

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA**



Evaluación del rendimiento de fresa (*Fragaria spp. L.*) variedad San  
Andreas, con diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.*

Por:

**TITO JOVANI MENDOZA GOMEZ**

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA  
Evaluación del rendimiento de fresa (*Fragaria spp.*) variedad San  
Andreas, aplicando diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.*

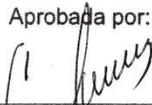
POR:

**TITO JOVANI MENDOZA GOMEZ**

TESIS

**QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO ADMINISTRADOR**

Aprobada por:

  
Dr. Gumerindo Álvarez Moreno

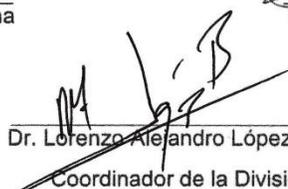
Asesor Principal

  
M.C. Felipa Morales Luna

Coasesor

  
M.C. Aurelia Mendoza Gómez

Coasesor

  
Dr. Lorenzo Alejandro López Barbosa

Coordinador de la División de  
Ciencias Socioeconómicas

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México. Junio 2018



## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por haberme acompañado y guiado durante toda la carrera, por permitirme llegar hasta este momento con el cual cumplo uno de mis muchos objetivos trazados en la vida.*

*A mis padres Sr. **JORGE MENDOZA GAYOSO** y **CLEOTILDE GOMEZ VILLEGAS**, por guiarme y apoyarme en todo momento, no con la intención de que algún día yo les retribuya todo lo que hicieron por mí, sino que como siempre me lo dijeron y me lo siguen diciendo “HIJO siempre te vamos apoyar en todas tus decisiones, mientras tú seas feliz con lo que logres con eso quedamos satisfechos”, muchas gracias por ese cariño, amor, comprensión y apoyo, que siempre me brindaron, ambos son un ejemplo para mí principalmente tu “Mi querido viejo” que tanto luchaste para sacar a la familia adelante y lo lograste, míranos, la mayoría de tus hijos con una carrera terminada ese fue tu sueño, trabajaste muy duro, te esforzaste y el esfuerzo tiene su recompensa, y a ti “Mi viejita” gracias por siempre estar con papá apoyándolo en cada momento para que nosotros estuviésemos mejor.*

*A mis hermanos y hermanas por el gran apoyo que me brindaron durante toda la carrera gracias; **ISIDRO, CAMILA, ROBERTA, AURELIA, ALEJANDRO, CRESCENCIO, MICA, JORGE, QUIQUE Y VANIA**, sus consejos, sus regaños, sus buenos deseos, todo me sirvió para salir adelante y lograr este sueño que ahora se convierte en realidad.*

*Así mismo a mis compañeros y amigos de carrera, **CARLA, ARELY, DIANA, MONICA, JESUS, MANUEL, RAYMUNDO, ROCIEL, VIRIDIANA**, gracias por esos felices y emborrachadores momentos que pasamos y por el apoyo brindado, fuimos y seremos la mejor generación de IAA.*

*Sin duda alguna no puedo pasar en alto a mis dos mejores amigos que conocí durante mi estancia en la UAAAN y que aún sigo teniendo el placer de compartir grandes momentos con ustedes, gracias **ENRIQUE PINEDA Y CRISTIAN***

*ASAEL por ese apoyo, por sus consejos, que de repente pasaba en alto, que al final me servían, gracias por siempre estar ahí cuando más los necesitaba, tuvimos una muy buena conexión durante gran parte de la carrera y la seguimos teniendo.*

*A todos los maestros que tuve el placer de conocer durante mi formación, ustedes son lo más importante en la preparación de todos los ingenieros de la UAAAN, gracias por compartir sus conocimientos con nosotros y dar siempre lo mejor de sí para lograr Ingenieros con los conocimientos suficientes para salir y ayudar al desarrollo de nuestro país.*

## DEDICATORIA

*A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo, todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.*

*A toda mi familia, hermanos, hermanas, sobrinos y sobrinas, si se pudo.*

*A mis amigos y compañeros de la carrera principalmente a **Cristian** y a **Enrique**, tal vez fui el último de los tres en lograrlo, pero no estoy acostumbrado a quedarme atrás y mírenme ahora les estoy dedicando este trabajo que es el último paso para lograr la titulación.*

*Agradecer principalmente a mis asesores por ese gran apoyo en la elaboración de este trabajo de investigación.*

*Al Dr. **GUMERCINDO ALVAREZ MORENO**, por orientarme en que hacer, brindándome su apoyo y tiempo para que la redacción y datos quedaran muy claros y bien hechos.*

*A la **M.C. FELIPA MORALES LUNA** por apoyarme con la redacción y corrida de datos, por brindarme parte de su tiempo cada vez que iba a las visitas de avances y correcciones, por aportarme su conocimiento y compromiso, para hacer de esta una tesis de gran valor.*

*A la **M.C. AURELIA MENDOZA GOMEZ**, por su gran apoyo y aportación en los datos de trabajo de campo y sin duda alguna por haberme recibido en su casa durante mi estancia de prácticas profesionales en San Quintín B. C. y en donde surgió la idea de este trabajo.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS - GRÁFICAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
Objetivo General.....	3
Objetivos específicos .....	3
Hipótesis.....	3
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
Origen de la fresa.....	4
Situación mundial .....	4
Inicio del cultivo de fresa en México.....	7
Situación nacional .....	7
Producción de fresa en el Estado de Baja California .....	9
Valor nutritivo de la fresa.....	9
Beneficios de la fresa .....	10
Importancia económica.....	11
Descripción botánica.....	11
Taxonomía de la fresa .....	12
Morfología de la fresa.....	12
Raíces.....	13
Tallos .....	13
Hojas .....	13
Estolones .....	13
Flores.....	13
Fruto.....	14
Formas de reproducción.....	14

<b>Variedades más cultivadas en México.....</b>	<b>15</b>
Variedades antiguas .....	15
Variedad Douglas .....	15
Variedad Pájaro.....	15
Variedad Oso grande.....	15
Variedades actuales.....	15
La variedad Albión .....	16
La variedad Camino Real.....	17
La variedad Sweet Charlie .....	17
La variedad Camarosa.....	17
La variedad Diamante .....	17
La variedad San Andreas.....	17
<b>Descripción y características de la variedad San Andreas.....</b>	<b>18</b>
<b>Requerimientos agroecológicos para el cultivo de fresa.....</b>	<b>18</b>
Temperatura .....	18
pH .....	19
Humedad relativa.....	19
El consumo hídrico .....	19
Tipo de suelo.....	19
Horas luz .....	19
<b>Labores culturales .....</b>	<b>19</b>
Preparación del terreno.....	20
<b>Manejo cultural .....</b>	<b>20</b>
Trasplante .....	20
Riegos.....	21
Fertilización .....	21
Control de malezas .....	24
Cosecha .....	25
<b>Plagas y su control.....</b>	<b>25</b>
Gallina ciega ( <i>Phyllopagea spp.</i> ).....	25
Gusano cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ).....	26
Araña ciclamina ( <i>Steneotarsonemus pallidos Blanks</i> ).....	27
Gusano soldado ( <i>Spodoptera exigua</i> ) .....	28

Pulgones ( <i>Pentatrichopus fragaefoli</i> ).....	28
<b>Enfermedades y su control .....</b>	<b>29</b>
Oidio ( <i>Sphaerotheca macularis f. sp. fragariae</i> ).....	30
Podredumbre gris ( <i>Botrytis cinerea</i> ).....	30
Bacterias ( <i>Xanthomonas fragariae</i> ).....	31
Antracnosis ( <i>Colletotrichum sp.</i> ).....	31
Hongos del suelo.....	32
<b>Calidad de la fresa .....</b>	<b>32</b>
Madurez.....	33
Color .....	34
Tamaño.....	35
<b><i>Trichoderma</i> .....</b>	<b>37</b>
Clasificación Taxonómica .....	38
Descripción.....	38
Mecanismos de acción.....	39
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>42</b>
Ubicación del área experimental .....	42
Material genético empleado.....	42
Insumo aplicado.....	42
Tratamientos .....	42
Variables medidas .....	43
Manejo del cultivo.....	43
Preparación del terreno.....	43
Acolchado.....	44
Acondicionamiento y desinfección de plantas .....	44
Trasplante .....	44
Sistemas de riego por goteo .....	44
Control de malezas y de enfermedades.....	45
Dosis y método de aplicación .....	45
Cosechas y toma de Datos .....	45
Modelo estadístico empleado .....	46
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>47</b>

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Variables de producción de fresa en la modalidad de riego más temporal por entidad federativa, 2016.....	8
<b>Cuadro 2.</b> Composición nutricional en 100 gr de fruta.....	10
<b>Cuadro 3.</b> Contenido de vitaminas.....	10
<b>Cuadro 4.</b> Manejo de la fertilización de acuerdo a las etapas fenológicas.....	22
<b>Cuadro 5.</b> Control químico para la gallina ciega.....	26
<b>Cuadro 6.</b> Control químico para el gusano cogollero.....	27
<b>Cuadro 7.</b> Control químico para la araña ciclamina.....	28
<b>Cuadro 8.</b> Control químico para pulgones.....	29
<b>Cuadro 9.</b> Clasificación de la fresa por tamaño.....	33
<b>Cuadro 10.</b> Concentraciones de <i>Trichoderma</i> por tratamiento a evaluar.....	43
<b>Cuadro 11.</b> Análisis de varianza de número de frutos por planta .....	47
<b>Cuadro 12.</b> Prueba de medias de la variable número de frutos por planta.....	48
<b>Cuadro 13.</b> Análisis de varianza del peso promedio del fruto.....	50
<b>Cuadro 14.</b> Prueba de medias de la variable peso promedio del fruto.....	50
<b>Cuadro 15.</b> Análisis de varianza del diámetro polar del fruto.....	52
<b>Cuadro 16.</b> Prueba de medias de la variable diámetro polar del fruto.....	52
<b>Cuadro 17.</b> Análisis de varianza del diámetro ecuatorial del fruto.....	54
<b>Cuadro 18.</b> Prueba de medias de la variable diámetro ecuatorial del fruto.....	54
<b>Cuadro 19.</b> Análisis de varianza de los Grados Brix del fruto.....	56
<b>Cuadro 20.</b> Prueba de medias de la variable Grados Brix.....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS - GRÁFICAS

<b>Figura 1.</b> Color de los estados de maduración de la fresa.....	34
<b>Grafica 1.</b> Exportadores mundiales de fresa.....	5
<b>Grafica 2.</b> Importadores mundiales de fresa.....	6
<b>Gráfica 3.</b> Medias del número de frutos por planta.....	49
<b>Gráfica 4.</b> Medias del peso promedio del fruto por planta.....	51
<b>Gráfica 5.</b> Medias del diámetro polar del fruto.....	53
<b>Gráfica 6.</b> Medias del diámetro ecuatorial del fruto.....	55
<b>Gráfica 7.</b> Medias de Grados BRIX.....	57

## RESUMEN

La fresa tiene una composición nutricional muy amplia contando con gran cantidad de vitamina C, folato y fibra además de fitonutrientes como las elagitaninas y quercetina que tienen efectos preventivos contra enfermedades cardiovasculares, cáncer y pérdida cognoscitiva es por ello que es un producto con gran demanda en el mercado por lo que se necesitan nuevos métodos de producción que permitan incrementar los rendimientos y calidad de la fruta. Esta investigación se llevó a cabo en San Quintín, Ensenada, Baja California evaluando el efecto en cuanto a rendimiento y calidad de la fruta, con la aplicación de tres dosis de *Trichoderma spp.*, que es un hongo perteneciente al género de los imperfectos; la aplicación de *Trichoderma spp.* mejora notablemente el crecimiento y desarrollo del cultivo de la fresa. Para evaluar los efectos de este hongo se analizaron tres concentraciones diferentes de *Trichoderma spp.*, concentración uno .75 kg/ha, concentración dos 1.0 kg/ha y concentración tres 1.5 kg/ha en el cultivo, las cuales se usaron como tratamientos con cuatro repeticiones cada uno, el tratamiento cuatro se empleó como testigo, la variedad de fresa empleada fue “San Andreas” estableciéndose bajo condiciones de invernadero. Las variables evaluadas fueron: número de frutos por planta, peso promedio del fruto, diámetro polar y ecuatorial del fruto y Grados Brix. Se realizaron dos cosechas por semana, en cada cosecha se realizó la toma de datos de las variables.

El uso del hongo *Trichoderma* en el cultivo de fresa incrementa su potencial de rendimiento, resultando ser mejor la concentración del tratamiento uno que consto de .75 kg/ha del hongo estos en la variable de “numero de frutos por planta” y para las variables de peso promedio del fruto, diámetro polar y diámetro ecuatorial dio mejor resultado la concentración del tratamiento dos la cual fue de 1.0 kg/ha de *Trichoderma spp.*

## INTRODUCCIÓN

Se le da el nombre de fresa a especies de plantas rastreras del genero *Fragaria*, vocablo que se relaciona con la fragancia que posee (*Fraga*, en latín), cultivadas por su fruto comestible. Las primeras fresas se cultivaron durante el siglo XVII y fueron la especie silvestre (*Fragaria vesca* L.), (Menéndez-Valderrey., 2007).

En México, el cultivo de fresa se inició a mediados del siglo pasado en el estado de Guanajuato. En la actualidad México ocupa el segundo lugar mundial en producción de fresa teniendo nueve mil 997 hectáreas de superficie sembrada con una producción estimada en 2016 de 398 mil 287 toneladas, de acuerdo con estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA, 2017.

El cultivo de fresa ha ido cada más en aumento debido a la demanda de los consumidores, nacionales y principalmente el mercado externo, es por ello que día con se están buscando métodos con los cuales se incremente la producción y calidad del fruto sin necesidad de aumentar la extensión de producción.

El uso de insumos como el hongo *Trichoderma spp.* es un producto que nos ayuda a incrementar el rendimiento y calidad de la fruta, este hongo actúa por medio de una combinación de competencia por nutrientes, producción de metabolitos anti fúngicos y enzimas hidrolíticas y micro parasitismo, además de producir sustancias promotoras de crecimiento de las plantas, la aplicación directa al suelo ofrece incluso una protección mayor a los cultivos (Stefanova. A, 1999).

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto directo en el potencial de rendimiento y las ventajas comerciales del cultivo de fresa mediante la aplicación de diferentes concentraciones del hongo *Trichoderma spp.* Las dosis usadas fueron en el tratamiento uno 0.75 Kg/ha de *Trichoderma*, en el tratamiento dos 1.0 Kg/ha de *Trichoderma*, el tratamiento tres 1.550 Kg/ha de *Trichoderma* y el tratamiento 4 se utilizó como testigo.

De esta manera se evaluaron las diferentes concentraciones del hongo de *Trichoderma spp.*, para poder obtener los resultados de rendimiento y constatar si hay diferencias entre tratamientos y conocer cual dosis nos da los mejores resultados.

## **Objetivo General**

Evaluar el efecto directo en el potencial de rendimiento del cultivo de fresa mediante la aplicación de diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.* y sus ventajas comerciales.

## **Objetivos específicos**

- Obtener las ventajas en rendimiento con el uso de *Trichoderma spp.*
- Determinar cuál concentración de *Trichoderma spp.* nos da el mejor rendimiento
- Atraer las ventajas comerciales del uso de *Trichoderma spp.* en relación al sistema tradicional de producción de fresa.

## **Hipótesis**

**Ho.** La aplicación del hongo *Trichoderma spp.* no influirá en el potencial de rendimiento y calidad del cultivo de fresa.

**Ha.** Al menos una de las concentraciones del hongo *Trichoderma spp.* aumentará la producción y calidad de frutos en el cultivo de fresa.

# REVISIÓN DE LITERATURA

## Origen de la fresa

Se le da el nombre de fresa a especies de plantas rastreras del genero *Fragaria*, vocablo que se relaciona con la fragancia que posee (*Fraga*, en latín), cultivadas por su fruto comestible. Las primeras fresas se cultivaron durante el siglo XVII y fueron la especie silvestre *Fragaria vesca*. Las variedades cultivadas comercialmente son por lo general híbridos, en especial *Fragaria x ananassa*, que ha reemplazado casi universalmente por el tamaño de sus frutos, a la especie silvestre *Fragaria vesca*. La fresa pertenece a la familia Rosaceae, considerada como una fruta exótica de gran aroma, por lo que se convierte en un cultivo con grade ofertas de mercado. (Menéndez-Valderrey., 2007).

