

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Capacidad de Extracción de Fertilizante del Chile Habanero  
(*Capsicum chinense* L.) var. Jaguar

Por:

**SERGIO PÉREZ JIMÉNEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Abril de 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISION DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Capacidad de Extracción de Fertilizante del Chile Habanero  
(*Capsicum chinense* L.) var. Jaguar

Por:

**SERGIO PÉREZ JIMÉNEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Asesor Principal

M.C Blanca Elizabeth Zamora Martínez  
Coasesor

Dr. José Antonio González Fuentes  
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Abril de 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

A ti padre por permitirme llegar a este momento, a pesar de mis tropiezos nunca me dejaste, eres mi fortaleza para seguir adelante. Siempre estás conmigo, llegaré agradecido hasta donde me lo permitas.

### **A mi alma mater**

Por ser un profesionista más de esta casa de estudios, por darme la oportunidad de ser partícipe de sus enseñanzas y todo el conocimiento impartido en laboratorios, aulas y unidades de aprendizaje.

### **Al Dr. Leobardo Bañuelos Herrera**

Por darme la oportunidad de elaborar este trabajo de investigación, por su amistad y aprender con usted la importancia del trabajo de campo y los retos a realizar.

### **A la M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez**

Por la revisión y asesoría de este trabajo de investigación.

### **Al Dr. José Antonio González**

Por la revisión y asesoría de este trabajo de investigación.

### **A mis amigos**

Por los buenos momentos compartidos; José Manuel Ricardo Mendoza, Jesús Martínez Martínez, José Oliver Jiménez Gómez, Fernando Sánchez Pedraza, Rafael Altamirano Morales, por todas las situaciones a las que nos enfrentamos de las que al final salimos adelante.

## DEDICATORIA

A **Rosalinda Jiménez Galván**, con todo mi amor, gracias por darme la vida, por tu apoyo en los momentos difíciles, este logro también es tuyo. Eres mi flor más bella.

A **José Ubaldo Pérez Juárez**, gracias por todo el esfuerzo realizado para que llegara este momento, por darme la vida y por los consejos, lo hicimos Papá.

A mis hermanos: **Cecilia Pérez Jiménez** y **Hugo Pérez Jiménez**.

A **mi familia**, por apoyarme, por lograr esto juntos, por su esfuerzo y por permitirme prepararme para la vida.

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó bajo condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. En los últimos años el chile habanero ha tenido gran demanda, por lo que es necesario implementar nuevas técnicas de producción y a la vez aumentar la calidad del producto, por lo que se plantearon los siguientes objetivos: determinar la importancia de la fertilización de presembrado, conocer la capacidad de extracción de fertilizantes por la planta y determinar la frecuencia de fertilización para que aumente la producción.

El trabajo se estableció bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B x C, factor A1: sin presembrado, A2: con presembrado; factor B1: 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup>, B2: 2500 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup>, B3: 5000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup>, B4: 7500 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup>, B5: 10,000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup>; factor C1: una vez\*semana<sup>-1</sup>, C2: tres veces\*semana<sup>-1</sup> y C3: cinco veces\*semana<sup>-1</sup> al obtenerse 30 tratamientos con tres repeticiones dando un total de 90 unidades experimentales.

Las variables evaluadas fueron: Diámetro Polar (DP), Diámetro Ecuatorial (DE), Peso de Fruto (PF), Diámetro de Tallo (DT), Altura a Primera Horqueta (APH), Altura de Planta (AP), Frutos Totales (FT), Rendimiento por Planta (RPP) y Rendimiento por Hectárea (RPH).

Los mejores resultados para las variables DP Y DE fueron cuando no se aplica la fertilización de presembrado con dosis de 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> y frecuencias de aplicación de cinco veces\*semana<sup>-1</sup>. Para la variable peso de fruto los mejores pesos fueron cuando no se realiza la fertilización de presembrado con dosis de 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> y frecuencias de aplicación de cinco veces por semana. Los mayores diámetros de tallo se obtuvieron cuando no se realiza la fertilización de presembrado más dosis de fertilización de 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> y frecuencias de aplicación de tres veces por semana. La variable altura a primera horqueta respondió mejor al no realizar la fertilizar de presembrado con dosis de fertilización de 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> y frecuencias de aplicación de tres veces por semana. El mejor resultado para la variable altura de planta fue al no realizar la fertilización de presembrado mas dosis de 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> y frecuencias de tres veces\*semana<sup>-1</sup>. La mayor producción de frutos totales se obtuvo cuando no se realizo la fertilización de presembrado mas dosis de 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> y frecuencias de tres veces por semana. Para las variables RPP y RPH los mejores resultados fueron al no realizar la fertilización de presembrado mas dosis de fertilización de 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> y frecuencias de aplicación de cinco veces\*semana<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** presembrado, dosis fertilizante, frecuencia de aplicación, chile habanero.

