



**BENÉMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO DE  
FRESA CON DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRESENTA  
SONIA HUERTA ORTEGA**

**DIRECTOR DE TESIS  
M.C. GLORIA VÁZQUEZ HUERTA**

**Tetela de Ocampo, Puebla, México. Marzo de 2015.**



**BENÉMERITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO DE  
FRESA CON DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS**

**TESIS PROFESIONAL**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**PRESENTA**

**SONIA HUERTA ORTEGA**

**DIRECTOR DE TESIS**

**M.C. GLORIA VÁZQUEZ HUERTA**

**ASESORES**

**M.C. BENJAMÍN BARRIOS DÍAZ**

**M.C. JOSÉ GOMEZ MENDEZ**

**ING. MARIA DEL ROSARIO HERNANDEZ TAPIA**

**Tetela de Ocampo, Puebla, México. Marzo de 2015.**

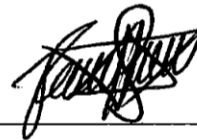
La presente tesis titulada “**RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO DE FRESA CON DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS**” realizada por **Sonia Huerta Ortega**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular para obtener el título de:

**LICENCIADA EN INGENIERÍA AGROFORESTAL**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**Consejo Particular Integrado por:**

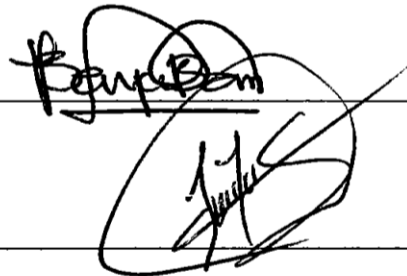
**Firma**

**Directora: M.C. Gloria Vázquez Huerta**



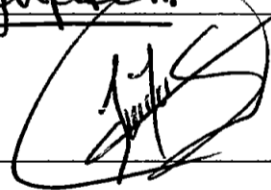
---

**Asesor: M.C. Benjamín Barrios Díaz**



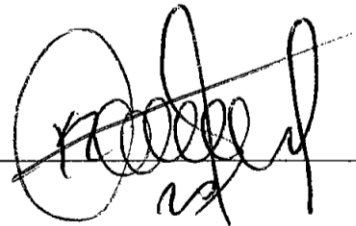
---

**Asesor: M.C. José Méndez Gómez**



---

**Asesora: Ing. María del Rosario Hernández  
Tapia**



---

Tetela de Ocampo, Puebla, México. Marzo de 2015.

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado:  
**“Sustentabilidad del Agua”** BUAP – CA 234 y de la línea de investigación **“Uso y manejo del agua en los agroecosistemas”**.

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres:**

Huerta López Margarito y Ortega Martínez Guillermina, por ser los mejores padres, dándome amor, confianza, comprensión y apoyo siempre, y sobre todo porque son quienes nos inspiran para salir adelante, trabajando de manera conjunta como un gran equipo de ocho. Fortaleciéndonos a cada momento porque son el pilar de esta gran y hermosa familia.

### **A mis hermanos:**

Yeymy, Freddy, Edmar, Yeraldin y Gladisell, por ser mis amigos y compañeros, mostrándome sus afectos de hermandad dándome consejos, diciéndome mis fallas y apoyándome para dar solución a mis pequeños problemas.

### **A mis abuelos:**

Herlinda y Neftalí, Daniel y Barbarita, por darme una familia increíble y unida, sobre todo por cuidarnos cuando fuimos pequeños, aunque una de ellas ya no esta acá con nosotros se que desde donde se encuentre me cuida y me protege siempre.

### **A mis mejores amigos:**

Andrés, Lucy Sánchez, Miguel, Otoniel, Ernesto, Lucy Huerta y Daniel mostrándome que la amistad es una cadena que debe estar unida, compartiendo momentos de felicidad, unos que otros de tristeza y presión.

A un a amigo muy especial.

## AGRADECIMIENTOS

Antes que nada a Dios y la Virgen de Guadalupe, por seguir prestándome la vida para lograr mis metas y mis sueños, dándome fe, paciencia y comprensión.

A mis padres por ser mi apoyo, fortaleza, base de la familia y la fuente de inspiración. Los admiro y los quiero muchísimo.

A mi directora de Tesis: M. C. Gloria Vázquez Huerta, por estar siempre disponible para aclarar mis dudas y apoyarme para el desarrollo de la investigación. Proporcionándome su amistad y su enseñanza.

A mis asesores por corregirme, brindarme su apoyo y formar parte de esto.

A los maestros que me dieron clase en el tipo de estancia de escuela, transmitiéndome sus conocimientos en todas y cada una de las asesorías brindadas.

A doña Tere siempre tan amable y disponible brindando su apoyo.

A todos los me apoyaron, me dieron palabras de aliento para no decaer y llegar a la meta.

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	iv
<b>RESUMEN</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
<b>III. HIPÓTESIS</b> .....	3
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
4.1. Importancia de la fresa en México.....	4
4.1.1. Zonas y regiones productoras.....	4
4.2. El cultivo de la fresa.....	5
4.2.1. Origen del cultivo de fresa.....	5
4.3. Clima y suelo apropiado para el cultivo de fresa.....	5
4.4. Variedades de fresa.....	6
4.5. Efecto de la nutrición en el cultivo de fresa.....	7
4.6. Requerimientos nutricionales.....	7



4.6.1.	Fertilización orgánica.....	8
4.6.2.	Solución nutritiva Steiner.....	8
4.6.3.	Formas de aplicación de fertilizante.....	9
4.7.	Valor nutricional de la fresa.....	9
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
5.1.	Establecimiento del experimento.....	10
5.2.	Armado de módulos.....	11
5.3.	Material vegetativo.....	12
5.4.	Mezcla de sustratos y trasplante.....	12
5.4.1.	Propagación de plantas.....	13
5.4.1.1	Riegos.....	14
5.5.	Parámetros a evaluar.....	14
5.5.1	Numero de frutos por planta.....	14
5.5.2.	Tamaño del fruto.....	14
5.5.3.	Peso del fruto.....	15
5.5.4.	Vida en anaquel.....	15
5.5.5.	Numero de estolones por planta.....	15
5.6	Diseño experimental.....	16
5.7.	Tratamientos y repeticiones.....	16
5.8.	Análisis Estadístico.....	18
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>19</b>

6.1.	Numero de estolones.....	19
6.2.	Peso del fruto.....	19
6.3.	Diámetro del fruto por tratamiento.....	21
6.4.	Largo del fruto por fecha y por tratamiento.....	22
6.5.	Numero de frutos totales al final del experimento.....	23
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>25</b>
<b>VIII.</b>	<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>26</b>
<b>IX</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>29</b>

### Índice de cuadros

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1</b> Parámetros a evaluar para cada tratamiento.....	15
<b>Cuadro 2</b> Descripción de tratamientos en las tres diferentes etapas de desarrollo de la planta. ....	17
<b>Cuadro 3</b> Cantidad de fertilizante orgánico aplicable en las tres etapas de desarrollo de la planta.....	17
<b>Cuadro 4</b> Numero de estolones de plantas de fresa por tratamiento con dos tipos de soluciones fertilización y un testigo, a los 201 ddt. ....	19
<b>Cuadro 5</b> Peso de frutos totales en las diferentes fechas. ....	20
<b>Cuadro 6</b> Diámetro de frutos evaluados en siete fechas. ....	22
<b>Cuadro 7</b> Largo de frutos en siete fechas diferentes.....	23
<b>Cuadro 8</b> Numero de frutos totales, por tratamiento al final del experimento.....	23