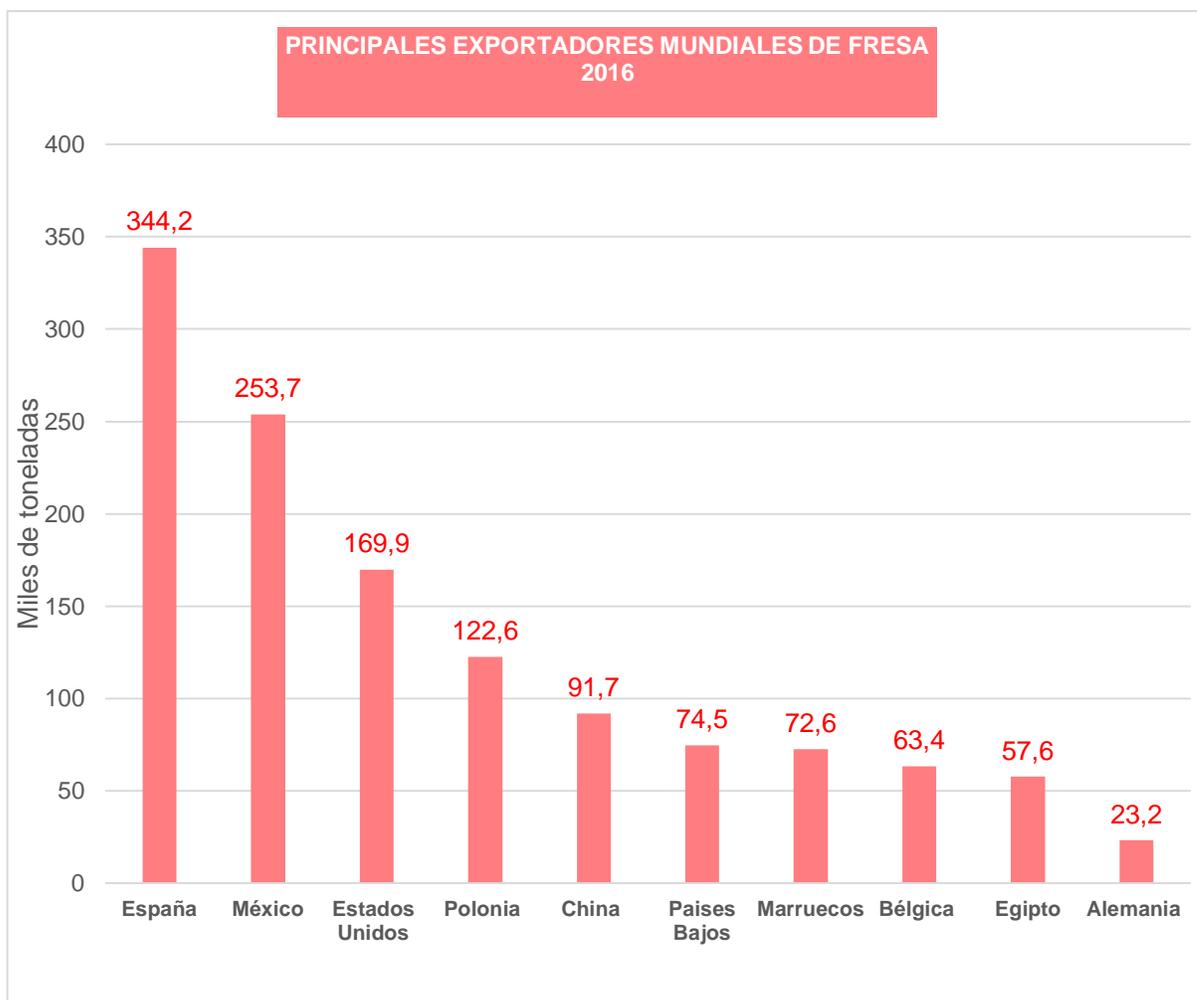
Las frutillas modernas de fruto grande tienen un origen relativamente reciente (siglo XIX), pero las formas silvestres adaptadas a diversos climas son nativas a casi todo el mundo, excepto África, Asia y Nueva Zelanda (Attra 2006).

## Situación mundial

Estados Unidos es el país que más variedades ha producido durante los últimos años, siguiendo Francia, Canadá, Italia y Japón. De la producción mundial el 95% se concentra en el hemisferio norte, siendo la especie tipo Berry más extensamente cultivada. Los grandes productores mundiales son: España, México, Estados Unidos de América, y Polonia.

En la (Gráfica 1) se observa que los grandes productores de fresa a nivel mundial son: España, México, Estados Unidos de América y Polonia (SAGARPA, 2017).

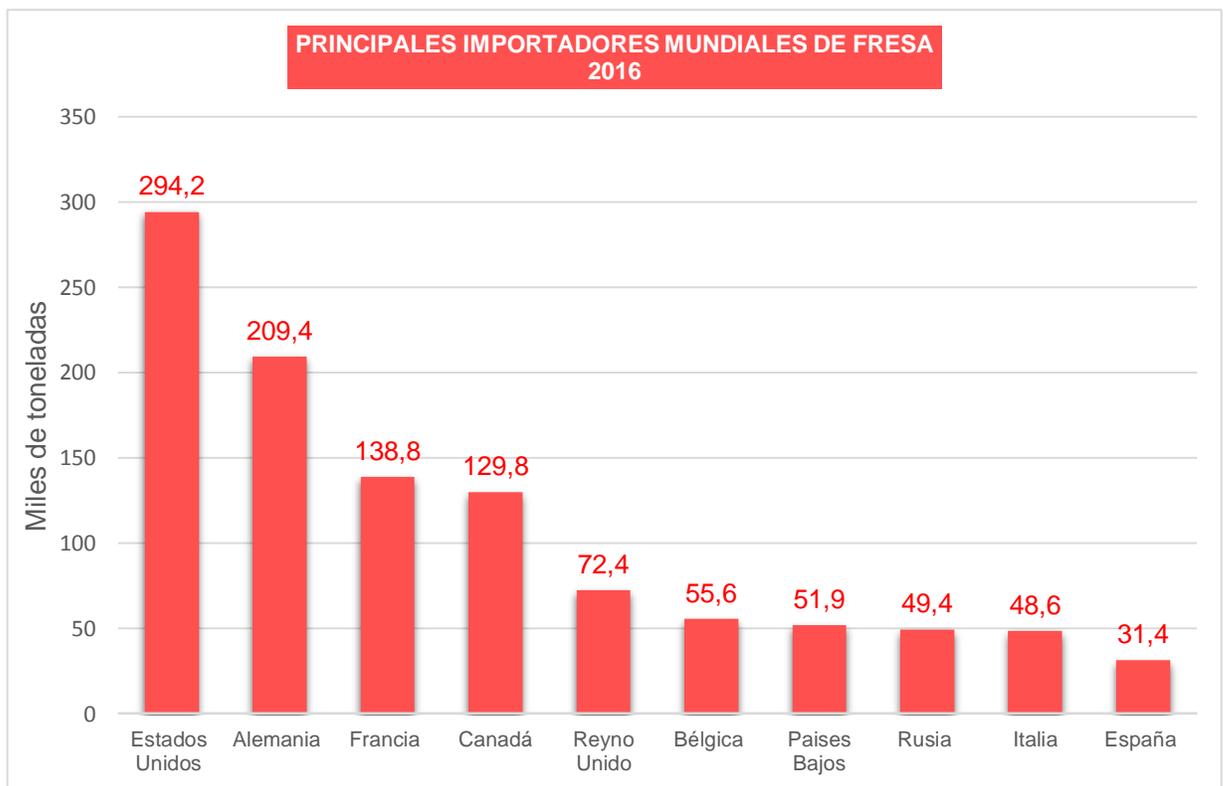
**Gráfica 1. Exportadores mundiales de fresa.**



**Fuente:** Elaborado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) con datos de CONTRADE E ITC, 2017.

En la siguiente gráfica (Gráfica 2) se puede observar que los principales compradores son: Estados Unidos de América, Alemania, Francia y Canadá (SAGARPA, 2017).

**Gráfica 2. Importadores mundiales de fresa**



**Fuente:** Elaborado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) con datos de CONTRADE E ITC, 2017.

## **Inicio del cultivo de fresa en México**

En México, el cultivo de fresa se inició a mediados del siglo pasado en el estado de Guanajuato. Sin embargo, no fue hasta 1952 cuando el líder político del Distrito de Irapuato Don Nicolás Tejada estableció 24 plantas de fresa en un almácigo en el bordo del río Guanajuato. El cultivo de fresa cobró importancia hasta 1880, cuando Óscar Droege, alemán radicado en Irapuato, enseñó a los agricultores locales el cultivo técnico de la fresa, en las huertas ubicadas en la hacienda de san Juan de Retana. Su cultivo se extendió a la hacienda de Buena Vista propiedad del Lic. Joaquín Chico González quien impulsó el comercio de la fresa hacia la ciudad de México (Sánchez, 2008).

A mediados de los años 80's, Ensenada, Baja California, surgió como entidad productora de fresa, la cual dada su cercanía con los Estados Unidos de América (EE. UU), principal consumidor mundial de la frutilla, y su alto nivel de tecnificación, en 1999, alcanzó una producción de 32 922 t año<sup>-1</sup>, superando rápidamente al estado de Guanajuato. A partir de 1999, el estado Guanajuato ocupa el tercer lugar en la producción de fresa, contribuyendo con (7%) de la producción nacional mientras que Michoacán contribuye con el (50%), y Baja California con (37%) (SAGARPA, 2013).

## **Situación nacional**

México ocupa el segundo lugar mundial en producción de fresa teniendo nueve mil 997 hectáreas de superficie sembrada con una producción estimada en 2016 de 398 mil 287 toneladas, de acuerdo con estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SAGARPA, 2017.

Entre los cinco principales estados productores de fresa en México se encuentran, Michoacán, Baja California, Guanajuato, Estado de México y Baja California Sur estas entidades aportan el (98.4%) de la producción total nacional. Michoacán contribuye con el (64.8%) del volumen total; Baja California, (18.2%); Guanajuato, (10.6%); Estado de México, (3.3%) y Baja California sur (1.5%), el resto de la superficie (1.6 %) corresponde a 10 estados productores de este cultivo en menor proporción (Cuadro1). (SIAP, 2017).

El siguiente cuadro muestra la superficie sembrada y cosechada por entidad federativa a nivel nacional en el año 2016, (SIAP, 2017).

**Cuadro 1. Variables de producción de fresa en la modalidad de riego más temporal por entidad federativa, 2016**

Estado	Superficie (ha)		Producción (ton)	Rendimiento (ton/ha)
	sembrada	cosechada	obtenida	obtenido
AGUASCALIENTES	52	51	2,652	52
<b>BAJA CALIFORNIA</b>	<b>1,823</b>	<b>1823</b>	<b>71,241</b>	<b>39</b>
BAJA CALIFORNIA SUR	154	154	7,665	49
CHIHUAHUA	2	2	70	40
<b>GUANAJUATO</b>	<b>1,064</b>	<b>1063</b>	<b>37,487</b>	<b>35</b>
JALISCO	29	10	337	33
MÉXICO	336	244	4,655	19
<b>MICHOACÁN</b>	<b>6,483</b>	<b>6468</b>	<b>273,464</b>	<b>42</b>
MORELOS	6	6	83	13
OAXACA	7	7	165	22
PUEBLA	10	10	94	9
SINALOA	14	14	126	9
TLAXCALA	2	2	90	45
VERACRUZ	3	3	28	9
ZACATECAS	12	12	130	10
<b>TOTAL</b>	<b>9997</b>	<b>9869</b>	<b>398,287</b>	<b>28.4</b>

**Fuente:** Elaborado por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con información de las Delegaciones de la SAGARPA, 2017.

## **Producción de fresa en el Estado de Baja California**

Baja California se ubica en segundo lugar nacional en cuanto a superficie sembrada y cosechada, de igual forma el Valor de la Producción se ubicó en el segundo lugar aportando (17.8%) con un rendimiento de 39 toneladas por hectárea. En 2016, Baja California cosecho 71 mil 241 toneladas de fresa, la ventaja que tiene este estado es la tierra, debido a que cuenta con numerosas extensiones de valles los cuales son aprovechados para la producción mediante micro túneles o invernaderos (SIAP, 2016).

En 2015 El productor principal de fresa en la entidad fue el municipio de Ensenada en la zona de San Quintín y Punta Colonet, generando el (12%) del valor total de la producción agrícola estatal con una superficie sembrada de (1%) durante ese año (SIAP, 2016).

El tipo de suelo en San Quintín es Regosol siendo un suelo constituido principalmente por arenas (72-26 %), con menores porcentajes de arcillas y limos con un espesor promedio de 30 a 50 cm (INEGI, 2015).

La temperatura media anual es de 18 a 19 °C. Las temperaturas más altas, mayores de 30°C, se presentan en los meses de mayo a septiembre y la más baja, alrededor de 5°C, en el mes de enero (INEGI, 2017).

Las lluvias son muy escasas, alrededor de 200 mm de precipitación total anual (INEGI, 2017).

### **Valor nutritivo de la fresa**

La fresa cuenta con gran cantidad de vitamina C, folato y fibra, además de una serie de fitonutrientes como las elagitaninas y quercetina que tienen efectos preventivos contra enfermedades cardiovasculares, cáncer y pérdida cognoscitiva. (Villa Rojas, 2010).

La composición nutricional de la fresa es muy amplia y aportando diferentes beneficios, como los que se mencionan en el (Cuadro 2):

**Cuadro 2. Composición nutricional en 100 gr de fruta**

Calorías	50
Carbohidratos	11.6 gr
Fibra	3.8 gr
Proteína	1 gr
Potasio	44.8 mg
Fósforo	31.5 mg
Calcio	23.2 mg
Selenio	1.1 mg
Hierro	0.6 mg

Fuente: (Casierra, 2011)

De manera similar la fresa aporta diferentes concentraciones de vitaminas, como las que se mencionan en el (Cuadro 3):

**Cuadro 3. Contenido de vitaminas**

Vitamina	Mg/100 gr
C	58
A	8
B2	0.06
B1	0.02

Fuente: (Casierra, 2011)

### **Beneficios de la fresa**

La fresa ayuda a combatir el estrés, estreñimiento, obesidad, inflamaciones, caries y el mal aliento. Este fruto es además un excelente remedio para prevenir el envejecimiento prematuro y enfermedades de la piel, especialmente el acné. De igual manera es muy apreciada debido a su aroma agradable y efecto estimulante del

apetito, se usa en la preparación de tartas, mousses, suflés, flanes, mermelada, pasteles, yogures, helados, aguas frescas, jugos, licuados y también para su consumo en fresco (SIAP, 2013).

### **Importancia económica**

El (52.21%) de la producción nacional se destina al mercado externo por este motivo la fresa es un producto exitoso en el comercio internacional. México es el segundo proveedor de fresa fresca al mercado internacional, con (14.83%) del valor de las exportaciones mundiales. En particular, las exportaciones mexicanas representan (87.79%) de las importaciones de Estados Unidos, la producción y comercialización de fresa contribuye con el (1.14%) del PIB agrícola nacional (SAGARPA, 2017).

### **Descripción botánica**

La planta de fresa es de tipo herbáceo y perenne, el sistema radicular es fasciculado, se compone de raíces y raicillas las primeras presentan cambium vascular y suberoso, mientras que las segundas carecen de este, son de color más claro y tienen un periodo de vida corto, en cuanto a las raíces, estas son perennes. El tallo está constituido por un eje corto de forma cónica llamado "corona", en el que se observan numerosas escamas foliares. Las hojas aparecen en roseta y se insertan en la corona son largamente pecioladas y provistas de dos estípulas rojizas, su limbo está dividido en tres folíolos pediculados, de bordes aserrados, tienen un gran número de estomas (300-400/mm<sup>2</sup>), por lo que pueden perder gran cantidad de agua por transpiración. (ICAMEX, 2006).

Las inflorescencias se pueden desarrollar a partir de una yema terminal de la corona, o de yemas axilares de las hojas, la ramificación de la inflorescencia puede ser basal o distal, en el primer caso aparecen varias flores de porte similar, mientras que en el segundo hay una flor terminal o primaria y otras secundarias de menor tamaño, la flor tiene de cinco a seis pétalos, de 20 a 35 estambres y varios cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso al momento de la fecundación cada óvulo da lugar a un fruto de tipo aquenio que al momento de desarrollarse los ocho aquenios, distribuidos por la superficie del receptáculo carnoso, estimula el crecimiento y la coloración de éste, dando lugar al “fruto” de la fresa. (ICAMEX, 2006).

Las especies más comunes son: *Fragaria vesca*, tiene (14 cromosomas) y es considerada como un diploide. La fresa cultivada más importante, *Fragaria x ananassa*, es un diploide con 56 cromosomas, el cual es un híbrido de dos especies del Nuevo Mundo, *Fragaria chiloensis* L.) Duch y *Fragaria virginiana* Duch. (Hancock, 1999).

### **Taxonomía de la fresa (Menéndez, 2007)**

- Reino: Vegetal
- Familia: Rosáceas
- Subfamilia: Rosídeas
- Género: *Fragaria*
- Especie: sp.
- Nombre científico: *Fragaria sp.*
- Variedad: San Andreas
- Nombre común: Fresa

### **Morfología de la fresa**

La fresa es una planta herbácea, perenne, pertenece a la familia de las Rosáceas, genero *Fragaria*.

## **Raíces**

Posee un sistema radicular fasciculado constituido de raíces y raicillas, las raíces como en la mayoría de las plantas hacen la función de soporte y las segundas de absorción y almacén de nutrientes. La profundidad del sistema radicular es muy variable, dependiendo del tipo de suelo y la presencia de patógenos, no sobrepasan los 40 cm, encontrándose la mayor parte (90%) en los primeros 25 cm (Alsina, 2004).

## **Tallo**

Está constituido por un eje corto de aspecto cónico denominado corona, en él se observan numerosas escamas foliares (Alsina, 2004).

## **Hojas**

Aparecen en roseta sobre la corona, suelen ser pecioladas y provistas por dos estipulas rojizas, y su limbo está dividido en tres foliolos de bordes acerrados y con el envés recubierto de pelos (Alsina, 2004).

