

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Efecto de la Fertilización Orgánica a Base de Ácidos Húmicos y Fúlvicos Sobre la
Calidad del Cultivo de Fresa (*Fragaria ananassa* var. Albion)

Por:

RAÚL MORALES MELÉNDEZ

TESIS

Se presentada como requisito para obtener el título:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México.
Junio 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Efecto de la Fertilización Orgánica a Base de Ácidos Húmicos y Fúlvicos Sobre
la Calidad del Cultivo de Fresa (*Fragaria ananassa* var. Albion)

Por:

RAÚL MORALES MELÉNDEZ

TESIS

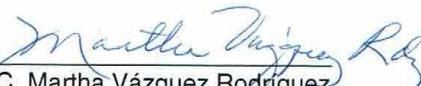
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Alonso Méndez López
Asesor Principal


Dr. Emilio Rascón Alvarado
Coasesor


M.C. Martha Vázquez Rodríguez
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.
Junio 2019



AGRADECIMIENTOS

A Dios eterno que me permito terminar esta etapa de mi preparación profesional, le agradezco mucho su presencia en mi vida porque sin él no hubiera podido lograr este sueño e ilusión que tengo desde pequeño. ¡Gracias Dios por este gran regalo!

A mis padres Benita Meléndez Ruíz y Pedro Morales Gutiérrez ellos son mis padres que quiero mucho a ellos le debo su dedicación, su entrega y su valor por querer darme un futuro mejor ¡Los amo con todo mi corazón!

A mi Alma Terra Mater Sin duda una de las mejores etapas vividas aquí llena de muchas experiencias y de grandes momentos, en sus aulas obtuve mucho conocimiento.

A mis profesores que al paso de tiempo me fui encariñando con ellos, gracias por esos momentos de alegrías y de sabiduría que nos hicieron pasar.

A mis asesores gracias por tenerme paciencia y estar conmigo, al Dr. Emilio por el apoyo que he recibido de su parte en el proceso de esta tesis por proporcionarme un espacio en su invernadero y por ayudarme a comprender algunos aspectos de que no entendía sobre la nutrición vegetal, Al M.C. Fidel Maximiano que con su tiempo me explico cómo utilizar los diseños experimentales y como aplicarlos en este trabajo de investigación, Al Dr. Alonso que con su paciencia me ha hecho algunas correcciones en la redacción de la tesis y me ha ayudado a comprender algunos de los parámetros que se evalúan en este trabajo de investigación.

A María Elena Cervantes Hernández, gracias por el apoyo y la amistad proporcionada durante este periodo, gracias por ayudarme con la recopilación de datos cuando te pedía en el invernadero y por ayudarme en la cosecha y comerte las fresas, te quiero mucho y gracias.

DEDICATORIA

A mis padres: Benita Meléndez Ruíz y Pedro Morales Gutiérrez.

A mi Hermano: Juan Luis Morales Meléndez

A mis amigos: Candelario Murillo, Fernando Torres, Everardo Agüero, Enrique Medina, San Juana Gallegos, Carmen Zavala, Erika Galván, Omar Ucán, Rolando Durantes, Mayeli Gurgua Norma Eleuterio, Xóchitl Gaspar, Briseida Chávez, Abigail Sánchez, Mary Cruz Rodríguez, Eva Viviana Cervantes, Karla Vanessa Cervantes, Juan Moises Cervantes, Juana Margarita Cervantes, María Elena Cervantes, Perla Cervantes, Morie Cervantes, Aidé Travesí, Alberto Travesí, Enrique Zúñiga, Jael, Pamela Gonzales, Mary Cruz Rodríguez, Marce Cruz, Yareni Laillet Vargas, Yareli, Joel Pájaro, Juan Carlos Rodas, Julio López, Jaime Gutiérrez, Miguel Zanella, Alfredo, Doña Juanita Carranza, Valeria Vargas, Ulises Linares, Ulices Cortes, María Cristina Lara, Fátima Zavala, Jesús Parra, Ángeles Ayala, Victoria Vázquez, Amisadai Catalina, Anita Gonzales, Isabel Onesto, Alejandra Alfaro, Zulema Maciel, Linda Ochoa, Carolina Curiel, Gloria Petrarca, Ricardo Baeza, Manuel, Alexis Ramírez, Wilver Mendoza, Diana Ramírez, Víctor Emmanuel, Alejandro Andrade, Alejandro Vallejo, Antonio Vallejo, Pedro Zavala, Rosendo Guevara, Roció Camarillo, Miguel Pérez Peña, Victoria Miguel, Perla Fonseca, Dulce Roblero, Michelle, Angelica Pichardo, Hugo, Leticia Castillo, Alejandro Lozano, Emilio Zavaleta, Adela Quintana, Elizabeth Mar, Yolis Charles, Amisadai, Reyna Trejo, Patricia Núñez, Juan Gualberto Colli, Juan Ramón Gaytán, Efrén Aza, Alonso Méndez, Vanessa Hernandez, Diego Valen, José Luis Granados.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESÚMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo específico	3
1.2. Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Origen	4
2.2. Taxonomía	4
2.3. Morfología	4
2.3.1. La planta	4
2.3.2. La raíz	6
2.3.3. El tallo	6
2.3.4. El fruto	7
2.3.5. Corona	7
2.4. Ecofisiología	7
2.5. Variedad	9
2.6. Necesidad nutricional	10
2.7. Tipo de propagación	11
2.8. Sabor de la fresa	11
2.9. Índice de madurez comercial	12
2.10. Producción internacional	13
2.11. Producción nacional	13
2.12. Características de los invernaderos	14
2.13. Tipo túnel	14
2.14. Técnica de cultivo en maceta	15
2.15. Sustrato	15
2.16. Peat-moss	15
2.17. Perlita	16

2.18.	Fertilización	16
2.19.	Fertilización Orgánica	17
2.20.	Lombricultura.....	18
2.20.1.	Ácidos Húmicos.....	20
2.20.2.	Características de los ácidos húmicos	21
2.21.	Ácidos Fúlvicos.....	22
2.22.	Absorción de los nutrientes.....	23
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1.	Ubicación	25
3.2.	Material biológico o vegetal.....	26
3.3.	Acondicionamiento del invernadero	26
3.4.	Acondicionamiento y manejo de las plantas en el invernadero.	26
3.5.	Características de los tratamientos	28
3.6.	Establecimiento del experimento	30
3.7.	Análisis estadístico.	33
IV.	RESULTADOS	34
4.1.	Parámetros agronómicos	35
4.1.1.	Altura de la planta (Al)	36
4.1.2.	Número de hojas (Nh)	37
4.1.3.	Número de flores (NFI)	38
4.1.4.	Número de frutos (Nfr).....	39
4.2.	Parámetros de calidad de fruto	40
4.2.1.	Diámetro ecuatorial (DE)	40
4.2.2.	Sólidos solubles totales (°Brix)	41
4.2.3.	Parámetros sin relevancia estadística.	42
V.	CONCLUSIÓN	43
VI.	LITERATURA CONSULTADA	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Solución nutritiva establecida para el cultivo de fresa para 100 L de agua.....	28
Cuadro 3.2. Composición de los lixiviados UAAAN.	30
Cuadro 3.3. Tratamientos con diferentes concentraciones, se muestra la dosis de fertilización aplicadas a cada tratamiento.....	31
Cuadro 4.1. Cuadrados medios del ANVA Altura de la planta, Número de hojas, Número de flores, Número de frutos.	34
Cuadro 4.2. Cuadrados medios de ANVA peso fresco del fruto, diámetro ecuatorial, diámetro polar, firmeza y grados brix.	35
Cuadro 4.3. Prueba de medias de Fisher de los parámetros agronómicos evaluados en el cultivo de fresa.	35
Cuadro 4.4. Análisis de la calidad del fruto de fresa.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Morfología de la planta (fuente: Linneo 1996).	5
Figura 2.2. Maduración del fruto de la fresa a través de cambios de coloración	13
Figura 3.1. Macro túnel experimental.	25
Figura 3.2. Trasplante.....	27
Figura 3.3. Lombri-composta.....	29
Figura 3.4. Recolección de datos..	32
Figura 4.1. Diferencias representativas del parámetro de altura de la planta. .	36
Figura 4.2. Diferencias numéricas el parámetro número se hojas.	37
Figura 4.3. Diferencias numéricas en el parámetro número de flores.....	38
Figura 4.4. Diferencias numéricas en el parámetro número de frutos.	39
Figura 4.5. Representación gráfica del comportamiento del parámetro diámetro ecuatorial	41
Figura 4.6. Representación gráfica de los sólidos solubles totales.....	42

Efecto de la Fertilización Orgánica a Base de Ácidos Húmicos y Fúlvicos Sobre la Calidad del Cultivo de Fresa (*Fragaria ananassa* var Albion)

RESÚMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de los ácidos húmicos y fúlvicos en el rendimiento y la calidad en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa* var albion.) en invernadero, se evaluaron cuatro diferentes fertilizantes, uno químico [Solución nutritiva (SN)], y tres orgánicos [ácido húmico comercial (LUAAAN), ácidos húmicos domésticos (LD) y ácidos fúlvicos (AF)], estos aplicados al sustrato vía Drenchs a dosis de $4 \text{ ml} \cdot \text{L}^{-1}$ de agua, manteniendo riegos periódicos cada 3 días. Se estudiaron cuatro tratamientos con 9 repeticiones establecidos bajo un diseño experimental completamente al azar, la unidad experimental fue una planta. El experimento se efectuó en invernadero y se evaluaron parámetros agronómicos (Altura, número de hojas, número de flores, número de frutos) y de calidad de fruto (peso fresco, diámetro ecuatorial, diámetro polar, firmeza, sólidos solubles totales). Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para el parámetro altura la planta, en este, los ácidos fúlvicos fue el mejor al presentar una media de 18.92 cm entrado a una igualdad estadística con SN con una media de 20.71 cm vs ácidos húmicos domésticos con 17.17cm. En general en los parámetros agronómicos; número de hojas, número de flores, número frutos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. En cuanto a calidad de fruto se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el parámetro diámetro ecuatorial, los tratamientos T2 SN, T1 AI y T4 LUAAAN superaron en un 38.3 % a T3 LP. En el parámetro SST, los tratamientos T1 y T4 superaron en un 21% a T2, indicando diferencia significativa ($p \leq 0.05$). Mientras que el T4 y T3 mostraron valores estadísticamente iguales respecto a T2.

Palabras clave: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, fresa

I. INTRODUCCIÓN

Dentro de las frutillas, la fresa fue el primer cultivo que generó una oportunidad de negocio para productores, comercializadores y tiendas de autoservicio. Es considerada como una fruta exótica de gran aroma, por lo que se convierte en un cultivo con grandes ofertas de mercado, fungiendo como la frutilla más importante debido a su volumen de producción. A nivel mundial esta frutilla ha generado gran impacto en diferentes países en los cuales se desarrolla el cultivo según comenta Steta, (2014), como es el caso de China y Estados Unidos que en conjunto producen 3 millones 113 mil toneladas, lo que representa el 55.9% del volumen total a nivel mundial. Mientras que México ocupa el tercer lugar con una producción estimada de 398 mil 287 toneladas para el año 2016, de acuerdo con estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA, 2017).

Los cinco principales estados productores de fresa en México son Michoacán que contribuye con el 68.7% del volumen total; Baja California Norte, 17.9%; Guanajuato, 9.4%; Baja California Sur, 1.9% y el Estado de México, 1.2%. El valor estimado de la producción nacional de fresa es de cinco mil 779 millones de pesos, con un consumo per cápita anual de 1.4 kilogramos, según SAGARPA, (2017).

Los sistemas de agricultura protegida se han convertido en algo esencial para la protección de los cultivos a condiciones ambientales adversas, se utilizan para mejorar y optimizar la producción a un largo plazo como expone Madrigal (2017).

La aplicación de fertilizantes inorgánicos de amplio espectro ha traído como consecuencia la pérdida microbiana del suelo, por lo tanto, existe poca descomposición de la materia orgánica, originando la escasa liberación y disponibilidad de nutrientes, causando la baja productividad de los cultivos, menciona Sánchez (2017).

Un adecuado suministro de nutrientes es un factor indispensable en la búsqueda de una alta productividad, más aún si estos cultivos están ubicados en suelos que no posean una capacidad natural para suministrarlos. Por excelencia,

los fertilizantes son utilizados para entregar a la planta los elementos necesarios para una correcta y adecuada disponibilidad de nutrientes. Este factor es indispensable para asegurar un buen rendimiento económico en cualquier producción agrícola, debiendo aplicar fertilizantes como un insumo para asegurar una producción aceptable, lo que implica que este se constituya en un rubro muy importante dentro del costo de producción. Exponen Shehata *et al.* (2011), que, a pesar de esto, existe un gran desconocimiento del uso de este insumo por parte de los agricultores como de los técnicos responsables de la fertilidad del cultivo.

Los abonos orgánicos o un buen manejo de prácticas agrícolas de conservación del suelo son una opción para que los productores puedan obtener un alto rendimiento, según explica Trinidad (2008), con lo cual proveen a las plantas grandes cantidades de nutrimentos y a la vez estas mejoran sus características físicas, químicas y biológicas

Hersa *et al.* (2003), argumenta que es la erosión y la pérdida de la fertilidad del suelo agrícola, los problemas que causan la baja productividad de algunos terrenos, esto ha llevado a los agricultores a buscar nuevas alternativas de fertilización, realizando agricultura sustentable en gran parte de las zonas productoras de fresa, el cual comprende una serie de técnicas de producir alimentos con insumos orgánicos de alta calidad. Generando así un gran impacto económico, ambiental y social. Además de generar armonía de producción con el agroecosistema.