## Índice de figuras

Contenido	Página
<b>Figura 1</b> Entidades productoras de fresa en México.....	4
<b>Figura 2</b> Ubicación del sitio de establecimiento del experimento (La Lagunilla).....	10
<b>Figura 3</b> Cajón para la utilización del experimento.....	11
<b>Figura 4</b> Frutos de la variedad Festival.....	12
<b>Figura 5</b> Preparación de la mezcla.....	13
<b>Figura 6</b> Estolones emitidos por la planta madre.....	14
<b>Figura 7</b> Diseño de bloques al azar.....	16
<b>Figura 8</b> Comparación de peso de frutos entre tratamientos en siete diferentes evaluaciones.....	21

## **“RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO DE FRESA CON DOS SOLUCIONES NUTRITIVAS”**

### **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de evaluar el rendimiento y la calidad del cultivo de fresa con dos soluciones nutritivas (Steiner y orgánica), comparando peso, diámetro, largo y número de estolones, por cada tratamiento, bajo las condiciones agroclimáticas de la comunidad de La Lagunilla, Tetela de Ocampo, la variedad utilizada fue Festival, y se estableció en un diseño experimental de bloques al azar.

Se manejaron dos tratamientos y un testigo (To), el T1 (orgánico), fue con un producto derivado de la línea NUBIOTEK®, el T2 (Steiner) con solución nutritiva a base de sales. La respuesta de las variables antes mencionadas, se evaluaron en siete fechas distintas. Estos datos fueron obtenidos al realizar los análisis estadísticos con el programa SAS, donde se observó que si hubo diferencias significativas entre tratamientos, siendo la solución Steiner la que proporcionó valores más altos en relación al peso con 5.81 g, diámetro de 2.32cm, largo 3.29 cm, en cambio en la solución orgánica se obtuvieron datos de peso 5.41 g, diámetro 2.23 cm, largo 3.14 cm. siendo el testigo el que presentó los valores promedio más bajos en relación a peso 4.90 g, diámetro 1.97, largo 2.89, sin embargo para la variable número de estolones no hubo diferencias significativas entre medias, pero si se observó que el testigo originó 7.77 estolones y fue quien obtuvo el valor más alto, el orgánico desarrolló 7.63 estolones, siendo en esta variable Steiner quien desarrolló el menor número promedio 7.58 estolones por planta.

Palabras Clave: variedad, diseño experimental, estolones, peso, diámetro.

## **CROP YIELD AND QUALITY OF STRAWBERRY WITH TWO NUTRIENT SOLUTIONS**

### **ABSTRACT**

This research was conducted in order to evaluate the performance and quality of strawberry crop with two nutrient solutions ( Steiner and organic) , comparing weight, diameter , length and number of stolons per treatment under agro-climatic conditions the community Lagunilla , Tetela de Ocampo, the variety used was Festival, and was established in a pilot randomized block design .

Two treatments and a control ( To) were handled , the T1 ( organic) , was a product of the NUBIOTEK ® line, the T2 (Steiner ) with nutrient solution -based sales. The answer to the above variables were evaluated in seven different dates. These data were obtained by performing statistical analyzes using SAS , where it was noted that if there were significant differences between treatments , being the Steiner solution that I provide higher value to weight ratio with 5.81 g, diameter of 2.32cm , length 3.29 cm , whereas in the organic solution data weight 5.41 g, 2.23 cm diameter , 3.14 cm long were obtained. being the witness who presented the lowest average values regarding weight 4.90 g, diameter 1.97 long 2.89 , however for the variable number of stolons were no significant differences between means , but if you notice that originated the witness 7.77 stolons and who was the highest value obtained , 7.63 stolons organic development , being in this variable Steiner who developed the lowest average number 7.58 runners per plant.

Keywords: selection , experimental design , runners , weight, diameter.

## I. INTRODUCCIÓN

La fresa es nativa de las regiones templadas de todo el mundo y se cultiva en grandes cantidades, tanto con fines comerciales como por parte de horticultores aficionados (SAGARPA, 2005).

El cultivo de la fresa en México, tiene una gran importancia desde el punto de vista socioeconómico; conforme a los datos registrados en el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA, en el 2010 en la República Mexicana se contó con una superficie cultivada de 6,282 ha de diferentes variedades que aportaron una producción de 226,657 t, con un valor de la producción superior a los 2,102 millones de pesos (Díaz, 2012).

Es un frutal consumido principalmente en fresco, con un ciclo vegetativo corto y con estrategia para incrementar el rendimiento se ha establecido su cultivo en sistemas especiales de producción. Para México el cultivo de la fresa es de gran importancia socioeconómica por su fuerte demanda de mano de obra y porque genera una elevada proporción de los ingresos por divisas que el país obtiene a través de las exportaciones frutícolas (Sánchez, 2008 citado por Estrada, 2011).

La exportación de frutos de buena calidad y de producción temprana ha significado el ingreso de divisas importantes para México en el caso de fresa fresca. En el invierno participa con la exportación de fresa fresca a la mitad del mercado estadounidense y abastece a este mismo con el 90% de fresas congeladas (Juárez, 1998 citado por Estrada, 2011)

La fresa es una planta exigente en materia orgánica, por lo que es conveniente el aporte de estiércol de alrededor de 3 kg/m<sup>2</sup>, que además debe estar muy bien descompuesto para evitar favorecer el desarrollo de enfermedades y se enterrará con las labores de preparación del suelo (SAGARPA, 2005).

En los frutos de fresa los factores más importantes para asegurar su calidad inician desde campo con la selección de cultivares, los cuales varían en calidad, definida principalmente por la firmeza, contenido de azúcares y la acidez de los frutos; así como la susceptibilidad de los mismos a enfermedades (Saxena y Locascio, 1968; Mitchan, 1996, citado por Martínez *et al.*, 2008). Otros factores que influyen en la calidad de los frutos, debido a que estos tienen una vida de anaquel muy corta (Yahia e Higuera, 1992, citado por Martínez *et al.*, 2008), son factores meteorológicos, así como el manejo y las condiciones de

almacén tales como la temperatura y la humedad (Mitchan, 1996, citado por Martínez *et al.*, 2008).

El sabor de la fresa esta dado por el contenido de azúcares, aminoácidos y ácidos orgánicos en el fruto (Ojeda *et al.*, 2008).

Las técnicas aplicadas a la nutrición vegetal están experimentando cambios notablemente en las últimas décadas. Del cultivo tradicional en suelo, se viene produciendo una sustitución gradual por el cultivo en sustrato y en Europa por el cultivo hidropónico (sin suelo) (Gallardo, 2009).

El presente trabajo es evaluar el rendimiento del cultivo de fresa en base a dos soluciones nutritivas. Tomando como punto de referencia que en algunas de las comunidades que componen el municipio de Tetela de Ocampo, ya se ha empezado a implementar este cultivo dentro de sus invernaderos e incluso a cielo abierto encaminándolo a un huerto familiar.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- ✓ Evaluar rendimiento y calidad de la fresa con dos soluciones nutritivas Steiner y orgánica

### **2.2 Objetivos específicos**

- i. Determinar calidad del fruto de fresa, según la Norma Mexicana-FF-062-SCFI-2002, peso, tamaño, diámetro.
- ii. Comparar las soluciones nutritivas Steiner y orgánica en base al rendimiento del cultivo de fresa.
- iii. Determinar el efecto en la propagación de la planta en base al número de estolones.

