

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÒN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



La Interacción Entre Macronutrientes y Sustancias Húmicas Afectan la Calidad del Fruto de Mango (*Mangifera indica* L) en la Región Centro de Colima

Por:

REGINA MARTÍNEZ MARES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila México.
Octubre,2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÒN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

La Interacción Entre Macronutrientes y Sustancias Húmicas Afectan la Calidad del Fruto de Mango (*Mangifera indica* L) en la Región Centro de Colima

Por:

REGINA MARTÍNEZ MARES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Armando Hernández Pérez
Asesor Principal

Dra. Fabiola Aureoles Rodríguez
Coasesor

MC. Alfonso Rojas Duarte
Coasesor

Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila México.

Octubre, 2021



AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la vida, ayudarme a terminar esta carrera, ya que sin él no soy nada en este mundo que me rodea y por ser mi mejor amigo que siempre está a mi lado en los buenos y malos momentos de mi vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, le agradezco a mí alma mater por brindarme esa metamorfosis, ya que no solo fue mi formación profesional la que se desarrolló aquí, sino fue mi casa la cual me vio crecer en esta etapa de mi vida.

Especialmente al Dr. Armando Hernández Pérez, por su amistad, por su extraordinario apoyo y compromiso para hacer de esta tesis una realidad.

A la Dra. Fabiola Aureoles y al M.C. Alfonso Rojas por su apoyo y colaboración en la elaboración de este trabajo de investigación.

A la T.L.Q. María Guadalupe Pérez Ovalle y Dra. Juanita Cruz García por brindarme su valioso tiempo, paciencia y conocimientos para poder terminar esta tesis.

Al Departamento de Horticultura y al Empresa Química Sagal S.A, por el apoyo brindado.

A todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, hago extenso mi más sincero agradecimiento.

Mil gracias a todos...

“He sido bendecido de encontrar gente más inteligente que yo, y ellos me ayudan a ejecutar la visión que tengo” **Russell Simmons.**

DEDICATORIAS

Primero que nada y antes que nadie tienes que tener fe en Dios y en ti mismo vence la ignorancia y el miedo.
ANONIMO.

Este proyecto de investigación es parte de mi vida, así como el comienzo de muchas otras etapas que vienen, este trabajo lo dedico a Dios, a mi familia, a la empresa Química Sagal S.A, al M.C. Alfonso Rojas, al Ing. Nicolás López y al C. Trinidad Lemus ya que sin ninguno de estos elementos el presente trabajo hubiera sido posible.

Pero en especial dedico este trabajo y esfuerzo a mis padres:

José Luis Martínez Lucio y Cristina Mares Salazar.

Por qué creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, ya que el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo llegar hasta el final. Todo el esfuerzo hasta hoy realizado va por ustedes, por lo que valen. A mi esposo Rolando e hijo José Elio les doy las gracias por motivarme día a día a ser mejor y no quitar el dedo del renglón en los momentos más difíciles a mis hermanos, tíos, primos y amigos les agradezco el haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos más difíciles de mi trayectoria.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

“Todos los sueños se pueden convertir en realidad si tienes el coraje de perseguirlos”

Walt Disney.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS	II
ÍNDICE DE IMÁGENES	V
ÍNDICE DE CUADROS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
I. INTRODUCCION.....	1
II. JUSTIFICACION.....	2
III. OBJETIVO.....	3
3.1 OBJETIVO GENERAL	3
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
IV. HIPOTESIS.....	3
V. REVISION DE LITERATURA.....	4
5.1 ORIGEN Y ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN	4
5.2. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICOS.....	5
Suelo (características físicas y químicas)	5
Precipitación	5
Temperatura	6
Radiación solar	6
Altura sobre el nivel del mar (a.s.n.m).	7
5.3. FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE MANGO	7
5.4. NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA.....	9
5.5. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA	11
5.6. INTERACCIÓN ENTRE LA NUTRICIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA.....	13
5.7. CALIDAD DE FRUTO	17
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
6.1. Localización	19
6.2. Material vegetal.....	19
6.3. Establecimiento del experimento.....	19
6.4. Muestreo y Análisis de Suelo	20

6.5. Tratamiento	20
6.6. Diseño experimental.....	21
6.7. Labores culturales.....	22
Poda	22
Fertilización.....	22
Riego	22
Control de malezas, plagas y enfermedades:.....	22
6.8. Cosecha	23
6.9. Variables evaluadas	23
Peso de fruto	23
Diámetro polar y ecuatorial	23
Ácido cítrico	23
pH.....	24
% Brix	24
Vitamina “C”	24
Contenido de humedad.....	25
6.10. Análisis Estadístico	25
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
VIII. CONCLUSIÓN	37
IX. LITERATURA CITADA	38

ÍNDICE DE IMÁGENES

Pág.

Imagen 1. Establecimiento del experimento.....	20
---	-----------

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Establecimiento de los tratamientos en función de las dosis NPK, ácidos húmicos (AH) y sustancias húmicas (SH).....	21
Cuadro 2. Efecto de las diferentes dosis NPK, sustancias húmicas (SH) y ácidos húmicos (AH) en el peso del fruto del mango cv. Ataulfo.	26
Cuadro 3. Efecto de las diferentes dosis NPK, sustancias húmicas (SH) y ácidos húmicos (AH) en la calidad del fruto de mango cv. Ataulfo.	27

Figura 1. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K y sustancias húmicas en la concentración de ácido cítrico en la fruta de mango cv. Ataulfo. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.....28

Figura 2. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K y ácidos húmicos en la concentración de °Brix en la fruta de mango cv. Ataulfo. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.29

Figura 3. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K y sustancias húmicas en el diámetro ecuatorial en la fruta de mango cv. Ataulfo. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.....30

Figura 4. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K, sustancias húmicas y ácidos húmicos en la concentración de Vitamina C en la fruta de mango cv. Ataulfo. AH= ácidos húmicos, SH= sustancias húmicas, FF= fruta fresca. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.....31

Figura 5. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K, sustancias y ácidos húmicos en la concentración del pH en la fruta fresca (FF) de mango cv. Ataulfo. AH= ácidos húmicos, SH= sustancias húmicas. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento32

Figura 6. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K, sustancias y ácidos húmicos en el porcentaje de humedad en la fruta de mango cv. Ataulfo. AH= ácidos húmicos, SH= sustancias húmicas. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento33

Figura 7. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K, sustancias húmicas y ácidos húmicos en el peso de la fruta de mango cv. Ataulfo. AH= ácidos húmicos, SH= sustancias húmicas. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.....34

Figura 8. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K, sustancias húmicas y ácidos húmicos en el diámetro polar de la fruta de mango cv. Ataulfo. AH= ácidos húmicos, SH= sustancias húmicas. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.....35

Figura 9. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K, sustancias húmicas y ácidos húmicos en la pérdida de humedad de la fruta de mango cv. Ataulfo. AH= ácidos húmicos, SH= sustancias húmicas. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento36

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el efecto de las diferentes dosis de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y sustancias húmicas en la calidad del fruto de mango cv. Ataulfo. La investigación se dividió en dos etapas en el periodo de enero-mayo del año 2018 en el Rancho Trinidad, Coquimatlán, Colima en la cual se realizó el establecimiento del experimento y desarrollo del mismo, evaluando 3 dosis de N-P-K, 2 dosis de ácidos húmicos y 2 dosis de sustancias húmicas, dando un total de 12 tratamientos, mientras que la segunda etapa se realizó en el periodo de mayo-junio del 2018 en el Laboratorio de Postcosecha del Departamento de Horticultura dentro de las instalaciones de la UAAAN, Saltillo, Coahuila. Se evaluaron las propiedades físico-químicas de los frutos en los cuales fueron peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial, ácido cítrico, pH, °Brix, vitamina C y contenido de humedad. Las dosis de NPK afectaron de manera significativa todas las variables evaluadas reportando un incremento principalmente en las siguientes variables; un 6.49 % en el diámetro ecuatorial, al igual que °Brix y el pH se incrementó 4.84 %, el contenido de humedad y ácido cítrico presentan un aumento en 6.13 % y 12.12 % respectivamente, en relación con las dosis bajas de fertilización. Las dosis de sustancias húmicas (SH) afectó de manera significativa el diámetro polar con un 2.28 %, en diámetro ecuatorial 3.83 %, el contenido de vitamina C 4.12 %, el pH 1.63 % y la pérdida de humedad 16.14 %, sin embargo, las dosis de ácidos húmicos (AH) el peso de fruto aumento un 3 %, mientras que en diámetro polar incremento en un 2.28 %, el contenido de humedad 1.76 % y contenido de vitamina C 1.68 %. La interacción entre NPK, SH y AH incremento el peso de fruto, diámetro polar, contenido de humedad, contenido de vitamina C y pérdida de humedad.

Palabras clave: Nutrición, Frutales tropicales, Vitamina C, °Brix.

I. INTRODUCCIÓN

El mango se cultiva en México en más de diez estados de las costas del Pacífico y del Atlántico partiendo de Campeche, Chiapas, Colima, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa hasta Veracruz. De los cuales destacan como principales productores: Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Nayarit y Sinaloa, que concentran más del 70 % de las áreas sembradas, cosechadas y en producción (Mota, 2003).

México tiene una enorme variedad geográfica y grandiosas condiciones para una fruticultura orgánica, sin embargo, hasta ahora predomina fuertemente técnicas con el uso de insumos químicos (Marroquín-Agreda *et al.* 2007; Schwentesius y Gómez, 2002; Pohlan *et al.*, 1997). Los huertos de frutales en su mayoría se localizan bajo un sistema de manejo intensivo muchos de ellos dependen de altos insumos externos, como fertilizantes y pesticidas (Marroquín *et al.*, 2006). Esto se debe principalmente a que permiten obtener altos rendimientos y son necesarios para suministrar a los cultivos con los nutrientes que al suelo le están faltando (FAO, 2002).

Principalmente en ambientes tropicales los pequeños productores han desarrollado actividades para empujar el cultivo orgánico de frutales con mayor énfasis a la exportación (Vanderlinden *et al.*, 2004; Pérez y Pohlan, 2004; Pohlan *et al.*, 2003). Debido a que las sustancias húmicas además de contribuir en la fertilidad del suelo y en la nutrición de la planta, genera alimentos con un valor nutricional mayor (Pettit, 2016). Una fertilización adecuada que aporte los nutrimentos que el árbol requiera durante la etapa de fructificación en la cantidad y el momento oportuno favorece la producción y al mismo tiempo la calidad, vida de anaquel de los frutos (García *et al.*, 2015).

La calidad es un factor importante para la comercialización del mango ya que los consumidores se han vuelto cada vez más exigentes con los estándares de calidad,

tanto en los parámetros físico-químicos que están asociados con la madurez, así como en su apariencia externa (Galán, 1992).

II. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación intenta colaborar en la transferencia y adopción de tecnologías, que hagan de este frutal un cultivo altamente rentable e impactar en el proceso productivo regional del mango. La nutrición del cultivo es elemental y una actividad necesaria para mantener árboles fuertes que den la productividad que se desea y la calidad del fruto. En general se pretende reducir los factores que limiten la producción de mango, de tal manera que los productores, que apliquen esta tecnología, incrementen la rentabilidad del cultivo produciendo fruta de mayor calidad organoléptica, logrando así alcanzar mejores precios en la comercialización del producto.

El estado de Colima ocupa la octava posición entre las entidades productoras a nivel nacional, el 70 % de la producción es del tipo Ataulfo, que es el de mayor demanda y mejor precio. En el año 2017 el estado produjo 700 mil cajas de 30 kilogramos durante los meses de abril, mayo y junio, pero disminuyó alrededor de un 40 % en relación al 2016. Esto se debió principalmente a factores ambientales entre los que destacan bajas y altas temperaturas, lluvias tempranas o tardías originando cambios en el metabolismo del árbol y la fecundación de la flor, todo esto causa una menor cantidad de frutos.

Con base a lo anterior se busca por medio de la nutrición se regule y mejore la eficiencia productiva de la planta y se lleve a cabo desde árboles en pleno desarrollo hasta árboles fisiológicamente maduros.

III. OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de diferentes dosis de macronutrientes (NPK) y sustancias húmicas en la calidad del fruto de mango cv Ataulfo.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener la dosis optima de NPK que mejore la calidad del mango cv. Ataulfo.
- Determinar la dosis optima de sustancias húmicas que incremente la calidad del fruto de mango cv. Ataulfo.
- Encontrar la mejor interacción entre NPK y sustancias húmicas que permita obtener mejor calidad de los frutos de mango cv. Ataulfo.

IV. HIPOTESIS

Al menos una dosis de NPK, sustancias húmicas y la interacción de estas afectaran la calidad del fruto de mango cv. Ataulfo.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1 Origen y Estadísticas de Producción

El cultivo del mango (*Mangifera indica* L.) es una de las especies de mayor importancia dentro de la familia de las Anacardiáceas, debido a su distribución mundial, así como la importancia económica que este cultivo representa ya que es considerado el quinto fruto de consumo a nivel internacional y el tercero entre los tropicales inmediatamente tras el plátano y la piña (Galán, 2009). La producción de esta especie se promueve en 90 países de los cuales destaca Asia con un 77 %, América con el 13 % y África el 9 % (FAOSTAT, 2007).

Actualmente México es el principal país exportador de mango con 369 mil toneladas, seguido de India, Tailandia, Perú, Brasil, Países bajos, Ecuador, Costa de Marfil, Egipto e Indonesia. En la actualidad se satisfacen las exigencias nacionales con la producción interna; además de que las importaciones mundiales se han elevado en un 34.75 % en la última década lo que ha generado un aumento en las exportaciones mexicanas especialmente con destino a Estados Unidos y Canadá (SAGARPA, 2017).

Una de las especies de mayor importancia en México es el mango Ataulfo, cultivar de origen mexicano originario de Tapachula, Chiapas con más aceptación en los mercados internacionales y nacionales por sus características organolépticas, aunque su genealogía es incierta, ya que se desconocen sus antecesores (Infante *et al.*, 2011). En el año 2016 México produjo 1.9 millones de toneladas en una superficie de 196 mil hectáreas donde el principal estado productor fue Guerrero con 371, 694 toneladas y un rendimiento en promedio de 15.52 t ha⁻¹. Sin embargo, los siguientes estados obtuvieron una producción destacada Sinaloa 21.28 %, Nayarit 17.78 %, Chiapas 15.14 %, Michoacán 10.94 %, Oaxaca 10.28 % y Veracruz 8.35% (SIAP, 2016).

5.2. CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICOS

5.2.1 Suelo

Puede vivir bien en diferentes clases de terreno, siempre que sean profundos y con un buen drenaje, este último factor es de gran importancia. En suelos en los que se efectúa un abonado racional, la profundidad no es tan necesaria; sin embargo, se recomienda en general los suelos ligeros, donde las grandes raíces puedan penetrar y fijarse al terreno (Calixto-Rojas, 2008). Puede plantarse en suelos desde 75 cm de profundidad, aunque lo ideal son suelos de 1 a 1.5 m. con textura franca o franca-arenosa (Mora *et al.*, 2002). Los suelos aluviales generalmente reúnen características favorables para el desarrollo del mango. En suelos arcillosos, con mal drenaje o capa dura e impermeable, poco profundos y pH muy alto, los árboles crecen poco y no producen bien ya que se dificulta el desarrollo de las raíces, y el árbol presenta problemas nutricionales, se debilita y es atacado por patógenos que pueden causar la muerte descendente y finalmente mueren (Cruzaley *et al.*, 2005; Ruíz *et al.*, 2013). El pH recomendado para un buen desarrollo del árbol oscila de 5.5 a 7.5 (Ochse *et al.*, 1980). En suelos alcalinos con pH mayor de 7.5 se requiere aplicar micronutrientes como hierro, zinc, boro y cobre entre otros; en condiciones de pH demasiado alcalinos (> 8.0) o muy ácidos (< 5.0) no es posible cultivar mango (Cruzaley *et al.*, 2005). El árbol de mango no es tolerante a la salinidad, por lo que no debe plantarse en suelos salinos ni regarse con agua que contenga más de 200 ppm de sales, puesto que causaría quemaduras en las hojas y daños a la raíz (Cruzaley *et al.*, 2005).