Los ácidos húmicos (AH), presentan propiedades recalcitrantes, lo que disminuye la rápida descomposición de los compuestos orgánicos por el suelo, explica Baldotto & Baldotto, (2014). Por lo tanto, las características fisicoquímicas de los ácidos húmicos contenidos en el compost, son los responsables de las propiedades del suelo y de la respuesta de los cultivos a sus aplicaciones, según Rodríguez, (2010).

Expone Melo (2016), los ácidos fúlvicos (AF) son sustancias químicas naturales polifuncionales muy complejas que forman parte de las sustancias húmicas las cuales están presentes en suelos, lagos, mares y además son la base

de los ciclos de los micronutrientes del suelo, estos son agentes de cationes metálicos muy importantes para el buen desarrollo de las plantas.

Los ácidos húmicos son una sustancia orgánica que tienen efectos bio-reguladores. se encontró que bajo ciertas condiciones el ácido húmico se aplica a la zona de la raíz donde tuvo efectos beneficiosos en el desarrollo de la planta. Con este proyecto se pretende evaluar las variables agronómicas y la respuesta en calidad de fruta con la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos.

1.1. Objetivo específico

- Comparar el efecto fertilización orgánica a base ácidos húmicos y ácidos fúlvicos contra la fertilización convencional inorgánica (solución nutritiva) sobre el crecimiento vegetativo de la planta y en la calidad de fruto de fresa (*Fragaria ananassa*).

1.2. Hipótesis

La fertilización orgánica aporta elementos minerales de fácil disponibilidad para las plantas por lo que esta manifiesta una nutrición balanceada y desarrollo vegetativo homogéneo determinantes sobre la calidad del fruto, presentando mayores contenidos bioquímicos que los frutos producidos bajo la fertilización inorgánica.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen

Ferrucho y Ruiz, (2014), mencionan que *Fragaria ananassa*, es una planta octaploide, híbrido entre *Fragaria virginiana* (Estados Unidos) y *Fragaria chiloensis* proveniente de Chile. Varias especies de fresa silvestre han sido cultivadas por distintas civilizaciones, principalmente situadas en América, Asia y Europa. Sin embargo, actualmente las variedades de fresa de frutos grandes provienen de *F. x ananassa*, que se originó en Francia en el siglo XVIII como menciona García, (2013).

2.2. Taxonomía

La fresa, cuyo nombre procede del latín *fragans*, se encuentra difundida por todas las zonas templadas y subtropicales del mundo; pertenece al género *Fragaria*, dentro de la familia *Rosaceae*, tribu *Rosaceae*. explican Ruiz *et al.* (2012) y Méndez, (2002).

2.3. Morfología

2.3.1. La planta

Ruiz *et al.* (2012) y Patiño *et al.* (2011), explican que la planta de fresa cultivada, suele considerarse como especie hortícola de tipo herbáceo, es una especie leñosa y perenne por su sistema de crecimiento, dado que forma nuevos tallos que la hacen permanecer viva de manera indefinida. El tallo, comprimido en una roseta cubierta por unas hojas basales o estipulas traslapadas, es en realidad un rizoma. El tallo de la planta se conoce como corona, que produce hojas en intervalos muy estrechos de forma trifoliar mayormente, flores en posición terminal y raíces en su base; además, origina en la axila de las hojas yemas o meristemos axilares, los cuales, dependiendo del estado nutricional y de las condiciones ambientales

(termofotoperiodo), evolucionan de diferente manera: permanecen aletargadas o desarrollan estolones o escapos florales (Figura 2.1.).



Figura 2.1. Morfología de la planta (fuente: Linneo 1996).

Las plantas producen tallos laterales con entre nudos largos que sirven de base para el establecimiento de nuevas plantas por el desarrollo de yemas y raíces adventicias según expone Villarreal (2013).

Por su parte Ruiz *et al.* (2012), mencionan que los estolones, base de la multiplicación vegetativa de la fresa, se forman a partir de las yemas axilares de las hojas situadas en la base de la corona y, por lo general, el primer nudo es latente, pero a veces puede dar origen a otro estolón más pequeño que el primero; en el extremo del estolón se forma una roseta de hojas que, al contacto con el suelo, emite raíces y forma una nueva planta. Las plantas vigorosas pueden producir entre 10 a 15 sistemas estoloníferos, siendo una característica varietal; una planta hija es autosuficiente después de 1 a 3 semanas de vivir unida a la madre a través de los filamentos estoloníferos.

2.3.2. La raíz

Las raíces crecen en la capa del suelo a una profundidad de 12-16 cm, el 75% de las raíces activas crecen en la capa superior del suelo a 6 cm de profundidad. El suelo que está cerca de la superficie es el que está más aireado. Las raíces de las plantas necesitan oxígeno para llevar a cabo la respiración. Muchos de los microorganismos del suelo que ayudan en la liberación de nutrientes del suelo también necesitan oxígeno por lo tanto se encuentran cerca de la superficie del suelo. La respiración es necesaria porque permite que las plantas de fresa almacenen energía. Las raíces actúan como un sitio permanente de almacén para la respiración en la forma de azúcares y almidones, exponen Surendra *et al.* (2015).

Surendra *et al.* (2015), publicaron que la utilización de una cobertura de plástico para aumentar la temperatura para las raíces. Las raíces primarias también llamadas raíces estructurales o clavija que suelen ser entre 20-30 por planta. Pueden vivir de 1 a 2 años. Las raíces secundarias son las raíces finas que se desarrollan a partir de las raíces primarias y se llaman alimentadoras o raíces blancas. Viven sólo unos pocos días o semanas. Mientras las raíces primarias tienen almidón producido por la planta, las raíces secundarias absorben agua y nutrientes del suelo.

2.3.3. El tallo

Exponen, Ruiz *et al.* (2012), Darnell *et al.* (2007) y García (2013), que el tallo que porta la inflorescencia recibe el nombre de escapo floral, y el que soporta cada flor individual se denomina pedúnculo floral. En la inflorescencia de la fresa se puede señalar la presencia de una flor primaria, dos secundarias, cuatro terciarias y ocho cuaternarias; las flores son hermafroditas y el receptáculo floral se desarrolla y engrosa por encima del cáliz, colmándose de sustancias azucaradas y aromas perfumados, conjunto al que se le llama impropriamente fruto. Las flores, además,

son actinomorfas, dotadas de un involucro bracteal, con cáliz gamosépalo y pétalos blancos; la polinización suele ser alógama y entomófila

2.3.4. El fruto

Villarreal (2013), considera que el fruto es un poliarquenio conocido botánicamente como 'eterio', en el que la parte comestible es el receptáculo hipertrofiado, el cual aloja numerosos aquenios llamados erróneamente semillas dispuestos en alvéolos, cuya profundidad depende de la variedad.

El tamaño del fruto depende de diversos factores genéticos, fisiológicos y ambientales; además, existe una correlación positiva entre el tamaño de la flor y del fruto. Este último pertenece a la categoría de los no climatéricos, y su forma y tamaño es una característica varietal, aunque se ve influenciado por la posición en las inflorescencias y otros factores ambientales. Las raíces de la fresa son fibrosas y poco profundas, y surgen de la corona próxima a la superficie del suelo. La mayor parte del sistema radical se desarrolla superficialmente: casi el 70% se encuentra en los primeros 15 cm del suelo según exponen Ruiz *et al.* (2012) y Darnell *et al.* (2007).

2.3.5. Corona

Explican, Dávalos, *et al.* (2011); Darrow, (1966) y Villegas, (2017) que la corona, es de un tamaño corto, de entre 2 y 3 cm de longitud, aunque en poblaciones nativas de *Fragaria chiloensis* en la costa de California, E.U.A., se han encontrado clones cuyas coronas miden 60 cm. La corona está compuesta de tejido leñoso y vascular. La parte central, llamada médula, está constituida por células alargadas, las cuales son altamente susceptibles a daños por bajas temperaturas

2.4. Ecofisiología

En cuanto a sus etapas de desarrollo, se distinguen siete fases: el reposo vegetativo, la iniciación de la actividad vegetativa, la producción de botones verdes,

la iniciación de floración, la plena floración, el fin de la floración y el final de la fructificación. A mayor altura sobre el nivel del mar, aumenta el tamaño de la fruta, pero disminuye la producción, mientras que a menor altura se presenta la situación inversa. Con respecto a las exigencias en suelos, la fresa crece bien en aquellos que tienen texturas sueltas, un alto contenido de materia orgánica y un pH entre 5.5 y 6.5. Es un cultivo muy sensible a la salinidad, por eso aquellos suelos con textura arcillosa deben poseer drenajes, para no ser afectado por los anegamientos; sin embargo, es importante mantener un suministro de humedad permanente en el suelo, comentan Ruiz *et al.* (2012) y Darrow, (1966).

Ruiz *et al.* (2012), mencionan que la planta de fresa necesita una precipitación anual entre 700 a 900 mm anuales. Las variedades adaptadas a las zonas templadas presentan cambios en su morfología y fisiología como respuesta a las estaciones. Al principio del invierno entran en un estado de reposo, en el que únicamente se producen hojas pequeñas. El cambio de estado vegetativo a reproductivo se da por la acumulación tanto de horas frío (<7.2 °C), como de reservas nutritivas en la corona.

Márquez (2006), considera que el cultivo tiende a tener éxito con temperaturas medias de 18 °C, práctica inexistencia de heladas, insolación aproximada a las 3.0 horas de sol y se cultiva principalmente en suelos arenosos con abundante riqueza orgánica.

El fotoperiodo (duración de horas luz del día) controla la formación de yemas florales, el desarrollo de estolones, el tamaño de la hoja y la longitud del peciolo, e influye en menor grado sobre la formación de nuevas coronas, como exponen Ruiz *et al.* (2012), tanto las altas temperaturas como los días largos (más de 12 horas luz) provocan crecimiento vegetativo, entretanto que las bajas temperaturas y los días cortos estimulan la floración.

Por otro lado, mencionan Ruiz *et al.* (2012), que el termoperiodo forma un papel importante ya que puede modificar, e incluso anular, los efectos de la duración del día y debe ser considerado importante en la determinación de la adaptación de la fresa a ambientes concretos.

En primavera, habrá una pequeña floración-fructificación con un estolonado precoz. Estos fenómenos fisiológicos serán contrarios si el invierno es más cálido, es decir, si tiene una inadecuada acumulación de horas frío. Por otra parte, si la primavera es fresca habrá una tendencia a refluoraciones, con alto riesgo de malformaciones florales y una alta tendencia a estolonar, argumentan Ruiz *et al.* (2012), Accidentes climáticos como el granizo causan graves daños a las plantas por su consistencia herbácea, y el fruto sufre deformaciones grandes por el peso y el golpe de este; las heladas afectan la planta, ya que las flores de la mayoría de variedades mueren con heladas por debajo de los 2 °C.

Este cultivo es muy sensible a la mala calidad de las aguas de riego lo que hace que muestre una apreciable disminución en la cosecha con el incremento de la salinidad en el agua. Concentraciones de sales en las aguas de riego del orden de 0.8 a 1 miliSiemens (mS/cm) parecen óptimas, expuesto por López y Medina, (2008).

2.5. Variedad

Las mejores variedades están patentadas por sus obtentores y protegidas por un organismo que regula los derechos de atreves de un marco jurídico, que protege y estimula el trabajo de mejoramiento varietal, explica Villagrán, (2009).

Las variedades de se clasifican como de días cortos y días neutros, las primeras necesitan menos de 14 horas para desarrollar yemas frutales, según Villagrán (2009).

Mencionan Santoyo *et al.* (2009), que las variedades neutrales son insensibles a la longitud del día y producen fruta en la temporada en que las temperaturas bajan de noche a 15.5 °C. La mayoría de materiales de fresa que se cultivan en México, provienen de Estados Unidos.

En México se cultivan diferentes variedades, cada una con características específicas. Las variedades utilizadas en México han sido desarrolladas por la

Universidad de California USA y Universidad de Florida USA. Entre las variedades más utilizadas en México se encuentran la Festival, Sweet Charlie, Galexia, Camino Real, Albión, Camarosa, Aromas, Ventana y Diamante, que mediante varios ciclos han demostrado su eficiencia en campo, como expone la Unión Agrícola Regional de Productores de Fresa y Hortalizas del Valle de Zamora, (2009).

Afirman, Villegas, (2017) y Santoyo *et al.* (2009), que las plantas de la variedad Albión, tiene como principal característica su excepcional calidad del fruto, tanto por tamaño como por sabor y firmeza; presenta un peso medio de 32 gramos por fruta. Albión es de muy fácil recolección y tiene excelente vida de anaquel. Esta variedad posee alta resistencia a condiciones meteorológicas adversas y a enfermedades, como antracnosis, *Vercillium* y *Phytophthora*, y a la plaga araña roja

2.6. Necesidad nutricional

La planta de fresa es un cultivo en el cual tiende a exigir ciertos requerimientos nutricionales, existe una diferencia nutricional entre variedades de fresas, además el medio ambiente juega un papel importante, según Madrigal (2017).