## **III.HIPÓTESIS**

- i. El rendimiento y calidad de los frutos de fresa con la nutrición de Steiner tendrá mejores resultados que con la nutrición orgánica.

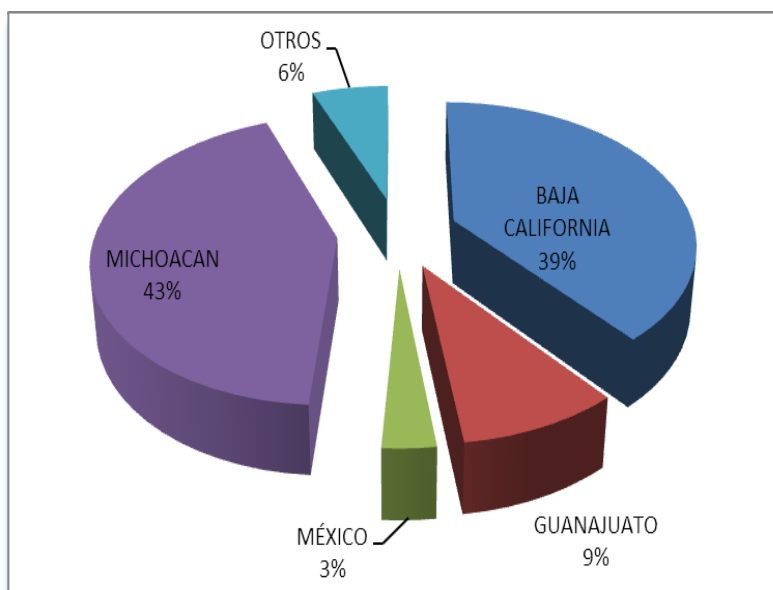


## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Importancia de la fresa en México

#### 4.1.1. Zonas y regiones productoras.

Según Mintel (2009) las principales entidades productoras de esta frutilla son Baja California con una superficie de 1,355 ha y una producción de 70,410 t. Guanajuato con una superficie de 1,048 ha y una producción de 18,065 t. Estado de México con una superficie de 244 ha y una producción de 5,068 t y Michoacán; en esta última entidad se concentra la mayor producción nacional con una superficie cultivada de 3,215 ha, una producción superior a las 106,905 t.



Fuente: SIAP 2009.

Figura 1: Entidades productoras de fresa en México

## **4.2 El cultivo de la fresa**

### **4.2.1 Origen del cultivo**

La fresa tiene una gran cantidad de especies. Antes del descubrimiento de América, en Europa se cultivaban principalmente las especies *Fragaria vesca* y *Fragaria alpina*, de tamaño pequeño pero con excelente calidad sensorial. Con el descubrimiento de América se encontraron dos nuevas especies de mayor tamaño una en Chile, *Fragaria chiloensis* y otra en Estados Unidos, *Fragaria virginiana*, que por su tamaño se les llamó fresones, las cuales fueron llevadas a Europa e hibridizadas. Actualmente estas fresas grandes dominan el mercado y son producto de una serie de cruces (Alcántara, 2009).

### **4.3 Clima y suelo apropiados para el cultivo de fresa**

Barquero (2007) dice que la planta de fresa es termo y fotoperiódica, o sea que su crecimiento depende de las condiciones de luz y temperatura. Las altas temperaturas y los días largos (más de doce horas de luz) provocan crecimiento vegetativo excesivo; las bajas temperaturas y días cortos inducen floración. Por eso en Costa Rica, aun cuando se le puede ver creciendo desde 600 msnm o menos, la zona apta para producción de fruta se ubica entre los 1300 y 2000 msnm.

La fresa es considerada una especie que soporta temperaturas hasta de 2 °C durante el reposo vegetativo y para interrumpir el estado durmiente de las yemas se requiere temperaturas inferiores a 6 °C. Las estructuras vegetativas son altamente resistentes a las heladas pero sus flores se dañan con temperaturas menores a 0 °C (Tesi, 1980; Bianchi 1986 citado por Flores, 2008).

Los análisis de suelo y foliares, por regla general, son de las mejores herramientas para detectar qué nutrientes y en qué cantidad hay que aplicarlos para lograr el máximo potencial productivo del sistema (Barquero, 2007).

Para el establecimiento del vivero de fresa, se prefiere el de tipo franco o los franco-arenosos, de pH 5.5 a 6.0 con una granulometría aproximada del 50% de arena Silíceo, 20%

de arcilla, 15% de calizas y 3-5% de materia orgánica, mismos que aseguren el drenaje, y por esta condición de textura, faciliten el enraizado de los estolones (Hernández, 2006).

La frutilla es un cultivo muy exigente en agua, una buena disponibilidad de este recurso representa la base necesaria para un cultivo rentable, en zonas donde las lluvias son insuficientes o mal distribuidas con relación al ciclo de la planta.

Se considera un consumo hídrico de 400 - 600 mL anuales posee la mayor parte de sus raíces en la zona superficial y absorbe la mayor parte de sus necesidades de agua de los primeros 30-40 cm de profundidad (Ingeniería Agrícola, 2008).

La temperatura óptima para el cultivo es de 15 a 20 °C en el día y de 15 a 16 °C en la noche, temperaturas por debajo de 12 °C durante el cuajado dan lugar a frutos deformados por el frío, en tanto que un clima muy caluroso puede originar una maduración y una coloración del fruto muy rápida, lo cual le impide adquirir un tamaño adecuado para su comercialización (Ingeniería Agrícola, 2008).

#### **4.4 Variedades de fresa**

Las variedades de fresa muestran diferentes tipos de respuestas a la longitud del día (fotoperiodo) y a las temperaturas (termoperíodo). Las variedades de día corto diferencian yemas de flor cuando los días llegan a ser cortos y las temperaturas son bajas a finales de verano o principio de otoño. Las diferentes fases de su desarrollo tienden a ser separadas en ésta secuencia: floración, fructificación y emisión de estolones (Aranda, 2008).

Los estolones, base de la multiplicación vegetativa de la fresa, son tallos postrados. Plantas vigorosas pueden producir entre 10 y 15 sistemas estoloníferos, pudiendo llegar a enraizarse más de 100 plantas hijas. Una planta hija es autosuficiente después de 2-3 semanas de vivir unida a la planta madre a través de los filamentos estoloníferos. Esa capacidad de estolonado es una característica varietal (Aranda, 2008).

El tallo que porta la inflorescencia recibe el nombre de escapo floral y el tallo que soporta cada flor individual se llama pedúnculo floral. El conjunto de escapo y pedúnculos será el ramo floral. La constitución de las inflorescencias en la fresa es compleja. La flor de la fresa cultivada es hermafrodita (Aranda, 2008).

En el mundo se conocen más de 1000 variedades de fresa, producto de la gran capacidad de hibridación que presenta la especie. En la región de Zamora Michoacán las variedades que más se cultivan son Festival con el 32 % de la superficie total, Camino Real 28% y Aromas con el 20%; en la zona Norte-Centro las variedades Camino Real, Camarosa y Festival cubrieron el 97% de la superficie total (Sánchez, 2008 citado por Estrada, 2011).