5.2.1 Precipitación

El mango es un frutal de origen monzónico, en el que se alternan las épocas de elevada humedad y sequía (INEGI, 1997). Se adapta a regiones donde existen una estación seca y una estación húmeda bien definidas (Baradas, 1994; Ibar, 1983). Requiere de estación seca con días despejados, antes y durante la floración y fructificación (Baradas, 1994). Un periodo de sequía de 2-3 meses antes de la

floración es favorable para una buena producción. Se debe contar con agua suficiente en el periodo de desarrollo y maduración del fruto (Benacchio, 1982). La mayor necesidad de agua se tiene en los dos primeros años de vida: 15 a 20 litros semanales por árbol (Ibar, 1983). No debe faltar la humedad durante el crecimiento vegetativo y la formación de frutos. Sin embargo, se requiere de un periodo de sequía para provocar la inducción floral, y por otro lado fuertes precipitaciones durante la floración y fructificación pueden causar la caída de estos órganos o malformaciones (Mederos, 1988). El rango de adaptación va de 700 a 2500 mm, pero lo óptimo es entre 1000 y 1500 mm al año (Mora *et al.*, 2002).

5.2.3 Temperatura

El mango es un frutal de clima tropical y la temperatura es el factor óptimo y más importante en la distribución y su adaptación. La temperatura media óptima está entre 24-27°C siendo más tolerante a temperaturas altas que bajas (Purseglove, 1987). La temperatura media anual más conveniente oscila entre los 22 y 27°C (Mora *et al.*, 2002). Cuando la temperatura desciende por debajo de los 10°C, el crecimiento del árbol es muy lento y su floración muy baja; a partir de los 5°C hacia 0°C, la floración y los frutos son muy dañados y las plantaciones en desarrollo son destruidas totalmente (Mederos, 1988). Temperaturas nocturnas entre 8 y 15°C en combinación con temperaturas diurnas por debajo de 20°C inducen a la floración en mango (Shu y Sheen, 1987). De acuerdo con Whiley *et al.* (1988) la inducción vegetativa se da con temperaturas diurnas de 30°C y nocturnas de 25°C; mientras que la inducción floral se produce con temperaturas diurnas de 15°C y temperaturas nocturnas de 10°C en cultivares mono y poliembriónicos.

5.2.3 Radiación solar

Requiere de bastante insolación ya que un periodo nublado durante la etapa de floración causa la caída de flores (Benacchio, 1982). Debe recibir 2000 horas de sol al año para satisfacer todas sus funciones fisiológicas (Mederos, 1988). El cultivo

necesita una buena luminosidad para su crecimiento, desarrollo reproductivo y rendimiento; ya que es poco tolerante a la sombra (Mora *et al.*, 2002).

5.2.4 Altura sobre el nivel del mar

En los trópicos se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1200 m, pero desarrolla mejor en alturas inferiores a 600 m (Purseglove, 1987). Por su parte Mora y colaboradores (2002), mencionan zonas que se encuentren por debajo de los 800 m en clima tropical. Se ha de determinado que por cada grado de latitud que aumente o disminuya la ubicación de las plantaciones, existe un retraso en la floración de cuatro días (Chávez *et al.*, 2001).

5.3. FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE MANGO

El crecimiento del mango pasa por una serie de puntos máximos y de reposos vegetativos aparentes. Es necesario un periodo de reposo vegetativo de al menos dos meses para inducir la floración. Este reposo se provoca de forma natural mediante la alternancia de temporadas húmedas y secas, la sucesión de periodos cálidos y más fríos, o mediante una combinación de ambos. Por ello, tanto un periodo seco como de temperaturas frías puede provocar la inducción floral. En el clima ecuatorial el mango no tiene reposo vegetativo, por lo que florece poco o nada. Cuanto más relativamente largo e intenso es el reposo, más posibilidades hay de obtener una producción agrupada y abundante cada año se inician de dos a tres inducciones florales (ColeACP, 2013). La floración ocurre después del desarrollo y maduración del brote vegetativo cuatro a cinco meses (Davenport, 2003).

La inducción floral es un proceso fisiológico en el cual, tiene lugar un cambio cualitativo en el metabolismo de las hormonas, mientras que la previa iniciación floral según Ramírez y Davenport (2010), se define como la división y elongación celular que da origen al inicio del desarrollo de brotes que pueden ser reproductivos (solo flores), vegetativos (solo hojas) o mixtos (hojas y flores en la misma estructura floral). La inducción floral en los frutales es un proceso en el cual las yemas

originalmente vegetativas, experimentan cambios metabólicos para transformarse en yemas florales (Yuri *et al.*, 2002). Esto es controlado por factores ambientales, ontogénicos o fisiológicos y estos afectan la inducción y la apertura de flores, así como el contenido de elementos minerales y carbohidratos en plantas, hormonas y condiciones ambientales, además el propio crecimiento vegetativo y reproductivo (Bernier, 1988).

Conociendo la fisiología de la inducción floral, es posible programar las cosechas mediante aplicación de productos químicos y otras técnicas de manejo de cultivo que prolongan, anticipan o retrasan la época de producción; incluso, producen determinados cultivos fuera de su área natural de adaptación (producción forzada), aumentan la competitividad en los mercados nacionales e internacionales y promueven el uso eficiente de los insumos como los fertilizantes y pesticidas (Davenport y Nuñez, 1991). Ramírez y Davenport (2010) mencionan que una menor proporción de la molécula florígera es sintetizada en las hojas en condiciones “cálidas” tropicales, en comparación con las condiciones subtropicales “frías inductivas” del sur de la Florida, Estados Unidos. Con la sincronización por el despunte y aplicación de nitrato de potasio (KNO_3) se pueden programar las cosechas. El despunte retira sustancias inhibitoras en el ápice (Davenport, 2009). Teniendo en cuenta que la floración es el resultado de la tasa promotora/inhibidora y de la actividad de la yema, por lo cual es obvio que la poda va a tener un efecto significativo sobre la floración (Kulkarni, 2004). Se supone que, solamente a partir de 3 meses después de la poda se produce una relación citoquininas/auxinas suficientemente altas en los tallos para inducir la formación de brotes, en la cual también influye la sensibilidad del tejido frente a las giberelinas (Davenport *et al.*, 2001). El adelanto de floración con fosfónitrato es una práctica comercial en árboles mayores de cuatro años considerando que es posible obtener una respuesta a la aspersión desde el mes de octubre, la aplicación de nitratos durante la primera quincena de noviembre permite obtener una mayor cantidad de panículas. Los árboles que responden mejor al tratamiento son aquellos que tienen una gran cantidad de brotes vegetativos sazones. Estos brotes se distinguen por tener hojas de color verde oscuras y una consistencia leñosa, con la yema terminal bien

desarrollada las cuales truenan al quebrarlas en la mano (Cruzaley *et al.*, 2005). La floración en los árboles de mango puede ocurrir en brotes de cuatro a ocho meses de edad, aunque la presencia de brotes maduros no siempre garantiza la floración ya que esta depende del estímulo necesario para que la yema floral pueda diferenciarse y desarrollarse en cualquier parte del árbol. El efecto de la aspersión es notorio; por ejemplo, en los primeros dos o tres días el follaje muestra síntomas de deshidratación, las hojas se tornan opacas o cenizas, ligeramente arrugadas y con las puntas quebradizas a los 10 días después de la aspersión se notará la hinchazón de yemas apicales (Mosqueda-De los Santos, 1983). El desarrollo de la panícula es muy rápido, y de los 30 a 35 días después de la aspersión queda completamente desarrollada con flores abiertas. Si a los 8 días después de haber asperjado se observa que de cada 10 yemas sólo 3 o 4 aumentaron de tamaño y con escamas separadas, será necesario realizar una segunda aplicación de nitratos. Se ha observado que los árboles de mango más afectados por sequía o falta de humedad en el suelo (suelos delgados o profundos en ladera) son los que presentan mayor respuesta a la primera aplicación de nitratos, pero registran menor amarre de frutos (Cruzaley *et al.*, 2005).

5.4. NUTRICIÓN Y FERTILIZACIÓN QUIMICA

En lo que respecta a la fertilización química una vez concluida la poda y laboreo del suelo puede realizarse la primera fertilización, para estimular el crecimiento deben aplicarse las cantidades de fertilizante recomendadas por un especialista basado en análisis de laboratorio. En caso contrario, se sugiere balancear una mezcla de fertilizantes que contenga Nitrógeno, Fosforo y Potasio y pequeñas cantidades de Hierro, Zinc y Manganeso (Espinosa *et al.*, 2006). En suelos arenosos se recomienda fraccionar la dosis de fertilización de 3 a 4 aplicaciones por año, de preferencia fertilizar con productos hidrosolubles a través del sistema de riego para que las raíces de la planta lo asimilen de manera más eficiente. Además, se debe complementar con aplicaciones de fertilizantes foliares quelatados durante el rebrote del árbol, así como aplicaciones al suelo de compostas y mejoradores de

suelo como la dolomita para aportar Calcio y Magnesio a la planta o en el caso de tener suelos ácidos para regular o neutralizar el pH (Cruzaley *et al.*, 2005).

Otros cultivos comerciales, tales como los cítricos también están sujetos a diversos estreses abióticos que limitan el rendimiento del cultivo (Naz *et al.*, 2007). Entre estos, la concentración subóptima de los nutrientes en el cuerpo de la planta es mucho más importante porque dificulta el adecuado crecimiento y desarrollo de la planta (Ahmed *et al.*, 2007). La deficiencia de nutrientes en el suelo de huertos de cítricos en Pakistán es una de las principales razones de la disminución en el rendimiento y la calidad de fruta (Ibrahim *et al.*, 2007), ya que los cítricos son un cultivo que requiere nutrientes además de que es altamente sensible a los nutrientes aplicados en la forma de fertilizantes (Wang *et al.*, 2006). El crecimiento mejorado con rendimiento y calidad de fruto puede ser obtenido por la aplicación de fertilizantes compuestos adecuados porque cualquier nutriente ya sea deficiente o en exceso puede llevar a una reducción en el rendimiento del cultivo acoplado con una calidad de fruta inferior. La aplicación de fertilizantes NPK resulta prometedora para aumentar el tamaño y rendimiento de fruta junto con un mayor contenido de jugo (He *et al.*, 2003; Abdellah, 2006).

El nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta y se encuentra de 1 % a 4 % del extracto seco de la planta, es asimilado en el suelo en forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina con elementos producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar aminoácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento un buen suministro de este elemento para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes (FAO, 1992). En las especies frutales una deficiencia de nitrógeno puede inducir el aborto del polen; en condiciones de abasto adecuado de N se mejora la longevidad del óvulo lo que conlleva a mejorar el amarre de frutos (Díaz, 2002).

En algunas especies de plantas como el olivo, en las hojas y los tallos son órganos que representan la mayor parte del almacenamiento de N y se liberan en respuesta

a las demandas metabólicas de los órganos reproductivos y vegetativos en desarrollo (Fernández-Escobar *et al.*, 2004; Klein y Weinbaum, 1984). En lo que respecta a la deficiencia de N, la producción de frutos, el rendimiento y el crecimiento de los brotes tienen una influencia negativa (Freeman *et al.*, 2005).

Ahora bien, el fósforo (P), que supone de 0.1 % a 0.4 % del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía y es por ello esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El P es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad (FAO, 1992).

El potasio (K), que supone del 1 % al 4 % del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones es el responsable de activar más de 60 enzimas y es por ello, que juegan un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades (FAO, 1992).

5.5. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

Las sustancias húmicas (SH) son los constituyentes orgánicos más abundantes presentes en los ambientes acuáticos y del suelo que resultan de un proceso de humificación que involucra la transformación microbiana y química de desechos orgánicos (Das y Ram, 2006). Estos estimulan la actividad microbiana al proporcionar a los microbios indígenas una fuente de carbono para los alimentos, lo que fomenta su crecimiento y actividad (Adani *et al.*, 1998). Se sabe que la fertilidad de los suelos también está relacionada con el contenido de materia orgánica del suelo sustancias húmicas (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos) son los componentes principales de la materia orgánica del suelo y el término "humus" es ampliamente aceptado como sinónimo de la materia orgánica del suelo (Chen y Aviad, 1990). Las sustancias húmicas en el suelo tienen efectos múltiples que pueden beneficiar enormemente el crecimiento de las plantas (Lobartini *et al.*, 1997; Tan, 1998; Nardi *et al.*, 2002; Cimrin y Yilmaz, 2005; Sangeetha *et al.*, 2006). Puede tener efectos

tanto directos como indirectos en la planta (Chen & Aviad, 1990). Los efectos indirectos implican mejoras de las propiedades del suelo tales como agregación, aireación, permeabilidad, capacidad de retención de agua, transporte y disponibilidad de micronutrientes (Tan, 2003). Los efectos directos son aquellos que requieren la absorción de sustancias húmicas en el tejido de la planta, lo que da lugar a diversos efectos bioquímicos (Chen y Aviad, 1990; Nardi *et al.*, 2002; Escobar *et al.*, 1996). Los efectos de las sustancias húmicas en el crecimiento de las plantas, en condiciones de nutrición mineral adecuada, constantemente muestran efectos positivos sobre la biomasa vegetal (Chen y Aviad, 1990). Estas sustancias afectan a la solubilidad de muchos elementos nutrientes mediante la construcción de formas complejas o agentes quelantes de materia húmica con cationes metálicos (Lobartini *et al.*, 1997).

Recientes estudios sobre el tema resumen los efectos sustancias húmicas sobre el crecimiento de las plantas y la nutrición mineral, subrayando, sobre todo los efectos positivos sobre la germinación de las semillas, crecimiento de plántulas, iniciación de raíces, crecimiento de raíces, desarrollo de brotes y la captación de macroelementos (por ejemplo, K, Ca, P) y microelementos (por ejemplo, Fe, Zn, Mn) (Chen y Aviad, 1990; Nardi *et al.*, 2002; Varanini y Pinton, 1995; Bohme y Thi Lua, 1997; Eyheraguibel *et al.*, 2008). Como consecuencia, el uso de sustancias húmicas a menudo se ha propuesto como un método para mejorar la producción de cultivos (Adani *et al.*, 1998). Los efectos del ácido húmico derivado de diversos desechos orgánicos en el crecimiento de plántulas de tomate en algunos medios de crecimiento fueron investigados por (David *et al.*, 1994, Loffredo *et al.*, 1997, Pertuit *et al.*, 2001 y Atiyeh *et al.*, 2002) en el cual determinaron que este tipo de sustancias afecta de manera positiva el crecimiento de las plántulas de tomate. Los efectos positivos de las sustancias húmicas también se observaron en estudios como el rendimiento de materia seca y crecimiento en las plántulas de maíz y avena (Lee y Bartlett, 1976; Albuzio *et al.*, 1994; Celik *et al.*, 2008), al igual que el rendimiento aumenta en las siembras de rábano y frijol verde (Singhvi, 1989; Russo y Berlyn, 1992), aunque en muchas investigaciones, los efectos de las sustancias húmicas lo reportan en numerosas plantas como el tomate (Bohme y Thi Lua, 1997; Adani *et*

al., 1998; Padem & Ocal, 1999), nabo de forraje (Albayrak y Carnas, 2005), espinaca (Ayas y Gulser, 2005), bentgrass (Cooper *et al.*, 1998), blackgram (Natesan *et al.*, 2006) y han sido bien documentados, en lo que se refiere a la respuesta de crecimiento de las plantas no se ha estudiado adecuadamente en condiciones de estrés abiótico se sabe que en condiciones del suelo calcáreo, la aplicación de las sustancias húmicas puede aumentar la tolerancia de las plantas a estrés y promover el crecimiento al aumentar la absorción de nutrientes (Tan, 2003). Por otra parte, (Taha *et al.*, 2006 y Asik *et al.*, 2009) concluyeron que las sustancias húmicas dieron los valores más altos de nutrientes disponibles, rendimiento y absorción de nutrientes por parte de la planta de trigo en diferentes suelos arenosos.