Madrigal (2017), argumenta que los elementos químicos como el nitrógeno y el potasio juegan un papel muy importante entre los componentes de la fruta, La planta reclama una alta cantidad de estos nutrimentos, aunque el exceso de nitrógeno trae consecuencias que pueden ser contraproducente como el ablandamiento del fruto, retardando la maduración del fruto y disminuyendo el rendimiento.

Menciona Flores (2008), el potasio se necesita para procesos fisiológicos tales como la activación de enzimática, el transporte de azúcares, funciones estomáticas, síntesis de proteínas y fotosintéticas. Incrementa la producción floral y el rendimiento en fruto.

Según Flores (2008), comenta que la deficiencia de polen trae una poca producción de polen viable, así como reduce la expansión del receptáculo, también

menciona que la deficiencia de zinc produce pequeños frutos y baja el rendimiento, mientras que el hierro reduce el vigor en las plantas.

2.7. Tipo de propagación

Herrera (2009), menciona que existe dos tipos de reproducción en el cultivo de fresa el primero se trata de la reproducción sexual y asexual.

Castelo (2010), expone que para la propagación sexual: la de semilla que completa su crecimiento y capacidad de germinación varios días antes de la maduración de la fruta, la semilla es utilizada generalmente en los procesos de mejoramiento genético.

Whitaker *et al.* (2011), explican que la propagación sexual tiene el siguiente beneficio, como buscar la mejora de los atributos de calidad de la fruta sobre tiempo a través de la selección recurrente fenotípica. Algunos rasgos como el color externo, el tamaño de la fruta, y la uniformidad de la fruta son regularmente seleccionados basado en observaciones de campo.

Para la propagación asexual; la forma más efectiva de reproducción es la de los estolones que produce la planta, un estolón fértil emite rápidamente raíces adventicias y su yema terminal forma hojas, yemas axilares y una corona que constituyen la nueva planta, expone Castelo, (2010).

2.8. Sabor de la fresa

Zahang (2010), comenta que el sabor a característico de la fresa es el resultado de una mezcla compleja de numerosos compuestos volátiles y organolépticos combinados con características tales como textura y sabor. Mas que se han identificado 300 compuestos volátiles en la maduración fresa que se pueden agrupar en varias clases de productos químicos, incluidos los principales componentes ácidos, aldehídos, cetonas, alcoholes, ésteres y lactonas, y los grupos

contribuyentes de compuestos de azufre, acetales, furanos, fenoles, epóxidos, y alcanos. Aunque los volátiles individuales de estos grupos a menudo están presentes en cantidades mínimas, típicamente en concentraciones de 10-100 ppm.

La calidad nutricional de las frutas de fresa está estrechamente relacionada con la presencia de azúcares solubles, orgánicos ácidos, aminoácidos y algunos metabolitos secundarios principales según exponen Zahang, (2010) y Ojeda *et al.* (2008).

2.9. Índice de madurez comercial

Martínez (2018) y Moccia *et al.* (2007), mencionan que el índice de madurez se basa en el color del fruto. Por ser uno de los parámetros que proporciona una información sobre la evolución del fruto (Almenar, 2005). Según expone la NMX-FF-062SCFL-2002, los frutos utilizados en para los parámetros efectuados deben de tener una madurez de referencia de 4 - 5 de la tabla de color o a $\frac{3}{4}$ partes de su coloración roja como se ilustra en la (Figura 2.2.).

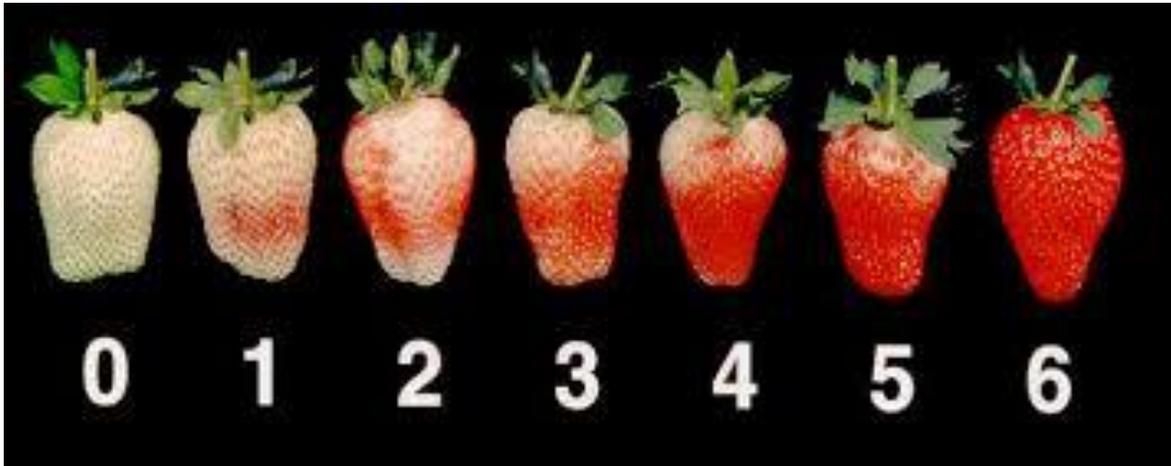


Figura 2.2. Maduración del fruto de la fresa a través de cambios de coloración. 0=fruto de color blanco verdoso bien desarrollado, a este estado se le conoce como madurez fisiológica, 1= el fruto es aún de color blanco verdoso, con algunas áreas de color rosa en la zona apical, 2 = se incrementa de color rojo intenso en la zona apical. 3 = el color rojo puro cubre hasta la zona media del fruto y la zona de cáliz presenta visos rosados, 4 = aumenta el área de color rojo intenso hacia el cáliz, 5 = el color rojo intenso aumenta empieza a cubrir la zona del cáliz, 6 = el color rojo intenso cubre todo el fruto. Fuente: NMX-FF-062-2002

2.10. Producción internacional

Explica la SAGARPA (2017), que esta frutilla a nivel mundial ha generado gran impacto en diferentes países en los cuales se desarrolla el cultivo, menciona Stela (2014), su vez China y Estados Unidos de América son los principales productores, obteniendo 3 millones 113 mil toneladas generando un 55.9% del volumen total.

2.11. Producción nacional

Los cinco principales estados productores de fresa en México son Michoacán que contribuye con el 68.7% del volumen total; Baja California Norte, 17.9%; Guanajuato, 9.4%; Baja California Sur, 1.9% y el Estado de México, 1.2%. El valor estimado de la producción nacional de fresa es de cinco mil 779 millones de pesos, con un consumo per cápita anual de 1.4 kilogramos, según la información dada por SAGARPA, (2017).

2.12. Características de los invernaderos

La bioseguridad es un requisito global que también se aplica a la horticultura protegida en todas sus fases desde la semilla hasta la planta. Se plantea mantener la bioseguridad tanto por el aislamiento físico, entre los patógenos y sus agentes transmisores, como por la llamada química verde, argumentado por Mazuela, (2013).

Un invernadero es una construcción agrícola con una cubierta traslúcida que tiene por objetivo reproducir o simular condiciones climáticas adecuadas para el crecimiento y desarrollo de plantas de cultivo establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior. De las estructuras empleadas para proteger cultivos, los invernaderos permiten modificar y controlar de forma más eficiente los principales factores ambientales que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales, mencionan Juárez *et al.* (2011).

Sánchez *et al.* (2017), y Márquez *et al.* (2006), exponen que la alta demanda tecnológica, busca aumentar la producción con invernaderos muy altos y con equipos sofisticados para el control ambiental, aumenta el costo de producción por kilogramo de fruta, por lo que solo es rentable si hay mercados seleccionados o si el producto es para exportación. Esta situación es difícil para los productores de invernadero pequeños y medianos, que en México representan al menos el 95% del total.

2.13. Tipo túnel

Juárez *et al.* (2011), afirman que son estructuras que no tienen las características apropiadas en ancho y altura al canal para ser consideradas invernaderos, pero ya permiten que las labores se realicen en el interior. Tienen de 4 a 5 m de ancho y 2 a 3 m de altura en la parte más elevada, con longitudes variables que para facilitar su manejo se recomienda no sean mayores a 60 m, aunque en México existen algunos de hasta 100 m de largo.

Juárez *et al.* (2011), mencionaron que en los invernaderos tipo túnel son ideales para semilleros o almácigos de especies hortícolas y ornamentales, como abrigo en la propagación vegetativa de especies de interés comercial y para la producción de hortalizas y plantas ornamentales. Tienen como ventaja su fácil construcción y como principal desventaja, con respecto a los invernaderos es que retienen menos calor en la noche, debido a su poco volumen. Una desventaja es su elevada temperatura durante el día por carecer de ventilación natural.

2.14. Técnica de cultivo en maceta

Flores (2008), presenta esta técnica en la que consiste en utilizar bolsas de polietileno negro, rellenas de sustrato, las bolsas se sostienen con ladrillo huecos de hormigón, cuyas cavidades se rellenan de sustrato que permiten el crecimiento de plantas pequeñas.

2.15. Sustrato

El sustrato es el medio en el cual las raíces puedan crecer y también sirve como soporte a la planta, puede estar constituido de un solo material o mezclas. Un sustrato adecuado para el crecimiento de las plantas debe presentar alta capacidad de retención. Puerta *et al.* (2012), consideran que la sustitución del suelo mineral, como un medio de cultivo, por sustratos artificiales ha proporcionado importantes aumentos en la producción y productividad.

2.16. Peat-moss

Es uno de los sustratos orgánicos más utilizados en México, es un material fosilizado y considerado como un recurso no renovable, representa un costo muy importante ya que es un producto de importación.

Según Madrigal (2017), también es denominado como turba y existen dos tipos por su grado de descomposición podemos encontrar: las rubias, que están ligeramente descompuestas, de color más claro y de un mayor contenido en materia orgánica. Presenta unas excelentes propiedades físicas y químicas, con una estructura mullida, alta porosidad, alta capacidad de retención de agua, aceptable contenido de aire, baja densidad aparente, alta capacidad de intercambio catiónico y baja salinidad. La turba negra es de color oscuro y está fuertemente descompuesta. Es de calidad inferior a la turba rubia.

2.17. Perlita

Es un silicato de aluminio de origen volcánico, una vez que es extraído se muele para ser transformado industrialmente, se precalienta a 300-400°C y depositado en hornos a 1000°C, con la finalidad de evaporar toda el agua que se encuentra en sus partículas, obteniendo un material muy ligero con una alta porosidad, asegura Madrigal (2017).

2.18. Fertilización

Cerisola (2015), expresa que existe un factor crucial para el desarrollo de cualquier planta es el suministro adecuado de los nutrientes minerales esenciales, los cuales se encuentran disueltos en el agua del suelo, de donde son absorbidos por las raíces de las plantas. La falta o déficit de nutrientes dificultará el desarrollo vegetal, el cual se evita a través de la aplicación de fertilizantes, también explica el COBACH (2009).

De acuerdo con Escorcía (2012), la fertilización del suelo puede ser de dos tipos orgánica o inorgánica; la orgánica consiste en suministrar los nutrientes al suelo por medio de materia orgánica, puede ser de origen animal o vegetal; la fertilización inorgánica consiste en suministrar los nutrientes por medio de la aplicación de la

aplicación de abonos o productos químicos, de tal manera pueda ser absorbida por las plantas.

Menciona Bastidas (2007), que para los cultivos es esencial la aplicación de estiércoles, te de compostas, lixiviados, compost, etc; para enriquecer los sustratos de nutrientes ya que son fuentes de nitrógeno, fosforo, potasio, y otros elementos esenciales para los cultivos, tales productos son mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo.

2.19. Fertilización Orgánica

Pérez (2015) y Julca (2006), hablan sobre el principio básico de la agricultura orgánica se entiende como un sistema orientado a fomentar y mejorar la salud del agroecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto, se hace necesario implementar actividades que nos conduzcan a estos fines, que conlleven la restitución de elementos minerales, vivos para mantener la vitalidad del suelo donde se desarrollan las plantas.

Santiago (2017), menciona que las fuentes de nutrientes para la fertilización orgánica se caracterizan por tener una concentración mínima en los elementos como es el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, fierro, manganeso, boro, zinc y molibdeno, en comparación con los fertilizantes convencionales, Pero a diferencia de lo convencional a largo plazo resulta ser más eficiente.

El movimiento orgánico esta regularizado por cuatro principios básicos: El primero implica maximizar el recurso que el productor posee, el segundo implica el buscar al máximo la independencia de insumos externos, utilizando lo que se tiene disponible sin comprometer el capital, el tercero se enfoca en provocar el mínimo daño dentro del agroecosistema, el cuarto es no poner en riesgo la salud del productor, ni del consumidor, según explica Félix *et al.* (2008) y González *et al.* (2010).

2.20. Lombricultura

Pérez (2015), explica que esta es una técnica que permite la reproducción de lombrices en cautiverio (cajones, lechos, camas) para producir humus sólido y líquido (ácido húmico); abonos que son ricos en macronutrientes y micronutrientes, además contienen una enorme carga microbiana, unos 200.000 millones por gramo. La lombriz que se recomienda es la roja californiana (*Eisenia foetida*), es muy resistente, gran reproductora y de enorme voracidad. Su tamaño es de 7 a 10 cm. Tiene cinco corazones y seis riñones; vive unos 15 años, es hermafrodita imperfecta, es sexualmente adulta a los 3 meses y cada siete o diez días pone 1 huevo, que eclosiona entre los 14 y 21 días.

a) Materiales e implementación de los cajones.