#### **4.5 Efecto de la nutrición en el cultivo de fresa**

El sabor de la fresa está dado, por el contenido de azúcares, aminoácidos y ácidos orgánicos en fruto. En la actualidad se desconoce el efecto de la nutrición nitrógena y el sistema de riego en cada uno de los compuestos saborizantes de la fresa (Ojeda *et al.*, 2008), en un estudio que realizaron se determinó que el contenido de los ácidos orgánicos, disminuyó su concentración al aumentar el nivel de fertilización nitrogenada. Así que el uso exclusivo de fertilizante y agua no se justifica para aumentar el contenido de los compuestos relacionados con la calidad sensorial de la fresa.

El manejo del riego es importante para conseguir altos rendimientos y alta calidad del producto (Ojodeagua, 2008).

#### **4.6. Requerimientos nutricionales**

Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y de todos los nutrientes esenciales en forma iónica y, eventualmente, de algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de hierro y de algún otro micronutriente que puede estar presente (Steiner, 1968). Una SN verdadera es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente (Steiner, 1961, citado por Fabela *et al.*, 2006).

Es muy difícil e incorrecto entregar una fórmula de fertilización de un frutillar, sin embargo distintas investigaciones han evidenciado que la proporción de N:P:K que requiere un frutillar es 1:0,8:1,8. En general las dosis de fertilizantes sugeridas para las distintas situaciones son: 150-250 Kg N/ha, 90-180 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 270-400 kg K<sub>2</sub>O/ha. El N en exceso

es altamente tóxico en frutilla, por lo cual se debe evitar aplicar más de 30 Kg/ha por aplicación (Ingeniería agrícola, 2008).

#### **4.6.1. Fertilización orgánica**

Las fresas producidas orgánicamente pueden exigir un precio superior a la convencional. La producción orgánica excluye el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos, y requiere el manejo cultural que incluye la buena nutrición del suelo (a través de abonos orgánicos y cultivos de cobertura), y puede incluir el control mecánico y biológico de las plagas (Guerena y Born, 2007).

La sincronización es crítica para proveer nitrógeno a las plantas de fresa y las medidas de descargo de nitrógeno de los fertilizantes orgánicos no siempre son parejas a las necesidades de nitrógeno del cultivo. En un estudio de fertilizantes orgánicos realizado en California encontró gran variabilidad en la disponibilidad de nitrógeno de diversas fuentes de fertilizantes (Gaskell, 2004 citado por Guerena y Born, 2007). Éstos incluyeron el guano, harina de pluma, emulsión líquida de pescados, harina de pescados, abono granulado de pollos, estiércol vegetal y un cultivo verde de abono.

#### **4.6.2. Solución nutritiva Steiner**

En algunas ocasiones es necesario incrementar el pH, para lo cual se requiere incluir fertilizantes de reacción básica, como lo son: el nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ) o el de potasio ( $\text{KNO}_3$ ), aunque también se puede utilizar el hidróxido de potasio ( $\text{KOH}$ ), el bicarbonato de potasio ( $\text{KHCO}_3$ ), hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) o el bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ); estos últimos se deben evitar, en lo posible, debido a que el ion sodio, hasta cierto punto, es un ion indeseable en la SN (Favela, 2006).

La planta no absorbe nutrimentos en la misma cantidad durante el ciclo, ya que lo hace según la etapa fenológica y las condiciones climáticas, por lo que el equilibrio iónico de la SN se adapta al ritmo de absorción de la planta (Adams, 1994; Rincón, 1997 citado por Favela, 2006).

### **4.6.3. Formas de aplicación de fertilizante**

La cantidad de fertilizante que usted aplique a varias hortalizas en su huerto debe determinarse mediante los resultados de una prueba de suelo (Bosques, 2010).

También Bosques (2010) dice que los fertilizantes pueden ser aplicados en diferentes maneras: (1) Esparciendo el fertilizante y luego incorporándolo en el suelo antes de plantar (esta forma es ineficiente).

(2) Esparciendo la mitad antes de sembrar y aplicando el resto en bandas de 3 pulgadas de ancho al lado de la fila un poco más debajo de la profundidad de la semilla.

(3) Aplicando un tercio o la mitad del fertilizante en bandas de 3 pulgadas de ancho (como el número 2) al momento de sembrar y luego administrando el resto en dos o tres aplicaciones laterales a intervalos de dos o tres semanas luego de que las plantas estén bien establecidas.

El abono orgánico o composta se puede utilizar como un suplemento o una alternativa. Aplicando e incorporando el abono sólo en las camas, evitando los surcos, ayudará concentrando la fertilidad dónde es más necesaria. Después de tres meses es cuando la fertilización ya se puede realizar por la línea de riego y es muy necesaria (Guerena y Born, 2007).

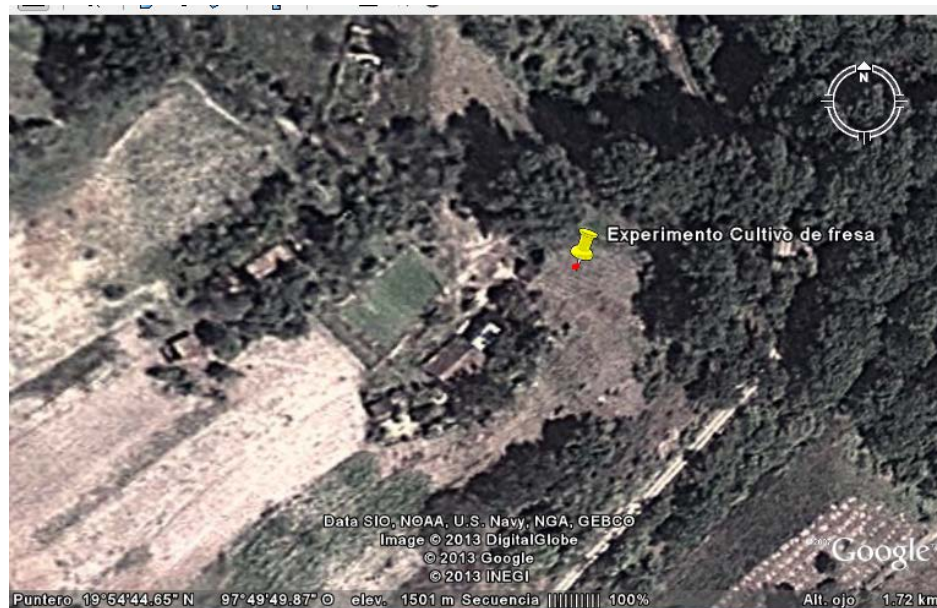
### **4.7. Valor nutricional de la fresa**

Debido a que la fresa es excelente fuente de vitamina C y B, así como de beta caroteno (vitamina A proveniente del reino vegetal), se considera que protege al organismo contra el cáncer (Mintel, 2009). Asimismo desempeña una función importante en la síntesis de colágeno (proteína que de manera natural se encuentra en el cuerpo humano, encargada de proporcionar fuerza a huesos, piel, cabello, uñas y dientes).

## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1 Establecimiento del experimento

El trabajo se realizo en campo, llevándose a cabo en la comunidad de La Lagunilla, perteneciente al municipio de Tetela de Ocampo Puebla.



**Figura 2. Ubicación del sitio de establecimiento del experimento (La Lagunilla)**

#### Ubicación geográfica

La comunidad de La Lagunilla se encuentra situada en la sierra norte del estado de Puebla. Sobre las siguientes coordenadas geográficas latitud  $19^{\circ} 91' 22''$  y longitud  $97^{\circ} 83' 18''$ . Contando con una altitud de 1532 msnm.