## **Estolones**

Es un brote largo rastrero formado a partir de las yemas axilares de las hojas que se sitúan en la base de la corona, siendo de esta manera el método más fácil de propagación de esta planta (Alsina, 2004).

## **Flores**

Pueden ser perfectas (hermafroditas), con órganos masculinos y femeninos, o imperfectas con un solo órgano masculino o femenino son de color blanco rosado, tiene de cinco a seis pétalos, de 20 a 35 estambres y cientos de pistilos sobre un receptáculo carnoso. Cada ovulo fecundado da lugar a un fruto de tipo aquenio. El desarrollo de los aquenios distribuido sobre el receptáculo carnoso, estimula el crecimiento y la coloración de este, dando lugar al "fruto" (Alsina, 2004).

## **Fruto**

Es un poli-aquenio conocido botánicamente como eterio, en el cual la parte comestible es el receptáculo que aloja numerosos aquenios. La forma de este es diversa de acuerdo a la variedad, puede ser cónica, globulosa, esférica entre otras, el color en la madurez varia yendo de rosa claro hasta violeta oscuro (Alsina, 2004).

## **Formas de reproducción**

Para producción comercial, las plantas se propagan por estolones, y generalmente se distribuyen a raíz desnuda, obteniéndose plantas puras de manera más rápida, debido a que a poco tiempo de su plantación la planta madre inicia el brote de gran número de estolones obteniéndose muchas plantas del mismo estolón. Este cultivo sigue uno o dos modelos, la plasticultura anual o un sistema perene de filas o montículos. (Menéndez-Valderrey, 2007).

Las plantas para su siembra definitiva se pueden ser obtenidas por medio de semillas de esta manera se obtienen plantas híbridas, pero su propagación resulta muy lenta. Por hijuelos, este método no proporciona muchas plantas debido a que las plantas madres emiten pocos hijuelos porque su mayor actividad es producir inflorescencias (Alsina, 2004).

Las fresas se agrupan de acuerdo a su hábito de floración, por lo regular se dividen entre “las de junio” que son las que producen la fruta temprana en el verano, y “de todas las estaciones” que dan varias cosechas de fruta a través de la estación. Sin embargo, recientemente, se ha demostrado que las fresas tienen tres hábitos básicos de florecer: de día corto, de día largo y de día neutral (Alsina, 2004).

## **Variedades más cultivadas en México**

### **Variedades antiguas**

En México existieron variadas que con el paso del tiempo han sido reemplazadas por variedades con mejores características e producción (Camacho, 2009).

#### **Variedad Douglas**

Fue una variedad con mucha aceptación por su alta producción y buen calibre de frutos, bastante resistente al manipuleo y fácil de transportar, muy susceptible al ataque de hongos especialmente de *Phytophthora fragariae* y *Verticillium sp.* (Angulo, 2009).

#### **Variedad Pájaro**

Fue la otra variedad preferida por los cultivadores por su gran vigor, frutos grandes, cónicos, de muy buen grosor y sabor muy agradable, también susceptible al ataque de *Phytophthora fragariae* y *Verticillium sp.* (Angulo, 2009).

#### **Variedad Oso grande**

Variedad con poca productividad, resistente al manipuleo, proveniente de California (USA), en ocasiones presentaba rajado en el fruto, de buen sabor y tamaño (Camacho, 2009).

### **Variedades actuales**

A partir de la década de los 50's, los productores de fresa han estado condicionados en la adquisición de plantas "madre" de fresas provenientes de los EE. UU (Dávalos, 2011), entre las que destacan: Festival, Camino Real, Sweet Charly, Camarosa, y Albión.

Debido a lo anterior, en México cuatro instituciones incluyen en sus líneas de investigación el mejoramiento de variedades de fresa mexicanas: El Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (CP) en colaboración con la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), las cuales han desarrollado las variedades CP Zamorana, CP Jacona, CP Roxana y CP Paola diseñadas para la zona productora de Michoacán (Rodríguez-Bautista *et al*, 2012), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en colaboración con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-IPN (CINVESTAV-IPN), Unidad Irapuato, han desarrollado las variedades Buenavista, Cometa, Nikté y Pakal (Dávalos *et. al.*, 2011).

Estudios comparativos sobre la calidad de la fruta de las variedades mexicanas desarrolladas en relación con las variedades extranjeras se reporta una adecuada calidad de las variedades nacionales; sin embargo, las variedades nacionales requieren un manejo cuidadoso en postcosecha debido a su menor firmeza. Así mismo las variedades mexicanas son altamente sensibles a las condiciones de altitud, generando una menor capacidad de producción de estolones y plantas "hijas" en comparación con la variedad Festival, aunque superan al genotipo Albión en la producción de vivero (Rodríguez-Bautista *et, al*, 2012).

En México, se cultivan diferentes variedades de fresa y debido a la carencia de variedades locales altamente productivas, la mayor parte de estas son importadas. (CONAFRESA 2007).

### **La variedad Albión**

Es una de las más cultivadas en México para la producción comercial, es de día neutro, generalmente tiene un pico de producción en primavera ligeramente más baja y es menos propensa a una caída en la producción en verano. Es de desarrollo tardío, precoz y de reciente introducción a México. Su principal característica es la excelente calidad de la fruta, tanto en tamaño, firmeza y sabor, tiene una excelente vida de anaquel (Ortega, 2013).

### **La variedad Camino Real**

Es originaria de California, resistente al ataque de ácaros, con muy buena productividad y excelente calidad de los frutos (Angulo, 2009).

Es una de las variedades con más demanda entre los productores de México, es una variedad de día corto, su fruto es grande, firme y de color oscuro. La planta de Camino Real es pequeña y erecta, lo que permite grandes densidades de plantación y facilita la recolección del fruto (CONAFRESA 2007).

### **La variedad Sweet Charlie**

Es la más dulce de estas variedades, tamaño de fruta grande y de buen sabor, de gran producción de estolones, muy susceptible al ataque de *mildiu polvoso* *Oídium* o *Sphaerotheca* y al ataque de bacterias como *Xanthomonas*, tolerante a *Colletotrichum*, muy exigente en fertilización (Angulo, 2009).

### **La variedad Camarosa**

Esta variedad ocupa el tercer lugar, de preferencia. Se ha utilizado por un tiempo aproximado de diez años y actualmente, su demanda va en descenso (CONAFRESA 2007).

### **La variedad Diamante**

Es la que produce los frutos más duros, aguanta el manipuleo en postcosecha, se transporta bien conservando sus características, el problema se encuentra en que no madura parejo, por lo general presenta tonos verdes y rojos (Angulo, 2009).

### **La variedad San Andreas**

Es una variedad de día neutro moderado, de excelente calidad de fruta (similar a la variedad Albión), excelente sabor, con poca necesidad de frío, resistente a enfermedades, es procedente de la Universidad de California en EE. UU. (SAGARPA, 2017).

## **Descripción y características de la variedad San Andreas**

Es una variedad con más precocidad que la variedad Camarosa en plantación de otoño, su curva de producción no tiene picos, siendo estable durante todo el ciclo, manteniendo su tamaño hasta el final y con buena producción; siendo así una alternativa para los productores. Esta variedad genera menos mano de obra, reduciendo así los costos de producción, así como también requiere de menor cantidad de insumos y fertilizantes en épocas de producción (SAGARPA, 2017).

La variedad San Andreas, se adapta muy bien a distintos tipos de fechas de plantación y su producción esta durante todo el año en distintos países del mundo, posiblemente es la primera variedad de día neutro. Esta produce muchos menos estolones que Albión cuando está en producción de fruta y es muy resistente *Phytophthora* y *Antracnosis*, de igual manera con menos incidencias de Botritis y Oídio (SAGARPA, 2017).

## **Requerimientos agroecológicos para el cultivo de fresa**

Para que la fresa tenga un desarrollo óptimo necesita requerimientos indispensables:

### **Temperatura**

La temperatura adecuada va de 15 a 20 °C durante el día y de 15 a 16 °C por la noche, temperaturas menores de 12 °C durante el cuajado es causa de deformaciones en el fruto, por el frío, en tanto que, en climas muy calurosos, pueden originar una rápida maduración y coloración del fruto teniendo como efecto que este no llegue a adquirir el tamaño adecuado para su comercialización (Mendieta, 2011).

## **pH**

El pH óptimo es de 6.5 a 7.5, aunque también es adaptable a suelos que van de 5.5 a 6.5 (Mendieta, 2011).

## **Humedad relativa**

La humedad relativa optima va de (60 a 75%); cuando existe una humedad relativa mayor permite la presencia de enfermedades causadas por hongos, y de forma contraria cuando es deficiente, las plantas suelen sufrir daños fisiológicos que repercuten en la producción final (Ingeniería agrícola, 2008).

## **El consumo hídrico**

El adecuado para la fresa es de 400 a 600 mm anuales, y absorbe la mayor parte de sus necesidades en los primeros 30-40 cm de profundidad (Ingeniería agrícola, 2008).

## **Tipo de suelo**

Los suelos más recomendados son suelos con altos niveles de materia orgánica entre (2-3%). Lo más recomendable es evitar suelos salinos, debido a que las concentraciones de sales originan niveles de conductividad eléctrica superiores a 1 mmhos/cm lo cual suele originar disminución en la producción, además la fresa es muy sensible a la presencia de cal (carbonato de calcio) sobre todo en niveles superiores a (6%), pudiendo desarrollar una clorosis consecuente (Ingeniería agrícola, 2008).

## **Horas luz**

Los requerimientos de luz dependen del tipo de variedad que se esté manejando, si la variedad es de día corto, largo o neutro y van de 2-15 h de Luz (Mendieta, 2011).

## **Labores culturales**

Son las actividades que se realizan antes del establecimiento del cultivo.

## **Preparación del terreno**

En primer lugar, se debe de tomar en cuenta el tipo de suelo por lo cual es necesario realizar muestras para su análisis. Debido a que el sistema radical de la fresa es superficial y por este motivo tiene una capacidad limitada de penetración en el suelo. Una óptima preparación del terreno ayuda a brindarle las mejores condiciones para su desarrollo, permitiendo un crecimiento uniforme y vigoroso a la planta. La preparación adecuada del suelo se logra con un buen barbecho y dos pasos de rastra dependiendo del suelo, si este, está muy compactado es conveniente dar dos pasos de subsuelo antes del barbecho (Ortega, 2013).

El suelo debe de ser desinfectado, proceso que se puede realizar mediante la solarización e incorporación de microorganismos eficientes (Vélez, 2014).

El terreno se debe de nivelar para que tenga una pendiente uniforme y evitar la falta o exceso de humedad, se recomienda tener poca pendiente para hacer un mejor manejo de los riegos (Vélez, 2014).

Para la formación de surcos el terreno se raya usando rejas de alas altas estos tienen que tener una altura de 25 a 30 centímetros. Los trazos de los surcos se tienen que hacer en dirección de norte-sur, esto permite un desarrollo uniforme de ambas hileras de las plantas (Ortega, 2013).

## **Manejo cultural**

Son las diferentes actividades que se realizan durante el desarrollo del cultivo.

## **Trasplante**

El terreno se debe de saturar con agua un día antes de la plantación para que este con buena humedad. Al realizar el trasplante se debe dar un riego menor para facilitar dicha operación y durante el trasplante no se debe enterrar el cogollo de la

planta en el suelo, las raíces no tienen que quedar dobladas, evitar que las raíces se deshidraten para no afectar el prendimiento y se debe de apretar alrededor de las raíces para evitar la formación de bolsas de aire (SARH, 1992).

## **Riegos**

La frecuencia de los riegos va a depender directamente del tipo de suelo, estado de crecimiento de la planta, variedad y época del año.

Después del trasplante y durante los primeros 21 días se deben dar riegos ligeros con intervalos de 3-4 días, manteniendo un nivel constante de humedad, pero evitando los excesos de agua. Este periodo es el más crítico, debido a que del riego dependerá el prendimiento de las plantas (Vélez, 2014).

## **Fertilización**

Los fertilizantes que se aplican al cultivo modifican no solo la cantidad sino la calidad de la cosecha, es por ello que se tiene que hacer un manejo y uso adecuado de estos, principalmente con los nitrogenados, porque una aplicación excesiva de estos abonos propicia efectos negativos sobre la calidad de la fruta, aumentando la cantidad de follaje, de tal manera que impide un normal desarrollo de flores y frutos. Por otra parte, el exceso de nitrógeno propicia la producción de frutos demasiado tiernos (Hancock, 1999).

En el (Cuadro 4) se observa el manejo de la fertilización de acuerdo a la etapa de desarrollo en que se encuentre el cultivo.

**Cuadro 4. Manejo de la fertilización de acuerdo a las etapas fenológicas**

Etapa fenológica	Fertirrigación
Brotación (Primer mes)	Suministro de riego, 150 cm <sup>3</sup> /planta/día aproximadamente. Plantas con bajo desarrollo: aplicaciones foliares de fertilizante tipo N-P-K 10-30-10 con aminoácidos.
Desarrollo de hojas (Tres hojas desplegadas)	Suministro de riego, 250 cm <sup>3</sup> /planta/día aproximadamente, inicial fertirrigación, dosis bajas de N-P-K tipo 15-30-15
Inicio de floración	Suministro de riego, 250 cm <sup>3</sup> /planta/día aproximadamente, dosis medias de N-P-K tipo 18-6-18
Maduración del fruto	Suministro de riego, 250 cm <sup>3</sup> /planta/día. Aumenta significativamente el aporte de calcio, potasio, y demás elementos minerales. Uso de fertilizantes con formulación 13-10-40

Fuente: Bonilla, 2011

La fresa tiene una alta demanda de los elementos Nitrógeno y Potasio al ser los mayores componentes de la fruta. Las dosis óptimas son esenciales para el desarrollo del cultivo, sin embargo, niveles mayores de Nitrógeno producen frutos blandos, retarda su maduración, disminuye el rendimiento e incrementa el riesgo y proliferación de enfermedades provocadas por hongos (Hancock, 1999).

El Potasio es requerido en diferentes procesos fisiológicos como, la producción de enzimas, el transporte de azúcares, funciones estomáticas, síntesis de proteínas y fotosíntesis (Maas, 1998); incrementa la producción floral y el rendimiento en fruta (Albregts et, al., 1991). El Calcio es importante para la firmeza de los frutos. La deficiencia de Boro provoca la reducción de polen viable, la deficiencia de Zinc

produce frutos pequeños y de bajo rendimiento mientras que la deficiencia de hierro reduce el vigor de las hojas (Roudeillac, 2004).

### **Fertilización en etapa de crecimiento vegetativo**

La aplicación de fertilizantes en el cultivo de fresa regularmente se hace por medio del sistema de riego. Durante el periodo vegetativo e inicio de floración de la planta (primeros 45 días) se aplica urea (2 kilogramos por hectárea) más sulfato de magnesio (3 kilogramos por hectárea) más ácido fosfórico (3 litros por hectárea); estas aplicaciones dependen de un análisis previo del suelo, para ver que tanto nos está aportando de estos nutrientes (Rodríguez, 1995).

### **Fertilización en etapa de floración e inicio de fructificación**

Al iniciar este periodo y durante el mismo, se debe adicionar nitrato de potasio (3 kilogramos por hectárea) más nitrato de calcio (2 kilogramos por hectárea) más sulfato de magnesio (3 kilogramos por hectárea) más urea (2 kilogramos por hectárea) más ácido fosfórico (3 litros por hectárea). Cabe recalcar que el fosforo debe de aplicarse de manera separada porque presenta incompatibilidad con el calcio (Rodríguez, 1995).

### **Fertilización en etapa plena de fructificación**

En esta etapa la fertilización del cultivo cambia radicalmente debido a que durante este periodo los fertilizantes deben actuar directamente en el llenado, color y calidad externa de la fruta. Para esta etapa se recomienda agregar nitrato de potasio (3 kilogramos por hectárea) más nitrato de calcio (2 kilogramos por hectárea) más nitrato de magnesio (3 kilogramos por hectárea), el manejo adecuado de la fertilización durante esta etapa definirá la calidad de los frutos para su comercialización (Rodríguez, 1995).

## **Control de malezas**

Debido a sus características de desarrollo la fresa tiene una gran desventaja en cuanto a la competencia con las malezas, es por ello que se debe de mantener libre de estas, durante los primeros 135 días después del trasplante para obtener un buen rendimiento y calidad de fruta. Esto se logra con deshierbes manuales, complementados con escardas utilizando tracción animal o tractor. Los deshierbes se debe de planear de tal manera que la maleza no rebase los diez centímetros de altura y pueda competir con la fresa (Agrolibertad, 2010).

Los primeros deshierbes después del trasplante son los que más benefician, ya que con estos hay gran reducción de un gran porcentaje de la población de maleza, el primer deshierbe debe realizarse alrededor de los (20-30 días) del trasplante y los otros efectuarlos a intervalos de (15 a 20 días), de esto depende la alta o baja incidencia de especies y poblaciones de malezas que estén presentes (Agrolibertad, 2010).

Este cultivo enfrenta una serie de problemas como son: biológicos y técnicos.

Las malezas son consideradas una de las principales plagas y por tanto un problema biológico debido a que invaden a la fresa. Su presencia determina una acción competitiva, ocasionando pérdidas por abatimiento de los rendimientos, atraso del ciclo productivo ya que son hospederas de insectos, ácaros y enfermedades fungosas, trayendo consigo los problemas técnicos en cuanto al manejo. (Ortega, 2013).