5.6. INTERACCIÓN ENTRE LA NUTRICIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA

El uso continuo de la fertilización química conduce al deterioro de las características del suelo y la fertilidad, lo cual puede conducir a la acumulación de metales pesados en tejidos vegetales que comprometen el valor nutricional de la fruta y la calidad comestible (Shimbo *et al.*, 2001). Es por ello, las fuentes orgánicas y biológicas proporcionan nutrientes esenciales para el cultivo y del mismo modo mejoran la interacción positiva con los fertilizantes químicos al aumentar su eficiencia (Ahmed *et al.*, 1996). Sin embargo, los insumos orgánicos por sí solos no satisfacen las necesidades nutricionales de los cultivos porque contienen comparativamente menos cantidad de nutrientes en comparación con los fertilizantes inorgánicos, aunque es importante aclarar que los fertilizantes químicos también reducen el contenido de proteínas de los cultivos y la calidad de los carbohidratos de tales cultivos también se degradan (Marzouk y Kassem, 2011). Existen reportes en los cuales el exceso de potasio contenido en el suelo químicamente disminuye la vitamina C, el contenido caroteno y compuestos antioxidantes en vegetales (Toor *et al.*, 2006). Verduras y frutas que se cultivan en suelos con fertilizantes químicos también son más propensos a los ataques de los insectos y enfermedades (Karungi *et al.*, 2006). Aunque se ha afirmado que los fertilizantes químicos son los

contribuyentes más importantes del aumento productividad agrícola mundial en las últimas décadas (Smil, 2001).

Los efectos negativos del fertilizante químico en el suelo y el medio ambiente limitan su uso en sistemas agrícolas sostenibles (Peyvast *et al.*, 2008). El debilitamiento de la calidad del suelo requiere incremento de insumos para mantener altos rendimientos. Esto, a su vez, amenaza la seguridad alimentaria futura y eleva los costos de producción para los agricultores que a menudo ya son pobres. Las investigaciones que comparan los suelos de los sistemas agrícolas manejados orgánica y químicamente han reconocido a un aumento en el contenido de materia orgánica del suelo y el nitrógeno total (N) con el uso de agricultura sustentable (Alvarez *et al.*, 1988; Drinkwater *et al.*, 1995; Reganold, 1988). Debido a todo esto surge la necesidad de integrar las dos formas con el fin de lograr mejores rendimientos de los cultivos. La interacción entre materia orgánica y los fertilizantes inorgánicos pueden llevar a un aumento o disminución de nutrientes en el suelo dependiendo del nutriente y material vegetal en cuestión (Frankenberger y Abdelmagid, 1985). Los fertilizantes orgánicos, que provienen principalmente de residuos agrícolas como el estiércol de vaca y compost de hongos usados o compost de residuos sólidos municipales (CRSM), a menudo se identifican como fertilizantes orgánicos locales adecuados. Estos contienen altos niveles de nutrientes, p.ej. N y P y altas cantidades de materia orgánica (Peyvast *et al.*, 2007, Peyvast *et al.*, 2008; Olfati *et al.*, 2008; Shabani *et al.*, 2011).

Baja eficiencia en el uso de fertilizantes inorgánicos junto con sus costos crecientes y la necesidad de los alimentos producidos orgánicamente han dirigido la atención de los agricultores hacia las fuentes orgánicas. Los abonos orgánicos pueden aumentar la fertilidad del suelo y, por lo tanto, el potencial de producción del cultivo, posiblemente por cambios en las propiedades físicas y químicas de los suelos, incluida la biodisponibilidad de nutrientes, en lo que se refiere a las propiedades del suelo modifica su estructura, capacidad de retención de agua, capacidad de intercambio de cationes y pH, además de la comunidad microbiana y actividad que se realice en el mismo, etc. (Marschner, 1986, Walker *et al.*, 2004, Clemente y

Bernal, 2006, Agbede *et al.*, 2008 y Muhammad y Khattak, 2009). El pH del suelo está muy influenciado por la adición de materia orgánica (MO) a través de diferentes enmiendas orgánicas y el cambio en el pH varía según la naturaleza de la MO (Walker *et al.*, 2004).

Algunos materiales orgánicos pueden aumentar el rendimiento de los cultivos debido a la mejora del suelo a través de la liberación de nutrientes durante la descomposición y mineralización. También pueden mejorar las propiedades físicas del suelo tales como retención de humedad, densidad aparente y aireación (Frankenberger y Abdelmagid, 1985). Además, tienen mayor efecto residual en cultivos posteriores a las fuentes de nutrientes inorgánicos debido a la lenta liberación de sus nutrientes a lo largo del tiempo (Szott y Kass, 2009). También pueden dar lugar a la toxicidad de aluminio y hierro con orgánicos compuestos de descomposición que resultan en una mayor disponibilidad de fósforo y reducción de toxicidad del aluminio. La fertilización orgánica también es importante para proporcionar a la planta sus requerimientos nutricionales sin tener un impacto indeseable en el medio ambiente (Njoroge y Manu, 1999). Adición de diferentes fuentes de los abonos orgánicos aumentan las características de crecimiento de la planta, es decir, la altura de la planta, el número de hojas y brotes por planta, peso fresco y seco de brotes de plantas (Nandekar y Swarkar, 1990, Said, 1997, Zhang *et al.*, 1998). Se ha demostrado que el aumento en el rendimiento de tomate producido por compuestos orgánicos minerales fue mayor que los producidos por el fertilizante mineral aplicado al mismo tiempo (Rankov *et al.*, 1979).

Las enmiendas orgánicas, especialmente cuando se aplican en altas tasas, pueden aumentar la disponibilidad y el uso de eficiencia del fósforo por las plantas y se ha observado que esto es así para el estiércol de los criaderos (Tisdale *et al.*, 1985). También se ha demostrado la biomasa de hoja verde de *Tithonia diversifolia* (Ganchengo, 1996 y Nziguheba *et al.*, 1998). Los materiales orgánicos, además de mejorar la disponibilidad de P e incluso suministrar algo de P, es probable que los beneficios sean la provisión de otros nutrientes, especialmente N y esto se debe a su alta concentración tisular de N en comparación con otros nutrientes (Palm, 2001).

La adición de ácido húmico (AH), derivado del carbón lignítico, a fertilizantes o compuestos químicos (FQ) podría ser una estrategia para aumentar la eficiencia del uso de FQ, lo que sugiere una reducción de la tasa de aplicación de FQ sin comprometer el rendimiento de los cultivos (Mikkelsen, 2005; Han, 2011). El uso de estos fertilizantes, AH no solo aumenta el contenido de materia orgánica (MO) y disminuye el pH del suelo (Mikkelsen, 2005; Daur y Bakhashwain, 2013), sino que influye en la transformación y disponibilidad de micronutrientes del suelo (Mikkelsen, 2005). En el caso de los macroelementos como son el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para una producción óptima de cultivos puede ser más bajo en un suelo con AH adecuado que con AH insuficiente (Mikkelsen, 2005; Memon *et al.*, 2012; Daur y Bakhashwain, 2013). El AH podría suministrar carbono (C) como fuente de alimento para los organismos del suelo que rompe enlaces químicos en los residuos orgánicos del suelo y el restante subproductos tales como carboxilo, hidroxilo fenólico, alcohólico hidroxilo, cetona y quinoide, pueden ayudar a retener el nutriente en el suelo contra pérdidas por lixiviación lo cual nos lleva a aumentar la eficiencia de la absorción de nutrientes (Mikkelsen, 2005; Fortun *et al.*, 2006; Daur y Bakhashwain, 2013). (Clapp *et al.*, 2001) han informado los efectos estimulantes de la AH sobre la absorción de macro y micronutrientes. (Daur y Bakhashwain, 2013, He *et al.*, 2010 y Milosevic & Milosevic., 2009) reportaron los efectos positivos combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en el suelo, fertilidad, rendimiento y calidad en el cultivo de manzanas. Por otra parte, la adición de fertilizantes inorgánicos aumentados con AH se ha aplicado en muchos cultivos como una mejor medida de fertilización (Mikkelsen, 2005; Daur y Bakhashwain, 2013).

Recientes investigaciones realizadas en Serbia occidental en donde evaluaron la influencia de los fertilizantes orgánicos (estiércol de ganado) e inorgánicos [NPK compuesto (15:15:15)] y las zeolitas naturales demostraron que la fertilización combinada indujo una disminución en la acidez del suelo, un aumento en el contenido de humus, al igual que hubo un aumento parcial en el nitrógeno total y principalmente un aumento en los niveles disponibles de fósforo (P) y potasio (K) en el suelo (Milsevic y Milsevic, 2009). Al igual que (Bama y Selvakumari, 2001)

encontraron que la aplicación de 10 kg de ácido húmico ha⁻¹ como humato de potasio junto con el 75 % de la dosis recomendada de fertilizante nitrogenado incrementó el contenido de proteína cruda y la nutrición mineral (P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe y Mn) de amarantos ya que se ha demostrado que la fertilización química combinada con sustancias húmicas se puede considerar como un modelo moderado y económico de régimen de fertilizantes.

5.7. CALIDAD DE FRUTO

De acuerdo con Salazar (2002) la fertilización en sitio específico considera el tipo y cantidad de nutrientes requeridos en cada huerto por lo que su uso incrementa a corto plazo la producción y calidad del fruto. García *et al.* (2015) durante un ciclo productivo aplicaron en mango 'Kent' tres niveles de fertilización: normal, alta (50 % más de la normal) y control (sin fertilización), concluyendo que la calidad y vida de anaquel de los frutos fue afectada por los niveles de fertilización, presentado diferencias en la intensidad respiratoria, firmeza, sólidos solubles, acidez y color de cáscara en el proceso de maduración a consumo. Así mismo, Milsevic y Milsevic, (2009) evaluaron la influencia de los fertilizantes orgánicos (estiércol de ganado) e inorgánicos [NPK compuesto (15:15:15)] y las zeolitas naturales demostraron que la fertilización combinada indujo un efecto interactivo altamente significativo en los cultivares y nutrientes de la manzana debido a que en la longitud del tallo en un año y el área de la sección transversal del tronco aumento además de un efecto significativo en el rendimiento por árbol. Además de que investigaciones en las cuales se utilizó fertilización química (FQ) más la adición de ácidos húmicos (AH) donde los resultados de este estudio demostraron los efectos beneficiosos ya que el índice de clorofila de la hoja, firmeza de la fruta, sólido soluble y azúcar, acidez titulable y contenido de vitamina C, aumentaron con el aumento de las tasas de FQ en general, los valores de todos estos parámetros, así como el rendimiento de la fruta, alcanzaron su punto máximo a tasas de (compuesto de fertilizante) CF1.5 y CF2 sin y con AH, respectivamente. La adición de AH a CF aumentó el rendimiento de la fruta en un 12-35 % (Zhang *et al.*, 2013). Existen reportes en cítricos en el cual

el contenido de jugo aumentó con la aplicación de fertilizantes N más P en todos los sitios. Sin embargo, la aplicación de K junto con N y P fue más efectiva que solo aplicar N más P. Los resultados indicaron claramente que la aplicación de K fue efectiva para mejorar el jugo de frutas contenido cuando se aplica con N-P-K, mientras que N y P solo no fueron efectivos para lograr la cantidad óptima de jugo (Mustafah y Saleh 2006, Moss, 1972). Estos hallazgos también son confirmados por otros informes en la literatura que indican que el exceso de K incrementó el pH del jugo y el contenido de ácido (Ruhl *et al.*, 1992). El contenido de sólidos solubles totales (TSS) del jugo aumentó con la aplicación de N más P, pero la adición de K fue más eficaz para mejorarlo. El aumento de las aplicaciones de los fertilizantes potásicos aumentó significativamente la acidez titulable, total y combinada. (Davies y Winsor, 2006) informaron que el contenido de K y la acidez de la fruta los jugos están estrechamente relacionados entre sí. El aumento en el contenido de ácido cítrico no es deseable (He *et al.*, 2003) porque conduce a la disminución de la proporción de azúcar y ácido. Mientras que Roussos y Gasparatos. (2009). realizando una comparación de fertilización convencional vs orgánica encontraron en frutos de manzana que los dos sistemas de gestión resultaron similares en el crecimiento de brotes de la nueva temporada y atributos de calidad de fruta en términos de sólidos solubles totales, pH del jugo, la acidez titulable y los índices de color, aun que es importante mencionar que los árboles cultivados convencionalmente produjeron casi el doble del rendimiento de los gestionados orgánicamente. De igual forma estudios realizados en frutos de tomate en los cuales midieron la respuesta de las plantas a diferentes tasas de fertilización de base húmica más la fertilización NPK indicaron que obtuvieron mejor producción y calidad de fruta (Abdel y Mawgoud *et al.*, 2007). Por lo anterior y en base a la información que se ha generado en los últimos años podemos decir que la combinación de fertilización convencional más la aportación de sustancias húmicas ayuda de manera significativa a aumentar los rendimientos y calidad de la fruta.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Localización

La presente investigación se dividió en dos etapas: la primera fue en campo realizándose en el Rancho Trinidad, Municipio de Coquimatlán, Colima, México, con las siguientes coordenadas 19°10'16.54"N y 103°52'10.85"O a una altitud de 256 msnm. Mientras que la segunda etapa se realizó en el Laboratorio de Postcosecha del Departamento de Horticultura dentro de las Instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

6.2. Material vegetal

Se utilizaron árboles de mango cv. Ataulfo ya que, es uno de los más cultivados en la región por su gran aceptación en el mercado debido a las características que este posee: de consistencia firme con poco contenido de fibra, sabor dulce, baja acidez, con cascara firme y color amarillo y vida de postcosecha prolongada, además, este cultivar es injertado sobre mango criollo de la región dado que está totalmente adaptado a las particularidades físico-químicas que posee el suelo.

6.3. Establecimiento del experimento

La huerta tenía una densidad de 100 árboles por hectárea (en marco real de 10 x 10 m) con árboles de 10 años. En el cual se distribuyeron los tratamientos totalmente al azar, marcándolos con un caldo bórdales y con pintura negra se marcó el tratamiento correspondiente, buscando que estos quedaran distribuidos en toda la huerta y se evitó que los tratamientos quedaran en las orillas de la huerta.



Imagen 1. Establecimiento del experimento.