#### Orografía

Montañoso e irregular, conformada por tres cerros: Moxonco, Tepenacas, Quiquixtepetl.

#### Hidrografía

Se encuentra el afluente del río Zempoala, el tiene desembocadura perteneciente al río Tecolutla, el cual es alimentado por numerosos ríos.

#### Clima

Se ubica en la zona de climas templados de la Sierra Norte; contando con el clima templado subhúmedo con lluvia en verano.

## 5.2. Armado de módulos

Después de obtener plantas hijas suficientes para el experimento se procederá a elegir el lugar de su ubicación, estará relacionada principalmente a que este cultivo requiere de gran cantidad de agua, los módulos quedaran cerca del depósito de agua y cerca del camino principal, funcionando como vía de comunicación.

Posteriormente se continuara con otras labores tales como el chapeo, limpia de residuos, aplanado de pasillos, construcción de los módulos o cajones, los cuales tendrán las siguientes características:

A cada modulo o cajón se le pondrán tres morillos, funcionando como sostén del cajón, con la finalidad de que con el peso del sustrato en la parte media no tienda a colgarse. Los morillos contarán con una altura de sesenta centímetros, los cajones serán de cuatro metros de largo, treinta centímetros de ancho y veinticinco centímetros de alto.



**Figura 3. Cajón para la utilización del experimento.**



### 5.3. Material vegetativo

La variedad con la que se trabajó es Festival, traída del estado de Michoacán, se utilizaron plantas madre para su reproducción. Este procedimiento se realizó a partir de que las plantas hijas se separan de la madre, para que estas empiecen a ser independientes y adquirieran sus propios nutrientes, adaptándose al sitio, dando lugar a una nueva planta.



**Figura 4. Frutos de la variedad Festival.**

La fresa pertenece a la familia de las Rosaceae en el género *Fragaria*. Es originaria de las regiones templadas del mundo y se caracteriza por tener tallos rastreros, nudosos y con estolones, hojas grandes trifoliadas, pecioladas, flores blancas y frutos rojos aromáticos (SAGARPA, 2005).

### 5.4. Mezcla de los sustratos y trasplante.

La realización de la mezcla se llevó a cabo combinando: abono de monte, tierra agrícola, granzón y lombricomposta, en proporciones 1:1:1:1/4. El porcentaje de un cuarto fue tomado de lombricomposta producto de la recomendación que nos proporcionó un productor del cultivo de fresa (Arnulfo Mayorga).

Una vez preparada la mezcla, se llenaron los cajones, una vez llenados se procederá a dar un ligero riego, para proceder a trasplantar las fresas, dejándoles en las raíces una porción de tierra agrícola.

La distancia entre plantas fue de veinticinco centímetros, con diseño “tres bolillo”, colocando dos plantas por cada cepa.



**Figura 5. Preparación de la mezcla**

#### **5.4.1. Propagación de plantas**

El método de propagación de planta que se utilizó para este experimento será por medio de estolones, tal como se muestra en la figura 1, el cual consiste en que las plantas madres emitan estolones que enraícen originando plantas hijas.



**Figura 6. Estolón emitido por la planta madre**

#### **5.4.1.1 Riegos**

Se realizaron con intervalos de cuatro días, dependiendo del clima, cuando hacia demasiado calor se realizaron cada tres días y cuando estaba brizando o la lluvia tardaba dos días, estos riegos se omitieron y se realizaron cada ocho días.

### **5.5. Parámetros a evaluar**

#### **5.5.1 Numero de frutos por planta**

Este conteo se realizo seleccionando al azar las plantas y marcándolas, tomando en cuenta el número de frutos de cada una de estas plantas en el proceso del experimento.

#### **5.5.2 Tamaño del fruto**

Esta variable se midió cada quince días, a partir de que ambos tratamientos y el testigo presentaron frutos con una coloración raja en  $\frac{3}{4}$  partes del fruto, realizando esta medición con un vernier Truper, los datos se expresaron en centímetros.

### 5.5.3 Peso del fruto

Los frutos cosechados, fueron evaluados mediante una balanza granataria. Realizando las anotaciones correspondiente para cada fruto.

### 5.5.4 Vida en anaquel

Los frutos cosechados tanto de los cajones con solución de Steiner, orgánica y el testigo, se colocaron en cajas de cartón, a temperatura ambiente, observando cual es el tratamiento que cuenta con más vida de anaquel. En un estudio que realizo Restrepo (2010) utilizaron gel mucilaginoso de penca de sábila y cera de carnauba, el mejor resultado fue con el gel teniendo una duración de vida útil de 10 días, con disminución de la perdida de humedad, del índice de respiración.

La firmeza es otro atributo importante de las fresas y frecuentemente se utiliza para establecer la calidad del fruto principalmente si su destino es el mercado en fresco.

### 5.5.5 Numero de estolones por planta

Este proceso se obtuvo contando el numero de estolones emitidos por todas y cada una de las plantas utilizadas para sacar las variables respuesta, tanto del testigo como de los tratamientos Steiner y orgánica.

**Cuadro 1. Parámetros a evaluar para cada tratamiento**

Nombre	Clave
Numero de frutos por planta	NFPP
Tamaño del fruto en cuanto a largo y diámetro	TFLD
Peso del fruto	PF
Vida en anaquel de las soluciones nutritivas	VASN
Numero de estolones por planta	NEPP

## 5.6. Diseño experimental

El diseño con el que se trabajó fue bloques al azar, con cuatro bloques y en cada uno se repitió la solución nutritiva, lo que nos dará un total de cuatro repeticiones por tratamiento, contando con su testigo. La unidad experimental estará constituida por 225 plantas de fresa.

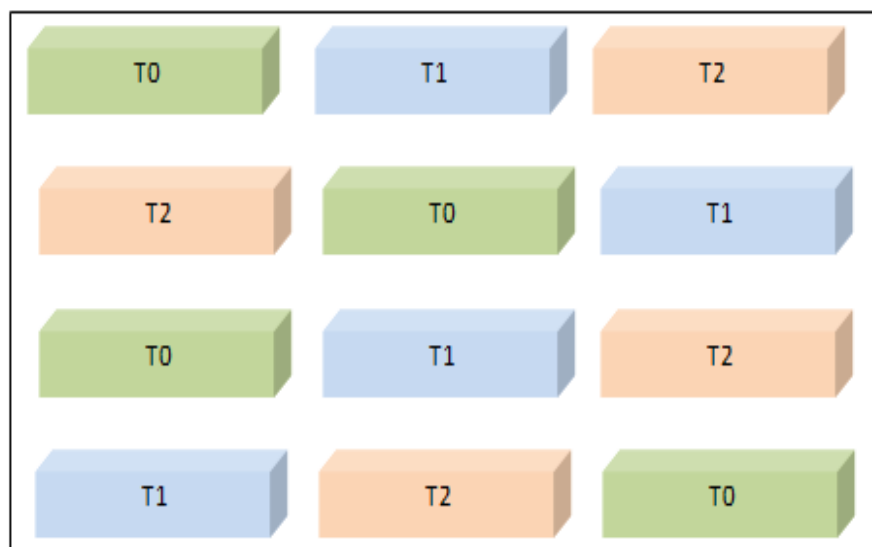


Figura 7. Diseño de bloques al azar

Donde:

T0= Tratamiento cero, representa al testigo

T1= Tratamiento uno, representando a la solución nutritiva Steiner

T2= Tratamiento dos, solución nutritiva Orgánica

## 5.7. Tratamientos y repeticiones

Cada solución nutritiva tuvo cuatro módulos representativos, cada uno con un promedio de 25 plantas de fresa. Se contó con un solo testigo para ambas soluciones.