## **Cosecha**

Para la recolección se basa en el porcentaje de color de la superficie de la fresa, la recolección se hace de manera manual y dependiendo del mercado se va clasificando de acuerdo al (Cuadro 5).

## **Plagas y su control**

El cultivo de fresa es atacado por diferentes plagas que se presentan durante todo el desarrollo del cultivo.

### **Araña roja (*Tetranychus urticae*)**

Este ácaro, de cuerpo globoso y anaranjado en estado adulto, es una de las plagas más graves del fresón. Inverna en plantas espontáneas o en hojas viejas de fresón para atacar a las hojas jóvenes con la llegada del calor. Su control químico es muy difícil por la rápida inducción de resistencia a los productos utilizados, así como por los problemas de residuos en frutos (Vélez, 2014).

### **Gallina ciega (*Phyllophaga spp.*)**

Es una larva, gusano color blanco cremoso de cabeza café rojiza con mandíbulas muy fuertes, esta larva se alimenta de las raíces de la planta. Los adultos aparecen en el mes de junio-julio, son de hábitos nocturnos, permanecen escondidos en el suelo, y es ahí donde las hembras una vez fecundadas depositan sus huevecillos entre la parte superficial de las raíces, una semana después nacen los gusanos e inmediatamente comienzan a causar daños. Su estado larvario dura alrededor de 9 meses según la especie, la pupa dura de (3 a 6 semanas). Es una plaga que se presenta en terrenos donde no se realizó una preparación adecuada del terreno (García, 2010).

Para su control químico existen en el mercado diferentes productos, compuestos por diferentes bases químicas como se observa en el cuadro 5.

**Cuadro 5. Control químico para la gallina ciega**

Producto comercial	Formulación	Dosis/Ha
Carbofurán.	Granulado 5%	25 kg
Carbofurán.	Suspensión 27.5 %	1.5 Lts.
Diazinon.	Granulado 14%	10 kg

Fuente: Elaboración propia con datos de García, 2010.

### **Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**

El gusano cogollero, es larva de una palomilla que deposita sus huevecillos de uno en uno en el envés de las hojas, pudiendo depositar hasta 3000 huevecillos, las pequeñas larvas nacen al cabo de cuatro días y pasan tres semanas alimentándose de las hojas, para entonces miden de (3 a 4 cm), mientras no llueve, las palomillas ovipositan casi sin cesar, al grado de que pueden acumularse en cada planta hasta veinte larvas de las cuales quedan al final solo una o dos ya que estas son caníbales. Las que sobreviven se refugian en el cogollo de la planta en donde causan grandes destrozos.

Las larvas poseen un aparato bucal masticador, se alimentan de las partes tiernas de la fresa, cuando las poblaciones no se controlan, pueden atacar los receptáculos florales y las flores produciéndose frutos deformes o la no formación de ellos, su hábito alimenticio es por la noche (García, 2010).

En el mercado existen diferentes productos químicos con diferentes formulaciones y concentraciones para el control de esta plaga y estos productos se mencionan en el (Cuadro 6):

**Cuadro 6. Control químico para el gusano cogollero**

Producto comercial	Formulación	Dosis/HA
Melthomyl	P.S. 90	.4 a .5 kg
Malathión	C.E. 84	1.0 – 1.5 Lts.
Paraión metílico	C.E. 50	1.0 – 1.5 Lts.
Carbaril	pH 80	2.0 – 2.5 kg

**Fuente:** Elaboración propia con datos de García. C, 2010.

### **Araña ciclamina (*Steneotarsonemus pallidos* Blanks)**

Este ácaro es muy pequeño y vive en el cogollo de las plantas de fresa. Causa grandes daños en las hojas en formación, retrasa el desarrollo de las plantas y con frecuencia las mata, ataca a las partes tiernas de las hojas las cuales se engarruñan y pierden brillo (García, 2010).

Al alimentarse estos ácaros, raspan la superficie de las hojas y de la herida producida succionan los jugos de la planta. Al observar el envés de las hojas atacadas se notan franjas de color café, además de los daños se aprecian en manchones que se extienden rápidamente. Las invasiones masivas de esta plaga se presentan entre la floración y la cosecha, pero aquí no es el momento de hacer ningún tipo de aplicación, los tratamientos se deben efectuar antes de la floración o después de la cosecha (García, 2010).

Para el control de esta plaga existen en el mercado diferentes productos con formulaciones distintas, los cuales se presentan en el (Cuadro 7):

**Cuadro 7. Control químico para la araña ciclamina**

Producto comercial	Formulación	Dosis/HA
Dicofol	C.E. 42%	1-3 Lts.
Endosulfan	C.E. 35%	5 Lts.
Diazinon	C.E. 25%	4-5 Lts.

**Fuente:** Elaboración propia con datos de García. C, 2010.

### **Gusano soldado (*Spodoptera exigua*)**

Son larvas que en su primer desarrollo se alimentan juntas y más tarde se separan, causando daños cada vez mayores. Las palomillas depositan los huevecillos en el envés de las hojas. El estado larval dura de dos a tres semanas y su ciclo completo transcurre en 35 días (García, 2010).

**Control.** Estos insectos suelen presentarse en el cultivo, pero no llegan a causar daño severo, la presencia es muy escasa de alguno de estos insectos, no amerita la aplicación de productos químicos exclusivamente para controlar estos, ya que las aplicaciones que se realizan para controlar gusano cogollero, trips, araña de dos puntos o pulgones, están controlando indirectamente a estos insectos y es posible que sea la causa por la que no lleguen a convertirse en problema (García, 2010).

### **Pulgones (*Pentatrachopus fragaefoli*)**

Varias especies de pulgones succionan la sabia de la planta, se trata de pequeños insectos de biología complicada, cuyas hembras aladas o ápteras, se reproducen sin necesidad de macho y llegan a formar grandes colonias.

Perjudican a la planta en forma directa, desarrollándose posteriormente achaparramiento y amarillamiento; o en forma indirecta al transmitir enfermedades virosas. Pocas veces sus enemigos naturales logran mantenerlos bajo control (García, 2010).

**Control.** El control químico para combatir a los pulgones presenta una dificultad especial dado el carácter más o menos tóxico de los distintos preparados químicos y la coincidencia de la máxima aparición de los pulgones, con la época de maduración y recolección de las fresas, cosa que pide el cumplimiento estricto del periodo de seguridad del insecticida, o sea el periodo que se debe dejar transcurrir entre su aplicación y la recolección del fruto (García, 2010).

Los pulgones es una plaga que se puede controlar con los siguientes productos químicos que aparecen en el (Cuadro 8):

**Cuadro 8. Control químico para los pulgones**

Producto comercial	Formulación	Dosis/ha
Endosulfan	C.E. 35%	1 - 2 Lts.
Malathion	C.E. 84%	1 Lt.
Naled	C.E. 58%	1.5 -2 Lts

**Fuente:** Elaboración propia con datos de García. C, 2010.

### **Enfermedades y su control**

La fresa como todos los cultivos también tiene problemas de desarrollo y rendimiento, ocasionados por diferentes enfermedades las más comunes son las que se presentan a continuación:

### **Oidio (*Sphaerotheca macularis f. sp. fragariae*)**

Esta enfermedad es causada por un hongo que se desarrolla en condiciones de humedad elevada y una temperatura que va de los (15-27°C). Esta enfermedad se manifiesta con la aparición de micelio en el envés de las hojas, siguiendo con la decoloración en el haz. Produce el curvamiento de los márgenes de las hojas hacia arriba, en el fruto se manifiesta con la presencia del micelio que llega a envolverlo por completo (Vélez, 2014).

**Control.** Para el control de esta enfermedad es conveniente realizar medidas preventivas como: Mantener una buena distribución de plantación, eliminar malezas y plantas que presenten los síntomas, desinfectar herramientas. Para el control químico se recomienda realizar un tratamiento preventivo con fungicidas sistémicos, durante el invierno y comienzo de la primavera (INFOAGRO, 2018).

### **Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)**

Esta enfermedad es causada por hongos que se desarrollan en condiciones de alta humedad relativa (95%) y temperaturas de entre 15-20°C. Los daños aparecen en cualquier parte de la planta, pero, principalmente en el fruto debajo del cáliz, originando manchas color pardo (Vélez, 2014).

**Control.** El control de este hongo es muy importante debido a su capacidad para sobrevivir como saprófito, es decir, que se alimenta de materia orgánica muerta. Se debe de evitar el exceso de humedad, retirar tejidos enfermos utilizando siempre herramientas desinfectadas. Para el control químico se deben de realizar tratamientos preventivos alternando productos de diferentes grupos sistémicos (INFOAGRO, 2018).

### **Bacterias (*Xanthomonas fragariae*)**

La bacteria causante de esta enfermedad se favorece con temperatura en torno a los (20°C) y una elevada humedad relativa alta. Esta enfermedad se manifiesta con la presencia de manchas aguanosas en el envés de las hojas, mientras la enfermedad va avanzando, dichas manchas se van uniendo formando así una coloración necrótica (Shewfelt, 1999).

**Control.** Esta enfermedad es muy difícil de controlar de manera química, por lo que su control se basa en el manejo preventivo, usando plántulas certificadas, eliminar el material vegetal infectado, evitar la presencia de agua libre en plantas, debido a que excesos de agua ayudan a la diseminación de la bacteria (INFOAGRO, 2018).

### **Antracnosis (*Colletotrichum* sp.)**

La fuente primaria del inoculo proviene de plantas infectadas en vivero. El hongo causante de esta enfermedad se ve favorecido por la presencia de una alta humedad relativa y temperatura que va de (20-30°C). El síntoma más característico de la enfermedad es que las plantas se marchitan y colapsan, en tallos y estolones se observan manchas circulares de color pardo-negruzco y en el fruto por manchas hundidas de coloración parada y cubiertas de esporas rosadas (Shewfelt, 1999).

**Control.** Para el control químico es recomendable realizar aplicaciones preventivas durante la floración y durante el desarrollo de los frutos, al presentarse los primeros síntomas de esta enfermedad se debe de recurrir a la aplicación de fungicidas autorizados (INFOAGRO, 2018).

## Hongos del suelo

En el suelo pueden existir diferentes tipos de hongos que causan daños evidentes en las plantas de fresa y sus frutos, algunos de estos se presentan a continuación:

*Fusarium sp.*, *Phytophthora sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Rhizopus sp.*, *Pythium sp.*, *Cladosporium sp.*, *Alternaria sp.* y *Penicillium sp.*, estos hongos afectan a la planta desde su sistema radical hasta la zona cortical del cuello dando lugar a podredumbres.

*Rhizopus sp.*, *Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.*, *Sclerotinia sp.*, *Penicillium expansum*; afectan a los frutos después de ser cosechados, por lo que es conveniente almacenarlos a bajas temperaturas lo antes posible. (INFOAGRO, 2018).

**Control.** El control para este grupo de hongos es muy complejo, por ello se deben de evitar plantaciones en terrenos mal drenados, arcillosos o en los que hayan sido cultivados con un huésped susceptible a estos patógenos (INFOAGRO, 2018).

## Calidad de la fresa

El término calidad se define como la ausencia de defectos o el grado de excelencia de un producto (Shewfelt, 1999). En general, la calidad de frutos comprende diferentes atributos sensoriales (apariencia, textura, sabor, aroma) sustancias bioactivas, nutrimentos esenciales (proteínas, minerales, vitaminas); en caso de la fresa los atributos de calidad más apreciados para su consumo en fresco son: su grado de madurez, el color y el tamaño (Schreiner *et al.*, 2000).

Existen normas establecidas para cada tamaño. Estas medidas y nombres de calidad cambian dependiendo de la empresa comercializadora y según el mercado al que vaya dirigido (INTAGRI, 2018).

En el cuadro siguiente INTAGRI hace una clasificación general del tamaño de las fresas según la NMX-FF-062-SCFI-2002, para hacer una correcta selección por tamaño (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Clasificación de la fresa por tamaño

<b>Categoría</b>	<b>Diámetro</b>
Extragrande	>40mm
Grande	35-40mm
Mediana	30-35mm
Pequeña	25-30mm

**Fuente:** Elaborado por INTAGRI.

Las Normas Oficiales Mexicanas recomiendan, que de acuerdo a los atributos de calidad necesarios para el fruto de fresa en fresco con respecto a su madurez, color y tamaño, los frutos se clasifican en las siguientes categorías según la norma NMX-FF-062-SCFI-2002.

### **Madurez**

Es el punto en el cual la fresa ha alcanzado el óptimo tamaño físico y ha acumulado los suficientes nutrimentos para que, una vez cosechada continúe su proceso de maduración y pueda alcanzar su madurez de consumo (NMX-FF-062-SCFI-2002).

**Extra (México 1).** Las fresas de este grado deben ser de calidad superior y presentar la forma y desarrollo típicos o propios de la variedad. Deben ser uniformes en cuanto a la coloración y tamaño. No deben tener defectos (NMX-FF-062-SCFI-2002).

**Primera (México 2).** Las fresas de esta categoría deben presentar la forma, desarrollo y coloración típicos o propios de la variedad. Se permiten los siguientes defectos leves, siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, conservación y presentación en el envase (NMX-FF-062-SCFI-2002).

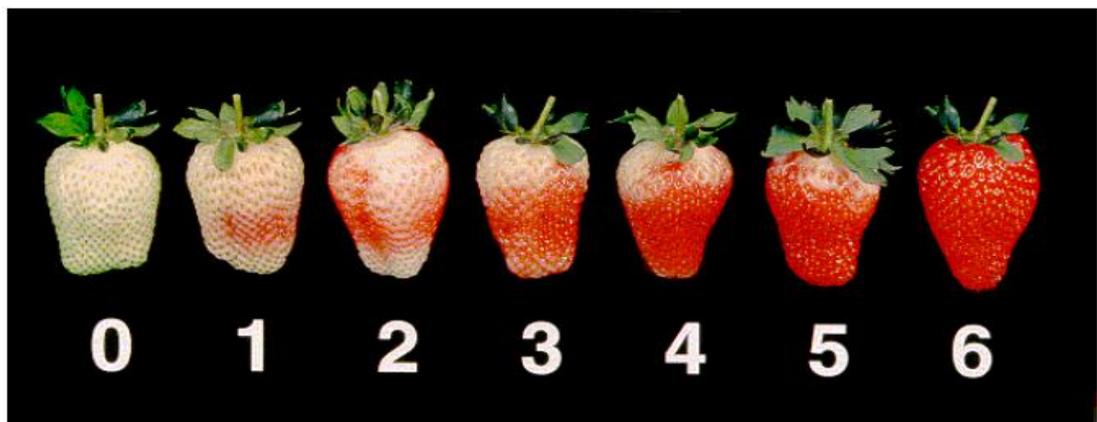
**Segunda (México 3).** Esta categoría comprende las fresas que no pueden clasificarse en las categorías superiores (NMX-FF-062-SCFI-2002).

### Color

Las fresas se cosechan cuando presenten más del 50% de su superficie un color rojo tenue o rosa, siempre considerando los requisitos del mercado de destino. Deben cumplir con las características de forma, coloración, desarrollo y madurez del tipo de variedad (NMX-FF-062-SCFI-2002)

A continuación, se muestra en la (Figura 1), los diferentes tonos de coloración que presentan las fresas y dependiendo el mercado, se selecciona el porcentaje requerido.

**Figura 1. Color de los estados de maduración de la fresa.**



Los estados para describir el color se presentan en la (Figura 1), en la que se observa:

El estado (0), se refiere a frutos de color blanco verdoso bien desarrollado, a este estado se le conoce como madurez fisiológica.

En el estado (1), el fruto es aún de color blanco verdoso, con algunas áreas de color rosa en la zona apical.

Estado (2) se incrementa el área de color rojo intenso en la zona apical.

Estado (3) el color rojo puro cubre hasta la zona media del fruto y la zona de cáliz presenta visos rosados.

Estado (4) aumenta el área de color rojo intenso hacia el cáliz.

Estado (5) el color rojo intenso aumenta y empieza a cubrir la zona del cáliz.

Estado (6) el color rojo intenso cubre todo el fruto (NMX-FF-062-SCFI-2002).

## **Tamaño**

El tamaño de la fresa va a depender de la variedad de la planta, independientemente de esto, para estar dentro de los parámetros establecido por las normas mexicanas se requiere un tamaño idóneo (NMX-FF-062-SCFI-2002).

**Categoría extra.** (10%) en número de fresas que no satisfagan las exigencias respecto al tamaño, siempre que se ajuste al tamaño inmediatamente inferior o superior (NMX-FF-062-SCFI-2002), presentarán las características que sean propias de la variedad a la que pertenezcan.

**Categoría primera y categoría segunda.** (10%) en número de fresas que no satisfagan las exigencias respecto a los tamaños, siempre y cuando se ajusten al tamaño inmediato inferior (NMX-FF-062-SCFI-2002), presentarán las características de coloración y forma que sean propias de la variedad a la que pertenezcan.

**De pudrición.** Para las especificaciones físicas y de defectos en los distintos grados de calidad, y son permisibles solamente antes del envasado final (NMX-FF-062-

SCFI-2002), las que no puedan clasificarse en las categorías superiores pero que cumplan los requisitos mínimos arriba establecidos.

Otros aspectos que se toman en cuenta para la calidad de la fruta son los físico-químicos, como los grados Brix (SST), acidez titulable y pH. Los sólidos solubles (°BRIX) tienen una relación directa con la formación de fructosa, glucosa y sacarosa en los frutos, por lo que indican la acumulación de azúcares en las fresas (Resende *et, al.*, 2010).