6.4. Muestreo y Análisis de Suelo

Un mes antes de la aplicación se colectaron sub-muestras del suelo aproximadamente a un metro de distancia del tronco de 10 árboles a una profundidad de 0 a 40 cm, en los cuatro puntos cardinales, utilizando una barrena, se mezclaron las sub-muestras para obtener una muestra compuesta. Esta muestra compuesta fue enviada a un laboratorio de análisis físico-químico de suelo, el cual nos presentó los siguientes resultados: pH de suelo igual a 7.51, concentración de materia orgánica 1.67 %; conductividad eléctrica 1.4 dS m⁻¹, no presenta problemas de salinidad; K intercambiable 15.44 mg kg⁻¹ de suelo; Ca intercambiable 141.02 mg kg⁻¹ de suelo; Mg intercambiable 18.00 mg kg⁻¹ de suelo y la relación Ca/Mg fue menor a 10, por lo que no rebasa la concentración crítica con la cual existiera deficiencia de magnesio (Tisdale *et al.*, 1993).

6.5. Tratamientos

Se evaluaron 3 dosis de N-P-K, 2 dosis de ácidos húmicos y 2 dosis de sustancias húmicas, dando un total de 12 tratamientos (Cuadro 1). En donde del tratamiento 5

al 8 se aplicó la dosis de N-P-K recomendada por ciclo de acuerdo a la edad del árbol (INIFAP, 2017) combinando estas con las diferentes dosis de sustancias húmicas y ácidos húmicos, donde las fuentes estuvieron proporcionadas por la empresa Química Sagal S.A. donde los dos productos comerciales fueron Nutri HUMUS90 que aporta sustancias húmicas (SH) con una dosis de aplicación de 3.5 y 5 kg Ha⁻¹, mientras que el HUMI ESFERIC aporta solo ácidos húmicos (AH) a una dosis 7 y 10 kg Ha⁻¹, en el caso del tratamiento 1 a 4 se redujo en un 30 % la dosis de N-P-K recomendada mientras que del tratamiento 9 a 12 se aumentó un 30 % de la dosis propuesta por INIFAP.

Cuadro 1. Establecimiento de los tratamientos en función de las dosis NPK, ácidos húmicos (AH) y sustancias húmicas (SH).

Tratamiento	Dosis N-P-K (g planta ⁻¹)	SH (g planta ⁻¹)	AH (g planta ⁻¹)
1	406-133-266	35	70
2	406-133-266	35	100
3	406-133-266 Baja	50	70
4	406-133-266	50	100
5	580-190-380	35	70
6	580-190-380 Optima	35	100
7	580-190-380	50	70
8	580-190-380	50	100
9	754-247-494	35	70
10	754-247-494 Alta	35	100
11	754-247-494	50	70
12	754-247-494	50	100

6.6. Diseño experimental

El experimento de estableció de acuerdo con el diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 3x2x2, dando un total de 12 tratamientos y cada tratamiento

con cuatro repeticiones, la unidad experimental estuvo constituida por un árbol con un total de 48 árboles.

6.7. Labores culturales

Poda: Esta actividad se realiza de manera rutinaria en la cual consiste en la eliminación de aquellas ramas que hayan sido atacadas por alguna plaga, ramas que se encontraran impidiendo la entra de luz en copa del árbol y aquellas que ya no eran productivas.

Fertilización: Se realizaron cuatro aplicaciones: la primera fue antes de floración aplicando un 15 % de la fertilización total, la segunda fue durante la floración un 30 %, la tercera fue en el cuajado del fruto un 35 % y la cuarta durante el desarrollo del fruto aplicando 20 %. Esta actividad se realizó en cada árbol haciendo de cinco a seis orificios con una profundidad de 20 a 30 cm alrededor de la copa del árbol que posteriormente se colocaba la dosis fertilización correspondiente.

Riego: Estos se realizaron cada 15 días, sin embargo, esta frecuencia de riego solo se efectúa una vez que el árbol entra en la etapa de floración y en el cuajado del fruto ya que, después de esta etapa se suspenden algunos riegos para generar un estrés en la planta y de esta manera aumentar el rendimiento por árbol y calidad del fruto, los riegos se aplicaban por gravedad.

Control de malezas, plagas y enfermedades: Para el control de las malezas se realizaron una vez al mes con ayuda de una desbrozadora o bien con la rastra eliminando principalmente aquellas que se encuentra alrededor del árbol, con esta actividad permitía también que el suelo no se compacte y esto ayuda en la etapa productiva aumentar los rendimientos de los árboles ya que facilita infiltración del agua y la aplicación de los fertilizantes. Mientras que el control de las plagas y enfermedades se ejecutaron un control con trampas de vinagre y melaza para la captura de palomillas y mosca *Anastrepha* para evitar que estas dañen el fruto y se realizaron aplicaciones preventivas de caldo bordelés para evitar que se presenten algunos hongos como es la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* una de las principales enfermedades que se pueda presentar en el cultivo.

6.8. Cosecha

Esta actividad se realizó el día 09 de mayo cuando la fruta se encontraba fisiológicamente madura (sazón), para cada uno de los tratamientos se colectaron 16 frutos en total, tomando una muestra de 4 frutos por cada repetición. A los cuales posteriormente se les realizaran las pruebas físico-químicas.

Fase dos:

6.9. Variables evaluadas

Se determinaron: peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial, ácido cítrico, pH, %Brix, vitamina C y contenido de humedad.

Peso de fruto

Se pesó cada uno de los frutos, realizándose 5 evaluaciones en total de cada uno de los tratamientos con la ayuda de una báscula electrónica marca Torrey con una capacidad 5000 g, el peso se registró en g.

Diámetro polar y ecuatorial

Se determinaron diámetros polar y ecuatorial del fruto, del ecuatorial se toman dos lecturas. Se utiliza un vernier de la marca ScienceWare de capacidad de 150 mm, pero las lecturas se reportan en cm.

Ácido cítrico

Para esta determinación se utilizó el método volumétrico, se pesó 10 g de la pulpa del fruto con una balanza analítica marca Ohaus con capacidad de 200 g, para posteriormente fue aforado a 100 ml con agua destilada en matraz de aforación marca Pyrex y se procedió a tomar 3 alícuotas de 10 ml cada una, que finalmente se titularon con solución hidróxido de sodio a 0.1 N, mismo que se adiciono 4 gotas de indicador de Fenolftaleína al 1 %. Se registra el volumen que se gastó de NaOH

a 0.1N y se procede hacer el cálculo con la siguiente formula (nota: el resultado se multiplica por el factor de dilución):

$$\text{Acido citrico (\%)} = \frac{\text{NaOH (ml)} \times 0.1N \times 0.064}{\text{Alícuota (ml)}} \times 100$$

Donde:

ml de NaOH= Volumen de hidróxido de sodio utilizado

0.1 N= concentración de hidróxido de sodio

ml de alícuota= volumen de la muestra

0.064= constante

pH

Se utilizó un potenciómetro marca Hanna, el cual se calibró con soluciones buffer de pH 7 y pH de 4. Después, se homogenizó la pulpa y se introdujo el electrodo hasta que se fija la lectura registrándose el dato de pH.

% Brix

Con un refractómetro manual marca Atago de capacidad 32 % Brix se procede a colocar una gota de jugo de la pulpa y el dato se registró en la escala del porcentaje de Brix.

Vitamina "C"

Se utilizó el método volumétrico, mismo que se pesó 20 g de pulpa, después esta muestra se colocó en un mortero y se le agregó 10 ml de HCl al 2 %, se maceraron hasta que la muestra tomara una consistencia fina y se le adicionó 100 ml de agua, se homogeniza y se filtra. Se toman 3 alícuotas de 10 ml cada una y se titula con el reactivo de Thielman (2,6 -dichloroindophenol), mismo que se registró el volumen que se gastó en cada titulación, para que posteriormente se realizara el cálculo de la vitamina C con la siguiente formula: cuyas unidades es en mg 100 g de pulpa

$$\text{Vitamina C} = \frac{(\text{ml de Thielman} \times 0.088 \times \text{vol.total} \times 100)}{10 \times (\text{peso de la muestra})}$$

Contenido de humedad

Las muestras se les registro el peso en una báscula Torrey con capacidad de 5000 g, posteriormente se colocaron en charolas de aluminio y después se introdujeron a una estufa de secado marca ICB OVEN a una temperatura de 100 °C, una vez que las muestras registraron un peso constante, se procedió a pesar con una balanza semianalitica electrónica de capacidad 200 g y finalmente se terminó el contenido de humedad con la siguiente formula:

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{\text{Peso seco (g)}}{\text{Peso humedo (g)}} \times 100$$

6.10. Análisis Estadístico:

Los datos colectados se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) utilizando el programa estadístico SAS versión 9.0.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso y el tamaño de la fruta fueron afectados significativamente por las diferentes dosis de NPK (Cuadro 2), mientras que las sustancias húmicas (SH) no tuvo efecto significativo en el peso de la fruta y diámetro polar, pero si en el diámetro ecuatorial, los ácidos húmicos (AH) afecta de manera significativo el peso de la fruta, mientras que, el diámetro polar y ecuatorial no fueron influenciados por esta (Cuadro 2). La interacción entre NPK, SH y AH tuvieron efectos significativos en el peso de la fruta y diámetro polar pero no fue significativo para el diámetro ecuatorial (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de las diferentes dosis NPK, sustancias húmicas (SH) y ácidos húmicos (AH) en el peso del fruto del mango cv. Ataulfo.

NPK (g planta ⁻¹)	Peso de fruta (g)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)
406-133-266	238.55a	10.98a	6.23a
580-190-380	238.00a	11.05a	5.85b
754-247-494	227.25b	11.21a	6.24a
ANOVA P _≤	0.01	0.46	0.002
SH (g planta ⁻¹)			
35	235.10a	10.96a	5.99b
50	234.10a	11.21a	6.22a
Tukey ^{0.05}	6.35	0.30	0.19
ANOVA P _≤	0.75	0.11	0.02
AH (g planta ⁻¹)			
70	231.13b	10.96a	6.12a
100	238.07a	11.21a	6.09a
ANOVA P _≤	0.03	0.11	0.77
NPK*SH	0.001	0.50	0.06
NPK*AH	0.001	0.005	0.57
NPK*SH*AH	0.001	0.001	0.46
CV (%)	5.20	5.25	5.95

Las letras a y b son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05. ANOVA= análisis de varianza, CV= coeficiente de variación.

El pH, °Brix, contenido de humedad, vitamina C, ácido cítrico y pérdida de humedad fueron afectados significativamente por las diferentes dosis de NPK (Cuadro 3),

mientras que las SH afecto de manera significativo el contenido de humedad, vitamina C, ácido cítrico y la pérdida de humedad, pero, en °Brix y pH no registraron diferencias significativas (Cuadro 3), en lo que respecta al AH no tuvo efecto significativo en ninguna de las variables evaluadas (Cuadro 3). La interacción entre estos tres factores no tuvieron diferencias significativas con respecto a °Brix y concentración de ácido cítrico, pero el pH, porcentaje de humedad, concentración de vitamina C y pérdida de humedad en las cuales hubo diferencias significativas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de las diferentes dosis NPK, sustancias húmicas (SH) y ácidos húmicos (AH) en la calidad del fruto de mango cv. Ataulfo.

NPK (g planta ⁻¹)	°Brix	pH	Humedad (%)	Vitamina C (mg 100g ⁻¹)	Ácido cítrico (%)	Perdida de peso (g fruto ⁻¹)
406-133-266	16.23b	4.78b	85.28a	76.90b	0.37a	27.90b
580-190-380	15.48b	4.90ab	80.35b	83.40a	0.33b	24.20c
754-247-494	15.48a	5.14a	78.24b	72.91b	0.38a	30.25a
ANOVA P≤	0.0001	0.003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
SH						
(g planta ⁻¹)						
35	16.48a	4.90a	83.05a	76.17b	0.38a	25.40b
50	16.08a	4.98a	79.53b	79.31a	0.34b	29.50a
ANOVA P≤	0.15	0.27	0.0002	0.03	0.0002	0.0001
AH (g planta⁻¹)						
70	16.50a	4.93a	80.58a	77.09a	0.37a	27.56a
100	16.06a	4.95a	82.00a	78.39a	0.35a	27.33a
ANOVA P≤	0.12	0.78	0.11	0.37	0.19	0.72
NPK*SH	0.49	0.21	0.02	0.0001	0.0001	0.0001
NPK*AH	0.0001	0.59	0.15	0.0001	0.0100	0.0001
NPK*SH*AH	0.17	0.02	0.002	0.001	0.66	0.0001
CV (%)	6.41	6.29	4.17	7.16	10.32	9.09

Las letras a y b son las categorías obtenidas de la comparación de medias con Tukey al 0.05. ANOVA= análisis de varianza, CV= coeficiente de variación.

La concentración de ácido cítrico aumenta en aquellas plantas que recibieron la dosis optima de NPK y 35 gramos de SH, pero con la dosis alta se mantiene la concentración de este, sin embargo, con esta misma dosis de NPK disminuye la concentración de ácido cítrico con 50 g de sustancias húmicas en comparación con la dosis baja y alta (Figura 1). De acuerdo con Da Rocha *et al.* (2016) mencionan que la fruta de guayaba se mejoró la concentración de ácido cítrico con la incorporación de sustancias húmicas, por su parte, Zhang *et al.* (2013) indican que al aumentar la dosis de fertilización química y ácidos húmicos aumenta la concentración de ácido cítrico en frutos de manzana, en frutos de vid la combinación de fertilizantes orgánicos, biofertilizantes y fertilización química mejoran el contenido de ácido cítrico (Shaheen *et al.*, 2013).

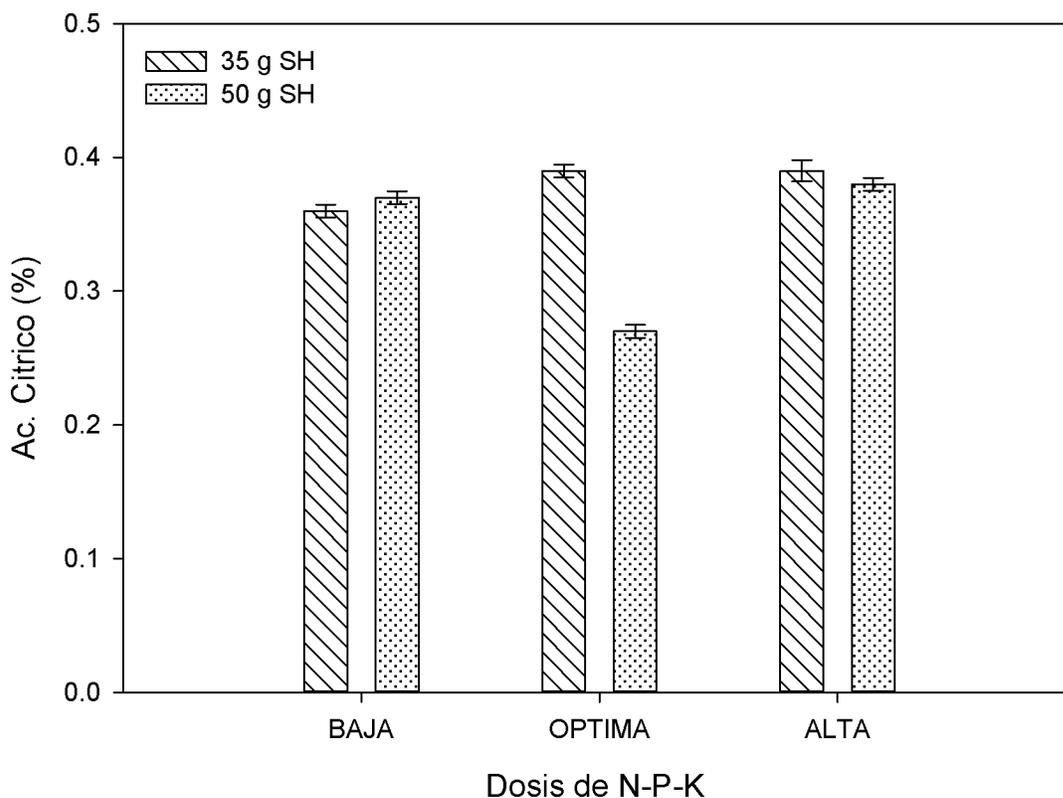


Figura 1. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K y sustancias húmicas en la concentración de ácido cítrico en la fruta de mango cv. Ataulfo. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.