La cantidad de fertilizante químico que se aplicó por litro de agua se muestra en el siguiente cuadro 2, con una aplicación de cuatro días. De acuerdo a la etapa de la planta y los cálculos realizados la cantidad de solución Steiner de cada elemento aumentó de acuerdo a la

etapa fenológica de la planta, mientras que el testigo en sus tres etapas de desarrollo solo se le aplico agua.

**Cuadro 2. Descripción del tratamiento Steiner y testigo en las tres diferentes etapas de desarrollo de la planta.**

Tratamiento	Fertilizante	Etapas inicial (ppm)	Etapas intermedia (ppm)	Etapas final (ppm)
Testigo (T0)	Pura agua	Pura agua	Pura agua	Pura agua
Solución Steiner (T1)	Nitrato de calcio Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	744	948.6	1147
	Nitrato de Potasio KNO <sub>3</sub>	273	343	410
	Sulfato de Potasio K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	336	422	480
	Sulfato de Magnesio MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	48	60	72
	Fosfato Mono potásico KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	97	97	145.5

En el cuadro 3. Se observa que la cantidad de solución nutritiva orgánica va ir aumentando de acuerdo a la etapa de desarrollo de la planta, solo que a diferencia de la solución Steiner, esta se aplicara en mL/L.

**Cuadro 3. Cantidad de fertilizante orgánico aplicable en las tres etapas de desarrollo de la planta.**

Tratamiento	Fertilizante	Etapas inicial (mL/L)	Etapas intermedia (mL/L)	Etapas final (mL/L)
Solución orgánica mL/L (T2)	N	2	2.5	3
	15-15-15			
	P	2	2.5	3
	15-15-15			
	K	2	2.5	3
	15-15-15			
	Ca	2	2.5	3

## **5.8. Análisis Estadístico**

Se realizó el análisis de varianza con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS versión 2.2 y prueba de comparación de medias Tukey con un nivel de significancia de 5% para determinar diferencias significativas entre tratamientos.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Numero de estolones

El número de estolones que presentó cada tratamiento se muestra en el cuadro 4.

Donde se observa que los dos tratamientos y el testigo, no tuvieron diferencias significativas, sin embargo se observa que el tratamiento que logro producir el mayor numero fue el testigo (7.7778 estolones), seguido de el tratamiento orgánico (7.6389 estolones), con menor número de estolones desarrollados fue Steiner (7.5833 estolones).

**Cuadro 4. Numero de estolones por plantas de fresa por tratamiento con dos tipos de fertilización y un testigo, a los 201 días después del trasplante.**

Tratamiento	Numero de estolones por repetición	
T0 (Testigo)	7.7778	a
T2 (Orgánico)	7.6389	a
T1 (Steiner)	7.5833	a

### 6.2. Peso de frutos

El peso del fruto se evaluó en siete fechas diferentes y los resultados se muestran en el cuadro 5, donde la evaluación realizada a los 64 días después del trasplante se encontró que no hubo diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo se observa que los tratamientos que obtuvieron el mayor peso de frutos fueron el testigo y el orgánico, Steiner obtuvo el menor peso promedio, en esta evaluación.

Para la siguiente medición, no hubo diferencias significativas en base al análisis de varianza que se realizó, se observa que el testigo obtuvo el mayor peso seguido por el tratamiento orgánico y finalmente Steiner.

La tercera medición el análisis de varianza a los 92 días después del trasplante, se encontraron diferencias entre tratamientos, de esta manera letras iguales en la columna indica que no hay diferencias estadísticas.



Para la cuarta medición de peso del fruto, el tratamiento orgánico obtuvo el mayor peso promedio, Steiner y el testigo tuvieron poca diferencia significativa, en el análisis de varianza realizado. Quedando Steiner en segundo lugar.

El análisis de varianza los 122 DDT nos indica, que Steiner conto con el mayor peso para esta variable, seguido por el orgánico y finalmente el testigo. Sin embargo el orgánico y el testigo no tuvieron diferencias significativas estadísticamente, por lo que se identificaron con la misma letra.

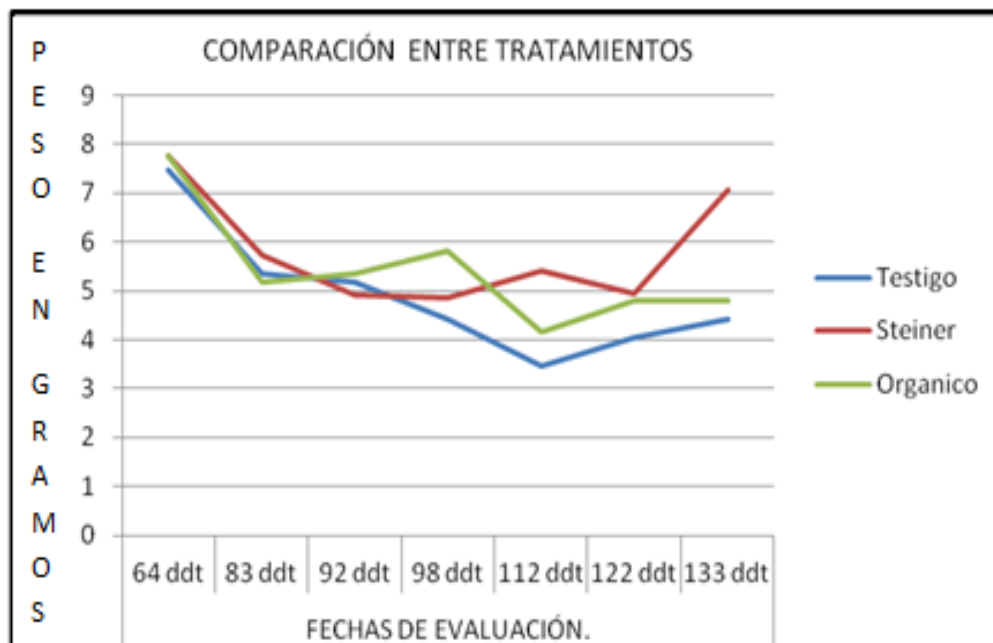
En la penúltima valoración, se observo que existieron diferencias entre tratamientos, ocupando el valor más alto la solución Steiner, seguido del orgánico y finalmente el testigo. Estadísticamente la solución Steiner y orgánica no tuvieron diferencias significativas.

Para esta última evaluación T1 obtuvo el mayor peso del fruto, seguido de T2 y finalmente el T0, quedando estadísticamente igual el tratamiento orgánico y testigo, de acuerdo al análisis de varianza.

**Cuadro 5. Peso promedio de los frutos**

Tratamiento	Fechas de evaluación						
	64 DDT	83 DDT	92 DDT	98 DDT	112 DDT	122 DDT	133 DDT
Steiner (T1)	7.7692 a	5.7273 a	4.9091 a	4.8621 a	5.4211 a	4.9355 a	7.0714 a
Orgánico (T2)	7.7692 a	5.1818 a	5.3636 a	5.8276 b	4.1579 b	4.8065 a	4.7857 b
Testigo (T0)	7.4615 a	5.3636 a	5.1818 b	4.4138 b	3.4737 b	4.0323 b	4.4286 b

En la figura 8 se observa que en la primera evaluación las diferencias fueron mínimas, posteriormente para la siguiente medición tuvieron pesos menores la primera. Uno de los tratamientos siguió decayendo (T0), mientras que T1 iba en incremento constante, quedando como el tratamiento con mejores pesos, seguido de T2, el cual solo a los 92 y a los 98 DDT presentó resultados un tanto mayores.