Pérez (2015), expone entre los materiales necesarios se debe considerar: caña bambú, estacas, tablas, clavos, plástico, etc. El tamaño de los cajones depender de la cantidad de sustrato (alimento) y terrenos dedicados a la producción agrícola. En módulos de 2.5 a 3 metros de largo, de 0.80m a 1m de ancho y de 40 50 cm de altura, se está en capacidad de producir 25 qr de humus cada seis meses. Los cajones deben tener una ligera inclinación para poder recolectar.

el ácido húmico; se recomienda en la parte más baja a 30 cm del suelo y en la más alta a 50 cm del suelo.

b) ¿Cómo se llena el cajón?

Para la alimentación de las lombrices se puede utilizar: panca de arroz, maíz, soya picada, cáscara de cacao (descompuesto), tierra de sembrado, chanta de guineo, estiércol de ganado vacuno maduro de tres meses y melaza. Para el llenado de los lechos se procede a colocar los residuos orgánicos en el siguiente orden:

5 cm de panca de arroz, maíz o soya, más agua y melaza

5 cm de cascarón de cacao, más agua y melaza

5 cm de tierra de sembrado, más agua y melaza

5 cm de chanta de guineo, más agua y melaza

10 cm de estiércol, más agua y melaza.

Se vuelve a repetir el mismo orden hasta llenar el cajón y si el estiércol está un poco fresco (menos de 3 meses) hay que agregar cal o ceniza, alrededor de 2kg por capa, menciona Pérez (2015).

c) Maduración del sustrato

Una vez lleno el cajón, cada siete días se debe regar usando 60 litros de agua, que se une al agua que va saliendo durante la semana.

Menciona, Pérez (2015), otra recomendación es el manejo de la temperatura; la misma que durante las tres primeras semanas aumenta y luego comienza a bajar. Si se registra una temperatura elevada (40 - 50 °C), el riego se lo debe hacer dos veces por semana, hasta conseguir que la temperatura descienda al óptimo, que es de 18 - 22 °C. Siguiendo estas recomendaciones el sustrato estará listo para ser utilizado entre 45 a 50 días. Después de haber recogido el lombrí-abono, se procede a una nueva siembra de lombrices; la cual se realiza distribuyendo de 2 a 3 Kg. del sustrato con lombrices a lo largo de la cama, se comienza una nueva preparación de abono que podrá ser utilizado en los cultivos establecidos.

d) Manejo de las camas y lombrices:

Las lombrices en el sustrato comienzan a alimentarse, multiplicarse ya producir humus; no hay que descuidar el riego, pero sin encharcar; y revisar permanentemente que no falte la humedad en el sustrato. Para evitar que el alimento se compacte, se debe remover cada mes, en los 15 a 20 cm de la parte superior, colocando panca de arroz picada encima del sustrato, lo que le da soltura permitiendo la circulación del aire y evitando así que se encharque, menciona Pérez (2015).

e) Producción y cosecha de humus:

Lo ideal es cosechar a los 8 - 9 meses y, posteriormente, cada seis meses. Esto se debe al aumento de la población de lombrices, lo que significa que van a producir

humus en menor tiempo. El humus generalmente se debe cosechar de la siguiente manera:

1. Se debe tener preparado y listo otro cajón, con un sustrato igual al anterior.
2. Dejar de regar unos 15 días.
3. Colocar trampas (cáscara de sandía, tallo de banano), las que atraen a las lombrices y para poder sacarlas sin causarles daño.
4. Ir sacando las lombrices de las trampas y colocarlas en el nuevo lecho, ya preparado y listo.
5. Para almacenar el humus se debe tamizar (cernir) y almacenarlo en sacos.
6. El humus presenta una coloración oscura, es muy suave y no hay que exponerlo al sol.

2.20.1. Ácidos Húmicos

Sloboda *et al.* (2017), explican que las sustancias húmicas (HS) que se encuentran en suelos, turbas, sedimentos y aguas naturales provienen de la degradación química y biológica de residuos de plantas, animales en el medio ambiente y la actividad de síntesis de microorganismos. Las propiedades y la estructura de HS pueden variar sustancialmente, dependiendo de las características del agua o del suelo, de los compuestos de origen, la maduración del HS y las condiciones específicas de extracción. Menciona Pérez (2015), que los ácidos húmicos son sustancias que las lombrices también producen, es un líquido cargado de micronutrientes- macronutrientes y fitohormonas.

Según Cerisola (2015), se presentan como sólidos amorfos de color marrón oscuro, generalmente insolubles en agua y en casi todos los disolventes no polares, pero fácilmente dispersables en las soluciones acuosas de los hidróxidos y sales básicas de los metales alcalinos, constituyendo un hidrosol que puede experimentar floculación mediante el tratamiento de los ácidos o los demás cationes.

Material parecido a la turba, con alta porosidad, aireación, drenaje, capacidad de retención de agua y actividad microbiana que los hacen excelentes como suelo acondicionador y como medio de crecimiento de la planta. Varios experimentos han demostrado que el vermicompost contiene materiales reguladores del crecimiento de las plantas tales como ácido húmico y las hormonas del crecimiento vegetal como auxinas, giberelinas y citoquininas, según exponen Azarmi *et al.* (2009).

La gestión de fertilizantes es una demanda vital de alta calidad rendimiento de la fresa cultivada orgánicamente. Los ácidos húmicos son una sustancia orgánica que tiene efectos bio-reguladores. se encontró que bajo ciertas condiciones el ácido húmico se aplica a la zona de la raíz tuvo efectos beneficiosos en la planta desarrollo. Se han reportado varios estudios que el ácido húmico mejoró no solo el crecimiento vegetativo sino también rendimiento y calidad, argumentan Shahata *et al.* (2011).

2.20.2. Características de los ácidos húmicos

Según Ortega *et al.* (2016), este producto contiene elevada carga enzimática que aumenta la solubilidad de los nutrientes permitiendo que puedan ser inmediatamente asimilados por las raíces.

- Influye de forma efectiva en la formación de la semilla y en el desarrollo de las plántulas en los viveros y jardines.
- Incrementa la formación de micorrizas.
- Aumento de resistencia a plagas y enfermedades.
- Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas.
- Trasmite hormonas, vitaminas y proteínas, y otras fracciones humificadoras directamente al suelo.
- Aporta e incrementa la disponibilidad de nutrientes en el suelo.
- Mejoran la estructura del suelo.
- Neutralizan eventuales presencias de contaminantes.

- Por sus altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos, mejoran sus características químicas del suelo.
- Aumenta la resistencia a las heladas.
- Aumenta la permeabilidad y la resistencia hídrica de los suelos (4-27%) disminuyendo el consumo de agua en los cultivos.

La fertilización puede ser mejor aprovechada con la utilización de bioestimulantes que permiten una mayor absorción por la planta de los nutrientes presentes en los compuestos orgánicos y en el suelo. Las sustancias húmicas, incluyendo los ácidos húmicos (AH), presentan propiedades recalcitrantes, lo que disminuye la rápida descomposición de los compuestos orgánicos por el suelo, afirman Baldotto & Baldotto (2014) y Mairinck *et al.* (2017).

Mairinck *et al.* (2017), mencionaron que los ácidos húmicos y las bacterias promotoras de crecimiento son bioestimulantes y propician un aumento de la productividad vegetal para intensificar el crecimiento y el desarrollo de las plantas. La aplicación de (AH) induce la formación de raíces laterales en las plantas, promueve aumento de la actividad y de la cantidad de bombas de protones en las membranas biológicas, haciéndolas más eficientes energéticamente y en el transporte de nutrientes.

2.21. Ácidos Fúlvicos

Argumenta Pettit (2017), los ácidos fúlvicos (FA) son una mezcla de ácidos orgánicos alifáticos y aromáticos débiles que son solubles en agua en todas las condiciones de pH (ácidas, neutras y alcalinas). Su composición y la forma es bastante variable. El tamaño de los (FA) es más pequeño que los ácidos húmicos (HA), con pesos moleculares que varían de aproximadamente 1,000 a 10,000. Ácidos fúlvicos (FA) tienen un contenido de oxígeno dos veces mayor que los ácidos

húmicos (HA). Tienen muchos carboxilos (COOH) y los grupos hidroxilo (COH), así los ácidos fúlvicos (AF) son mucho más reactivos químicamente.

La capacidad de intercambio de ácidos fúlvicos (AF) es más del doble que la de los ácidos húmicos (HA). Esta la alta capacidad de intercambio se debe al número total de grupos carboxilo (COOH) presentes. El número de grupos carboxilo presentes en ácidos fúlvicos (AF) varía de 520 a 1120 cmol (H⁺) / kg. Los ácidos fúlvicos recogidos de muchas fuentes diferentes y analizados, no muestran evidencia de grupos metoxi (CH₃), son bajos en fenoles y son menos aromáticos en comparación con ácidos húmicos de las mismas fuentes, según Pettit (2017).

Pettit (2017), menciona que debido al tamaño relativamente pequeño de las moléculas de ácido fúlvico (FA), pueden ingresar fácilmente a la planta raíces, tallos y hojas. A medida que ingresan a estas partes de la planta, llevan minerales de la planta superficies en los tejidos de las plantas. Los ácidos fúlvicos (FA) son ingredientes clave de follaje de alta calidad fertilizantes.

Aplicaciones de pulverización foliar que contienen quelatos minerales de ácido fúlvico (FA), a dosis específicas etapas de crecimiento de la planta, se puede utilizar como una técnica de producción primaria para maximizar las plantas capacidad productiva. Una vez que se aplica al follaje de plantas, los ácidos fúlvicos (AF) transportan minerales traza directamente a los sitios metabólicos en las células vegetales, expresa Pettit (2017).

Los ácidos fúlvicos (FA) son el carbono más efectivo que contiene compuestos quelantes conocidos. Son compatibles con la planta, por lo tanto, no son tóxicos, cuando aplicado a concentraciones relativamente bajas, expone Pettit (2017).

2.22. Absorción de los nutrientes

Neri *et al.* (2002) explican, que la absorción de nutrientes del suelo tiene dos picos principales durante el crecimiento de otoño y primavera. Después del comienzo de la maduración de la fruta a fines de la primavera, el nitrógeno se

desplaza directamente de las hojas a la fruta y su absorción del suelo es insignificante. Como resultado, en la agricultura orgánica, los nutrientes del suelo pueden ser subóptimos e incapaces de soportar estos cortos períodos de alta absorción.

La presente prueba de campo se llevó a cabo con el cultivar onda en un sistema de producción orgánica y se diseñó para mejorar la calidad de la fruta mediante la aplicación foliar de ácidos húmicos aplicados entre la floración y la recolección de la fruta. Se comparó una mezcla diluida experimental de ácidos húmicos y fúlvicos extraídos de humus de lombriz con una solución mineral que contenía una cantidad similar de nitrógeno, explican Neri *et al.* (2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

El presente trabajo se llevó a cabo bajo cubierta en macro túnel (Figura 3.1.), ubicado geográficamente entre las coordenadas 25°21'9.83" latitud norte, 101°2'2.14" longitud oeste y a una altitud de 1742 msnm, en Departamento de Ciencias del Suelos, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila.



Figura 3.1. Macro túnel experimental.

García (2004), expone que el clima en la región es seco, BW hw; semi cálido, con invierno fresco, extremoso, con lluvias en verano, y precipitación invernal superior al 10% del total anual. La precipitación media anual es de 350 - 400 mm. La temporada lluviosa es junio a octubre, marzo es el mes más seco.

3.2. Material biológico o vegetal

Se utilizó la variedad Albión de fresa la cual fue adquirida en Jacona, Michoacán, de la empresa Farmville, el material vegetal se adquirió en forma de estolones enraizados con tres hojas por plantas.

La variedad Albión tiene como características su excepcional calidad del fruto, tanto por tamaño como por sabor y firmeza; presenta un peso medio de 32 gramos por fruta. Albión es de muy fácil recolección y tiene excelente vida de anaquel. Esta variedad posee alta resistencia a condiciones meteorológicas adversas y a enfermedades, como antracnosis, *Vercillium* y *Phytophthora*, y a la plaga araña roja según Villegas, (2017) y Santoyo *et al.* (2009).

3.3. Acondicionamiento del invernadero

Para el establecimiento del cultivo se utilizó bolsa para vivero de 15 x 25 cm calibre 500, estas se llenaron con una mezcla de peat-moss y perlita en una proporción de 1:1, a cada maceta se le colocó en la base una charola de unicel 15 cm de ancho x 7cm de profundidad a manera de retenedor de agua para favorecer los riegos mediante la técnica de capilaridad. Las macetas se colocaron en hileras de 9 repeticiones por 4 tratamientos se acomodaron en una plataforma elevada que tenía una altura de 60 cm se hizo este aislamiento para evitar el daño por roedores a las plantas y a los frutos.