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>iii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
Objetivos .....	3
Hipótesis .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
Generalidades del cultivo .....	4
Clasificación taxonómica.....	5
Origen.....	5
Descripción de la especie.....	6
Raíz.....	6
Tallo.....	6
Hoja.....	6
Flor .....	7
Fruto.....	7
Planta .....	7
Material genético.....	7
Origen.....	8
Descripción de la variedad.....	8
Cosecha.....	9
Características de producción.....	9
Requerimientos agroclimáticos y edáficos .....	9
Agua .....	10
Temperatura .....	10
Fotoperiodo .....	10
Suelo.....	11
Fertilización.....	11
Importancia de la fertilización .....	12

Fertirriego .....	12
Reacciones de las partículas del suelo.....	13
Caracterización de suelos ácidos y alcalinos.....	13
Suelos ácidos.....	13
Suelos alcalinos .....	14
Nutrición vegetal.....	14
Importancia de los nutrientes.....	15
Importancia del agua en el cultivo.....	16
Plagas y enfermedades .....	17
Antecedentes .....	17
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
Localización del experimento .....	19
Establecimiento del experimento .....	19
Semilla.....	19
Siembra .....	19
Sustrato.....	20
Trasplante .....	21
Llenado de bolsas.....	21
Preparación de la solución nutritiva .....	22
Pasos para la preparación de la solución.....	22
Diseño experimental.....	23
Modelo estadístico.....	23
Descripción de factores.....	24
Descripción de tratamientos.....	24
Forma de aplicación de los tratamientos.....	28
Variables evaluadas y forma de medición .....	28
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>30</b>
Diámetro polar (DP).....	30
Diámetro ecuatorial (DE).....	33
Peso de fruto (PF).....	36
Diámetro de tallo (DT).....	39
Altura a primera horqueta (APH).....	42

Altura de planta (AP).....	45
Frutos totales (FT).....	48
Rendimiento por planta (RPP).....	52
Rendimiento por hectárea (RPH).....	54
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>59</b>
<b>VII. APÉNDICE .....</b>	<b>63</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
2.1	Características morfológicas del chile habanero.....	9
3.1	Información del análisis de suelo y fórmula fertilizante.....	20
3.2	Cantidad de fertilizante a aplicar en la fertilización de presembrado en el cultivo de chile habanero.....	21
3.3	Descripción de tratamientos a aplicar en el cultivo de chile habanero.....	25
7.1	Influencia de la fertilización de presembrado en el cultivo de chile habanero sobre las diferentes variables evaluadas.....	64
7.2	Influencia de la fertilización de presembrado y frecuencia de aplicación en el cultivo de chile habanero para las diferentes variables evaluadas.....	65
7.3	Influencia de la fertilización de presembrado y dosis de fertilización en el cultivo de chile habanero para las diferentes variables evaluadas.....	66
7.4	Influencia de la dosis fertilizante y frecuencia de fertilización en cultivo de chile habanero para las diferentes variables evaluadas.....	67
7.5	Análisis de varianza para la variable diámetro polar en frutos de chile habanero.....	68
7.6	Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en frutos de chile habanero.....	68
7.7	Análisis de varianza para la variable peso de fruto en cultivo de chile habanero.....	69
7.8	Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en cultivo de chile habanero.....	69
7.9	Análisis de varianza para la variable altura a primera horqueta en cultivo de chile habanero.....	70
8.0	Análisis de varianza para la variable altura de planta en cultivo de chile habanero.....	70
8.1	Análisis de varianza para la variable frutos totales en cultivo de chile habanero.....	71
8.2	Análisis de varianza para la variable rendimiento por planta en cultivo de chile habanero.....	71
8.3	Análisis de varianza para la variable rendimiento por hectárea en cultivo de chile habanero.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
4.1	Influencia de la dosis de fertilización en DP en el cultivo de chile habanero.....	31
4.2	Influencia de la dosis de fertilización en DE en el cultivo de chile habanero.....	34
4.3	Influencia de la dosis de fertilización en PF en el cultivo de chile habanero.....	37
4.4	Influencia de la dosis de fertilización en DT en el cultivo de chile habanero.....	40
4.5	Influencia de la dosis de fertilización en APH en el cultivo de chile habanero.....	43
4.6	Influencia de la dosis de fertilización en AP en el cultivo de chile habanero.....	46
4.7	Influencia de la dosis de fertilización en FT en el cultivo de chile habanero.....	49
4.8	Influencia de la dosis de fertilización en RPP en el cultivo de chile habanero.....	52
4.9	Influencia de la dosis de fertilización en RPH en el cultivo de chile habanero.....	55