**Figura 8. Comparación de peso de frutos entre tratamientos**

### 6. 3. Diámetro del fruto por tratamiento

El diámetro del fruto se evaluó en siete fechas diferentes, a continuación se desglosa cada una de ellas.

A los 64 DDT, se encontró que hubo diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo se observa que el tratamiento orgánico obtuvo el mayor diámetro de fruto (4.4231 cm), seguido de Steiner (3.4769 cm) y el que obtuvo el menor fue el testigo (3.2769 cm).

La segunda medición de acuerdo con el análisis de varianza muestra que no se obtuvieron diferencias entre los diámetros de fruto entre los resultados obtenidos.

A los 92 DDT el tratamiento con mayor diámetro de fruto, fue Steiner (1.8727 cm), que estadísticamente es igual al orgánico (1.8091 cm), así mismo el testigo (1.4273 cm) es diferente estadísticamente al Steiner, pero igual al orgánico

.En la cuarta medición no se hayo diferencias significativas. Pero se observa que el tratamiento Steiner obtuvo el mayor diámetro de fruto (1.83793 cm), seguido del tratamiento orgánico (1.83448 cm) y el que obtuvo el menor diámetro fue el testigo (1.80690 cm).

En el siguiente cálculo, si se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, quedando de la siguiente manera, el mayor diámetro correspondió al tratamiento T1 (Steiner), mientras que el testigo y el orgánico no tuvieron diferencias estadísticamente.

El comportamiento a los 122 DDT indica que los valores arrojados para las dos soluciones fueron equivalentes, mostrando el testigo un resultado diferente.

La evaluación de medición de diámetro a los 133 días después del trasplante, el tratamiento con mayor diámetro fue Steiner (2.5500 cm), seguido del orgánico (2.0286 cm), quedando en tercer lugar el testigo (1.9643 cm), de manera estadística el tratamiento orgánico es igual al testigo.

**Cuadro 6. Diámetro de frutos evaluados en siete fechas.**

Tratamiento	Fechas de evaluación						
	64 DDT	83 DDT	92 DDT	98 DDT	112 DDT	122 DDT	133 DDT
Steiner (T1)	3.4769a	1.8727 a	1.8727 a	1.8379 a	2.3789 a	2.00645 a	2.5500 a
Orgánico (T2)	4.4231b	1.7091 a	1.7091 ab	1.8344 a	1.9842 b	1.95484 a	2.0286 b
Testigo (T0)	3.2769b	1.5182 a	1.4273 b	1.8069 a	2.0368 b	1.80645 b	1.9643 b

#### 6.4. Largo del fruto por fecha y por tratamiento

El largo del fruto que presento cada tratamiento, se muestran a continuación en el cuadro 7. En la primera y segunda medición de esta variable los resultados obtenidos no presentaron diferencias significativas.

A los 92 DDT, ambas soluciones tuvieron un comportamiento similar a diferencia de el testigo.

Para esta cuarta evaluación se observa que el tratamiento que obtuvo el mayor largo fue Steiner (3.3724 cm), el cual es estadísticamente igual al tratamiento orgánico (3.2897 cm), de esta manera el tratamiento testigo (2.9517 cm), es diferente estadísticamente al Steiner, pero igual al orgánico.

En las tres últimas fechas se encontró y se observa que la solución Steiner reporto el mayor largo del fruto y el testigo y el orgánico, presentaron tener medidas similares para esta variable.

**Cuadro 7. Largo de los frutos**

Tratamiento	Fechas de evaluación						
	64 DDT	83 DDT	92 DDT	98 DDT	112 DDT	122 DDT	133 DDT
Steiner	2.9615 a	3.0818 a	3.1727 a	3.3724 a	3.5316 a	3.0452 b	3.9143 a
Orgánico	3.2077 a	2.9636 a	3.0455 a	3.2897 ba	2.9684 b	3.4258 a	3.1143 b
Testigo	3.1615 a	2.5545 a	2.4727 b	2.9517 b	2.9000 b	3.3129 a	2.9286 b

### 6.5. Numero de frutos totales al final del experimento

Para la variable numero de frutos, se evaluó cada tratamiento realizando un recuento al final del experimento, el cuadro 8 muestra como resultado que la solución orgánica fue quien presento mayor numero de frutos (13.0278 piezas), el cual es estadísticamente igual a Steiner (12.8056 piezas) teniendo resultados similares, así mismo el tratamiento testigo (11.5833 piezas) es diferente al Steiner y orgánico obteniendo el menor número de frutos.

**Cuadro 8. Numero de frutos totales, por tratamiento al final del experimento.**

Tratamiento	Numero de frutos por repetición	
Testigo	11.5833	b
Orgánico	13.0278	a
Steiner	12.8056	a

### 6.6. Vida en anaquel de los frutos

Los frutos colocados en platos de plástico y en cajas de cartón, tuvieron una vida de anaquel de 12 días, a partir del treceavo los frutos se empezaron a descomponer presentando moho. En esta evaluación tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos.

Los resultados obtenidos en la presente investigación para la variable numero de estolones por planta de fresa obtenidos, concuerdan con Cisne *et al.* (2007), quien reporta en su estudio realizado utilizo las variedades de fresa Festival y Britget, donde el numero de estolones promedio que una planta puede producir van desde 3.8 a los 7.9 plantas nuevas, utilizando fertilización orgánica a base de lombrihumus.

En este estudio se utilizó fertilización orgánica y Steiner obteniendo un promedio general para ambos tratamientos de 7.6 estolones por planta de cada tratamiento, por lo que no existieron diferencias significativas. Sin embargo lo reportado por Alarcón *et al.* (2001) también concuerda con los resultados ya que en su experimento obtuvo resultados con plantas inoculadas con hongos micorrizicos, menores a 6.2 estolones por planta, resultado que se encuentra dentro de los valores obtenidos en este experimento y por lo reportado por Cisne.

En base a la variable peso de fruto de fresa, concuerdan con lo reportado por Posada (2011) que señala que obtuvo de 3,06 a 10,70 g. de peso fresco de fresa, utilizando condiciones de invernadero, sometiendo las plantas a la exposición de la radiación solar filtrada a través de películas de polietileno de colores rojo, amarillo, azul, verde y transparente, en esta evaluación realizada los resultados van de 3,36 a 7,76 g. por fruto, sin embargo en cuanto al diámetro y largo si difieren con Posada (2011) debido a que en condiciones de invernadero se tiene un mayor control que a cielo abierto, en los tratamientos utilizados para este experimento, los valores no fueron mayores o similares a los obtenidos por el autor antes mencionado. Debido a que se obtuvieron valores para diámetro del fruto que van de 1.4272 a 4.4231cm. en cuanto a largo los resultados van de 2.4727 a 3.9143 cm. Mientras que el autor obtuvo resultados mayores.

## VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se llevo a cabo el experimento se puede concluir lo siguiente:

Se realizaron siete evaluaciones en el tratamiento Steiner, de las cuales en cinco obtuvo los pesos más altos, el orgánico solo en dos evaluaciones logro sobresalir, mientras que el testigo obtuvo en esta variable siempre los pesos más bajos.