El rango permitido de Grados Brix es de 7°BRIX como mínimo y 12 °BRIX como máximo, (Roudeillac *et, al.*, 2004):

## ***Trichoderma***

*Trichoderma spp.*, es un hongo perteneciente al género de los imperfectos, subdivisión Deuteromicetes, que se caracteriza por no presentar un estado sexual determinado. La aplicación de *Trichoderma spp.*, en el cultivo de fresa mejora notablemente su crecimiento y desarrollo al influir en diferentes variables fisiológicas, como germinación, área foliar, peso seco y fresco de la raíz, así como su longitud y en cuanto a la producción ayuda a aumentar el vigor, cantidad y calidad de los frutos por planta (Páez, 2006).

Es un hongo anaeróbico facultativo que naturalmente se encuentra en el suelo en poblaciones representativas. El hongo se encuentra muy distribuido en el mundo y naturalmente se presenta en diferentes hábitats, especialmente los que contienen una buena cantidad de materia orgánica o desechos vegetales en descomposición. Su desarrollo se ve favorecido por la presencia de altas densidades de raíces, las cuales son colonizadas rápidamente por estos microorganismos (EC-ORGANICS 2008).

Uno de los mecanismos interesantes del hongo *Trichoderma* es tomar los nutrientes de los hongos, los cuales degrada y de materiales orgánicos ayudando a su descomposición, por lo cual las incorporaciones de materia orgánica y compostaje lo favorecen; también requiere de humedad para poder germinar, la velocidad de crecimiento de este microorganismo es bastante alta, por esto es capaz de establecerse en el suelo y controlar enfermedades; probablemente sea el hongo beneficioso más versátil y polifacético que abunda en los suelos (EC-ORGANICS 2008).

## **Clasificación Taxonómica**

La clasificación taxonómica del hongo *Trichoderma spp.* es la siguiente (Martínez, 2007):

Súper Reino: Eucariota

Reino: Fungí

División: *Ascomycota*

Subdivisión: *Pezizomycotina*

Clase: *Sordariomycetes*

Orden: *Hypocreales*

Familia: *Hypocreaceae*

Género: *Trichoderma*

Especie: *spp.*

## **Descripción**

El hongo *Trichoderma spp.* se describe de la siguiente manera (Rivas, 2001):

**Colonias:** Esta especie forma colonias flojas o compactas, pudiendo presentarse numerosas variaciones entre estos dos extremos; pueden presentarse estas características sobre una misma colonia; la compactación de colonias está relacionada con la estructura de los conidióforos.

**Micelio:** El micelio se encuentra constituido por hifas hialinas, septadas de paredes lisas y con abundante ramificación.

**Clamidosporas:** Están presentes en muchas especies, siendo intercalares u ocasionalmente terminales o se desarrollan sobre una ramificación lateral de una hifa corta, globosa o elipsoidal, incolora y de pared lisa.

**Conidióforos:** Estos son cónicos o piramidales poseen una estructura compleja, caracterizada por una abundante ramificación lateral corta, individualmente o en grupos de tres, otros se colocan hacia afuera, alejados de las ramificaciones laterales. **Esporas:** Son fialosporas producidas individualmente o sucesivamente acumuladas en el ápice, conformando una cabeza de esporas cuyo diámetro es inferior a 15  $\mu\text{m}$ , raramente pueden estar en cadenas cortas; pueden ser lisas o de pared rugosa, hialinas o verde amarillentas a verde oscuras; a veces con apariencia angular, ocasionalmente truncada en su base.

El uso del hongo *Trichoderma* en el cultivo de fresa ayuda a incrementar su potencial de rendimiento aumentando el vigor de la planta, cantidad de frutos por planta y de mejor calidad. (Marusia, 1999).

Otro efecto positivo al utilizar el hongo *Trichoderma* es que posee cualidades para el control de enfermedades en el cultivo (Benítez, 2001).

## **Mecanismos de acción**

El hongo *Trichoderma* actúa por medio de una combinación de competencia por nutrientes, producción de metabolitos anti fúngicos y enzimas hidrolíticas y micro parasitismo, además de producir sustancias promotoras de crecimiento de las plantas, este mismo hongo coloniza las semillas y protege las plántulas en la fase de post-emergente de patógenos fúngicos, la aplicación directa al suelo ofrece incluso una protección mayor a los cultivos (Martínez, 2007).

Se ha demostrado que el hongo *Trichoderma* ha tenido una evolución en los últimos años, ya que se ha utilizado como antagonista de algunos fitopatógenos, y

como control biológico, inoculante agrícola y mejorador de suelos, además de otros usos para ayudar a incrementar la cobertura de la raíz de la planta y ayudar con ello a la absorción de nutrientes con mayor facilidad y verse reflejado en su rendimiento y calidad de frutos (Martínez, 2007).

Se comprobó que *Trichoderma* produce sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo de las plantas que actúan como catalizadores de los tejidos meristemáticos primarios, lo que acelera la reproducción celular, logrando que las tratadas alcancen un desarrollo más rápido que las no tratadas con dichos microorganismos (Páez, 2006).

En Colombia, se demuestra que el efecto de los diferentes tratamientos aplicados con el hongo *Trichoderma spp.* y *Trichoderma spp.* más micorriza presentan los mayores valores en cuanto al peso fresco de la raíz, por lo que afirma que la adquisición de nutrientes minerales esenciales para el óptimo desarrollo de la planta se hace más evidente en la presencia de estos organismos (Galindo 2010).

Los tratamientos con micorriza, micorriza mas *Trichoderma spp.* y *Trichoderma spp.*, fueron significativamente mayores a los tratamientos químicos por lo que se concluye que el *Trichoderma spp* influye positivamente sobre la planta de fresa gracias a que al ser un hongo avirulento, hace que la planta reaccione activando todos sus mecanismos de defensa mediante una resistencia sistémica inducida (Galindo, 2010).

En Cuba se hizo una evaluación con el objetivo de medir las variables de plántulas de cebolla mediante la aplicación de *Trichoderma harzianum* encontrando que las alturas de las plántulas son de mayor valor en cuanto al testigo, el número de hojas por plántula, igual es mayor por lo que es un variable de gran importancia notando que existe diferencia significativa entre tratamientos (Liriano 2015).

concluyendo que la aplicación de *Trichoderma harzianum* favorece la producción de plántula de cebolla con mayor calidad, expresada en variables altura, número de hojas, diámetro del falso tallo, longitud radical, así como en la masa fresca y seca del sistema radical y del área foliar (Liriano 2015).

En Ecuador se evaluó el efecto del uso de *Trichoderma harzianum*, sobre el control de la enfermedad *DAMPING OFF* obteniendo como resultado que en el número de frutos, y número de estolones se destacaron los tratamientos de *Trichoderma* de 1.000 – 500 – 1.500 y 2.000 cc/ha, deduciendo que la aplicación de *Trichoderma* estimula el crecimiento de la plantas al atribuirse al control de fitopatógenos menores, a la producción de hormonas, producción de vitaminas, y conversión de nutrientes en el suelo.

Para los valores de peso y rendimiento de frutos de la fresa, el mayor promedio lo obtuvo *Trichoderma* con la dosis de 1.000 cc/ha, con un promedio de 1,19 kg/planta dando un total de 77.350,00 kg/ha como mayor valor. Estos resultados se atribuyen gracias a que aumenta la capacidad de captura de nutrientes y de humedad, así como mejora rendimientos en condiciones de estrés hídrico (LABIOTEC, 2009).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Ubicación del área experimental**

El ensayo se realizó durante el periodo octubre de 2016 a junio de 2017 en las instalaciones de la Universidad Autónoma de Baja California – Facultad de Ingeniería y Negocios San Quintín, bajo condiciones de invernadero tipo cenital, utilizando un sistema de fertirriego semiautomático, el área de estudio se ubica en San Quintín, Ensenada, Baja California, a 30°33'37" latitud norte del meridiano de Greenwich, con altitud de 115°56'33" y a 28 msnm, con un clima cálido-seco con ligeras lluvias en otoño-invierno, su temperatura media anual es de 24°C (mapa google 2017, INEGI).

### **Material genético empleado**

Plantas de fresa (*Fragaria spp. L.*) de la variedad de San Andreas, la cual es una de las variedades que se establecen en el Valle de San Quintín para su producción comercial.

### **Insumo aplicado**

Esporas del hongo *Trichoderma spp.* (TRICHO-BERRY)

### **Tratamientos**

Se diseñaron cuatro tratamientos, cada tratamiento con cuatro repeticiones de 7 plantas cada una, teniendo 28 plantas por tratamiento y así mismo dando un total de 112 plantas, las cuales fueron las unidades experimentales que se evaluaron.

La cantidad de tratamientos se determinó de acuerdo a las diferentes concentraciones de Trichoderma utilizadas, como se muestra en el (Cuadro 10):

**Cuadro 10. Concentraciones de Trichoderma por tratamiento a evaluar**

<b>Numero de tratamiento</b>	<b>Concentración</b>	<b>Insumo</b>
Tratamiento 1	0.75 Kg/ha	<i>Trichoderma</i>
Tratamiento 2	1 Kg/ha	<i>Trichoderma</i>
Tratamiento 3	1.5 Kg/ha	<i>Trichoderma</i>
Tratamiento 4	Testigo	-

### **Variables medidas**

Número de frutos por planta, Peso promedio del fruto, Diámetro polar, Diámetro ecuatorial y Grados Brix.

### **Manejo del cultivo**

#### **Preparación del terreno**

Las labores de preparación se hicieron de manera, procediendo al deshierbe con azadón, así como también a la formación del surco.

El lote experimental consto de una superficie de 228 metros cuadrados divididos en 6 bloques, la unidad experimental útil fue un surco de 23 metros de largo por 0.40 metros de ancho.

## **Acolchado**

Esta labor se realizó de manera manual. El plástico utilizado fue de calibre 90 en color negro-plata, siendo colocado, de tal forma que cubriera el total de la camas, con perforaciones a cada veinte centímetros; el color negro quedó expuesto en la parte de arriba y el plata en la interna, de este modo la planta se mantiene fresca en la parte externa e interna, y disminuye la presencia de maleza en el cultivo.

## **Acondicionamiento y desinfección de plantas**

El material genético fue cedido por una empresa productora de Berryes en el Valle de San Quintín (BerryMex), mismo que estaba listo para su trasplante.

## **Trasplante**

Una vez lista la cama, el material genético fue trasplantado de manera manual y colocado a una distancia entre cada planta de veinte centímetros, en forma de zigzag, dando como resultado 112 plantas en el total de la unidad experimental.

## **Sistemas de riego por goteo**

A partir del trasplante los riegos se realizaron cada cinco días durante los primeros 30 días y posteriormente cada tres o cuatro días. Al tener un sistema de fertirriego semiautomático en el área experimental, solo se procedió a la colocación de una cintilla con un calibre de seis milímetros de grosor, en la parte media de la cama y después fue conectada al sistema. La fertilización utilizada fue en base a los requerimientos de cada etapa vegetativa del cultivo utilizando como Macronutrientes principalmente; N, P, K y también en menor cantidad diferentes micronutrientes.

## **Control de malezas y de enfermedades.**

Respecto a la maleza no se tuvo ningún problema, debido a que el tipo acolchado nos ayudó a la disminución de estas. De igual manera durante todo el ciclo de producción el cultivo se mantuvo libre de enfermedades, a pesar de que no se le aplicó ningún producto químico preventivo.

## **Dosis y método de aplicación**

Se utilizaron dosis de; 0.75 Kg/ha de Trichoderma, 1.0 Kg/ha de Trichoderma, 1.550 Kg/ha de Trichoderma. Los tratamientos fueron 1, 2, y 3 respectivamente, el tratamiento 4 se utilizó como testigo. Las aplicaciones de cada uno de los tratamientos se realizaron durante todo el desarrollo fenológico de la planta desde quince días después de haber realizado el trasplante hacia el lote experimental, hasta el fin de la última cosecha. La concentración de cada uno de los tratamientos se disolvió en diez litros de agua y se aplicaron 250 ml a cada planta, esta aplicación se realizó de manera manual dirigida directamente a la raíz.

## **Cosechas y toma de Datos**

Las cosechas se realizaron dos veces por semana de manera manual y de acuerdo a la maduración del fruto, siendo, la primera cosecha a los 90 días después del trasplante y la última, la segunda semana del mes de mayo, teniendo un total de 20 cosechas durante el ciclo de producción.

En cada corte (cosecha) se procedía a la toma de datos de cada una de las variables seleccionadas. La toma de datos se realizó con la ayuda de una balanza, un Vernier, un refractómetro y agua destilada para lavar el prisma de este instrumento.

Las variables que se midieron durante la toma de datos fueron las siguientes:

- Numero de frutos por planta
- Peso promedio del fruto
- Diámetro polar
- Diámetro ecuatorial
- Grados Brix

Los resultados obtenidos se analizaron estadísticamente de acuerdo a Steel and Torrie 1985.

### **Modelo estadístico empleado**

Se utilizó el modelo estadístico de bloques al azar asociado al diseño:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

Donde:

$i=1, 2,3\dots$ tratamientos y  $j=1, 2,3\dots$ repeticiones

$Y_{ij}$ = variable de respuesta en la  $j$ -ésima repetición del  $i$ -ésimo tratamiento

$\mu$ = media general

$T_i$ =efecto del tratamiento  $i$

$\xi_{ij}$ = error aleatorio

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, se efectuó el análisis de varianza (ANDEVA) para las siguientes variables:

Número de frutos por planta, peso promedio del fruto por planta, diámetro polar del fruto, diámetro ecuatorial y Grados Brix, utilizando los datos contenidos en el cuadro 10 para determinar si existe diferencia significativa o no entre los tratamientos y bloques.

### Número de frutos por planta

En el (Cuadro 11) se muestra el análisis de varianza en cuanto al número de frutos, resultado de la evaluación de un sistema de producción del cultivo de fresa con aplicación de diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.*

**Cuadro 11. Análisis de varianza de número de frutos**

ANÁLISIS DE VARIANZA					
FV	GI	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	181.18	60.39	0.4059 NS	0.755
Bloques	3	78.68	26.22	0.1763 NS	0.909
Σξ	9	1339.06	148.78		
Total	15	1598.93			

**C.V= 16.93 %**

**Donde:**

**NS= No significativo**

De acuerdo a los datos que se observan se puede apreciar que en el análisis de varianza (ANDEVA), no arroja diferencia significativa entre tratamientos, por otra parte se puede notar que el coeficiente de variación es de (16.93%) y se encuentra dentro del rango aceptado, lo que indica que la investigación fue manejada adecuadamente

A continuación en el (Cuadro 12) se presenta la prueba de medias en la cual se muestra que existe una diferencia entre los tratamientos.

**Cuadro 12. Prueba de medias de la variable número de frutos por planta**

TABLA DE MEDIAS	
Tratamiento	Media
1	77.00 A
2	72.00 AB
3	71.75 AB
4	67.50 B

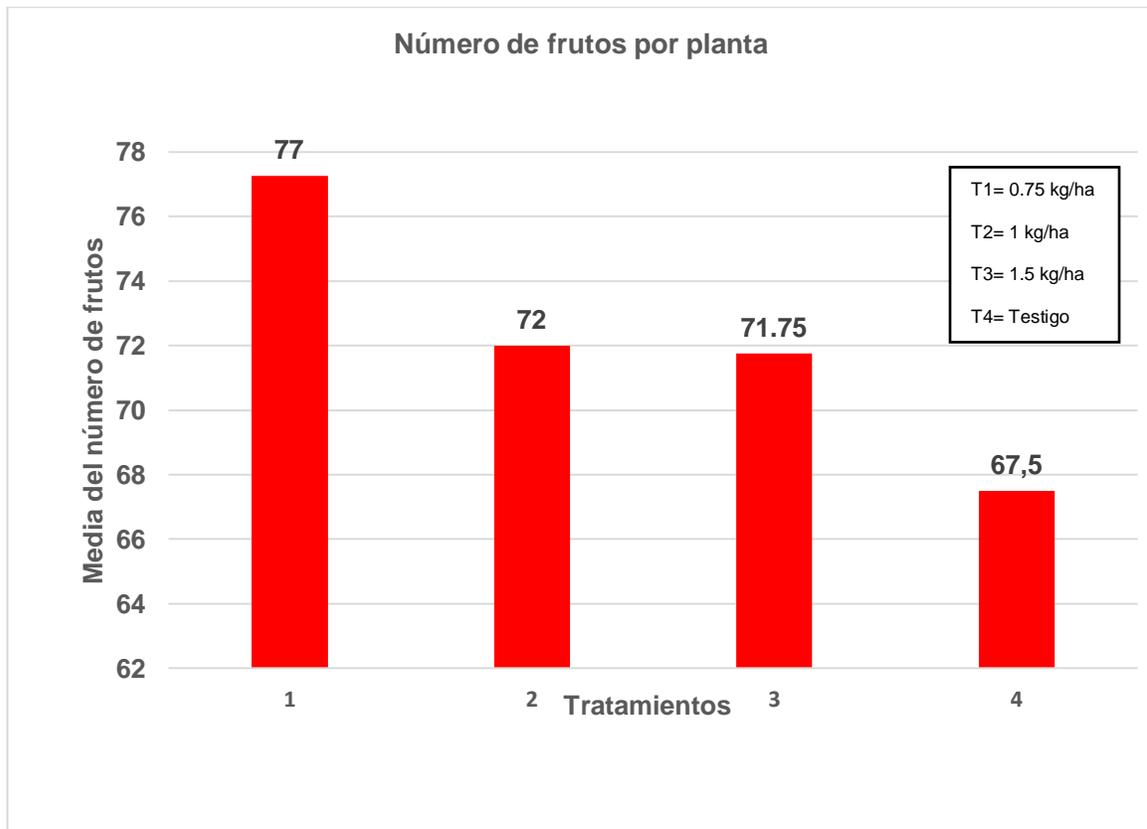
Se puede notar que el tratamiento uno tuvo la mayor cantidad de frutos (77) seguido de los tratamientos dos y tres con 72 y 71.75 respectivamente y finalmente se muestra que el tratamiento cuatro tuvo la menor cantidad de frutos con 67.50.