## I. INTRODUCCIÓN

México es el país donde se domesticó por primera vez el chile, y en la actualidad es uno de los cultivos hortícolas más importantes, seguido del tomate, además es considerado uno de los países con mayor diversidad genética aunque no es el de mayor producción a nivel mundial. (Latournerie et al., 2001). El género *Capsicum* se conforma por 25 especies de las cuales se han desarrollado diversos cultivares y domesticado cinco, ostentando la denominación de origen de algunos de ellos como los son; *Capsicum chinense* jacq., *Capsicum annum* L., *Capsicum pubescens* R & P, *Capsicum frutescens* L., y *Capsicum baccatum* L. (Melgarejo et al., 2004). Hoy en día México ha obtenido la denominación de origen de dos de sus variedades “Jaguar” y “Mayapan”, gracias a esto se certifica que en México se producen insumos y productos de calidad (SNICS, 2012). Cabe mencionar que la importancia de esta especie radica en el mercado de exportación (Santoyo y Martínez, 2011) mencionan que en el año 2007 se generaron 90 millones de pesos, producto de la exportación, considerando como productora únicamente a la península de Yucatán.

Por otra parte el precio que alcanza el chile habanero para la venta en fresco en el mercado de exportación es muy atractivo comprándolo con otros tipos de chile, el precio oscila desde los 37.48 pesos hasta los 100 pesos por kilogramo. Los principales estados productores de esta especie son Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Tabasco, Chiapas, Veracruz, Zacatecas, Coahuila, Aguascalientes, Jalisco y Michoacán, y cada vez más estados se interesan por la producción de esta especie. Los rendimientos varían en cada región y algunos de los factores responsables de esta variación son la tecnología empleada y/o las condiciones de agua, suelo y clima. Los estados que mayor destacan por su rendimiento son Jalisco y Campeche con 40 a 50 y 30

toneladas por hectárea respectivamente; sin embargo para Yucatán los rendimientos no superan las 10 toneladas por hectárea (Perea, 2007). A nivel mundial China ocupa el primer lugar con una producción de 16, 000,000 toneladas, seguido por México con una producción de 2`379,736 toneladas, y el tercer lugar lo ocupa Turquía con una producción de 2, 072,132 toneladas.(FAOSTAT,2012). La producción de chile habanero durante el ciclo primavera verano 2012 a nivel nacional fue de 4,927.40 toneladas con un rendimiento de 9.86 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2012). La producción que registran algunos de los principales estados productores a nivel nacional son, Yucatán con 3,093 toneladas., Quintana Roo 1,071 toneladas y Campeche 1,036 toneladas. (SAGARPA, SIAP, 2010)

Es conveniente proporcionar a la planta los nutrientes necesarios para poder lograr un buen rendimiento y buena calidad de fruto, es por esto que se debe aplicar las fuentes de nutrientes adecuadas en forma dosificada.

Debido al aumento de la población de los últimos años el hombre se ha visto en la necesidad de implementar nuevas técnicas de producción, ya sea usando variedades resistentes, manejo adecuado de plagas y enfermedades, poniendo especial énfasis en el uso de agua ya que es el factor vital para la agricultura.