La concentración de °Brix disminuyó con la dosis optima de NPK con 70 gramos de AH, pero con la dosis alta aumenta la concentración de este, asimismo, con 100 g

de AH aumenta la concentración de °Brix conforme se incrementó la dosis de NPK (baja, óptima y alta) (Figura 2). De acuerdo con Marzouk y Kassem (2010) mencionan que con la incorporación de fertilizantes orgánicos y minerales ya sea solos o combinados aumentan el contenido de °Brix en palmas datileras, asimismo, la incorporación de vermicomposta más NPK en tomates aumentaron el contenido de °Brix (SINGH *et al.*, 2010). Pero, en esta misma especie hortícola no se encontró diferencia significativa entre manejo convencional y orgánica para la concentración de °Brix (Polat *et al.*, 2010).

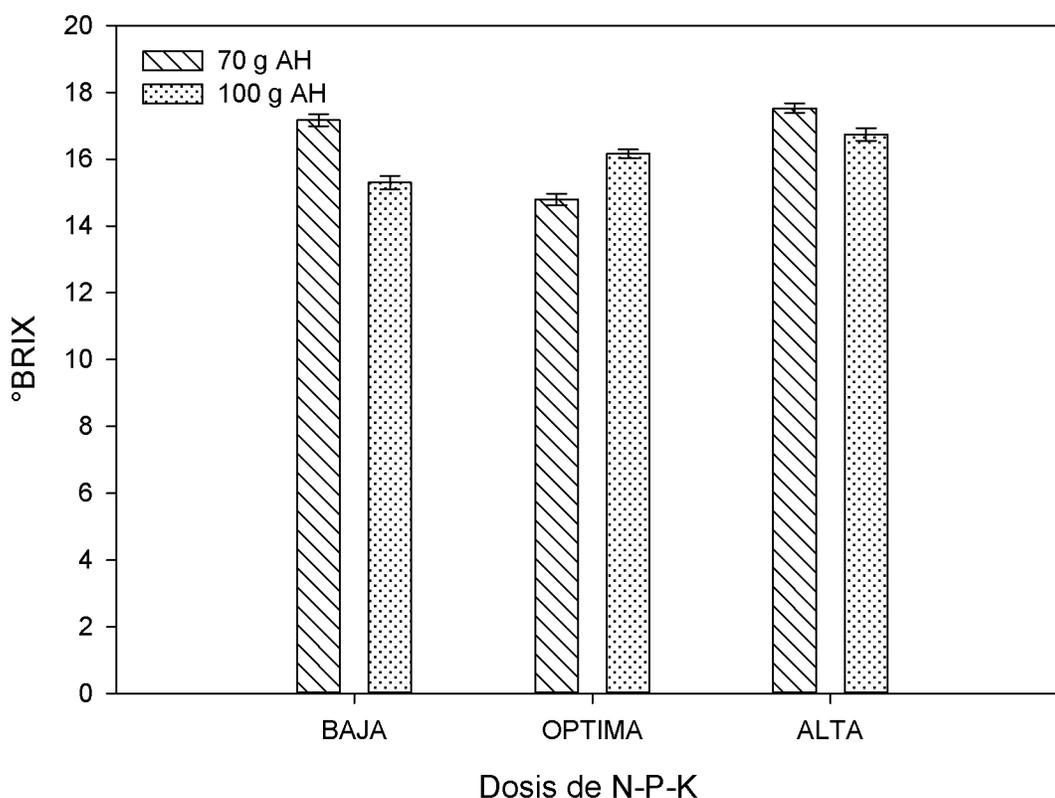


Figura 2. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K y ácidos húmicos en la concentración de °Brix en la fruta de mango cv. Ataulfo. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.

El diámetro ecuatorial disminuye con la dosis óptima de NPK con 35 g de SH, pero con la dosis baja y alta fue mayor el diámetro, sin embargo, con 50 g de SH no se observa ningún cambio en el diámetro ecuatorial con las diferentes dosis de NPK (baja, óptima y alta) (Figura 3). De acuerdo con (Sindha *et al.*, 2018) indican que la incorporación de fertilizantes de síntesis químicos más la aplicación de ácidos

húmicos aumenta significativamente el diámetro ecuatorial de las frutas de manzana, no obstante Shafeek *et al.* (2016) reportan que en frutos de pepino no se vio efecto significativo en el diámetro ecuatorial con la incorporación de ácidos húmicos, en frutas de chabacano (*Prunus armeniaca*) no fue afectado de manera significativa el diámetro ecuatorial con la incorporación de ácidos húmicos (Fathy *et al.*, 2010). El efecto no significativo de esta variable en la investigación se encontró cuando se suministró mayor dosis de SH.

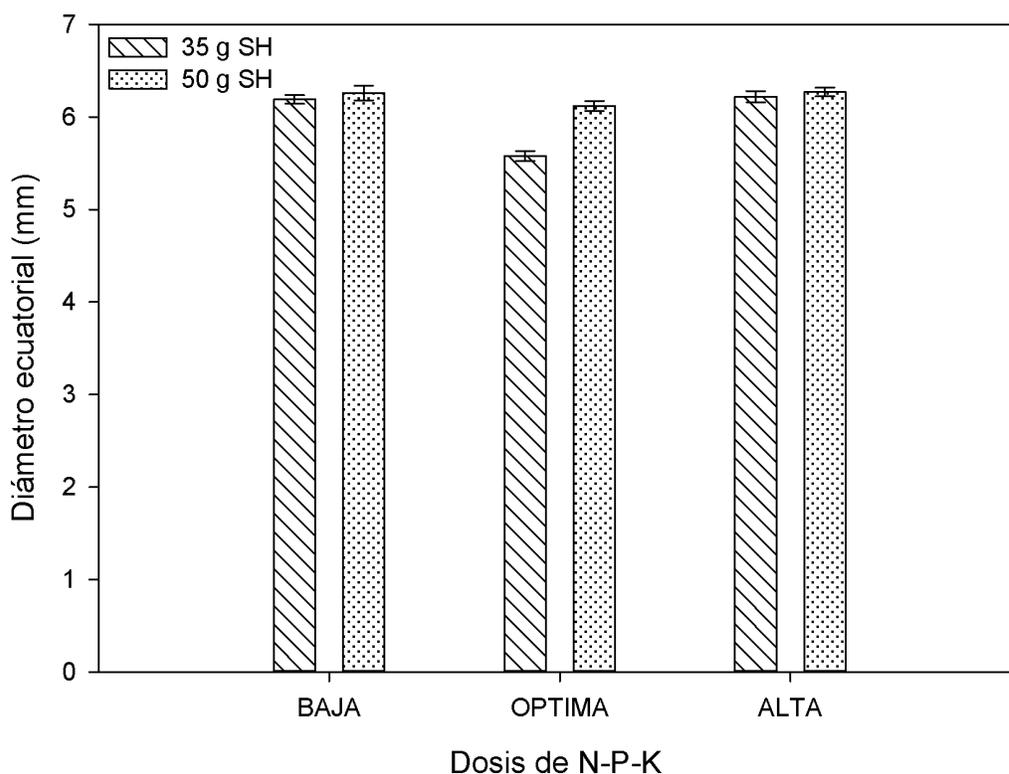


Figura 3. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K y sustancias húmicas en el diámetro ecuatorial en la fruta de mango cv. Ataulfo. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.

El efecto de las diferentes dosis de NPK y SH en la concentración de vitamina C depende de la dosis de AH (Figura 4). Los frutos que fueron desarrollados con una dosis igual a 70 g de AH se presentan un incremento de vitamina C a medida que se aumente la dosis de NPK con 35 g de SH, a diferencia de 50 g de SH pues la concentración de vitamina C disminuye con el incremento de la dosis de NPK (Figura 4). Sin embargo, aquellos frutos obtenidos de plantas desarrolladas con 100 g de AH la concentración de vitamina C hubo un incremento con la dosis optima de

NPK ya sea con 35 o 50 g de SH, pero con la dosis alta de NPK disminuye la concentración de vitamina C, aunque esta disminución fue más marcada con 50 g de SH (Figura 4). De acuerdo con Javanmardi y Hasanshahian (2014) mencionan que la aplicación de ácidos húmicos aumenta el contenido de vitamina C independiente de la incorporación de té de estiércol en frutos de pepino, al igual que Yildirim (2007) indica que la aplicación de ácidos húmicos aumentan el contenido de vitamina C en el cultivo de tomate, contrario a esto Sánchez *et al.* (2002) reportan que el contenido de vitamina C es afectado por condiciones de maduración en frutas de limón independientemente de la incorporación de sustancias húmicas y aminoácidos, sin embargo, en frutas de fresa que los mayores contenidos de vitamina C se obtienen aplicando de 600 a 900 mg de ácidos húmicos de manera foliar (Eshghi y Garazhian, 2015).

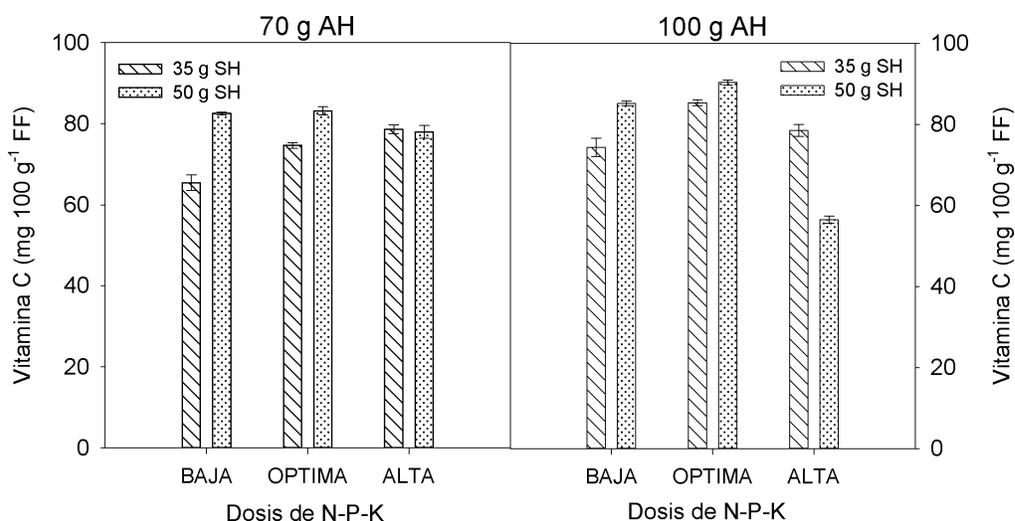


Figura 4. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K, sustancias húmicas y ácidos húmicos en la concentración de Vitamina C en la fruta de mango cv. Ataulfo. AH= ácidos húmicos, SH= sustancias húmicas, FF= fruta fresca. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.

La aplicación de NPK, SH y AH en las plantas afectaron el pH de la pulpa del fruto. La dosis de 70 g de AH incrementó el pH con dosis óptima y alta en comparación a la dosis baja de NPK con 35 g de SH, sin embargo, la dosis de 50 g de SH no tuvo efectos significativos en el pH del fruto (Figura 5). Los frutos de las plantas crecidas con 100 g de AH disminuye el pH con la dosis optima de NPK, pero con la dosis

baja y alta fue mayor con 35 g de SH, asimismo, con 50 g de SH se incrementa el pH con dosis optima y alta de NPK comparando con la dosis baja de esta (Figura 5). De acuerdo, con Ferrara y Brunetti (2010) señalan que la aplicación de ácidos húmicos en frutos de uva para mesa no modificó el pH en la fruta. Mismo efecto encontrado en frutos de tomate (Yildirim, 2007), contrario a esto, fue obtenido por Mohamadineia *et al.* (2015) quienes señalan que en frutos de uva para la industria vitivinícola el pH de la fruta aumento con el uso de ácidos húmicos.

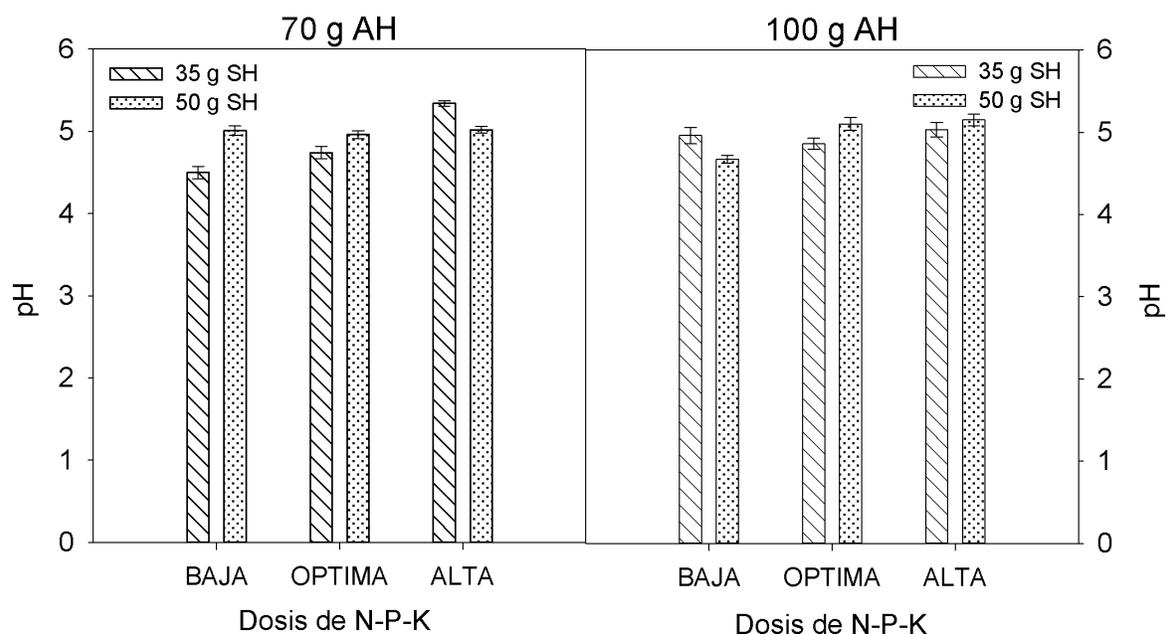


Figura 5. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K, sustancias y ácidos húmicos en la concentración del pH en la fruta fresca (FF) de mango cv. Ataulfo. AH= ácidos húmicos, SH= sustancias húmicas. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.