En los resultados arrojados estadísticamente mediante el análisis de varianza no se encontraron valores significativos de F calculada en relación con F tabulada entre tratamientos. Sin embargo tomando en cuenta la prueba de medias podemos notar que el tratamiento uno que fue de 0.75 kg/ha del hongo *Trichoderma spp.* Arrojo la mayor cantidad de frutos con un total de 77 en relación con el testigo que tuvo un rendimiento de 67.5 frutos.

Rodrigo Liriano realizó una investigación en Cuba, donde evaluó la variable de número de hojas de la plántula de cebolla utilizando como insumo al hongo *Trichoderma harzianum* encontrando que este hongo favorece a la altura y número de hojas en la plántula.

Así mismo se presenta de manera gráfica el comportamiento de los diferentes tratamientos en cuanto a los frutos obtenidos (Gráfica 3).

**Gráfica 3. Medias del número de frutos por planta**



### **Peso promedio del fruto gr**

El (Cuadro 13) muestra el análisis de varianza con datos del peso promedio del fruto, los cuales se obtuvieron durante la evaluación en un sistema de producción usando diferentes concentraciones del hongo *Trichoderma spp.*

**Cuadro 13. Análisis de varianza del peso promedio del fruto**

<b>ANALISIS DE VARIANZA</b>					
<b>FV</b>	<b>GI</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Ft</b>
Tratamientos	3	11.271	3.757	1.51*	0.275
Bloques	3	1.719	0.573	0.23 NS	0.872
ξξ	9	22.283	2.475		
Total	15	35.274			

**CV= 7.91%**

**Donde:**

**\*= Probabilidad del 95%**

**NS= No significativo**

Se aprecia que el análisis de varianza (ANDEVA) arroja que si existe una diferencia significativa con un (95%) de probabilidad, entre tratamientos para la variable de peso promedio del fruto, por otra parte se observa que el coeficiente de variación obtenido es de (7.91%), lo que indica que la investigación fue manejada adecuadamente ya que el rango aceptable es entre el (1-15%).

A continuación en el (Cuadro 14) se muestra la prueba de medias la cual arroja que existen diferencias de peso del fruto entre los diferentes tratamientos.

**Cuadro 14. Prueba de medias de la variable peso promedio del fruto**

<b>TABLA DE MEDIAS</b>	
<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>
1	19.34 AB
2	21.28 A
3	19.12 AB
4	19.78 AB

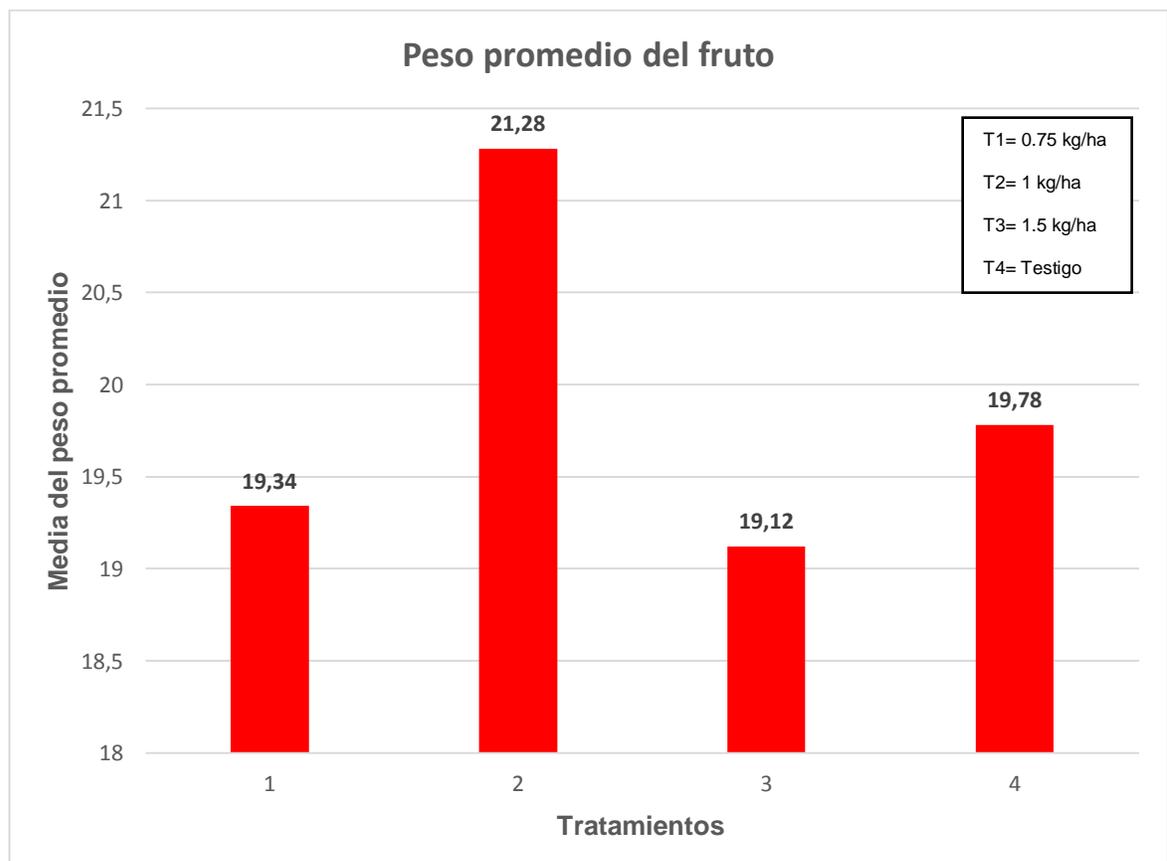
Se observa que en la prueba de medias también existen diferencias en cuanto al peso promedio del fruto siendo el tratamiento dos el más alto con 21.28 g, siguiéndole los tratamientos cuatro y uno con 19.78 g y 19.34 g respectivamente y en último lugar se encuentra el tratamiento tres, siendo el más bajo con 19.12 g.

En los resultados arrojados estadísticamente mediante el análisis de varianza se demuestra que si existe una diferencia significativa con un 95% de probabilidad entre tratamientos. Y tomando en cuenta la prueba de medias podemos notar que el tratamiento dos (.75 kg/ha del hongo *Trichoderma spp.*) tuvo el mayor peso con 21.28 g promedio en relación con el testigo que tuvo un promedio de 19.78 g

Omar Galindo realizo una investigación en Colombia con tratamientos de *Micorriza* más *Trichoderma spp* en la cual evaluó el peso fresco de la raíz del tomate, teniendo como resultados que este tratamiento presenta mayores valores de peso fresco en relación al testigo.

Para tener una mejor visión de la diferencia que arrojó la prueba de medias entre tratamientos, a continuación se presentan los datos en la (Gráfica 4).

**Gráfica 4. Medias del peso promedio del fruto por planta**



### Diámetro polar del fruto cm

El (Cuadro 15) muestra los datos del análisis de varianza de la variable diámetro polar del fruto, con el cual se muestra si hay o no diferencia significativa.

**Cuadro 15. Análisis de varianza del diámetro polar del fruto**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GI	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	0.015	30.005	0.129 NS	0.940
Bloques	3	0.025	0.008	0.2214 NS	0.884
ξξ	9	0.349	0.038		
Total	15	0.390			

**C.V= 4.46%**

**Donde:**

**NS= No significativo**

En el análisis de varianza (ANDEVA) se puede observar que no existe una diferencia significativa entre tratamientos para la variable de diámetro polar, por otro lado observamos que se tiene un coeficiente de variación de (4.46%), lo que nos indica que la investigación fue elaborada adecuadamente, debido a que el rango aceptable es entre (1-15%).

Se muestran en el (Cuadro 16) datos de la prueba de medias los cuales arrojan que existe una mínima diferencia en cuanto al diámetro polar de los frutos, con los distintos tratamientos.

**Cuadro 16. Prueba de medias de la variable diámetro polar del fruto**

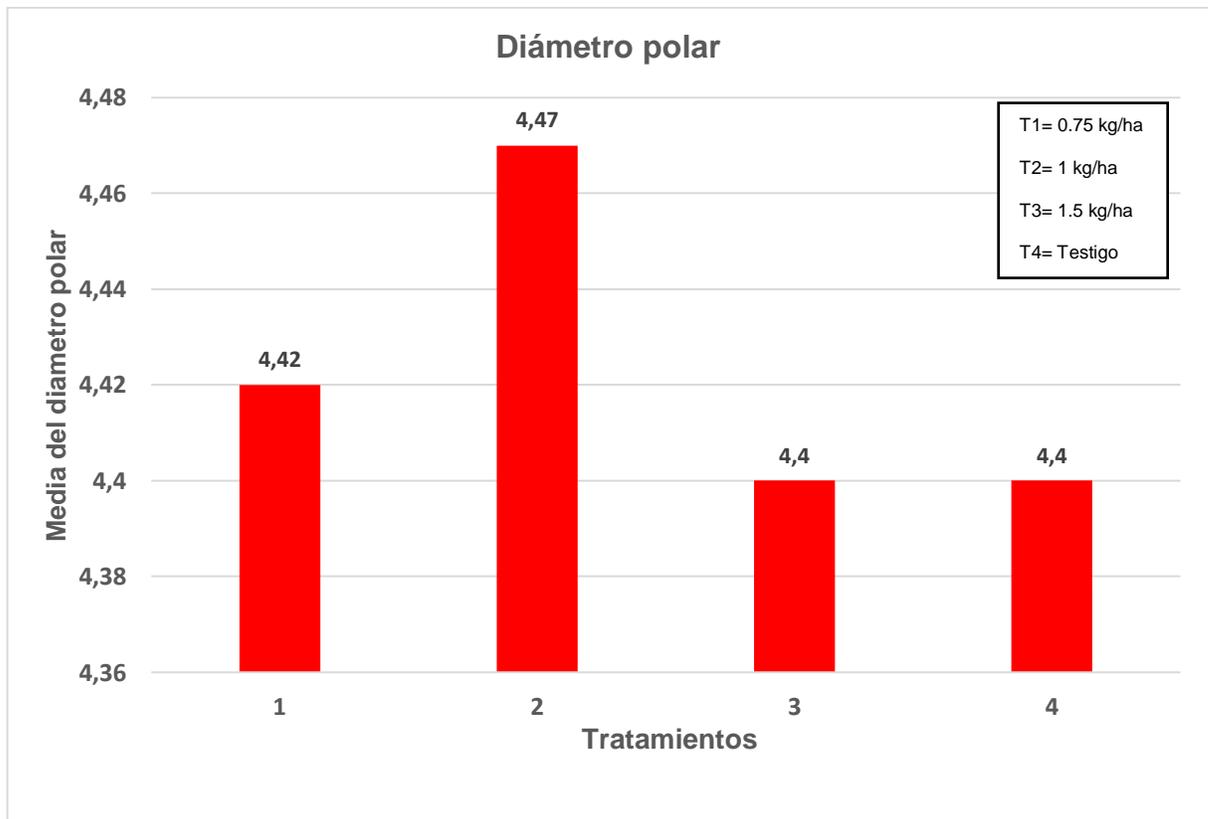
TABLA DE MEDIAS	
Tratamiento	Media
1	4.42 A
2	4.47 A
3	4.40 A
4	4.40 A

Se muestra que existe una mínima diferencia entre tratamientos, siendo el tratamiento dos el más alto con 4.47 cm, el tratamiento uno es el segundo con 4.42 cm y el tratamiento tres y cuatro se encuentran en último lugar al compartir las mismas medidas 4.40 cm.

En los resultados obtenidos estadísticamente mediante el análisis de varianza no se encontraron valores significativos de F calculada en relación con F tabulada entre tratamientos. Sin embargo tomando en cuenta la prueba de medias podemos notar que el tratamiento dos que fue de 1.0 kg/ha del hongo *Trichoderma spp.* arrojó el mayor diámetro con 4.42 en relación con el testigo que tuvo un diámetro de 4.40 cm.

Los datos de diámetro polar antes mencionados se muestran en la (Gráfica 5).

**Gráfica 5. Medias del diámetro polar del fruto**



### Diámetro ecuatorial del fruto cm

El (Cuadro 17) nos muestra los datos obtenidos durante el análisis de varianza de la variable diámetro ecuatorial del fruto, con los cuales se va a concluir si hay diferencia o no entre los tratamientos.

**Cuadro 17. Análisis de varianza del diámetro ecuatorial del fruto**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GI	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	0.041	0.013	1.77*	0.221
Bloques	3	0.031	0.010	1.35*	0.318
ξξ	9	0.070	0.007		
Total	15	0.144			

**CV= 2.52%**

**\*= Probabilidad del 95%**

Así mismo se observa que existen diferencias significativas, con una probabilidad del (95%) entre tratamientos para la variable de diámetro ecuatorial, por otro lado observamos que se tiene un coeficiente de variación de (2.52%), lo que nos arroja que la investigación fue elaborada adecuadamente, debido a que el rango aceptable es entre (1-15%).

A continuación se muestran en el (Cuadro 18) datos de la prueba de medias los cuales arrojan que existe una diferencia en cuanto al diámetro ecuatorial de los frutos, entre los distintos tratamientos.

**Cuadro 18. Prueba de medias de la variable diámetro ecuatorial del fruto**

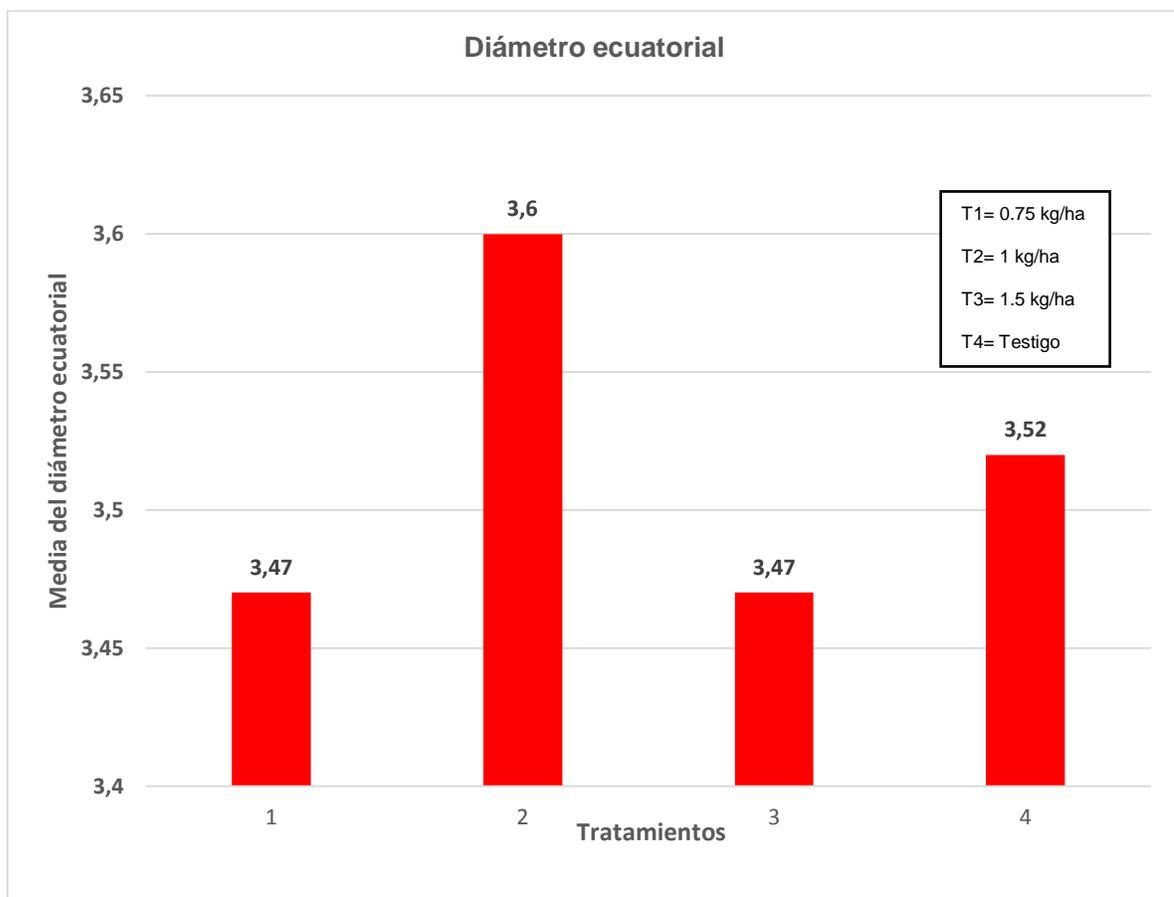
TABLA DE MEDIAS	
Tratamiento	Media
1	3.47 A
2	3.60 A
3	3.47 A
4	3.52 A

En el (Cuadro 18) se muestra que existe una mínima diferencia entre tratamientos, siendo el tratamiento dos el más alto con 3.60 cm, siguiendo el tratamiento cuatro con 3.52 cm, y en último lugar están los tratamientos uno y tres con 3.47 cm cada uno.