Es por eso que últimamente se han implementado técnicas de riego diferentes a las tradicionales como es el caso del sistema de riego por goteo, aspersión o fertirrigación, la cual además de proporcionar agua suministra los nutrientes requeridos por el cultivo en sus diferentes fases fenológicas. De esta manera se maximiza la absorción de agua y nutrientes y se reducen las pérdidas por lixiviación las que causan graves daños contaminando a los mantos freáticos. El uso de fertirriego, le permite al agricultor la elección de mejores fertilizantes y al mismo tiempo existe un aumento en la eficiencia del uso del agua y de los nutrientes mediante la colocación simultánea de humedad y nutrientes directamente en la zona de las raíces, donde más se necesitan, por lo tanto se ve reducida la aplicación de fertilizantes y agua, (Mikkelsen, 2010).

Una de las causas del bajo rendimiento en chile habanero, lo representa una selección inadecuada de fertilizantes, los que son aplicados en muchas de las veces a un tiempo inadecuado, provocando problemas de salinidad de suelos, que es una causa de bajo rendimiento y baja calidad en los frutos.

Para el manejo eficiente del fertirriego, se requiere conocer la capacidad de extracción de fertilizante por las plantas, por lo que se plantean los siguientes objetivos.

### **Objetivos**

1. Determinar la necesidad de la fertilización de presembrado en este sistema de producción.
2. Determinar la capacidad de extracción de fertilizantes por la planta que permitan un buen rendimiento y la producción de frutos con calidad.
3. Ubicar la importancia de la frecuencia de aplicación del fertirriego.

### **Hipótesis**

Con el manejo de la fertilización de presembrado y al menos una de las dosis de fertirriego, es posible aumentar el rendimiento y la producción de frutos de calidad.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades del cultivo

Se cree que el chile habanero (*Capsicum chinense* L.) es originario de América del Sur ya que fue domesticado en la Amazonia y llevado a Cuba, aunque en dicho país no se consume ni se siembra, de ahí fue llevado a la península de Yucatán en los tiempos de la conquista, donde esta especie encontró las condiciones ambientales favorables para su crecimiento y desarrollo (Soria et al., 2002). Países como Belice, Guatemala, Honduras y Perú producen chiles de buena calidad. Además de la península de Yucatán, se produce bien en los estados de Tabasco, Chiapas, Veracruz, Tamaulipas y Baja California Norte.

La región del Amazona se conforma por una gran diversidad genética del género *Capsicum*, en las que se encuentran las más pungentes, se debe fortalecer la producción de estas especies, principalmente por la diversidad de variedades que reúne, para así hacerlo más rentable, esto con la ayuda de tecnologías apropiadas (Melgarejo et al., 2004). De acuerdo a los trabajos de (Melgarejo et al., 2004) y SINCHI mencionan que tienen el derecho de propiedad de las especies *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens*. Esta colección se realizó en el proyecto “Caracterización morfológica, bioquímica y molecular de especies promisoras de la Amazonia Colombiana pertenecientes al género *Capsicum* para su conservación y uso”.

En México los principales estados productores de chile habanero son Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Tabasco, Chiapas, Veracruz, Zacatecas, Coahuila, Aguascalientes, Jalisco y Michoacán, y cada vez mas estados se interesan por la producción de esta especie. Uno de los principales estados

productores es Yucatán, sin embargo esta especie se cultiva por el sistema tradicional a campo abierto, de esta manera se utiliza tecnología baja; riego con manguera, 10,000 plantas\*ha<sup>-1</sup>, fertilización manual, mayor incidencia de plagas y enfermedades, con lo que se obtiene rendimientos no más de 10 t\*ha<sup>-1</sup> (Ledón, 2008).

### **Clasificación taxonómica**

(Soria et al., 2002) clasifican al cultivo de chile habanero de la siguiente manera.

Clase: angiosperma

Subclase: dicotyledonea

Superorden: sympetala

Orden: tubifloral

Familia: solanacea

Género: Capsicum

Especie: *chínense*

Nombre científico: *Capsicum chinense* Jacq.