La aplicación de 70 g de AH registra mayor contenido de humedad del fruto con la dosis baja de NPK, mientras que con las dosis optima y alta este fue menor con 35 g de SH, pero, con 50 g de SH no afecto el contenido de humedad en las diferentes dosis de NPK (Figura 6). Las plantas que fueron crecidas con 100 g de AH el contenido de humedad del fruto fue mayor en la dosis baja y optima en comparación con la dosis alta de NPK con 35 g de SH, sin embargo, con 50 g de SH este fue menor con la dosis optima y alta pues con la dosis baja de NPK presenta mayor contenido de humedad, en general, con mayor dosis de SH es menor el contenido

de humedad del fruto (Figura 6). De acuerdo con Marzouk y Kassem (2010) mencionan que la aplicación de abonos orgánicos a base de estiércol disminuye el contenido de humedad de las frutas, opuesto a esto Ashraf *et al.* (2010) señalan que la aplicación de potasio en cítricos aumento significativamente el contenido de humedad, mientras que en uva aumenta significativamente el contenido de humedad que al aumentar la fertilización a base de potasio (Morris *et al.*, 1980).

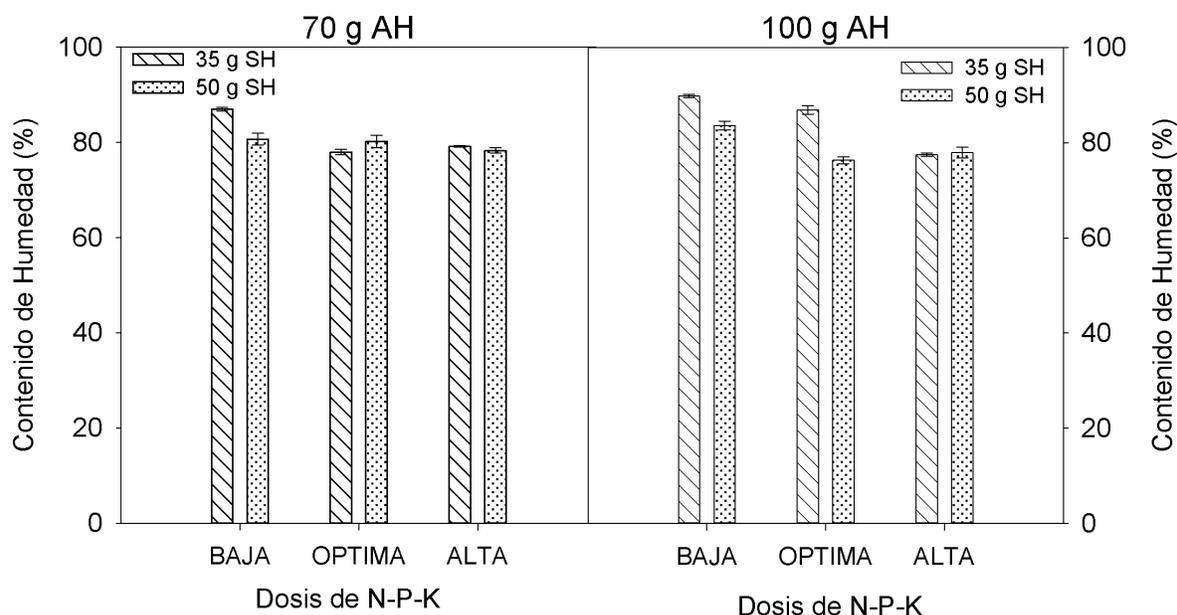


Figura 6. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K, sustancias y ácidos húmicos en el porcentaje de humedad en la fruta de mango cv. Ataulfo. AH= ácidos húmicos, SH= sustancias húmicas. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.

Las plantas que recibieron 70 g de AH incrementaron el peso de la fruta con la dosis óptima de NPK, ya que la dosis baja y alta este fue menor con 35 g de SH, a diferencia de 50 g SH el mayor peso del fruto se registró con la dosis alta de NPK (Figura 7). Sin embargo, aquellas plantas que se desarrollaron con 100 g AH se obtuvieron mayor peso de fruto con la dosis baja de NPK independiente de la dosis de SH, aunque con 50 g de SH fue superior el peso del fruto respecto a la dosis baja de NPK con 35 g SH (Figura 7). De acuerdo con Karakurt *et al.* (2009) y Unlu *et al.* (2004) mencionan que la aplicación de ácidos húmicos en el cultivo de pimiento aumenta de manera significativa el peso de la fruta, asimismo, Arancon *et*

al. (2004) indican que al aplicar abonos orgánicos a base de residuos de alimentos conocidos como vermicompostas es mayor el peso del fruto de pimiento.

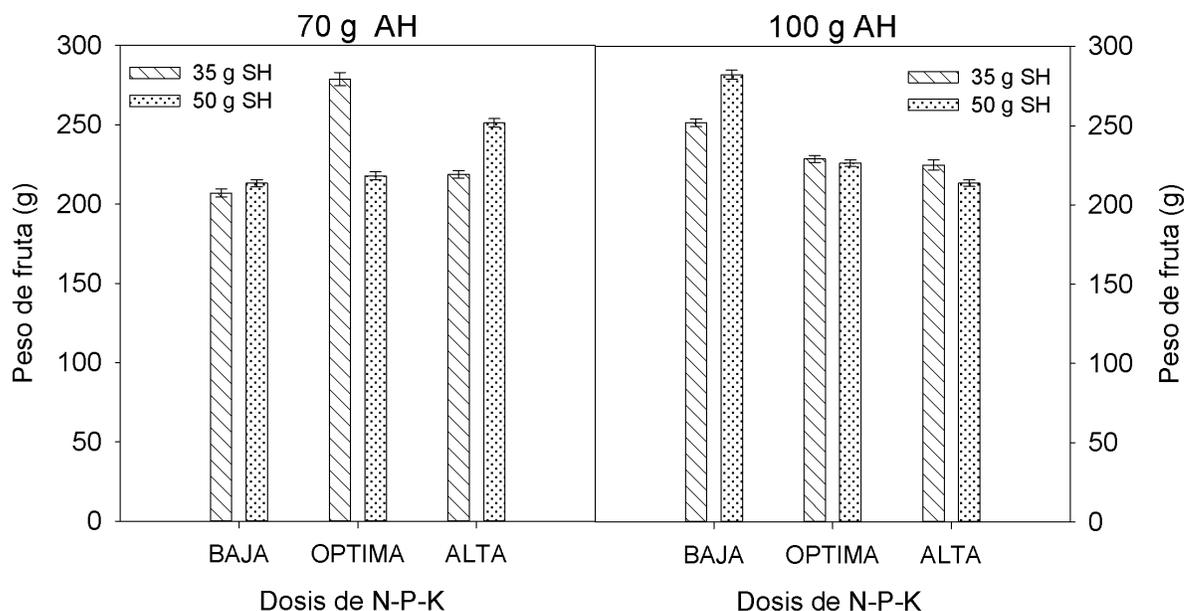


Figura 7. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K, sustancias húmicas y ácidos húmicos en el peso de la fruta de mango cv. Ataulfo. AH= ácidos húmicos, SH= sustancias húmicas. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.

El suministro de 70 g de AH en las plantas incrementa diámetro polar del fruto con la dosis optima de NPK pero, con la dosis baja y alta este disminuye con 35 g de SH, mientras que con 50 g SH se presenta mayor diámetro del fruto en aquellas plantas que recibieron la dosis alta de NPK (Figura 8). Sin embargo, las plantas crecidas con 100 g AH el mayor diámetro se registra con la dosis alta de NPK con 35 g de SH, mientras que con 50 g SH este fue mayor con la dosis baja de NPK (Figura 8). De acuerdo con Karakurt *et al.* (2009) mencionan que la aplicación de ácidos húmicos no afecto la longitud de la fruta, al igual que Fathy *et al.* (2010) señalan que la incorporación de ácidos húmicos no afecto el diámetro polar de los frutos de chabacano, efecto similar reportado por Shafeek *et al.* (2016) quienes indican que la incorporación de ácido húmico en el cultivo de pepino no tuvo un efecto significativo en el diámetro polar de la fruta, contrario a lo anterior fue

reportado por Mohamadineia *et al.* (2015) pues indican que en el cultivo de vid que la aplicación de ácidos húmicos aumenta el diámetro polar de la fruta.

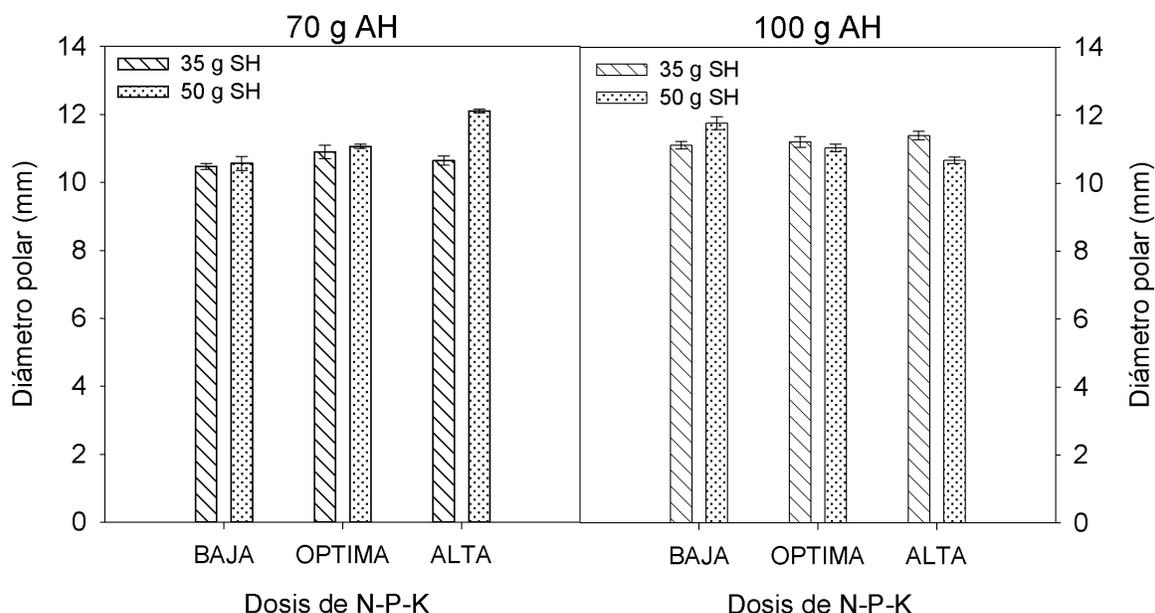


Figura 8. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K, sustancias húmicas y ácidos húmicos en el diámetro polar de la fruta de mango cv. Ataulfo. AH= ácidos húmicos, SH= sustancias húmicas. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.

Las plantas desarrolladas con 70 g de AH se incrementó la pérdida de humedad del fruto con la óptima de NPK, pero con la dosis alta este fue menor con 35 g SH, a diferencia de 50 g de SH la mayor pérdida de humedad se registró con la dosis alta de NPK (Figura 9). Mientras tanto, con 100 g de AH aumento la pérdida de humedad con la dosis baja de NPK, pero con la dosis baja y óptimas disminuye esta pérdida, con 50 g de SH fue mayor la pérdida de humedad con la dosis alta de NPK, siendo la dosis óptima que disminuyó esto (Figura 9). De acuerdo con Delate *et al.* (2003) mencionan que la aplicación de composta y fertilización convencional es independiente la pérdida de humedad en los frutos de pimiento, asimismo, Nolasco y Osuna (2017) indican que las dosis de fertilización ya sea alta y media no generan diferencias en la pérdida de humedad de la fruta de mango cv. Kent.

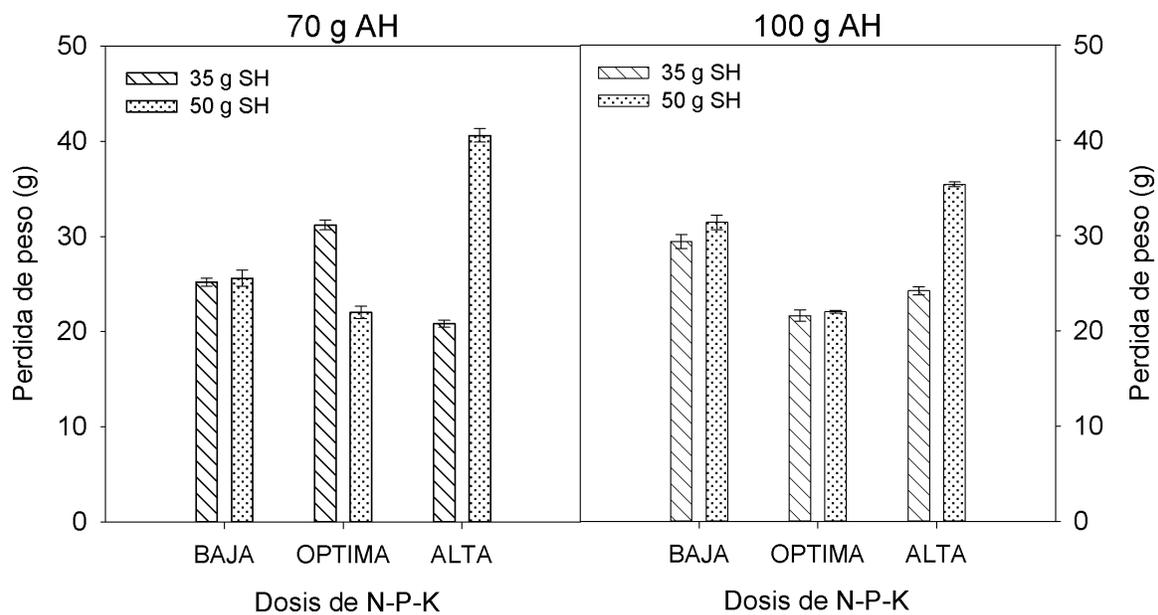


Figura 9. Efecto de la interacción entre la dosis de N-P-K, sustancias húmicas y ácidos húmicos en la pérdida de humedad de la fruta de mango cv. Ataulfo. AH= ácidos húmicos, SH= sustancias húmicas. Las barras indican el error estándar de cada tratamiento.

VIII. CONCLUSIÓN

Para las variables evaluadas y en función del objetivo del trabajo se puede concluir que la concentración de ácido cítrico aumenta con la dosis optima de NPK adicionando 35 g de sustancias húmicas, pero con esta misma dosis de NPK con 50 g de sustancias húmicas disminuye la concentración de esta, sin embargo, la concentración de °Brix disminuye con la dosis optima de NPK con 70 g de ácidos húmicos (AH), pero, con las dosis altas de NPK aumentan el contenido de sólidos solubles totales (SST).

La dosis de 100 g de AH, 35 g de SH y la dosis de NPK baja y alta disminuye el contenido de vitamina C, el peso de las frutas, el diámetro polar y la pérdida de humedad, Mientras que, el contenido de humedad aumenta, sin embargo el pH se mantiene con estas dosis de aplicación, en comparación con la dosis de 70 g de AH el contenido de vitamina C y pH aumenta, pero el contenido de humedad de los frutos decrece, con la combinación de 100 g de AH más 50 g de SH mantiene el contenido de vitamina C y pH siempre y cuando este mantenga la dosis optima de NPK aunque, el contenido de humedad y el peso de fruto decrece, mientras que el diámetro polar y la pérdida de humedad aumenta.