En los resultados arrojados estadísticamente mediante el análisis de varianza se puede notar que si existe una diferencia significativa con un 95% de probabilidad entre tratamientos. Y tomando en cuenta la prueba de medias podemos notar que el tratamiento dos (.75 kg/ha del hongo *Trichoderma spp.*) tuvo el mayor diámetro con 3.6 cm promedio en relación con el testigo que tuvo un promedio de 3.52 cm.

Los datos de diámetro antes mencionados, se muestran en la (Grafica 6):

**Gráfica 6. Medias del diámetro ecuatorial del fruto**



## GRADOS BRIX

Los datos obtenidos de la variable Grados Brix se encuentran plasmados en el (Cuadro 19), con los cuales se tomara un punto de vista de acuerdo a la existencia o no de diferencias.

**Cuadro 19. Análisis de varianza de los Grados Brix del fruto**

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GI	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	5.916	1.9722	2967.48**	0.000
Bloques	3	0.001	0.0004	0.734	0.559
ξξ	9	0.005	0.0006		
Total	15	5.924			

**CV= 0.32%**

**\*\*= Altamente significativo**

De acuerdo a los datos que se observados se aprecia en análisis de varianza (ANDEVA), que si existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, por otra parte se observa que el coeficiente de variación es de (0.32%), lo que indica que la investigación fue manejada adecuadamente debido a que el rango de aceptación es de entre (1-15%).

A continuación en el (Cuadro 20) se presenta la prueba de medias en la cual se muestra que si existe una diferencia entre cada uno de los tratamientos.

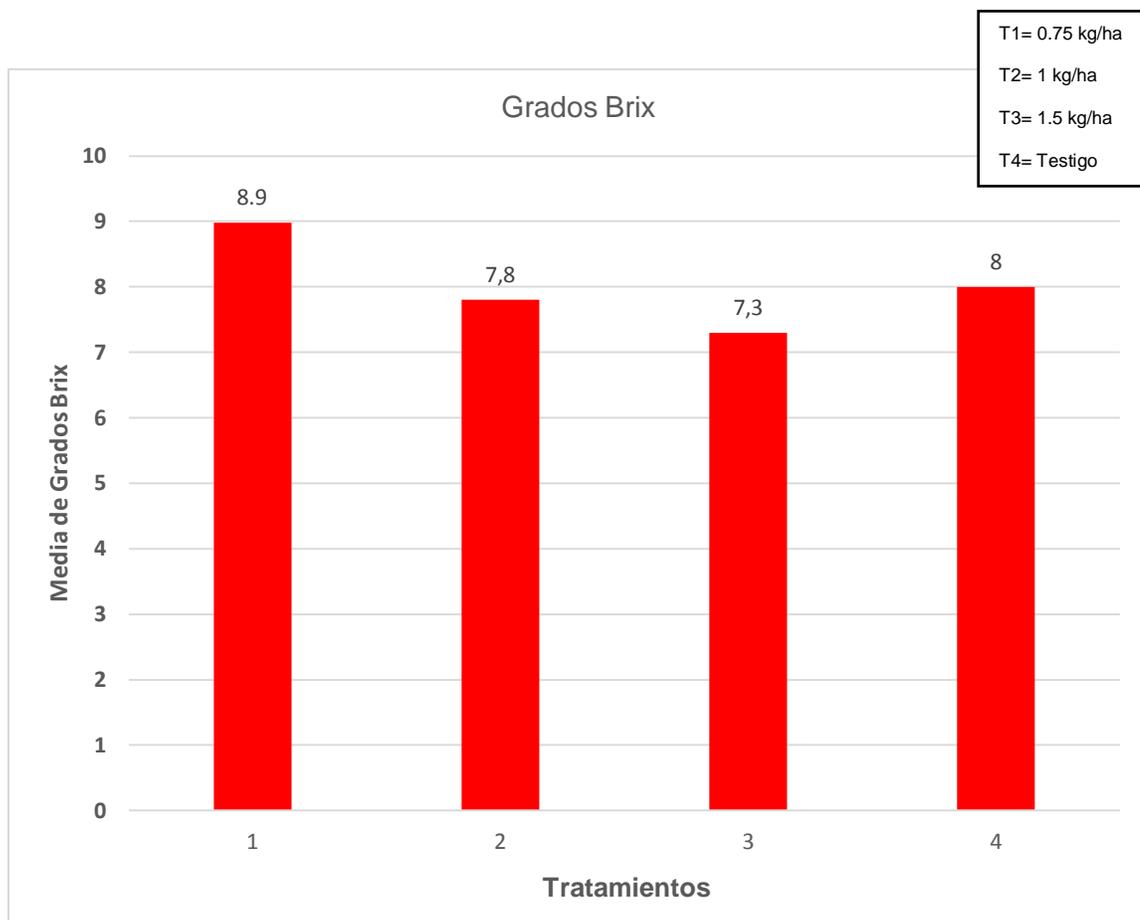
**Cuadro 20. Prueba de medias de la variable grados Brix**

TABLA DE MEDIAS	
Tratamiento	Media
1	8.9 A
2	7.8 AB
3	7.3 B
4	8.0 AB

Los resultados de prueba de medias indican que el tratamiento uno (0.75 kg/ha) el más alto, superando al testigo con 8.9 Grados BRIX, seguido de los tratamientos dos con 7.8 Grados BRIX y en último lugar el tratamiento tres con un rango con 7.3 Grados BRIX.

Los datos de Grados Brix antes mencionados, se muestran en la (Grafica 7).

**Gráfica 7. Medias de Grados BRIX**



## **CONCLUSIONES**

De acuerdo a los objetivos e hipótesis planteados en la presente investigación y con base a los resultados analizados se concluye lo siguiente:

En la variable peso promedio del fruto y diámetro ecuatorial se encontraron diferencias significativas, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

En la variable número de frutos por planta y diámetro polar del fruto, no existen diferencias estadísticamente significativas por lo cual se acepta la hipótesis nula.

En la variable Grados Brix, los análisis estadísticos arrojaron una diferencia altamente significativa, por lo cual se acepta la hipótesis Alternativa.

## LITERATURA CITADA

**Agrolibertad. 2010.** *Ficha Técnica para el Cultivo de la Fresa.*

<http://www.agrolibertad.gob.> (4, mayo, 2018).

**Albregts, E.E; Howard, C.M; Chandler, C. K. 1991.** Strawberries responses to K rateo n a fine sand soil. Hortscience 26: 135-138.

**Alsina, Luis.** Cultivo de fresas y Fresones, Tercera Edición, Editorial SINTES, S.A, Barcelona 2004.

**Angulo, R. 2009.** *Fresa.* Bogotá: Bayer CropScience S. A.

**ANGULO, Rafael. 2008.** "Mora" Cartilla técnica, Bayer CropScience S.A. Bogotá.

**Attra, 2006.** El cultivo de la fresa disponible en:

<http://www.attra.org/espanol/horticultura.html>. (3, abril, 2018).

**Baja California. 2017.** Gobierno del Estado <http://www.bajacalifornia.gob.mx> (5, abril, 2018).

**Benítez, T. Rincón, A.** Mecanismos de biocontrol de cepas de Trichoderma, 2001.

**CAMACHO, Fernando. 2009.** Proplantas. Información personal. Bogotá.

**Casierra-Posada, F., & Peña-Olmos, J., & Vargas-Martínez, A. 2011.** Propiedades Fisicoquímicas de Fresas (*Fragaria* sp) Cultivadas Bajo Filtros Foto selectivos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 64 (2), 6221-6228.

**CONAFRESA. 2007.** Plan Rector. Comité Nacional del Sistema de Producción de fresa [En línea] disponible: [http://conafresa.com/plan\\_rector.pdf](http://conafresa.com/plan_rector.pdf). (7, abril, 2018).

**Datos del mapa. 2017.** ©google, INEGI México.

**Dávalos, P. A. 2009.** Nuevas variedades de fresa y sistemas de plantación alternativos en "El Bajío". Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Celaya, Guanajuato, México, D. F. 24 pp.

**Dávalos, P. A.; Aguilar, G. R.; Jofre, A. E.; Hernández, A. R. y Vázquez, M. N. 2011.** Tecnología para sembrar viveros de fresa. Ríos, S. A. (Ed.). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). 1ª (Ed.). Celaya, Guanajuato, México, D. F. 153 pp.

**EC-ORGANICS. 2011.** Fitoprotector. (En línea). <http://ecorganics.com/fitoprotector.aspx>. (28, marzo, 2018).

**Galindo, O. 2010.** EFECTO DEL USO DE MICORRIZAS ARBUSCULARES Y DE *Trichoderma spp.* EN LA DINÁMICA DE LA PECA DE LA HOJA EN EL CULTIVO DELA FRESA (tesis de licenciatura). Universidad de ciencias aplicadas y ambientales U.D.C.A, Bogotá, Colombia.

**García-Gutiérrez, C., & González-Maldonado, M. 2010.** USO DE BIOINSECTICIDAS PARA EL CONTROL DE PLAGAS DE HORTALIZAS EN COMUNIDADES RURALES. *Ra Ximhai*, 6 (1), 17-22.

**Hancock, J. F. 1999.** Strawberries. CABI Publishings. Michigan. USDA.

**Hancock, J.F. 1999.** Strawberries. CAB International Publishing. New York, USA. 237p.

**ICAMEX, 2006.** Guía técnica para el cultivo de fresa, SAGARPA, México, 20 p

**INEGI. 2015.** México en cifras, Baja California (02). [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx). (26, enero, 2018)

**INFOAGRO. 2018.** El cultivo de la fresa. [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com) (20, Abril, 2018)

**INTAGRI. 2018.** Calidad de la fresa. [www.intagri.com](http://www.intagri.com) (16, mayo, 2018)

**Ingeniera agrícola. 2008.** La frutilla, manejo básico del cultivo. [En línea] disponible en <http://www.ingenieriaagricola.cl> (12, abril, 2018).

**Jiménez, Yolanda. 2008.** Integración de los Mercados Hortofrutí-colas entre México y los Estados Unidos. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California

**LABIOTEC, 2009.** *Trichoderma harzianum*. (en línea). Consultado: [http://www.iabiotec.com/trichod\\_ficha.htm](http://www.iabiotec.com/trichod_ficha.htm) (7, mayo, 2018).

**Liriano, R., B. H. 2015.** *Evaluación de microorganismos eficientes y trichoderma harzianum en la producción de plántulas de cebolla (allium cepa l.)*. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas, Cuba.

**M. Stefanova, A. Leiva, L. Larrinaga, M. F. Coronado. 1999.** Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* spp para el control de hongos fitopatógenos del suelo. La Habana, cuba: Instituto de Sanidad Vegetal

**Maas, J. L. 1998.** Compendium of strawberries diseases.2aed. American Phytopathological Society. St. Paul, MN, USDA

**Martínez, L. 2007.** Estandarización del proceso productivo de *Trichoderma* mediante fermentación bifásica a escala piloto. Tesis de grado. (En línea). <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis23.pdf> (16, marzo, 2018).

**Marusia Stefanova Nalimova. 1999.** Producción y aplicación de *Trichoderma* spp., como antagonista de hongos fitopatógenos. La Habana, Cuba: Instituto de Sanidad Vegetal.

**Mendieta, M., L. A. 2011.** *Distribución espacial de nutrimentos en la solución del suelo para la producción intensiva de fresa*. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México

**Menéndez-Valderrey, J. L.** “*Agrimonia euratoria* L.”. Asturnatura.com (En Línea). Núm.147, 30/09/07

**Moreno D. R. 1978.** Clasificación de pH del suelo contenido de sales y nutrientes asimilables. INIA. SARH, México.

**NMX-FF-062-SCFI-2002.** Productos alimenticios no industrializados para uso humano “Fruta fresca” Determinación de tamaño en base al diámetro ecuatorial. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de junio de 1982

- Ortega, M. 2013.** Manual del cultivo de fresa”. Estrategia Agropecuaria Tungurahua
- Páez, O.** Uso agrícola del Trichoderma. Horticultura Brasileira 22:1-2, 2006.
- Rivas, W. 2001.** Evaluación de Solarización y tres dosis de Trichoderma harzianum rifai para el control del Damping off, Fusarium sp, p Phytium spp, en lechuga (lactuca sativa). Tesis de grado ESPOCH, FRN.
- Rodríguez, M. J. M.; A. J. Rodríguez; y M. J. López. 1995.** “Evaluación de cinco cultivares comerciales de fresa en México”, *Revista Chapingo*. Vol. 1 No. 4.
- Rodríguez-Bautista, G.; Calderón, G.; Jaen, D. y Curiel, A. 2012.** Capacidad de propagación y calidad de planta de variedades mexicanas y extranjeras de fresa. México. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 18(1):113-123.
- Roudeillac, P. and K. Trajkovski. 2004.** Breeding for fruit quality and nutrition in strawberries. *Acta Hort. (ISHS)* 649: 55-59. SAS Institute. 2000. Statistical analysis system. Release 8.1. Cary, NC, USA.
- SAGARPA. 2017.** *Aumentan exportaciones de fresa “Hecho en México” 21.2 por ciento* [comunicado de prensa]. [www.gob.mx/sagarpa](http://www.gob.mx/sagarpa). (20, febrero, 2018).
- SAGARPA. 2017.** *Fresa, delicia mundial*. Recuperado de: [www.gob.mx/sagarpa](http://www.gob.mx/sagarpa). (23, abril, 2018).
- SAGARPA. 2017.** *Planeación Agrícola Nacional 2017-2030*. [www.gob.mx/sagarpa](http://www.gob.mx/sagarpa) (9, abril, 2018).
- Sánchez, R. G. 2008.** La red de valor fresa. Fundación Produce, Laser Impresores. 1ªEd. Morelia, Michoacán, México.
- Schreiner M., Huyskens K. S., Krumbein A., Schonhof I., Linked M. 2000.** Environmental effects on product quality. In: Shewfelt RL, Brückner B (eds) *Fruits and vegetables quality: An integrated view*. Technomic Publishing, Co., Lancaster, pp 85-94.

**Shewfelt R. L. 1999.** ¿What is quality? *Postharvest Biology and Technology*, 15:197-200.

**SIAP. 2016.** *Avance de Siembras y Cosechas Resúmen nacional por estado.* <http://infosiap.siap.gob.mx>. (5, abril, 2018).

**SIAP. 2017.** *Berries, frutillas, frutos rojos, bayas mexicanas... entre lo común y lo biológico.* <http://infosiap.siap.gob.mx>. (9, abril, 2018).