En base al diámetro T1 (Steiner) logro que las plantas fertilizadas con dicha solución obtuvieran diámetros mayores a los resultantes del testigo y orgánico.

Al igual que el peso y diámetro, para la variable largo del fruto los valores más altos fueron los de la solución Steiner, pero se recomienda usarlo con una dosificación más alta de acuerdo a la etapa fenológica de la planta.

La respuesta a la producción de estolones va a depender de factores ambientales y de la variedad a utilizar. En este estudio la variedad festival presento comportamiento similar para la variable numero de estolones en los tratamientos utilizados los cuales fueron los siguientes: testigo 7.7778, orgánico 7.6389 y Steiner 7.5833. Rodríguez (2010), en un estudio que realizo donde observo la capacidad de multiplicación, productividad e indicadores de calidad de consumo de nuevas variedades mexicanas de fresa obtuvo que cada planta desarrollo en promedio 20 estolones, bajo condiciones de invernadero, lo que nos indica que los resultados obtenidos del experimento desarrollado en la comunidad de La Lagunilla a temperatura ambiente y a cielo abierto fueron menores a los obtenidos en el invernadero, de cualquier manera si se decide aprovechar los estolones emitidos por cada planta solo se utilizaran los que sean vigorosos.

Los resultados obtenidos pueden ser de gran ventaja para el productor debido que el uso de cualquier tratamiento Steiner u orgánico, para la producción de estolones, puede darle una respuesta similar, esto va a estar ligado al recurso económico con que se cuente.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Alcántara, G. M. L. 2009. Estimación de los daños físicos y evaluación de la calidad de fresa durante el manejo poscosecha y el transporte simulado. Tesis de doctorado. Programa de doctorado conjunto de las Universidades Politécnica de Valencia (España) y de Guanajuato (México). Universidad Politécnica de Valencia. 225 p.
- Aranda. J. F. 2008. Estudio del drenaje en el cultivo sin suelo de fresa. Universidad Internacional de Andalucía. Huelva. 83 p.
- Barquero. J., Meneses. R., Barrantes. L., Ugalde. P., Villalobos. N., Serrano. D. 2007. Agro cadena de fresa. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Grecia, Alajuela. 37 p
- Bosques, Méndez. J. H. 2010. Construyendo Huertos Caseros. Coordinador de Extensión Greene County Bob Westerfield. Profesor de Horticultura. University of Georgia. p:20.
- Cisne, *et al.* Producción de hijas de estolones en dos variedades de fresa (*Fragaria.spp*) en el Castillo, Las Sabanas, Matriz. 4 p.
- Díaz, Barriga. E. C. 2012. Sistema producto fresa. Plan rector nacional. Comité de la agroindustria y productores de la fresa. A. C. Zamora, Michoacán. 43p.
- Estrada, Nolasco, C. 2011. Caracterización fisiológica y productiva de dos variedades mexicanas de fresa (*Fragaria x ananassa*) para el subtropico. Tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias. Posgrado de recursos genéticos y productividad fruticultura. Colegio de posgraduados. Campus Montecillo. Texcoco, Edo. de México. 116 p.
- Favela *et al.* 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura. 148 p.
- Flores, E. A. M. 2008. Comportamiento fisiológico, rendimiento y calidad de fruto de fresa cultivada en el modelo de producción intensivo “Raíces - 150”. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados. Campus Montecillo. Posgrado de Recursos Genéticos y Productividad Fisiología vegetal. 87 pág.

- Gallardo, Claudia. 2009. Sustratos para plantas, tipos y principales características. Tratamiento integral de residuos sólidos. Paraná, Entre Ríos. Republica Argentina. 15p.
- Guerena *et al.* 2007. Fresas: Producción orgánica. Especialistas agrícolas. Centro nacional de tecnología apropiada. El Servicio Nacional de Información de la Agricultura Sostenible. 32 p.
- Hernández, C. A., 2006. Propagación de la planta madre de fresa. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México. México. 10 p.
- Ingeniería Agrícola. 2008. Manejo básico del cultivo. Ingeniería agrícola. 43 p.
- Martinez, B. M., Nieto, A. D., Teliz, O. D., Rodriguez, A. J., Martinez.d. M. T., Vaquera, H. H. Y O. Carrillo, M. 2008. Comparacion cualitativa de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) de cultivares Mexicanos y Estadounidenses. Mexico. Texcoco, Montecillo. Revista Chapingo Serie Horticultura 14(2): 113-119, 2008.
- Mintel. 2009. Sistema Producto Fresa. Estudio de oportunidades de mercado e inteligencia comercial internacional para la fresa. Unión Agrícola Regional de Productores de fresa y Hortalizas del Valle de Zamora. Zamora, Michoacán, México. 96 p.
- Ojeda *et al.* 2008. Efecto de la nutrición nítrica y sistemas de riego en el sabor de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). Revista Chapingo serie horticultura.
- Ojodeagua *et al.* 2008. Eficiencia de suelo y tezontle en sistemas de producción de tomate en invernadero. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 31, numero 004. Chapingo, México, pp. 367-374.
- Posada *et al.* 2011. Propiedades fisicoquímicas de fresa (*Fragaria sp*) cultivadas bajo filtros fotoselectivos. Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín 64(2): 6221-6228.
- Restrepo *et al.* 2010. Conservación de fresa (*fragaria x Ananassa* Duch cv. *Camarosa*) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel mucilaginoso de penca sábila (*aloe barbadensis* miller) y cera de carnauba. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Facultad de química farmacéutica. Volumen 17 número 3, págs. 252-263.



Rodríguez, B. G. 2010. Capacidad de multiplicación, productividad e indicadores de calidad de consumo de nuevas variedades Mexicanas de fresa. Tesis de maestría. Posgrado de recursos genéticos y productividad fruticultura. Colegio de posgraduados. Campus Montecillo. Texcoco, Edo. de México. 133 pag.

SAGARPA, 2005. Segunda fase. Diagnostico inicial base de referencia estructura estratégica. Plan rector sistema nacional fresa. Documento validado por el comité Sistema producto fresa. 48 p.

## **IX. ANEXOS**

**Anexo 1. Lombricomposta a base de abono de conejo y vaca utilizada para la mezcla de sustratos.**



**Anexo 2. Clavando las bases del cajón.**



**Anexo 3. Cajón lleno con la mezcla de sustratos (abono de monte, tierra agrícola, lombricomposta y granzón)**



**Anexo 4. Plantas de fresa que se utilizaron para el trasplante en los cajones.**



**Anexo 5. Cojones con plantas de fresa a los 50 días después del trasplante.**





**Anexo 6. Primeras flores y frutos de fresa del cajón con solución Steiner**



**Anexo 7. Fruto de fresa maduro con solución Steiner.**



**Anexo 8. Frutos de fresa a tres cuartos de maduración del modulo de testigo**



**Anexo 9. Frutos fertilizados con solución orgánica.**





**Anexo 10. Medición (largo, diámetro y peso) de los frutos recolectados**



**Anexo 11. Frutos recolectados del modulo fertilizado con solución orgánica.**



**Anexo 12. Conteo manual de los estolones emitidos por cada una de las plantas de los tratamientos (Steiner, orgánico y testigo.)**



**Anexo 13. Colocación de abono en forma de dulce a un estolón vigoroso.**