3.4. Acondicionamiento y manejo de las plantas en el invernadero.

Una vez entregadas las plantas, estas fueron colocadas en el refrigerador a 4°C por 7 días con la finalidad de estimular el crecimiento de raíz y activar su metabolismo. Una vez concluido el tratamiento de frío, las plantas se colocaron a condiciones de invernadero durante 24 horas para su aclimatación, al terminar este periodo, se trasplantaron de forma individual los estolones enraizados (Figura 3.2.).

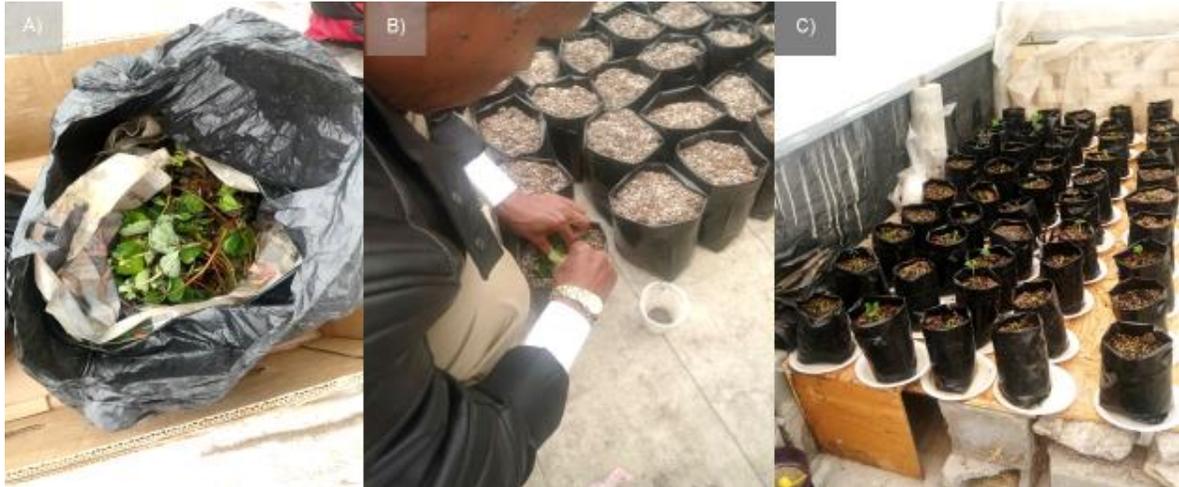


Figura 3.2. Trasplante. A) Plántulas de fresa después de la estimulación de horas frías, B) Se presenta el trasplante de la planta de fresa, y el corte de los estolones, C) Establecimiento de experimento en un área aérea.

El manejo inicial de las plantas consistió en el riego cada 3 días, con solución nutritiva Steiner al 100%.

Se hizo una aplicación de Tecto 60, a dosis de 0.5 g/L de agua, la aplicación fue de manera foliar con la finalidad de bajar la posibilidad de proliferación de patógenos; se hizo una poda, para bajar la densidad de población de hojas y provocar el crecimiento vegetativo de las plantas, solo se dejó el cogollo.

Se aplicó Vendex 50 WP junto con phase 1 como adherente, para el control de araña roja (*Tetranychus urticae*), a dosis de 0.5 g/L de agua, se aplicó de manera foliar en la totalidad de la planta de fresa y se hizo énfasis en dirigir la aplicación al envés de la hoja debido a que es el área en donde ocurre la mayor presencia de esta plaga. Los productos se alternaban dando una aplicación cada mes con Acrimine en la misma proporción haciéndolo con la finalidad de bajar la densidad de población de la plaga.

Para el control de roedores se utilizaron trampas mecánicas tipo jaula para bajar la densidad de población de estos y evitar la pérdida de frutos.

3.5. Características de los tratamientos

Para el experimento se utilizaron como tratamientos ácidos fúlvicos (fúlvatos de potasio), solución nutritiva como testigo y ácidos húmicos.

Los ácidos fúlvicos fueron proporcionados por el Dr. Rubén López Cervantes quien pertenece al Departamento de Ciencias del Suelo.

La solución nutritiva utilizada fue la conocida como Steiner al 100%, y para su preparación se emplearon $ZnSO_4$, $FeSO_4$, $CuSO_4$, K_2SO_4 , NH_4NO_3 , $Ca(NO_3)_2$, ácido sulfúrico, para 100 L como se presenta en el (Cuadro 3.1.).

Cuadro 3.1. Solución nutritiva establecida para el cultivo de fresa para 100 L de agua.

Nombre	Fórmula química	Dosis para 100L de agua.
Ácido fosfórico	H_3PO_4	3.9ml
Nitrato calcio	$Ca(NO_3)_2$	38gr
Sulfato de potasio	K_2SO_4	21.3gr
Sulfato de magnesio	$MgSO_4$	24.6gr
Nitrato de amoniacó	NH_4NO_3	13.6gr
Sulfato de hierro	$FeSO_4$	16.7gr
Sulfato de cobre	$CuSO_4$	6.7gr
Sulfato de Zinc	$ZnSO_4$	13.4gr
Ácido bórico	H_3BO_3	0.5gr

Los ácidos húmicos fueron obtenidos de dos formas domésticos y comercial, para los primeros ácidos domésticos se utilizó la técnica citada por Pérez (2015) y Cabrera (2018), por lo tanto se hizo referencia a la construcción de un prisma triangular con un volumen de $77\ 900\ cm^3$, por lo que debía tener un soporte de madera con una altura mínima de 90 cm con una inclinación de 0.5% para facilitar el drenaje del material a utilizar, se instaló en el área más fresca del macrotúnel, se

fue agregando el estiércol de ganado bovino ya preparado con lombriz roja Californiana, se regaba cada día para rehidratar a las lombrices y se recolectó el lixiviado se drenaba del contenedor (Figura 3.3.).



Figura 3.3. Lombricomposta. A) Construcción del contenedor, B) Construcción de los soportes del contenedor, C) Contenedor de volumen de 77900cm³ con sus soportes de madera con altura de 90 cm con una inclinación de 0.5%, D) Llenado del contenedor de estiércol bovino lechero, E) Monitoreo de lombrices, F) almacenamiento del lixiviado de lombriz.

Ortega *et al.* (2016), argumentan que los ácidos húmicos pertenecientes al Lixiviado UAAAN tiene las siguientes características: Contienen elevada carga enzimática y cantidad enzimática que aumenta la solubilidad de los nutrientes permitiendo que puedan ser inmediatamente asimilados por las raíces. Influye de forma efectiva en la formación de la semilla y en el desarrollo de las plántulas en los viveros y jardines, Incrementa la formación de micorrizas, aumento de resistencia a plagas y enfermedades, Inhibe el desarrollo de bacterias y hongos que afectan a las plantas, trasmite hormonas, vitaminas y proteínas, y otras fracciones huminificadoras directamente al suelo, aporta e incrementa la disponibilidad de nutrientes en el suelo, mejoran la estructura del suelo, neutralizan eventuales presencias de contaminantes, por sus altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos, mejoran sus características químicas del suelo, aumenta la resistencia a las heladas, aumenta la permeabilidad y la resistencia hídrica de los suelos (4-27%)

disminuyendo el consumo de agua en los cultivos como se muestra en el (Cuadro 3.2.).

Cuadro 3.2. Composición de los lixiviados UAAAN.

Aportación Nutricional de los lixiviados UAAAN		
Nombre	Fórmula química	Dosis
Nitrógeno	(N, %)	0.65
Fosforo	(P, %)	0.01
Potasio	(K, %)	1.21
Calcio	(Ca, %)	1.87
Magnesio	(Mg, %)	1.06
Sodio	(Na, %)	1.51
Ácidos Húmicos	(%)	5.01
Ácidos fúlvicos	(%)	1.48
Zinc	(Zn, %)	2.3
Manganeso	(Mn, %)	3.1
Cobre	(Cu, %)	3.1
Boro	(B, %)	27
Flora microbiana benéfica	UFC/ml	1.1x10 ⁶
Hierro	(Fe, Gm/kG)	0.14

3.6. Establecimiento del experimento

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 9 repeticiones cada uno, considerando como unidad experimental una maceta con una planta.

La aplicación de los tratamientos se dirigió directamente al cuello de la planta, y las concentraciones utilizadas se indican en el (Cuadro 3.3.).

Cuadro 3.3. Tratamientos con diferentes concentraciones, se muestra la dosis de fertilización aplicadas a cada tratamiento.

T	Fuente	Dosis 1000 ml	Dosis 1800ml
1	ácidos fúlvicos	4ml	7.2ml
2	Solución Nutritiva	4ml	7.2ml
3	ácidos húmicos artesanal	4ml	7.2ml
4	ácidos húmicos comerciales	4ml	7.2ml

Parámetros a evaluar

A partir de los 46 días después del trasplante se comenzó a tomar los datos de los parámetros agronómicos los cuales se describen a continuación:

1. Altura de la planta en cm, esta se tomó desde la corona hasta la última hoja con ayuda de una regla.
2. Número de hojas por planta, se tomó el número de hojas por medio de la observación y mecánico.
3. Número de flores por planta, se tomó el número de flores por medio de la observación y mecánico.
4. Número de frutos por planta, se tomó el número de frutos por medio de la observación y conteo mecánico, el total de frutos por planta.

Después de la cosecha a los 151 días después del trasplante se consideraron las variables de calidad de fruto en las cuales se realizó el promedio de los datos en los frutos.

1. Peso fresco, con ayuda de una balanza analítica de la marca Omega® se realizó el pesado de los frutos en fresco.
2. Diámetro polar, se utilizó un vernier digital de la marca truper para obtener el diámetro polar.
3. Diámetro ecuatorial, se utilizó un vernier digital de la marca truper para obtener el diámetro ecuatorial.

4. Firmeza, Para evaluar la firmeza se utilizó el penetrómetro de la marca EXTRECH, que consistía en penetrar a la fruta en respuesta a este efecto se suscitaba como resultado una fuerza el cual era un resultado que reflejaba la prolongación en la vida de anaquel del fruto.
5. Grados brix, se utilizaron para conocer cuáles son los Solidos solubles totales en los frutos, para realizar esta técnica se utilizó un refractómetro de la marca ATAGO, usado para la medición de la concentración de azúcares en las frutas y hortalizas. Debidas al efecto del calor sobre la muestra. Se apoyan en el principio de la refracción de la luz en líquidos. Cuando la luz pasa a través de un líquido, el ángulo de refracción muestra la concentración de los sólidos disueltos, en este caso azúcar (Figura 3.4.).



Figura 3.4. Recolección de datos. A) Revisión de frutos, B) Cosecha de frutos seleccionados, C) Pesado se frutos, D) Prueba de firmeza a los frutos, E) Toma de datos de diámetro polar, F) Prueba de Solidos Solubles Totales (°Brix).

3.7. Análisis estadístico.

Una vez recabados los datos de las variables se realizó una matriz básica de datos, que sirvió de base para el análisis estadístico el cual consistió en un análisis de varianza, mediante el programa R considerando las variables dependientes e independientes.

Obteniendo los ANVA se procedió a realizar un análisis de medias de Fisher (DMS) para determinar cuál fue el mejor tratamiento, se realizaron gráficas.

IV. RESULTADOS

El análisis de varianza de los datos identificó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos solo para una de las variables de calidad de planta (Cuadro 4.1.); dichas diferencias significativas ($p \leq 0.05$) se manifestaron en la variable Altura (Al), se presentó mayor altura en las plantas que se manejaron con la solución nutritiva Steiner, ya que esta presenta una completa y compleja combinación de los nutrientes esenciales para obtener buen desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta de fresa.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del ANVA Altura de la planta, Número de hojas, Número de flores, Número de frutos.

Parámetros de calidad de planta					
F. V.	GL	Al	Nh	Nfl	Nfr
VAR	3	17.58*	67.03 ^{ns}	3.15 ^{ns}	5.58 ^{ns}
EE	32	4.34*	55.17 ^{ns}	2.31 ^{ns}	16.60 ^{ns}
CV (%)		4.34*	27.29 ^{ns}	129.85 ^{ns}	48.05 ^{ns}

CV (%); Coeficiente de variación en por ciento; F.V., Fuente de variación; GL, grados de libertad; Al, Altura; Nh, Número de hojas; NFI, Número de flores; Nfr, Número de frutas; *, significativo; ^{ns}, No significativo.

Los cuadrados medios de las variables de calidad de fruto (Cuadro 5), expresan la diferencia significativa en el parámetro diámetro ecuatorial el cual tuvo una mayor significancia estadística la solución nutritiva.

En los SST los cuadrados medios de este parámetro fue un resultado altamente significativo en los lixiviados UAAAN, ya que presentan ciertos nutrientes que hacen que los frutos obtengan ese nivel de azúcares.

Cuadro 4.2. Cuadrados medios de ANVA peso fresco del fruto, diámetro ecuatorial, diámetro polar, firmeza y grados brix.

Parámetros de calidad de fruto

F. V.	GL	PF(g)	DE(mm)	DP(mm)	F(Kgcm ²)	SST(Brix)
VAR	3	11.26 ^{ns}	196.94*	161.01 ^{ns}	0.24 ^{ns}	17.60**
EE	32	7.77 ^{ns}	63.36*	99.01 ^{ns}	0.24 ^{ns}	3.45**
CV(%)		30.82 ^{ns}	53.89*	44.82 ^{ns}	45.27 ^{ns}	25.01**

CV (%); Coeficiente de variación en porcentaje; F.V., Fuente de variación; GL, grados de libertad; PF, Peso fresco; DE, Diámetro ecuatorial; DP, Diámetro polar; F, Firmeza; SST, Sólidos solubles totales. **, Altamente significativo; *, significativo, ^{ns}, No significativo.