**Sistema de información agroalimentaria SIA.** Consejo nacional de producción, Dirección agrocomercial, Marzo 2013.

**Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. 1992.** Bioestadística: Principios y procedimientos. Ed. McGraw-Hill/Interamericana de México S.A. de C.V. Cap. 16 p. 384

**Vélez, F. 2014.** Manual técnico del cultivo de fresa bajo buenas prácticas agrícolas, Medellín, Colombia.

# ANEXOS

## Datos recabados en cada cosecha

DATOS DE COSECHAS: NÚMERO DE FRUTOS																						TOTAL
	22-ene	29-ene	03-feb	05-feb	09-feb	12-feb	17-feb	21-feb	26-feb	02-mar	09-mar	17-mar	24-mar	31-mar	06-abr	13-abr	18-abr	27-abr	03-may	09-may		
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	TODAS COSECHA	
TFR1	3	2	2	5	4	2	4	3	2	2	5	3	4	8	7	8	2	8	7	2	83	
TFR2	3	3	3	3	3	2	5	3	3	1	3	6	5	4	4	11	3	5	5	2	75	
TFR3	4	2	2	3	2	2	3	4	2	2	3	5	3	3	4	7	3	9	5	4	72	
TFR4	9	5	2	2	2	2	4	9	5	2	2	3	6	3	3	6	3	2	4	4	76	
TZR1	4	3	2	3	3	2	3	4	3	2	3	7	5	4	5	10	4	10	5	4	86	
TZR2	4	1	1	3	3	3	3	4	1	1	3	3	7	2	5	10	2	7	7	5	77	
TZR3	4	1	2	2	2	2	4	4	1	2	2	6	3	3	4	4	4	3	4	4	67	
TZR4	1	2	2	2	2	2	3	1	2	2	2	4	2	3	3	8	3	4	7	3	56	
T3R1	1	2	2	3	2	2	2	1	2	2	3	2	3	2	3	4	3	6	5	2	52	
T3R2	4	3	2	2	2	2	5	4	3	2	2	4	7	4	5	4	4	5	6	4	74	
T3R3	5	3	2	2	2	1	4	5	3	2	2	3	4	4	7	9	3	4	3	4	72	
T3R4	5	5	3	2	4	1	6	5	5	3	2	4	6	10	4	10	4	4	3	3	89	
T4R1	5	3	2	4	2	2	5	5	3	2	4	7	5	7	3	4	3	3	4	7	80	
T4R2	2	3	2	3	2	2	3	2	3	2	3	4	4	6	5	4	2	3	4	2	61	
T4R3	3	5	2	2	3	2	3	3	5	2	2	4	4	3	5	5	3	4	3	2	85	
T4R4	3	3	2	2	2	1	4	3	3	2	2	6	4	2	2	3	3	6	5	6	64	

DATOS DE COSECHAS: PESO PROMEDIO																						TOTAL	PPF
	22-ene	29-ene	03-feb	05-feb	09-feb	12-feb	17-feb	21-feb	26-feb	02-mar	09-mar	17-mar	24-mar	31-mar	06-abr	13-abr	18-abr	27-abr	03-may	09-may			
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	SUMA	PPF	
TFR1	62	68	70	71	63	35	49	52	56	38	112	87	93	212	170	150	35	87	101	47	1658	19.9759	
TFR2	85	71	89	88	63	32	36	65	55	23	76	86	104	118	63	175	80	62	97	37	1575	21	
TFR3	49	48	52	49	43	23	39	31	26	53	74	139	75	83	92	149	41	166	87	50	1440	20	
TFR4	51	55	59	44	43	27	58	123	56	38	92	109	106	64	40	105	80	31	50	48	1279	16.39744	
TZR1	58	60	63	56	55	28	39	62	45	60	100	168	154	114	124	132	64	172	69	86	1764	20.51163	
TZR2	65	59	63	61	58	52	55	59	33	30	36	74	148	64	112	169	33	113	132	59	1521	19.75325	
TZR3	49	51	59	69	43	39	53	64	27	34	60	162	169	73	113	65	102	70	65	58	1439	21.47761	
TZR4	46	49	52	53	41	54	58	49	56	60	51	130	66	92	68	129	48	86	120	48	1356	23.79331	
T3R1	42	51	55	59	38	28	60	15	28	62	74	43	103	46	56	90	47	81	74	30	1062	20.80769	
T3R2	40	54	59	53	33	33	49	66	55	38	47	108	106	122	98	64	57	86	87	54	1379	18.62594	
T3R3	39	48	50	5	35	17	69	104	63	43	80	97	77	100	152	153	47	76	38	59	1352	18.77778	
T3R4	71	69	71	70	63	12	38	130	80	52	38	118	158	211	77	195	44	53	37	41	1628	18.29213	
T4R1	41	49	56	59	39	28	63	71	47	57	122	208	110	166	78	86	58	44	71	118	1568	19.6125	
T4R2	39	42	49	49	33	28	69	32	53	61	81	130	78	139	95	73	30	39	44	28	1190	18.5062	
T4R3	68	59	55	54	64	33	71	33	81	67	52	161	67	76	118	94	43	74	48	19	1325	20.36462	
T4R4	35	39	48	50	28	19	59	60	85	20	51	123	97	67	71	79	57	112	83	73	1256	18.625	

DATOS DEL DIAMETRO POLAR																					
	22-ene	29-ene	03-feb	05-feb	09-feb	12-feb	17-feb	21-feb	26-feb	02-mar	09-mar	17-mar	24-mar	31-mar	06-abr	13-abr	18-abr				
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	PROMEDIO
TFR1	4.8	5.6	4.5	5.2	4.2	3.7	5.5	4.2	5	4.8	4.7	5.5	4.8	5.6	4.5	5.2	3.8	3.8	4.4	4.3	4.71
TFR2	4.9	5.1	3.4	4.1	4.5	3.8	4.3	5.7	5.4	5	4.7	4.3	4.9	5.1	3.4	4.1	3.8	4.8	4.5	3.4	4.5
TFR3	4.3	5	3.9	4.2	4.1	3.9	4.8	4.7	4.4	4.9	4.5	4.8	4.3	5	3.9	4.2	4.1	4.6	4.3	3	4.3
TFR4	4.2	4.3	2.3	4	4.8	4	4.6	4.2	5.1	5.9	5	4.6	4.2	4.3	2.3	4	4.5	4.2	4.4	3	4.2
TZR1	5.6	4.2	4.3	4.5	3.9	3.6	5	4.2	4.8	5.4	5.7	5	5.8	4.2	4.3	4.5	2.6	4.6	4.3	4.3	4.5
TZR2	4.2	4.5	4.5	5	4.2	3.7	5.8	4.7	5.6	5.2	4.6	5.8	4.2	4.5	4.5	5	2.7	3.5	5.2	3.3	4.5
TZR3	4.1	4.7	4.1	4	4.6	3.7	4.9	5.7	4.7	3.9	5.2	4.9	4.1	4.7	4.1	4	4.5	4	4.3	3.9	4.4
TZR4	5.1	4.7	4.3	4.4	4.3	3.9	6.2	3.3	4.8	4.9	4.4	6.2	5.1	4.7	4.3	4.4	3.9	4.1	3.9	4.2	4.5
T3R1	4.5	3.9	4.2	4.5	4.1	3.4	4.2	4.3	4.2	5.1	4.4	4.2	4.5	3.9	4.2	4.5	3.4	4	4.1	4	4.2
T3R2	5.2	5.5	4.8	4	3.5	3.5	5.5	5.3	5.4	5	4	5.5	5.2	5.5	4.9	4	3.4	3.4	4.5	3.1	4.6
T3R3	4.1	4	4.8	4.3	3.9	3.5	5.6	6.2	5.1	4.8	4.8	5.6	4.1	4	4.8	4.3	4.1	4.6	4.2	5.1	4.6
T3R4	4.5	5	4.2	4	3.2	3	4.2	4.8	3.9	4.6	4.6	4.2	4.5	5	4.2	4	3.5	3.4	4.5	4	4.2
T4R1	5.2	5	4.8	3.6	4.5	3	4.5	4	3.9	5.7	5.2	4.5	5.2	5	4.8	3.6	4.6	2.8	4.7	4	4.4
T4R2	4.2	4.7	4.5	4.2	3.6	3.2	4.6	4.9	4.2	5.5	4.4	4.6	4.2	4.7	4.5	4.2	3.7	3.6	4.2	3.6	4.3
T4R3	4	4.5	4	4	4.1	3.8	5.5	2.8	5.4	5.9	4.5	5.5	4	4.5	4	4	3.8	4.4	3.9	3.5	4.3
T4R4	4.5	5.6	4.7	5	3.2	4.2	4.2	5.4	5.7	3.6	4.5	4.2	4.5	5.6	4.7	5	4.4	4.6	4.7	3.2	4.6

DATOS DEL DIAMETRO ECUATORIAL																					
	22-ene	29-ene	03-feb	05-feb	09-feb	12-feb	17-feb	21-feb	26-feb	02-mar	09-mar	17-mar	24-mar	31-mar	06-abr	13-abr	18-abr				
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	PROMEDIO
T1R1	3.5	3.5	3.5	3.7	3.2	3.1	4.1	3.3	4.1	3.8	3.6	4.1	3.5	3.5	3.5	3.7	3.1	2.8	3.8	3.1	3.5
T1R2	3.2	4	3.2	3.1	3.7	3.2	3.9	3.7	4.2	3.6	4	3.9	3.2	4	3.2	3.1	3	4	3.2	2.7	3.5
T1R3	3.7	4.1	3.2	3.9	3.6	3	4.2	2.8	3.5	3.7	4	4.2	3.7	4.1	3.2	3.9	2.1	3.5	3.5	2.6	3.5
T1R4	3.2	4	2.3	3.1	3.2	2.5	3.9	3.4	3.5	4	5	3.9	3.2	4	2.3	3.1	3.1	3.1	3.3	2.1	3.4
T2R1	3.5	3.9	4	3	3.1	2.8	4.9	3.4	4.8	3.3	4.1	4.9	3.5	3.9	4	3	2	3.5	3.2	3.7	3.6
T2R2	3.5	4.2	4	3.8	3.2	2.9	4.9	3.2	4.3	3.9	3.9	4.5	3.5	4.2	4	3.8	2.9	2.9	4.1	2.8	3.7
T2R3	3.1	3.8	3	3.3	3.2	3.1	3.9	4.2	3.9	3.7	4.2	3.9	3.1	3.8	3	3.3	3.3	3.5	3.7	3.3	3.5
T2R4	3.5	4.2	3.3	3.5	3.1	3.2	4.8	2.2	3.8	4.3	3.5	4.8	3.5	4.2	3.3	3.5	3	3.3	3.3	3.1	3.6
T3R1	3.9	3.4	3.5	3.6	3.1	2.6	3.2	3.1	3.2	4.2	3.9	3.2	3.9	3.4	3.5	3.6	2.6	3	4.6	3	3.4
T3R2	3.5	4.4	4	3.3	3.1	2.9	4.5	3.3	4	3.1	3.9	4.5	3.5	4.4	4	3.3	3.2	2.5	3.5	3	3.6
T3R3	3.5	3.1	3.5	3.3	3	2.7	4.1	3.7	3.9	3.9	4.2	4.1	3.5	3.1	3.5	3.3	3.2	3.5	3.5	3.9	3.5
T3R4	4.2	3.6	3.2	3.6	3.1	2.5	3.9	3	4.1	3.2	3.2	3.9	4.2	3.6	3.2	3.6	2.7	2.9	4	3.1	3.4
T4R1	4.2	4.1	4	3	3.5	2.9	3.2	3.2	3.8	3.8	4.5	3.2	4.2	4.1	4	3	4	2.9	4.2	3.2	3.7
T4R2	3.5	4.1	3.5	2.9	3.2	3	3.9	3.6	3.7	4.3	4	3.9	3.5	4.1	3.5	2.9	3.1	3	3.7	3.2	3.5
T4R3	3	3.9	3.5	3	4.5	3	3.2	2.5	4.2	4.2	3.9	3.2	3	3.9	3.5	3	3.9	3.3	4.4	2.2	3.4
T4R4	3.5	4.1	3.5	3	2.9	2.8	3.9	3.2	4.1	2.6	4	3.9	3.5	4.1	3.5	3	4.1	3.8	3.3	2.8	3.5

DATOS DE GRADOS BRIX																					
	22-ene	29-ene	03-feb	05-feb	09-feb	12-feb	17-feb	21-feb	26-feb	02-mar	09-mar	17-mar	24-mar	31-mar	06-abr	13-abr					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	PROMEDIO
T1R1	8.1	6.3	7.8	8.2	8.3	10.6	10.6	10.7	10.6	10.6	8.1	6.3	7.8	8.2	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	9.0
T1R2	8.1	6.3	7.8	8.2	8.5	10.6	10.6	10.7	10.6	10.6	8.1	6.3	7.8	8.2	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	9.0
T1R3	8.1	6.3	7.8	8.2	7.3	10.6	10.6	10.7	10.6	10.6	8.1	6.3	7.8	8.2	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	8.9
T1R4	8.1	6.3	7.8	8.2	9	10.6	10.6	10.7	10.6	10.6	8.1	6.3	7.8	8.2	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	9.0
T2R1	10.5	9.4	9.7	8.6	8.5	5.6	5.6	6	5.6	5.6	10.5	9.4	9.7	8.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	7.8
T2R2	10.5	9.4	9.7	8.6	8.5	5.6	5.6	6	5.6	5.6	10.5	9.4	9.7	8.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	7.8
T2R3	10.5	9.4	9.7	8.6	8.5	5.6	5.6	6	5.6	5.6	10.5	9.4	9.7	8.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	7.8
T2R4	10.5	9.4	9.7	8.6	8.5	5.6	5.6	6	5.6	5.6	10.5	9.4	9.7	8.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	7.8
T3R1	7.5	4.6	12.7	7.1	7.3	7	7	4.3	7	7	7.5	4.6	12.7	7.1	7	7	7	7	7	7	7.3
T3R2	7.5	4.6	12.7	7.1	7.3	7	7	4.3	7	7	7.5	4.6	12.7	7.1	7	7	7	7	7	7	7.3
T3R3	7.5	4.6	12.7	7.1	7.3	7	7	4.3	7	7	7.5	4.6	12.7	7.1	7	7	7	7	7	7	7.3
T3R4	7.5	4.6	12.7	7.1	7.3	7	7	4.3	7	7	7.5	4.6	12.7	7.1	7	7	7	7	7	7	7.3
T4R1	10.2	6.3	8.5	8.4	9	7.7	7.7	6.7	7.7	7.7	10.2	6.3	8.5	8.4	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	8.0
T4R2	10.2	6.3	8.5	8.4	9	7.7	7.7	6.7	7.7	7.7	10.2	6.3	8.5	8.4	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	8.0
T4R3	10.2	6.3	8.5	8.4	9	7.7	7.7	6.7	7.7	7.7	10.2	6.3	8.5	8.4	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	8.0
T4R4	10.2	6.3	8.5	8.4	9	7.7	7.7	6.7	7.7	7.7	10.2	6.3	8.5	8.4	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	8.0

## CUADROS DE DATOS

**Cuadro 1. Datos de los cuatro tratamientos**

TRAT	REP	NFPP	PTFPP	PPF	DP	DE	BRIX
1	1	83	1658	19.98	4.7	3.5	9.0
1	2	75	1575	21.00	4.5	3.5	9.0
1	3	72	1440	20.00	4.3	3.5	8.9
1	4	78	1279	16.40	4.2	3.4	9.0
2	1	86	1764	20.51	4.5	3.6	7.8
2	2	77	1521	19.75	4.5	3.7	7.8
2	3	67	1439	21.48	4.4	3.5	7.8
2	4	58	1356	23.38	4.5	3.6	7.8
3	1	52	1082	20.81	4.2	3.4	7.3
3	2	74	1379	18.64	4.6	3.6	7.3
3	3	72	1352	18.78	4.6	3.5	7.3
3	4	89	1628	18.29	4.2	3.4	7.3
4	1	80	1569	19.61	4.4	3.7	8.0
4	2	61	1190	19.51	4.3	3.5	8.0
4	3	65	1325	20.38	4.3	3.4	8.0
4	4	64	1256	19.63	4.6	3.5	8.0

**Donde:**

**NFPP=** No. De frutos por planta

**PTFPP=** Peso total de frutos por planta

**PPF=** Peso promedio del fruto

**DP=** Diámetro polar

**DE=** Diámetro ecuatorial

**BRIX=** Grados BRIX

**TRAT. 1**            0.75 Kg./ha

**TRAT. 2**            1 Kg./ha

**TRAT. 3**            1.5 Kg./ha

**TRAT. 4**            TESTIGO 0 Kg./ha

## CUADRO DE RESULTADOS

### DISEÑO BLOQUES AL AZAR

Boques completos al azar

Número de frutos por planta

TRATA.	1	2	3	4
1	83	75	72	78
2	86	77	67	58
3	52	74	72	89
4	80	61	65	64

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GI	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	181.18	60.39	0.4059 NS	0.755
Bloques	3	78.68	26.22	0.1763 NS	0.909
$\Xi\xi$	9	1339.06	148.78		
Total	15	1598.93			

**C.V= 16.93%**

TABLA DE MEDIAS	
Tratamiento	Media
1	77.00 A
2	72.00 AB
3	71.75 AB
4	67.50 B

**Peso promedio del fruto gr.**

TRATA.	1	2	3	4
1	19.98	21	20	16.40
2	20.51	19.75	21.48	23.38
3	20.81	18.64	18.78	18.29
4	19.61	19.51	20.38	19.63

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GI	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	11.271	3.757	1.51*	0.275
Bloques	3	1.719	0.573	0.23 NS	0.872
ξξ	9	22.283	2.475		
Total	15	35.274			

**C.V=7.91%**

TABLA DE MEDIAS	
Tratamiento	Media
1	19.34 AB
2	21.28 A
3	19.12 AB
4	19.78 AB

## Diámetro polar del fruto en cm

TRATA.	1	2	3	4
1	4.7	4.5	4.3	4.2
2	4.5	4.5	4.4	4.5
3	4.2	4.6	4.6	4.2
4	4.4	4.3	4.3	4.6

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GI	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	0.015	30.005	0.129	0.940
Bloques	3	0.025	0.008	0.2214NS	0.884
ξξ	9	0.349	0.038		
Total	15	0.390			

**C.V= 4.46%**

TABLA DE MEDIAS	
Tratamiento	Media
1	4.42 A
2	4.47 A
3	4.40 A
4	4.40 A

### Diámetro ecuatorial del fruto cm

TRATA.	1	2	3	4
1	3.5	3.5	3.5	3.4
2	3.6	3.7	3.5	3.6
3	3.4	3.6	3.5	3.4
4	3.7	3.5	3.4	3.5

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GI	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	0.041	0.013	1.77*	0.221
Bloques	3	0.031	0.010	1.35*	0.318
ξξ	9	0.070	0.007		
Total	15	0.144			

TABLA DE MEDIAS	
Tratamiento	Media
1	3.47 A
2	3.60 A
3	3.47 A
4	3.52 A

## Grados Brix

TRATA.	1	2	3	4
1	9.0	8.9	8.9	9.0
2	7.8	7.8	7.8	7.8
3	7.3	7.3	7.3	7.3
4	8.0	8.9	8.0	8.0

ANALISIS DE VARIANZA					
FV	GI	SC	CM	Fc	Ft
Tratamientos	3	5.916	1.9722	2967.48**	0.000
Bloques	3	0.001	0.0004	0.734	0.559
ξξ	9	0.005	0.0006		
Total	15	5.924			

TABLA DE MEDIAS	
Tratamiento	Media
1	8.975 A
2	7.800 AB
3	7.300 B
4	8.000 AB