IX. LITERATURA CITADA

- Adani, F., P. Genevini, P. Zaccheo y G. Zocchi, 1998. El efecto del ácido húmico comercial sobre el crecimiento de la planta de tomate y la nutrición mineral. *J. Plant Nutr.*, 21: 561-575.
- Agbede, T.M., S.O. Ojeniyi and A.J. Adeyemo, 2008. *American-Eurasian J. Sustainable Agric.*, 2: 72–77.
- Ahmed, N., M. Rashid y AG Vaes, 1996. Fertilizante y su uso en Pakistán. 1st Edn., Centro Nacional de Desarrollo de Fertilizantes, Islamabad, Pakistán, páginas: 9.
- Ahmed, W., M. A. Nawaz, M. A. Iqbal, and M. M. Khan. 2007. Effect of different rootstocks on plant nutrient status and yield in Kinnow mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Pakistan Journal of Botany* 39: 1779–1786.
- Allah Abd, A. S. E. 2006. Effect of spraying some micro and macronutrients in fruit set, yield and fruit quality of Washington navel orange tree. *Applied Scientific Research* 11: 1059–1063.
- Albayrak, S. and N. Çarna, 2005. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield components of forage turnip. *Journal of Agronomy*, 4 (2): 130-133.
- Albuzio, A., G. Concheri, S. Nardi and G. Dell'agnola, 1994. Effect of Humic Fractions of Different Molecular Size on the Development of Oat Seedlings Grown in Varied Nutritional Conditions. In: *Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health*. Eds., N. Senesi and T.M. Mianom. Amsterdam. Elsevier Science, pp: 199-204.
- Alvarez, C.E., Garcia, C. & Carracedo A.E. 1988. Soil fertility and mineral nutrition of organic banana plantation in Tenerife. *Biological Agriculture and Horticulture*. 5: 313–323.
- Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh R, Metzger JD. 2004. Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresour Technol.* 2004 Jun;93(2):139-44.

- Asik, BB, MA Turan, H. Celik y AV Katkat, 2009. Efectos de las sustancias húmicas sobre el crecimiento de las plantas y la absorción de nutrientes minerales del trigo (*Triticum durum* cv. Salihli) en condiciones de salinidad. *Asian J. Crop Sci.*, 1: 87-95.
- Ashraf Yasin M., Attiya Gul, Muhammad Ashraf, F. Hussain & G. Ebert. 2010. Improvement in yield and quality of kinnow (*Citrus deliciosa* x *Citrus nobilis*) by potassium fertilization, *Journal of Plant Nutrition*, 33:11, 1625-1637, DOI: 10.1080/01904167.2010.496887.
- Atiyeh, R.M., S. Lee, C.A. Edwards, N.Q. Arancon and J.D. Metzger, 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84: 7-14.
- Aya, H. and F. Gülser, 2005. The effects of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. *Journal of Biological Sciences*, 5(6): 801-804.
- Bama, KS y G. Selvakumari, 2001. Efecto del ácido húmico en el rendimiento de crecimiento y nutrición del amaranto. *South Indian Hort.*, 49: 155-159.
- Baradas, M. W. 1994. Crop requirements of tropical crops. In: *Handbook of agricultural meteorology*. J.F. Griffiths Editor. Oxford Univ. Press. New York. Pp. 189-202.
- Benacchio, S.S. 1982. Algunas exigencias agroecológicas en 58 especies de cultivo con potencial de producción en el Trópico Americano. FONAIAP-Centro Nal. de Inv. Agropecuarias. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. 202 p.
- Bernier, G. (1988). The control of floral evocation and morphogenesis. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 39(1), 175-219.
- Bhargava, B. S., H. P. Singh, and K. L. Chadha. 1993. Role of potassium in development of fruit quality. In: *Advances in Horticulture: Fruit Crops*, eds. K. L. Chadha and O. P. Pareek, pp. 947–960. New Delhi, India: Malhotra Publishing House.

- Bohme, M. and H. Thi Lua, 1997. Influence of mineral and organic treatments in the rizosphere on the growth of tomato plants. *Acta Horticulturae*, 450: 161-168.
- Çelik, H., A.V. Katkat, B.B. Aýk and M.A.Turan, 2008. Effects of Soil Application of Humus on Dry Weight and Mineral Nutrients Uptake of Maize under Calcareous Soil Conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 54(6): 605-614.
- Chávez, C. X., Vega, P. A., Tapia, V. L. M. y Miranda, S. M. A. 2001. Mango, su manejo y producción en el trópico seco de México. Libro Técnico Nùm. 1 Campo Experimental Valle de Apatzingán. CIRPAC. INIFAP. Michoacán, México.
- Chen, Y. and T. Aviad, 1990. Effect of Humic Substances on Plant Growth. In: *Humic Substances in Soil and Crop Sciences: Selected Readings*, Ed., P. Maccarthy, Am. Soc. of Agron. and Soil Sci. Soc. of Am., Madison, Wisconsin, pp: 161-186.
- Çimrin, K.M. and Ý. Yýlmaz, 2005. Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant*, 55: 58-63.
- Clapp, C.E., Y. Chen, M.H.B. Hayes and H.H. Cheng. 2001. Plant growth promoting activity of humic substances. In: *Understanding and Managing Organic Matter in Soils*. (Eds.): R.S. Seift and K.M. Sparks, Sediments and Wates, IHSS, Madison.
- Clemente, R. and M.P. Bernal, 2006. *Chemosphere*, 64: 1264–1273.
- Cooper, R.J., C. Liu, and D.S. Fisher, 1998. Influence of humic substances on rooting and nutrient content of creeping bentgrass. *Crop Science*, 38: 1639-1644.
- Cruzaley Sarabia, R., Ariza Flores, R., Romero Gomezcaña, N. R., Noriega Cantú, D.H., Navarro Galindo S. y Barrios Ayala, A. 2005. Manual para cultivar mango en el estado de Guerrero. Primera edición. Iguala, Guerrero, México. INIFAP, CIRPS, Campo Experimental Iguala. 98 p.
- Da Rocha Leonardo, Fonseca & Cavalcante, Lourival & Nunes Járison, Cavalcante & Souto, Antônio & Cássio Pereira Cavalcante, Alian & Cavalcante, Italo & Pereira, Walter. 2016. Fruit production and quality of guava Paluma as a

- function of humic substances and soil mulching. *African Journal of Biotechnology*. 15. 1962-1969
- Das, DK y N. Ram, 2006. La naturaleza de las sustancias húmicas bajo el abono y la fertilización a largo plazo en un sistema de arroz y trigo. En *t. Arroz Res. Notas*, 31: 29-31.
- Daur, I. and A.A. Bakhashwain. 2013. Effect of humic acid on growth and quality of maize fodder production. 45: 21-25.
- Davenport, T. L. 2009. Reproductive physiology. In: R. E. Litz (ed.). *The Mango, Botany, Production and Uses*. 2nd Edition. CAB International, Wallingford Oxon. 680 pp.
- Davenport, T. y R. Nuñez-Elisea. 1991. Is endogenous ethylene involved in flowering of mango *Acta Hort.* 291, 85-94. Feucht, W. 1982. *Das Obstgehölz*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart (Alemania).
- Davenport, T.L., D.W. Pearce y B.R. Stewart. 2001. Correlation of endogenous gibberellic acid with initiation of mango shoot growth. *J. Plant Growth Regul.* 20, 308-315.
- David, P.P., P.V. Nelson and D.C. Sanders, 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of Plant Nutrition*, 17(1): 173-184.
- Davies, J. N., and G. W. Winsor. 2006. Effect of nitrogen, phosphorous, potassium, magnesium and liming on composition of tomato fruit. *Journal of Food Science and Agriculture* 18: 459–466.
- Delate K., Friedrich H. & Lawson V. 2003. Organic Pepper Production Systems Using Compost and Cover Crops, *Biological Agriculture & Horticulture: An International Journal for Sustainable Production Systems*, 21:2, 131-150, DOI: 10.1080/01448765.2003.9755258.
- Díaz M. D. H. 2002. *Fisiología de Árboles Frutales*. AGT Editor, S.A. D.F. México. 390 p.
- Drinkwater, L.E., Letourneau, D.K., Workneh, F., Bruggen, A.H.C. & Shennan, C. 1995. Fundamental difference between conventional and organic tomato agroecosystems in California. *Ecological Applications*. 5: 1098–1112.

- Ersin Polat; Halil Demir; Fedai Erler. 2010. Yield and quality criteria in organically and conventionally grown tomatoes in Turkey. Akdeniz University/Faculty of Agriculture – Dept. of Horticulture – 07070 – Antalya - Turkey. Akdeniz University/Faculty of Agriculture – Dept. of Plant Protection.10.5897/AJB2016.15587.
- Escobar, R.F., M. Benlloch, D. Barranco, A. Duenas and J.A.G. Ganan, 1996. Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. *Scientia*, 66: 191-200.
- Espinosa A., J., J.F. Arias S., M. A. Miranda S., H.R. Rico P., J. Javier M., A. López A., E. Vargas G. y R. Teniente O. 2006. Guía práctica para la producción de mango en Michoacán. Guía Técnica No.1. INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Valle de Apatzingan. Apatzingan, Michoacán, México. 48 p.
- Eshghi S., Garazhian M. 2015. Improving growth, yield and fruit quality of strawberry by foliar and soil drench applications of humic acid. *Iran Agricultural Research* (2015) 34(1) 14-20.
- Eyheraguibel, B., J. Silvestre and P. Morard, 2008. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. *Bioresource Technology*, 99(10): 4206-4212.
- FAO. 1992. Los fertilizantes y su uso. pp. 5-8. *World Fertilizer use Manual*, 1992, IFA, París, 632p. Página Web <http://www.fertilizer.org>, también disponible en versión CD.
- FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso, Asociación internacional de la industria de los fertilizantes, pp.3.
- FAOSTAT. 2007. *FAO Statistics*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. <http://faostat.fao.org/>
- Fathy, M. A.; M. A. Gabr* and S. A. El Shall. 2010. Effect of Humic Acid Treatments on 'Canino' Apricot Growth, Yield and Fruit Quality. *Deciduous Fruit Trees Research Dept, Horticulture Research Institute, Agricultural Research Center Giza–Egypt. New York Science Journal*, 2010;3 (12).
- Fernández-Escobar, R., R. Moreno, and M.A. Sa´nchez-Zamora. 2004. Nitrogen dynamics in the olive bearing shoot. *HortScience* 39:1406– 1411.

- Ferrara, Giuseppe & Brunetti, Gennaro. 2010. Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv Italia. Spanish Journal of Agricultural Research. 8. 817-822. 10.5424/1283.
- Fortun, A., J. Benayas and C. Fortun. 2006. The effects of fulvic and humic substances on soil aggregation: a micro morphological study. Eur. J. Soil Sci., 41: 563-572.
- Frankenberger, W.T. and Abdelmagid H.M. 1985. Plant and soil. 87: 257- 271.
- Gachengo, C. N 1996. Phosphorus release and availability on addition of organic materials to phosphorus fixing soils. M. Phil Thesis. Moi University, Eldorel, Kenya.
- Galán S. V. 1992. The situación of mango culture in the world. Acta Horticulturae 341. pp. 31-41.
- Galán, V. 2009. El cultivo del mango. 2ª edición, Mundi-prensa. La laguna, Tenerife, España. pp 33.
- García M. R., López J. A., Saucedo, V. C., Salazar G. S. y Suárez E. J. 2015. Maduración y calidad de frutos de mango Kent con tres niveles de fertilización. México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 6(4):665-678.
- Han, Z.H. 2011. Apple Cultivation with Drawf Rootstock and High Density- theory and Prattice. Science Press, Beijing.
- He, X.T., J.Y. Niu and J.H. Liu. 2010. Effects of the different fertilizer application level on the yield and quality of apple. J Gansu Agri. Univ., 2: 10-15.
- He, Z. L., D. V. Calvert, A. K. Alva, D. J. Banks, and Y. C. Li. 2003. Threshold of leaf nitrogen for optimum fruit production and quality in grapefruits. Soil Science Society of American Journal 67: 583–588.
- Ibar A., L. 1983. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango y papaya. Ed. AEDOS-EDITIA Mexicana. México, D.F. 173 p.
- Ibrahim, M., N. Ahmad, S. A. Anwar, and T. Majeed. 2007. Effect of micronutrients on citrus fruit yield growing on calcareous soils. In: Advances in Plant and Animal Boron Nutrition, eds. X. U. Fangsen, H. E. Goldbach, P. H. Brown, R.

- W. Bell, T. Fujiwara, C. D. Hunt, S. Goldberg, and L. Shi, pp. 179–182. Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Infante, F., J. Quilantán, F. Rocha, H. Esquinca, A. Castillo, G. Ibarra Núñez y V. Palacio. 2011. Mango Ataulfo: Orgullo chiapaneco. CONABIO. Biodiversidad, 96:1-5.
- INIFAP, 2017. Agenda Técnica Agrícola de Colima. pp 142-143. Diciembre 2017. Disponible en: [0](#)
- Javanmardi Jamal, Hasanshahian Ozra. 2014. Humic acid and manure tea affected reproductive stage and fruit quality factors of pepino in organic production system. RAHMANN G & AKSOY U (Eds.) (2014) Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference. 'Building Organic Bridges, at the Organic World Congress 2014, 13-15 Oct., Istanbul, Turkey (eprint ID 23677).
- Karakurt Yasar, Husnu Unlu, Halime Unlu & Huseyin Padem. 2009. The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 59:3, 233-237, DOI: 10.1080/09064710802022952.
- Karungi, J., Ekbohm, B. & Kyamanywa, S. 2006. Effects of organic versus conventional fertilizers on insect pests, natural enemies and yield of *Phaseolus vulgaris*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 115:51–55.
- Klein, I. and S.A. Weinbaum. 1984. Foliar application of urea to olive: Translocation of urea nitrogen as influenced by sink demand and nitrogen deficiency. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:356–360.
- Koo, R. C. J. 1985. Potassium nutrition of citrus. In: *Potassium in Agriculture*, ed. R.S. Munson, pp. 1077–1086. Madison, WI: ASA.
- Kulkarni, V.J. 2004. The tri-factor hypothesis of flowering in mango. *Acta Hort.* 645, 61-70.
- Lee, Y.S. and R.J. Bartlett, 1976. Stimulation of plant growth by humic substances. *Soil Science Society of American Journal*, 40: 876-879.
- Lobartini, J.C., G.A. Orioli and K.H. Tan, 1997. Characteristics of soil humic acid fractions separated by ultrafiltration. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 28: 787-796.

- Loffredo, E., N. Senesi and V. Dorazio, 1997. Effects of humic acids and herbicides, and their combinations on the growth of tomato seedlings in hydroponics. *Zeitschrift Für Pflanzenernahrung Und Bodenkunde*, 160: 455-461.
- Marroquín-Agreda, F., J. Pohlen, M. J. J. Janssens y E. Toledo. 2007. Integrated management of small-holder fruit gardens in the Soconusco, Chiapas, México; en: *International Symposium Proceedings of BCPC No. 82*; págs. 98–100.
- Marschner, H. 1986. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press. London.
- Marzouk, H.A., & Kassem, H.A. 2011. Improving fruit quality, nutritional value and yield of Zaghloul dates by the application of organic and/or mineral fertilizers. *Scientia Horticulturae*. 127: 249–254.
- Mawgoud Abdel, A.M.R., N.H.M. El-Greadly, Y.I. Helmy and S.M. Singe. 2007. Responses of Tomato Plants to Different Rates of Humic-based Fertilizer and NPK Fertilization. Department of Vegetable Research, National Research Center, Dokki, Cairo, Egypt. Department of Botany, National Research Center, Dokki, Cairo, Egypt. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(2): 169-174, 2007.
- Mederos O., E. 1988. *Fruticultura*. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 123 p.
- Memon, M., G.M. Jamro, N.N. Memon, K.S. Memon and M.S. Akhtar. 2012. Micronutrient availability assessment of tomato grown in Taluka Badin, Sindh. 44: 649-654.
- Mengel, K. 1997. Impact of potassium on crop yield and quality with regard to economical and ecological aspects. In: *Food Security in the WANA Region: The Essential Need for Balanced Fertilization*, ed. A. E. Johnston, pp. 157–174. Bornova, Turkey: International Potash Institute.
- Mikkelsen, R.L. 2005. Humic materials for agriculture. *Better Crops*, 89: 7-10.
- Milosevic, T. and N. Milosevic. 2009. The effect of zeolite, organic and inorganic fertilizers on soil chemical properties, growth and biomass yield of apple trees. *Plant Soi Environ.*, 55: 528-535.