4.1. Parámetros agronómicos

El análisis de varianza (ANVA) y la prueba de medias por el método de Fisher mostró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en el parámetro Altura (Al) entre tratamientos.

El análisis de la prueba de medias por el método de Fisher no mostró diferencias significativas ($p > 0.05$) en las variables Número de flores (NFI) y Número de frutos (NFr) entre tratamientos (Cuadro 4.3.).

Cuadro 4.3. Prueba de medias de Fisher de los parámetros agronómicos evaluados en el cultivo de fresa.

Tratamiento	Parametros			
	Al	Nh	NFI	Nfr
T1	18.92 ab	25.56 a	6.88 a	8.50 a
T2	20.71 a	27.86 a	5.50 a	8.25 a
T3	17.17 b	24.45 a	4.50 a	7.63 a
T4	18.28 ab	31.00 a	6.63 a	9.63 a
C.V(%)	11.10	29.85	48.057	43.00

Al, Altura; Nh, Número de hojas; NFI, Número de flores; Nfr, Número de frutas.

4.1.1. Altura de la planta (Al)

La altura de la planta mostró diferencia entre los tratamientos, siendo el T2 el que presentó medias superiores a T4, T2 y T3. Según expone Barbosa (2007), que, dentro de la altura de la planta, los productos provenientes de la lombriz roja californiana (*Esenia foetida L.*) tienen efectos positivos en las plantas. Según Barragán (2017), los ácidos fúlvicos en las plantas C3 promueve el crecimiento hasta un 25% más que las soluciones nutritivas. Albert (2015), comprobó que el uso de ácidos fúlvicos aplicados de manera vía Drensh, tiene un efecto positivo en el desarrollo vegetativo de las plantas. Según Llave (2009), en este parámetro la vermicompost tiene un mayor efecto en el suelo y aumenta el crecimiento de las plantas, por tener un rico potencial nutricional de Ca. Albert (2015), describió sobre este comportamiento se dio a la nutrición que se da a la planta, como respuesta a su fisiología, los componentes agua, aire, calor son los detonantes de ciertos comportamientos (Figura 4.1.).

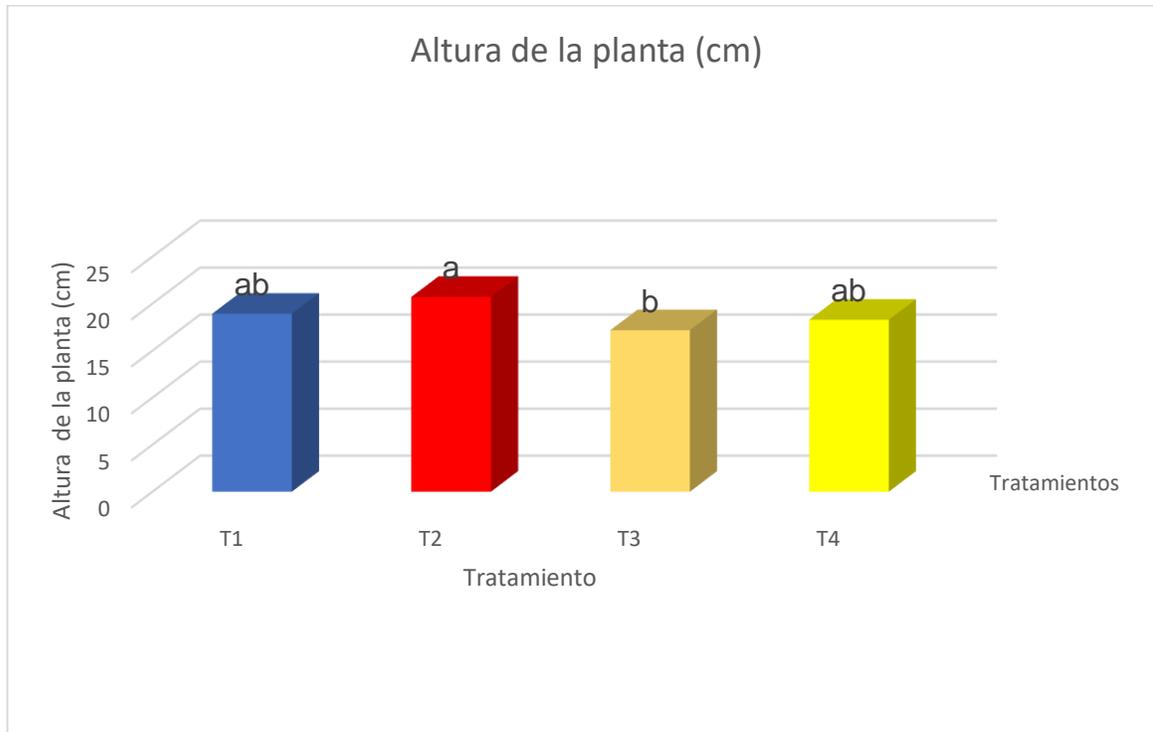


Figura 4.1. Diferencias representativas del parámetro de altura de la planta.

4.1.2. Número de hojas (Nh)

En cuanto al número de hojas los tratamientos son estadísticamente iguales, existe una diferencia numérica siendo T4 el que presenta un promedio mayor de hojas referente a T2 y a T3 (Figura 4.2.). Plantea Reyes (2017), que el ácido húmico aumenta de manera significativa el largo y número de las hojas ya que contienen una rica aportación de nutrientes que promueven el crecimiento y el en la planta. Según Arteaga (2006) al hacer su primera aplicación el noto una diferencia significativa en el manejo de ácidos húmicos contra su control en cual le trajo un aumento del 20% este efecto está relacionado a la aplicación de ácidos húmicos.



Figura 4.2. Diferencias numéricas el parámetro número se hojas.

4.1.3. Número de flores (NFI)

Para el parámetro NFI todos los tratamientos son estadísticamente iguales, numéricamente T1 es el que presentó un mayor número de flores que T4 > T2 > T3 (Figura 4.3.). López (2018), expone que los ácidos fúlvicos superaron al control en un 18% con esto quiere decir que dentro de la investigación existió una diferencia significativa en el parámetro número de flores. Arteaga *et al.* (2006), explican que la aplicación de ácidos húmicos 70 al 98% en el número de flores en el cultivo de tomate. Maywel (2004); describe la actividad de las sustancias húmicas líquidas a bajas concentraciones, a las cuales se les atribuyen acciones bioestimuladoras del tipo fitohormonal, que provocan incrementar la floración en plantas, dentro de las que se encuentra el tomate.

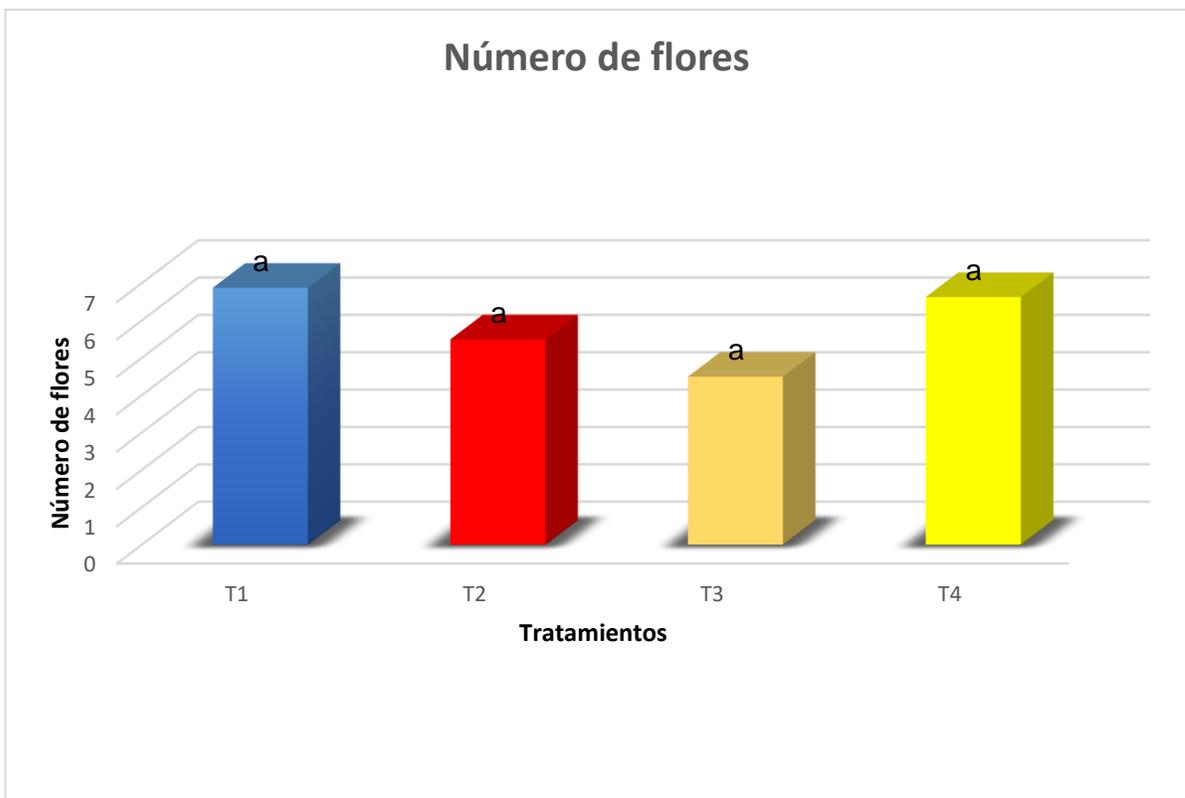


Figura 4.3. Diferencias numéricas en el parámetro número de flores.

4.1.4. Número de frutos (Nfr)

En la variable Nfr se puede observar que no existe diferencia estadística entre los tratamientos, numéricamente el T4 es el que presentó un mayor número de frutos que el T1, T2 y T3 (Figura 4.4.). Explica Arteaga *et al.* (2006), que durante su experimento presento diferencias significativas en el cultivo de tomate obteniendo una respuesta positiva en la producción de frutos de tomate aumentando un 30 a un 40% en el rendimiento en la planta sobre su control. Expone Vázquez (2013), La aplicación prolongada de sustancias húmicas tiene un efecto positivo en la calidad de la fruta, reduce el número de frutos deformes y aumenta el contenido de azúcar. Estos efectos positivos sobre la calidad de la fruta probablemente se deben a un efecto positivo indirecto la de las aplicaciones foliares de ácido húmico de toda la planta.

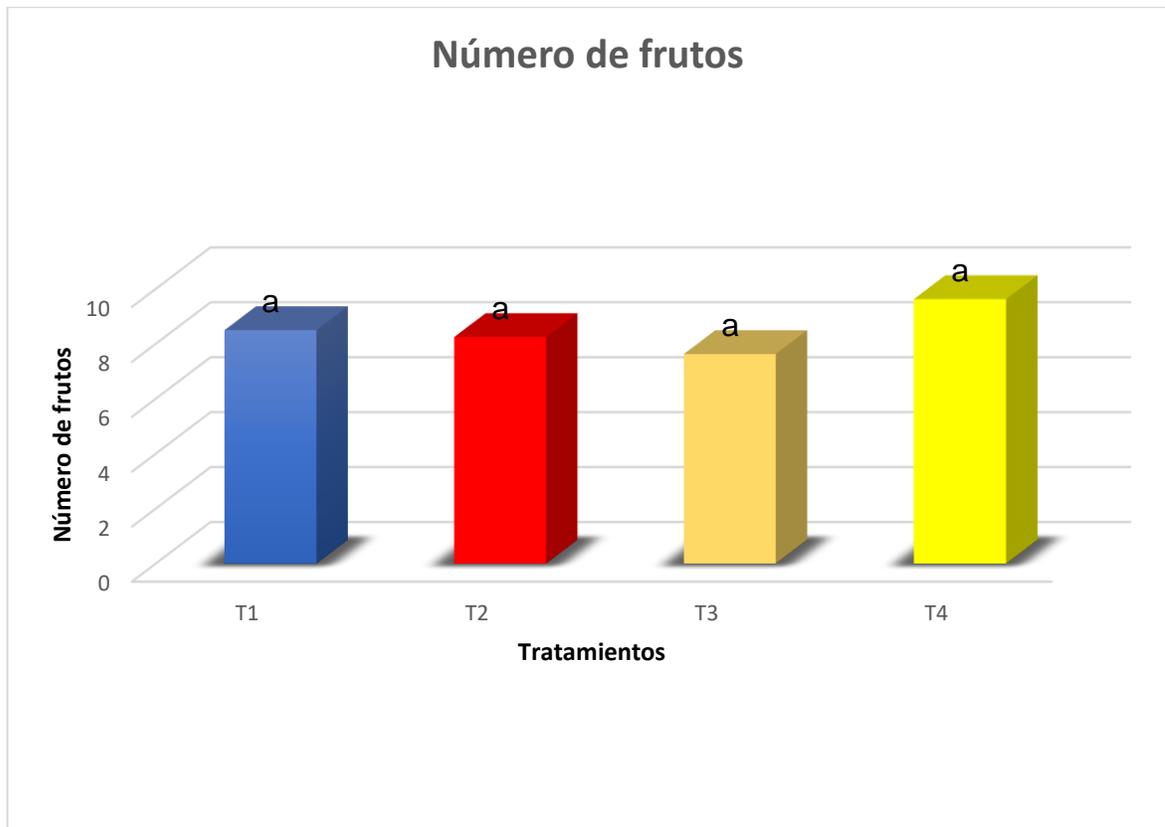


Figura 4.4. Diferencias numéricas en el parámetro número de frutos.

