Brasileña, Brasilia, 25(5): 747- 751.

Grattelin, Es. 1991. Fertilización de árboles frutales. Investigación Agropecuaria

Lavín, A.; Reyes, M. (2004). Higuera (Ficus carica L.). (p. 82-94). En: A. Lavín Acevedo (Ed.). Frutales: especies con potencial en el Secano Interior. Boletín INIA n° 120. Ed. Matsuya, Kuni & INIA. Chile.

Hardenburg, R. E., Watada A., Wang C. 1988. “Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerías y viveros.”

<http://books.google.com.ar/books?id=O9m3fMiQeQC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false> morac5m.pdf.

Infoagro . Agricultura – El cultivo de la breva. 2013.
http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/breva.htm
<http://inta.gob.ar/documentos/inteligencia-de-mercado-de-productos-diferenciados.->

Inforural 2019 <https://www.inforural.com.mx/el-cultivo-de-higo-alternativa-y-rentable-agronegocio/>

Justo, A. M., Parra, A. A. 2005. Inteligencia de Mercado de Productos Diferenciados. México.

Krezdorn y Adriance. 1984. La higuera, recomendaciones para el cultivo y procesamiento de esta fruta. Agricultura de las Américas 8(2): 26-33.

Lavin A, Arturo y Reyes M, Marisol (2004) *Higuera (Ficus carica L.)* [en línea]. Chillan: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 120.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). www.magrama.gob.es/ (06/08/2014).

Mordoğan N., Hakerlerler H., Ceylan Ş., Aydın Ş., Yağmur, B., and Aksoy, U. (2013). Effect of organic fertilization on fig leaf nutrients and fruit quality. *Journal of Plant Nutrition* 36:1128–1137, <https://doi.org/10.1080/01904167.2013.780611>.

NIKOVSKI, I. 1994. Common problems in propagation in vitro of fig. *Agrimatters* 9 (2): 32-35.

RAWSUI, J. 1992. La higuera (*Ficus carica*) y otras plantas cultivadas en España. Universidad Madrileña, Madrid, España. 165 p

Rodriguez, F. (2015). Sustancias húmicas: origen, caracterización y uso en la agricultura. INTAGRI. Intagri.com/articulos/nutricion-vegetal

SAGARPA 2010 (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación).

SEMARNAT,2012<http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/sniarn.aspx> Source on fig (*Ficus carica* L.) productivity and fruit quality,” *Scientia Horticulturae*.130-4:737–742

Sintes, P. 1996. Virtudes curativas de la almendra y otros frutos secos: avellana, cacahuete, castaña, coco, chufa, nuez, oliva, piñón, higo y ciruela. 2 ed. Editorial Española. Barcelona, España. pp 79-81.

UC AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES, UCANR (1999). “Crop profile for figs in California”. Cooperative Extension of Agricultural and Natural Resources, Agricultural Experiment Station, University of California.

Wallace, AA. 1999. Historia y propiedades del higo *Ficus carica*. *Fruta Viva* 32(4): 123 – 130.

Westwood, N.H. 1982. Fruticultura de zonas templadas. Mundi-Prensa. Madrid.