- Mora M., J., J. Gamboa P. y R. Elizondo M. 2002. Guía para el cultivo del mango. INTA. San José, Costa Rica. 74 p.
- Morris J. R., Cawthon D. L., and Fleming J. W. 1980. Effects of high rates of potassium fertilization on raw product quality and changes in pH and acidity during storage of concord grape juice. Published with the approval of the director of the Arkansas Agricultural Experiment Station. Annual Meeting of the American Society of Enologists, June 26, 1980, Los Angeles, California.
- Mohamadineia Ghazanfar, Mehdi Hosseini Farahi and Mehdi Dastyaran. 2015. Foliar and Soil Drench Application of Humic Acid on Yield and Berry Properties of 'Askari' Grapevine. AGRICULTURAL COMMUNICATIONS, 2015, 3(2): 21-27.
- Mustafah, E. A. M., and M. M. Saleh. 2006. Response of balady mandrine tree to girdling and potassium spray under sandy soil conditions. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 2: 137–141.
- Nandekar, D.N. and S.D. Swarkar 1990. Orissa J. Hort. 18(1) (c.,f.hort.asbst.62(11).
- Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo and A. Vianello, 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34: 1527-1536.
- Natesan, R., S. Kandasamy, S. Thiyageshwari, and P.M. Boopathy, 2006. Influence of Lignite Humic Acid on the Micronutrient Availability and Yield of Blackgram in an Alfisol. In 18th World Congress of Soil Science 9-15 July, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- Naz, A. A., M. J. Jaskani, H. Abbas, and M. Qasim. 2007. In vitro studies on micro grafting technique in two cultivars of citrus to produce virus free plants. Pakistan Journal of Botany 39: 1773–1778.
- Nolasco-González Yolanda y Osuna-García Jorge. 2017. Calidad poscosecha en mango 'Kent' con fertilización normal y alta*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm. 19 12 de noviembre - 31 de diciembre, 2017 p. 4009-4022.
- Njoroge, W.J. and Manu, C. 1999. Organic Farming. A Textbook for Post-Secondary Education. Kenya Institute of Organic Farming. Nairobi, Kenya.

- Nziguheba, G, Palm, C.A, Buresh, R.J and Smithson, P.C 1998. *Plant and Soil* 198: 159- 168.
- Ochse, J. J. 1980. *Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales*. Trad. de la Blackaller Valdez, A. 3ª. reimp. Limusa, México. pp. 594-610.
- Olfati, J.A., Peyvast, Gh., Nosrati-Rad, Z., Saliqedar, F. & Rezaie, F. 2009. Application of municipal solid waste compost on lettuce yield. *International Journal of Vegetable Science*. 15(2): 168-172.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Apoyo para la Promoción y Desarrollo de Alianzas Productivas TCP/RLA/2905. Cadena Productiva del Cultivo de Mango en el estado de Chiapas, México. José Luis B. Mota Villanueva, Consultor Nacional. Junio 2003.
- Padem, H. and A. Öcal, 1999. Effect of humic acid applications on yield and some characteristics of processing tomato. *Acta Horticulturae*, 487: 159-163.
- Palm, C.A., C.N. Gachengo, C.N. Delve, G. Cadisch, K.E. Giller 2001. *Agric. Ecosyst. Environ.* Vol. 83:27-42.
- Paul, D. K., and R. K. Shaha. 2004. Nutrients, vitamins and minerals content in common citrus fruits in the northern region of Bangladesh. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 7: 238–242.
- Pérez Romero, A. y J. Pohlan. 2004. Prácticas de cosecha y postcosecha del Rambután, en el Soconusco, Chiapas, México; *LEISA - Revista de Agroecología*; 20(3):24–26.
- Pertuit, A.J., J.B. Dudley, and J.E. Toler, 2001. Leonardite and fertilizer levels influence tomato seedling growth. *Horticultural Science*, 36: 913-915.
- Pettit R.E. 2016. Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid and humin: their importance in soil fertility and plant health. Universidad de Texas A&M.
- Peyvast, Gh., Ramezani Kharazi, P., Tahernia, S., Nosratierad, Z. & Olfati, J.A. 2008. Municipal solid waste compost increased yield and decreased nitrate amount of broccoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*). *Journal of Applied Horticulture*. 10(2): 129-132.

- Peyvast, Gh., Sedghi Moghaddam, M. & Olfati, J.A. 2007. Effect of municipal solid waste compost on weed control, yield and some quality indices of green pepper (*Capsicum annuum* L.). *Biosciences, Biotechnology Research Asia*. 4(2): 449-456.
- PIP – ColeACP. 2013. Itinéraire Technique Mangue (disponible en: <http://pip.coleacp.org/files/documents/IT-mangue%2003-2007-07-1FR%20v2.pdf>).
- Pohlan, J., W. Gamboa Moya y D. Salazar Centeno. 2003. Plantas medicinales y aromáticas como una alternativa de cultivo en sistemas agropecuarios del trópico; Documentos Ocasionales No. 2, Herbario Universidad de Antioquía, Medellín - Colombia, 27–39; 2003.
- Pohlan, J., J. Borgman, R. Flores Garcia, N. J. Lerma Molina y A. Pérez Romero. 1997. La Fruticultura Chiapaneca - un arco iris para una fruticultura tropical sostenible?; *Der Tropenlandwirt / Beiträge*; 98(1):43–50.
- Purseglove, J.W. 1987. *Tropical crops: Dicotyledons*. Longman Scientific and Technical. Singapore. 719 p.
- Ramírez, F., T. L. Davenport. 2010. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. *Scientia Horticulturae* (126): 65-72. Ramírez, F., Davenport, T. L., Fischer, G., y Pinzón, J. C. A. (2010a). The stem age required for floral induction of synchronized mango trees in the tropics. *HortScience*, 45(10), 1453- 1458.
- Ramírez, F., T.L. Davenport y G. Fischer. (2010b). The number of leaves required for floral induction and translocation of the florigenic promoter in mango (*Mangifera indica* L.) in a tropical climate. *Sic. Hortic.* 123, 443-453.
- Rankov, V.; G.A. Dimitrov; N. Kostadinov and D. Atansova 1979. Effect of organomineral fertilizers on the vegetative and reproductive characteristics on tomatoes in pot experiments. *Gardinarska I Lozarska Nauka* 16, 718:87-92 (C.F.Hort>Abst. 51,8;6261,1981).
- Reganold, J.P. 1988. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. *American Journal of Alternative Agriculture*. 3: 144–155.

- Roussos Peter A. and Gasparatos Dionisios. 2009. Apple tree growth and overall fruit quality under organic and conventional orchard management. Agricultural University of Athens, Laboratory of Pomology, Laboratory of Soils and Agricultural Chemistry Iera Odos 75, Iera Odos 75, Athens 118 55, Greece. *Scientia Horticulturae* 123: 247–252.
- Ruhl, E. H., A.P. Fuda, and M.T. Treeby. 1992. Effect of potassium, magnesium and nitrogen supply on grape juice composition of riesling, chardonnay and cabernet sauvignon vines. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 32: 645–649.
- Ruiz C., J.A., G. Medina G., I. J. González A., H.E. Flores L., G. Ramírez O., C. Ortiz T., K.F. Byerly M. y R.A. Martínez P. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Segunda Edición. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 564 p.
- Russo, R.O. and G.P. Berlyn, 1992. Vitamin humic algal root biostimulant increases yield of green bean. *Horticultural Science*, 27(7): 847.
- SAGARPA, 2017. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. pp 4-5. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257078/Potencial-Mango.pdf>.
- Said A.H. 1997. Influence of some organic fertilizers on the growth and yield of pepper plants (*Capsicum annum* L.) cultivated under plastic houses. M.Sc. Thesis, Fac. Agric. Ain Shams Univ., Egypt.
- Sangeetha, M., P. Singaram and R.D. Devi, 2006. Effect of Lignite Humic Acid and Fertilizers on the Yield of Onion and Nutrient Availability. In 18 World Congress of Soil Science July 9-15, Philadelphia, th Pennsylvania, USA.
- Sánchez-Sánchez Antonio, Juan Sánchez-Andreu, Margarita Juárez, Juana Jordá & Dolores Bermúdez. 2002. Humic substances and amino acids improve effectiveness of chelate FeEDDHA in lemon trees, *Journal of Plant Nutrition*, 25:11, 2433-2442, DOI: 10.1081/PLN-120014705.

- Schwentenius-Rindermann, R. y M. Gómez. 2002. Supermarkets in Mexico: Impacts on Horticulture Systems; *Development Policy Review*; 20:487–502.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP 2016). Avances de siembras y cosechas. Cultivo de mango en Guerrero. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Shabani, H., Peyvast, Gh., Olfati, J.A. & Ramezani Kharrazi, P. 2011. Effect of municipal solid waste compost on yield and quality of eggplant. *Comunicata Scientiae*. 2(2): 85-90.
- Shafeek, M.R.; Y.I. Helmy and Nadia M. Omar. 2016. Effect of spraying or ground drench from humic acid on growth, total output and fruits nutritional values of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown under plastic house conditions. *International Journal of PharmTech Research CODEN (USA): IJPRIF*, ISSN: 0974-4304, ISSN(Online): 2455-9563 Vol.9, No.12, pp 52-57, 2016.
- Shaheen M.A., Sahar M. Abd ElWahab, F.M. El-Morsy and A.S.S. Ahmed. 2013. Effect of Organic and Bio-Fertilizers as a Partial Substitute for NPK Mineral Fertilizer on Vegetative Growth, Leaf Mineral Content, Yield and Fruit Quality of Superior Grapevine. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants* 5 (3): 151-159, 2013 ISSN 2079-2158 © IDOSI Publications, 2013 DOI: 10.5829/idosi.jhsop.2013.5.3.1123.
- Shimbo, S., Watanabe, T., Zhang, Z.W. & Ikeda, M. 2001. Cadmium and lead contents in rice and other cereal products in Japan in 1998–2000. *Science of the Total Environment*. 281: 165– 175.
- Shu, Z. H. and T. H. Sheen. 1987. Floral induction in auxillary buds of mango (*Mangifera indica* L.) as affected by temperature. *Scientia Horticulturae* 31:81-87.
- Sindha DJ, Satodiya BN and Sutariya NK. 2018. Effect of foliar application of different chemicals and humic acid on fruit yield and quality of custard apple (*Annona squamosa* L.) cv. Local. *International Journal of Chemical Studies* 2018; 6(5): 75-77.
- Singhvi, N.R., 1989. Dikegulac Sodium and Humic Acid Interaction in *Raphanus Sativus* L. *Acta Botanica India*, 17(2): 218-219.

- Singh B.K., Pathak K.A., Boopathi T., Deka B.C. 2010. Vermicompost and NPK fertilizer effects on morpho-physiological traits of plants, yield and quality of tomato fruits (*solanum lycopersicum* L.). ICAR Research Complex for NEH Region, Mizoram Centre, Kolasib-796081, Mizoram, India 2 ICAR Research Complex for NEH Region, Umiam-793103, Meghalaya, India. 2010 vol. 73, 77-86 DOI: 10.2478/v10032-010-0020-0.
- Smil, V. (2001). *Enriching the Earth: Fritz Haber, Carl Bosch, and the Transformation of World Food Production*. Cambridge, USA: The MIT Press.
- Szott, L.T., and Kass, D.S.L. (1993) *Agroforestry systems* 23: 157-176.
- Taha, AA, AS Modaihsh y MO Mahjoub, 2006. Efecto de los ácidos húmicos en la planta de trigo cultivada en diferentes suelos. *J. Agric. Sci. Univ. Mansoura*, 31: 4031-4039.
- Tan, K.H., 1998. *Colloidal Chemistry of Organic Soil Constituents*. In: *Principles of Soil Chemistry*, Ed., K.H. Tan, Marcel Dekker, New York, pp: 177-258.
- Tan, K.H., 2003. *Humic Matter in Soil and Environment, Principles and Controversies*, Marcel Dekker, Inc. 270 Madison Avenue, New York.
- Tania Mulkay, Ivis Cáceres, Josefina Rodríguez, Adrián Paumier, Tania Castro-López, Graciela Bango, Oscar Alonso, Gladys del Vallín y Armando Surí. 2010. Efecto del poliquel calcio en la calidad post-cosecha del mango. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Ave. 7ma. N°3005 e/ 30 y 32, Miramar. Playa. Ciudad de La Habana. Cuba. Email icit@ceniai.inf.cu. Grupo bioquímico México C.V.
- Tisdale, S. L., Nelson, W.L. and Beaton, J.D. 1985. *Soil fertility and fertilizers*. Macmillan Publ. co. new York.
- Tisdale, S. L.; Nelson, W. L.; Beaton, J. D. and Havlin, J. H. 1993. *Soil fertility and fertilizers*. 5th Edition. MacMillan. New York. USA. 760 p.
- Toor, R.K., Savage, G.P. & Heeb, A. 2006. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19: 20–27.

- Unlu, H & Unlu, Husnu & Karakurt, Yasar & Padem, Huseyin. 2011. Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. *Scientific Research and Essays*. 6.
- Varanini, Z. and R. Pinton, 1995. Humic substances and plant nutrition. *Progress in Botany*, 56: 97-117.
- Walker, D.J., R. Clemente and M.P. Bernal, 2004. *Chemosphere*, 57:215–224.
- Wang, R., S. Xue-gen, W. Y. Zhang, Y. Xiao-e, and U. Juhani. 2006. Yield and quality responses of citrus (*Citrus reticulata*) and tea (*Podocarpus fleuryi* Hickel.) to compound fertilizers. *Journal of Zhejiang University Science* 7: 696–701.
- Whiley, A.W, J.B. Saranah, T.S. Rasmussen, E.C. Winston, and B.N. Wolstenholme. 1988. Effect of temperature on 10 mango cultivars with relevance to production in Australia. *Proceedings 4th Australasian Conference on Tree and Nut Crops*. ACOTANC, Lismore. pp. 176-185.
- Yildirim, E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Plant Soil Science*, 57(2), 182–186. doi:10.1080/09064710600813107.
- Yuri, J.A., G. Lobos y V. Lepe. 2002. Inducción floral. Universidad de Talca, Chile. *Pomáceas Boletín Técnico* 2(5), 1-3.
- Zhang, C.L. Y.D. Zhang; Z.M. Gao; G.H. Xu; L.Y. Wang and Q.S. Zhou 1998. *J. Soil Sci. Chim.* 19 (6). 276-278.
- Zhang Lixin, Zhou Jun, Zhao Yong Gui, Zhai Youya, Kai Wang, Ashok K. Alva and Sivapatham Paramasivam. 2013. Optimal combination of chemical compound fertilizer and humic acid to improve soil and leaf properties, yield and quality of apple (*malus domestica*) in the loess plateau of china. College of Life Sciences, Northwest A&F University, 712100, Yangling, Shaanxi, P.R. China Vegetable and Forage Crops Research Unit, USDA-ARS, 99350, Prosser, WA, USA Deptment Of Engineering Technology and Mathematics, Savannah State University, GA, USA Pak. *J. Bot.*, 45(4): 1315-1320, 2013.