4.2. Parámetros de calidad de fruto

De modo general, el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de medias por el método de Fisher presento diferencia significativa entre tratamientos ($p \leq 0.05$) en Diámetro ecuatorial (DE) y Solidos solubles totales (SST) para el resto de variables no hubo significancia (Cuadro 4.4.).

Según González, *et al.* (2015), los fertilizantes Orgánicos Contrastar en 20% sobre la solución nutritiva, las plantas tratadas con 15 ml de lixiviados de lombriz y 15g de leonardita x cama⁻¹ presentaron mayor longitud de brotes, número de brotes basales y productividad de tallos en comparación con la solución nutritiva.

Cuadro 4.4. Análisis de la calidad del fruto de fresa.

Tratamiento	Variable				
	PF(g)	DE(mm)	DP(mm)	F(kgcm ²)	SST(°Brix)
T1	9.71 a	17.52 a	25.65 a	1.75 a	9.42 a
T2	8.69 a	17.94 a	20.88 a	2.02 a	6.90 b
T3	7.63 a	7.91 b	16.79 a	1.63 a	6.17 b
T4	10.15 a	15.72 a	25.47 a	1.81 a	7.22 b
C.V. (%)	53.89	53.89	44.83	45.27	25.01

PF, Peso fresco; DE, Diámetro ecuatorial; DP, Diámetro polar; F, Firmeza; SST, Solidos solubles totales.

4.2.1. Diámetro ecuatorial (DE)

Para DE los tratamientos T2, T1 y T4 superaron en un 38.3 % a T3. Estos resultados demuestran valores estadísticamente iguales en comparación con T3 (Figura 4.5.). Según Ortiz (2015), en este parámetro encontró diferencias donde el T1 tenía mayor efecto en la variable (DE), en este caso no hubo diferencias entre T1 y T2. Según Amaya (2017), menciona que hubo en este parámetro diferencia significativa en los ácidos fúlvicos (T1) en comparación a la solución nutritiva de un 22%.

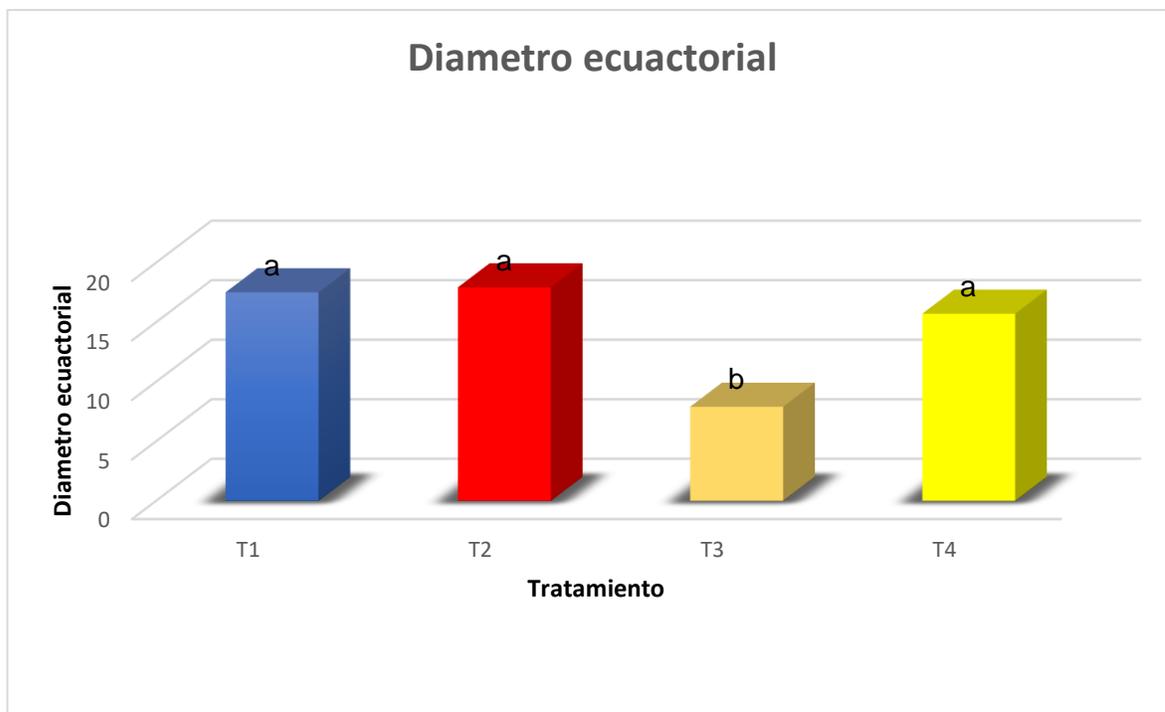


Figura 4.5. Representación gráfica del comportamiento del parámetro diámetro ecuatorial

4.2.2. Sólidos solubles totales (°Brix)

En esta variable los tratamientos T1 y T4 superaron en un 21% a T2, indicando diferencia significativa ($p \leq 0.05$). Mientras que el T4 y T3 mostraron valores estadísticamente iguales respecto a T2, numéricamente T4 a T2 son diferentes mostrando una pequeña diferencia del 5% la cual en el análisis de varianza no es percibido ya que es una mínima la diferencia (Figura 4.6.).

Según Martínez (2018), la solución nutritiva es más eficiente que los ácidos fúlvicos que se tenía una diferencia del 30% hacia los ácidos húmicos, pero los resultados que se obtuvieron en la investigación coinciden a los resultados que expone Amaya (2017), que los ácidos fúlvicos (T1) superaron en un 12% - 16% a la solución nutritiva (T2). Según Ramírez (2018), en su aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos no tuvo diferencias significativas, sobre la solución nutritiva, utilizando como prueba los frutos de frambuesa. Según Guerra (2008), expone que en la utilización de ácidos húmicos y ácidos fúlvicos tuvo una diferencia significativa en

los rendimientos del fruto en cual fue expresada con el ($p < 0.01$) respecto a su testigo que era una fertilización química. Los cuales concuerda con los resultados respectivos a Amaya (2017), en la cual explica los resultados obtenidos en los parámetros de DE y SST.

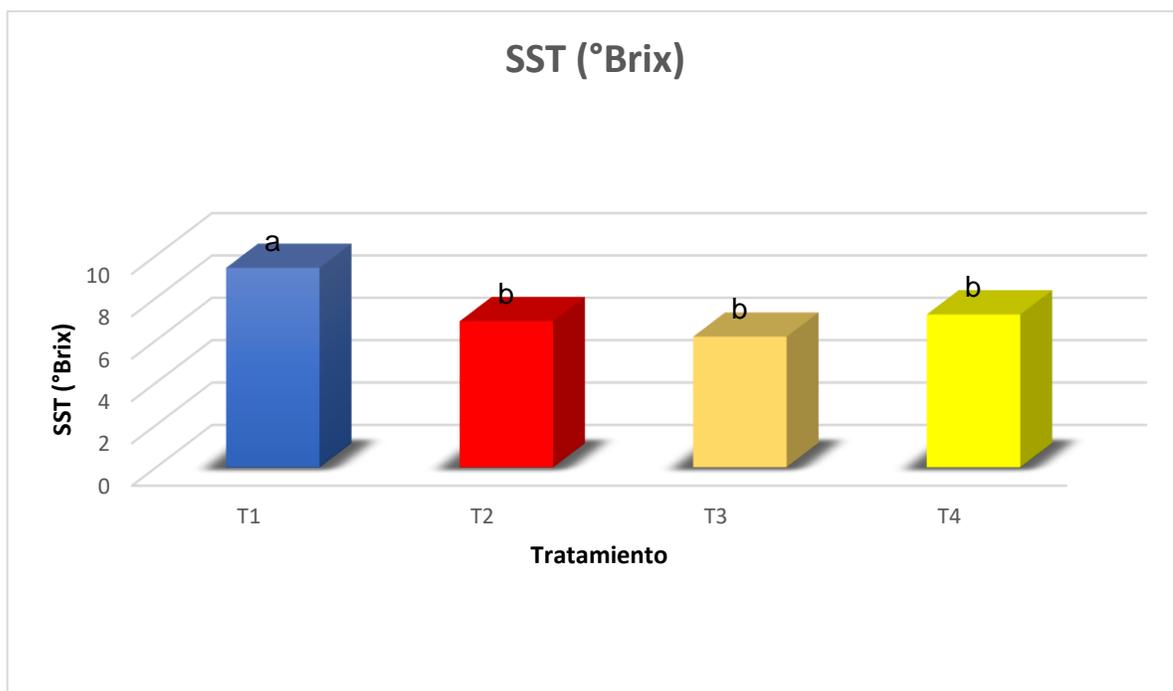


Figura 4.6. Representación gráfica de los sólidos solubles totales.

4.2.3. Parámetros sin relevancia estadística.

En los resultados de las variables Peso fresco (PF), Diámetro polar (DP) y Firmeza (F) no se presentó diferencia significativa ($p > 0.05$), aunque numéricamente los tratamientos que aventajaron a estos parámetros fueron, T4 con 10.15 g a PF, T1 25.65 mm a DP y T2 con 2.02 kg/cm² a F. Morard *et al.*, (2006), no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la variable Peso fresco (PF). Resultados similares fueron encontrados por Amaya (2017), en las variables PF, DP y F.

V. CONCLUSIÓN

Se identificó que el producto a base de ácido fúlvicos se manifestó como el mejor tratamiento aplicado en el cultivo de fresa, para mejorar los SST; mientras que los lixiviados UAAAN[®], respondió favorablemente en los parámetros agronómicos dando una similitud con el testigo que fue tratada con solución nutritiva en altura de la planta, números de hojas, números de frutos y número de flores.

El producto Lixiviado casero aplicado vía Drench no tuvo la respuesta esperada en las plantas del cultivo de fresa ya que no hubo influencia sobre los parámetros agronómicos y la calidad de frutos en este cultivo.

Los parámetros de calidad de fruto de las variables Peso fresco (PF), Diámetro polar (DP) y Firmeza (F) no presentó diferencia significativa: en ninguno de los métodos de aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos en el cultivo de fresa.

VI. LITERATURA CITADA

- Almenar, E., Hernandez, P., Legaron, J., Catalá, R., & y Guevara, R. (2006). Controlled atmosphere storage of wild strawberry fruit (*Fragaria vesca* L). Journal of agricultural and food chemistry., 1(54), 86-91.
- Amaya, A. S. (2017). comportamiento de algunos compuestos organicos e inorganicos en la calidad de fresa. tesis de licenciatura, Ingeniero Agrícola y Ambiental. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Arteaga, M., Gárces, N., Guridi, F., Pino, J., López, A., Ménendez, J y Cartaya, O. (2006). Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo del tomate var. Amalia en condiciones de producción. Cultivos Tropicales. 27(3):95- 101.
- Azarmi, R., Mosa Giglou, M. T., & and Hajieghrari, B. (2009). The effect of sheep mnure vermicompost on quantitative and qualitative properties of cucumber (*Cucumis sativus* L.) grown inther greenhouse. African Jornal of Biotechnology, 8(19), 4953-4957.
- Baldotto, M., & Baldotto, L. (2014). Acidos Húmicos. Revista Ceres, 61, 856-881.
- Barbosa, A. L. (2007). Fertilización Organica del Girasol Ornamental en un Calcisol. Tesis de Maestría, Ingeniería en Systems de Producción. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Barragán, V. C. (2017). Efecto de la Aplicación de Aplicación de Sustacias Húmicas, Fúlvicas y Fertilización en el Desarrollo de Plántulas de Plátano en Vivero. Tesis de Licenciatura, Ingeniero Agronomo, Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano , Honduras.
- Bastida, R. (2007). Uso y manejo de fertilizante orgánico gallinazo. Efecto sobre el ambiente y salud de la población rural. Geo-enseñanza, Univerdad de los Andes, 12(1), 65-80.
- Cabrera, O. S. (2018). Dinamica Poblacional de la Lombriz de Tierra (*Eisenia foetida*. L) en Residuos de Mesquite y estiercol de Bovino Lechero. Tesis de Licenciatura, Ingeniero Agrícola y Ambiental. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Castelo, H. D. (2010). Comportamiento de la Fresa Silvestre Cultivada en un Sistema de Columnas Verticales para Condiciones del Centro de Agronómico K'ayra. Facultad de Agronomía y Zootecnia Carrera Profesional de Agronomía. Universidad Nacional de San Antonio Absd del Cusco, K'ayra.

- Cerisola, C. (2015). Manejo y Conservación de Suelos. Departamento de ambiente y recursos naturales facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales (U.N.L.P.), 7.
- COBACH. (2009). Suelo y Fertilizantes (Segunda Edición ed.). Hermosillo, Sonora, México: COBACH.
- Darrell, L. R., Catiffle, J. D., & Kirschbaum, D. S. (2003). The physiology of flowering in strawberry. Florida: University of Florida.
- Darrow, G. (1966). The Strawberry, History, Breeding and Physiology. (First edition ed.). Toronto, Canadá: The New England Institute for Medical.
- Dávalos, G. P., Aguilar, G. R., Joffre and Garfias, A. E., & Hernández, R. A. (2011). Tecnología Para Sembrar Viveros de Fresa. Coyoacán, Distrito Federal: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Escorcía, C. R. (2012). Evaluación del Cultivo de Alcega (*Beta vulgaris* L. Var. Fordhook giant) Usando Diferentes Sustratos Orgánicos y Fertilizantes Químico, con Aplicaciones Periódicas de Humus Líquido de Lombriz. Tesis de Ingeniero en Agrobiología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- Félix, H. J., Sañudo, T. R., Rojo, M. G., Martínez, R. R., & Olalde, P. V. (2008). Importace of Organic Manure. Revista Ra Ximhai, 4(1), 57-67.
- Ferrucho, G. A., & Ruíz, G. D. (2014). Evaluación de Dos Cultivares de Fresa (*Fragaria ananassa* Albión y Monterrey) Sembrados a Libre Exposición y Bajo Macrotúnel en la Sabana de Bogotá (Colombia). Tesis de Licenciatura, Lic. en Biología. Universidad Militar de Nueva Granada, Facultas de Ciencias Básicas y Aplicada. Cajica, Colombia.
- Flores, E. A. (2008). Comportamiento Fisiológico, Rendimiento y Calidad de Fruto de Fresa Cultivda en el Modelo de Producción Intesivo Raices-150. Colegio de Postgraduados.
- García, C. R. (2013). Efecto de Diferentes Fuentes de Fertilización en Cultivo de Fresa (*Fragaria x annanassa*) Bajo Inven. Tesis de Licenciatura, Ingeniero agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- García, E. (2004). Modificciones al Sistema de Clasificación Climática de Köpper (Quinta edición ed.). México, DF.: Instituto de Geograafía UNAM.
- González, A. M., & Céspedes, L. M. (2010). Manual de Producción de Frambuesa orgánica. Chillan, Chile: Centro Regional de Investigación Quilamapu.

- González, M., Jiménez, L., Yáñez, W., & Parducci, P. (2018). Potencial Uso de la Leonardita Para el Cultivo de Rosa en Condiciones de Invernadero. *Revista Agromomía Costarricense*, 12(1), 155-162.
- Guerra, G. J. (2008). Efecto de biofertilizantes y abonos orgánicos en la producción de fresa (*Fragaria x ananassa*. Duch). Tesis de Maestría, Producción Agrícola Sustentable. Michoacán, Mexico: CIIDIR-Michoacán.
- Herrera, A. J. (2009). Evaluación de Biofertilizantes Bioamin-Fert-1 en el Cultivo de Fresas (*Fragaria x ananassa* D.). Tesis de Licenciatura, Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Hersa, J., Faberio, C., & Meco, R. (2003). Fundamentos de la Agricultura Ecológica Realidad Actual y Perspectiva. España: Universidad de la Castilla-La Mancha.
- Juárez, L. P., Bugarín, M. R., Castro, B. R., Sánchez, M. I., Cruz, C. E., R, J. R., . . . Baloiá, M. R. (2011). Estructuras Utilizadas en la Agricultura Protegida. *Revista Fuente*, 3(8), 21-27.
- Julca, O. A., Meneses, F. L., Blas, S. R., & Bello, A. S. (2006). La Materia Orgánica y Experiencia de Uso en la Agricultura. *IDESIA*, 1(24), 49-61.
- Llaven, V. G. (2009). Producción de Girasoles Orgánicos (*Helianthus annuus*. L) Con características ornamentales aplicado dos tipos de composta lombricomposta y composta en condiciones de campo. Tesis de Licenciatura, Ingeniero en Agroecología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.
- López, H. J. (2018). Uso de Ácido Fúlvicos Leonardita en la Producción y Calidad de Calabacita Gray Zucchini. Tesis de Licenciatura, Ingeniero Agrícola Y Ambiental. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México .
- Luciano, V. R. (2016). Aplicación de Ácidos Húmicos y Fúlvicos en el Rendimiento y Calidad de Fruto de Chile Manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.) . Tesis de doctorado en Agronomía en Horticultura Protegida Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Estado de México, México.
- Madrigal, H. V. (2017). Calidad de Fruto de Fresa (*Fragaria ananassa*, Duch. Var. San Andreas) Cultivadas Bajo Diferentes Ambientes. Tesis de Licenciatura, Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila , México.
- Mairinck, M. A., Altoé, B. M., & Borges, B. L. (2017). Productivity of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in Response to the Application of Humic Acids and diazotrophic bacteria, under field conditions. *Ceres*, 64(5).

- Márquez, H., Cano, R., Chew, M., Moreno, R., & N., R. D. (2006). Sustratos en la Producción Orgánica de Tomate Cherry Bajo Invernadero. *Revista Seria Horticultura*, 12(2), 183-189.
- Martínez, V. J. (2018). Uso de Soluciones Nutritivas en la Calidad de Fresa Var "Camino Real" en condiciones protegidas. Tesis de licenciatura, Ingeniero Agrícola y Ambiental, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Mazuela, A. P. (2013). Manual Para el Paquete tecnológico de producción del tomate kumara. Tarapacá: Ediciones Universitarias de Tarapacá.
- Maylew, L. (2004) Humic substances in biological agriculture. *Eco-Agricultura*, 34(1-2).
- Melo, L. L. (2009). Analisis y Caracterización de Ácidos Fúlvicos y su Interacción con Algunos Metales Pesados. Tesis de Licenciatura, Lic. Químico. Instituto Ciencias Básicas e Ingeniería. Pachuca de Soto, Hidalgo, México.
- Méndez, P. O. (2002). El Cociente Potasio/Sodio y su Impacto en la Producción de Fresa. Tesis de Licenciatura, Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Mendoza, M. L. (2006). Estudio de Diversos Sustratos Orgánicos y Aplicación foliar de Ácidos Húmicos en la Producción de la Plántula de Alcachofa (*Cynara scolymus* L.) Vr Green Globe. Tesis de Licenciatura, Ingeniero Agrónomo en Producción. Saltillo, Coahuila, México.
- Moccia, S., Monaco, E., Oberti, A., & Chiesa, A. (2007). Evolución Comparativa de Índices de Calidad a Cosecha y Postcosecha en Seis Variedades de Fresa (*Fragaria x ananassa*, Duch) . Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportación . Catagena, España.
- Monrad, M., & Monrad, P. (2006). Las Sustancias Húmicas Mejoran la Producción de las Fresas. *Revista Horticultura*. Almeria, España, 26(4), 20-23.
- Neri, D., Lodolini, E. M., Savini, P., Bonanomi, G., & Zucconi, F. (2002). Foliar Application of Humic Acids on Strawberry (Cv Onda). International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants.
- NMX-FF-062-SCFI-2002. (2002). Productos No Alimenticios Para el Consumo Humano - Frutas frescas-Fresa (*Fragaria x ananassa*, Duch) Especificadores y Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación. . Distrito Federal, México.
- Noriega, B. A., S, C. E., A, G. M., Ramírez, D. L., & Echeverría, C. A. (2015). Evaluación de Ácidos Húmicos en el Cultivo de la Rosa (*Rosa sp*) en

- Temixco, Morelos. 11° Foro Estatal y 3° Foro Regional de Investigación y Experiencias Educativas y Productivas. Morelos, México.
- Ojeda, R. L., Cárdenas, N. R., Lobit, P., Grageda, C. O., Valencia, C. E., & Macías, R. L. (2008). Efecto de la Nutrición Nítrica y Sistemas de Riego en el Sabor de la Fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.). Revista Chapingo Serie Horticultura, 14(1), 61-70.
- Ortega, P. A., & Zúñiga, E. J. (2016). Manual Básico Para Establecer una Planta de Lombricultura. Saltillo : Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Patiño, D. I., García, V. E., Barrera, A. E., Quejada, R. O., D, R. M., & Arroyave, T. C. (2011). Manual de Cultivo de Técnico Fresa Buenas Prácticas Agrícolas. Antioquia, Siria: SENA.
- Pérez, J. M. (2015). Fertilización orgánica. Quito, Ecuador: Fundación MCCH.
- Pérez, R. F. (2018). Respuesta de la Calidad de Frambuesa con la adición de seis compuestos minerales. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrícola Ambiental. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.
- Pettit, R. E. (2017). Organic Matter, Humus, Humate, Humic cid, Fulvic Acid and Humin: Their Importance in Soil Fertility and Plant Health. Dallas, Texas.: Emeritus Associate Professor Texas A&M University.
- Puerta, A. C., Russián, I. T., & Ruiz, S. C. (2012). Producción de Plántulas de Pimentón (*Capsium annuum* L.) en Sustratos Orgánicos a Base de mezclas con Fibra de Coco. Falcón, Venezuela.: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola (INIA).
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Reyes, P. J., Abasolo, P. F., Yepéz, R. A., Luna, M. R., Zambrano, B. D., Vázquez, M. V., Rodríguez, M. O. (2017). Ácido Húmicos y Su Efecto Sobre Variables Morfométricos en Plantas de Zanahorias (*Daucus carota*. L). Biotecnia, 19(2), 25-29.
- Rodríguez, Z. V. (2010). Evaluación de Susbtratos en la Producción del Cultivo de Fresa Establecido en el Sistema NGS (New Growing System) . Tesis de Licenciatura, Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila , México.
- Romero, R. C., Ocampo, M. J., Sandoval, C. E., & Tobar, R. J. (2012). Fertilización Orgánica Mineral y Orgánica en el Cultivo de Fresa (*Fragaria x ananasa*. Duch) Bajo Condiciones de Invernadero. Revista Ra Ximhai, 8(3), 41-49.

- Ruiz, A. R., & Piedrahita, W. (2012). Fresa (*Fragaria x ananassa*) Manual para cultivo de frutales en el trópico (primera ed.). Bogotá, Colombia.: Produmedios.
- SAGARPA. (2017). Atlas Agropecuario (primera ed.). Ciudad de Mexico.
- SAGARPA. (2017). Aumentan Exportaciones de fresa "Hecho en México". Ciudad de México.
- Sánchez, F., Moreno, P. E., Vázquez, R. J., & González, N. M. (2017). Population densities and blunting levels for contrasting varieties of greenhouse tomatoes. *Revista Chapingo Ser. Hortic*, 23(3).
- Sánchez, S. J. (2006). Producción Orgánica de Fresa (*Fragaria x ananassa*), en Tubos de PVC. Universidad Autónoma de Sinaloa. Mazatlán , Sinaloa, México.
- Sánchez, Z. E. (2017). Efecto de Tres Fertilizantes Orgánicos en el Rendimiento del Chile Jalapeño (*Capsicum annum* L.). Tesis de Licenciatura, Ingeniero en Agrobiología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo , Coahuila , México.
- Santiago, J. (2017). Fuentes de Nutrientes Para la Fertilización Orgánica. *Revista Productores*, 5(2), 27-28.
- Santoyo, J. J., & Martínez, A. C. (2009). Paquete Tecnológico Para la Producción de Fresa. Sinaloa, México: Editorial Colección RP.
- Shehata, S. A., Gharib, A. A., Mohamed, M., El-Mogy, Abdel Gawad, K. F., Emad, A., & Shalaby. (2011). Influence of Compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(11), 2304-2308.
- Steel, G. R., & Torrie, J. H. (1985). *Bioestadística Principios y Procedimientos* (segunda ed.). Bogotá, Colombia: McGrall Hill.
- Steta, M. (2014). Fuerte Potencial de Desarrollo en la Producción de Berries. *Horticultivos*, 7-5.
- Vázquez, V. E. (2013). Uso en la Agricultura de Sustancias Húmicas. Centro de Investigación en Químicas Aplicada. Saltillo , Coahuila , México .
- Trinidad, S. A. (2008). Abonos Orgánicos. Colegio de Postgraduados, 4-8.
- Villagran, D. V. (2009). Variedades de Fresas. Universidad de California, Agrícola Llahuen. California, Estados Unidos de América.
- Villareal, Q. J. (2013). Introducción a la Botánica Forestal (tercera ed.). Saltillo, Coahuila, México: Editorial trillas.

- Villegas, O. J. (2017). Producción y Comercialización de Fresa Variedad Albión (*Fragaria ananassa*) en una Área de 1200m² Ubicada en el Corregimiento del Queremal Municipio de Dagua. Universidad de la Salle, Facultad de Ciencias Agropecuarias Ingeniería Agronómica. Yopal.
- Whitaker, M. V., Hasing, & K., C. R. (2011). Historical Trends in Strawberry Fruit Quality Revealed by a Trial of University of Cultivars and Advanced Selections. Florida: Gulf Coast Research and Education Center, University of Florida.
- Zamora, U. A. (2009). Estudio de Oportunidades de Mercado e Inteligencia Comercial Internacional para Fresa. Zamora, Michoacán, México.
- Zhang, J., Wang, X., Yu, O., Tang, J., Gu, X., Wan, X., & Fang, C. (2011). Metabolic Profiling of Strawberry (*Fragaria x ananassa*, Duch.) during fruit development and maturation. *Journal of Experimental Botany*, 62(3), 1103-1118.