### **Origen**

El género *Capsicum* es originario de los trópicos de América, durante tiempos de conquista, el fruto llamó la atención de los conquistadores, ya sea por su color, sabor, forma y pungencia; éstos llevaron frutos y semillas en sus viajes y fue así como llegó esta especie al continente Europeo. Existen vestigios de que el género *Capsicum* tiene su origen en países como Bolivia, Perú, sureste de Brasil, Los Andes y Colombia, principalmente las especies *C. frutescens* L. y *C. Chinense* Jacq. (Tun, 2001).

A diferencia de otros chiles cultivados en el estado de Yucatán, *Capsicum chinense* es el único que no tiene nombre maya, comúnmente se le conoce como “Chile habanero”. Dicho cultivo representa el segundo de mayor importancia económica seguido del tomate, donde el 90% de la producción estatal cubre las necesidades de demanda; su consumo es en fresco o procesado. (Ruiz et al., 2011)

## **Descripción de la especie**

### **Raíz**

La raíz es pivotante con un sistema radicular entre 1 a 2.3 m en condiciones de suelo favorables como, sanidad, fertilización y frecuencia de riegos. (Soria et al., 2002)

### **Tallo**

Su ramificación es erecta, con tres a cinco ramas primarias y de nueve a trece secundarios. (Soria et al., 2002).

El tallo es grueso, erecto, glabro y robusto; forma tres tallos en la primera ramificación, generalmente ocurre en la décima y duodécima hoja y así continúa con la bifurcación, con un crecimiento semiindeterminado. (Tun, 2001).

### **Hoja**

Hoja de color verde oscuro, grande, de 10 y 15 cm de largo y ancho, respectivamente. (Soria et al., 2002).

Las hojas son simples, lisas, alternas y de forma lanceolada, de tamaño variable, su color presenta diferentes tonos de verdes, dependiendo de la variedad. Pueden ser glabras o pubescentes, esto dependiendo de la variedad. Con una nutrición adecuada pueden alcanzar un tamaño de 15 cm de longitud y ancho. (Tun, 2001).



## **Flor**

Sus flores son de color blanco verdoso, tiene de una a tres flores por nudo con la capacidad de dar el mismo número de frutos amarrados. (Ramírez et al., 2012)

Las flores son de color blanco con un tamaño entre 1.5 y 2.5 cm de diámetro de corola, los racimos florales pueden llegar a tener hasta 6 flores amarrando sólo seis frutos. El número de sépalos y pétalos es variable de cinco a siete. (Tun, 2001).

## **Fruto**

Es una baya hueca en forma de trompo, poco carnosa, es picante y aromático. Es de color verde antes de madurar, cuando madura puede ser amarillo, naranja, rojo, morado o café. (González et al., 2006).

El fruto es una baya poco carnosa con huecos, presenta entre tres y cuatro lóculos; las semillas se encuentran en la placenta que es de color blanco y seco. Los colores pueden ser amarillo, rojo, naranja o café dependiendo de la variedad conservando su sabor picante y el olor característico de la especie. (Tun, 2001).

## **Planta**

Planta de 80-90 cm de altura en condiciones de campo abierto, y 1.80 m en agricultura protegida. (Soria et al., 2002).

Es una planta de ciclo anual, su ciclo de vida es de 12 meses; depende del manejo agronómico y las condiciones de su desarrollo como, riego, nutrición, incidencia de plagas y enfermedades. Su altura es variable, los cultivares comerciales oscilan entre 75 y 120 cm. (Tun, 2001).

## **Material genético**

La variedad utilizada para este experimento fue “Jaguar”, esta variedad fue elaborada por el inifap para cubrir las características de calidad intrínseca del habanero y así ser más competitivo en el mercado de exportación. (Ramírez et al., 2012).

## **Origen**

Los orígenes de la variedad dieron inicio con la selección de chile habanero del Banco de Germoplasma de Chile del Campo Experimental Las Huastecas, puesto que cuenta con materiales originarios de las zonas productoras de Yucatán, Quintana Roo, Campeche y Veracruz, materiales que cuentan con las condiciones de clima, suelo y agua similares de las zonas productoras más importantes del país. Esta selección se realizó en la década de los 80's y principios de los 90's. (Ramírez et al., 2012).

De todo el material genético utilizado para el desarrollo de la variedad Jaguar se tomaron como características; planta, fruto, ciclo de producción, tolerancia a factores bióticos (mancha bacteriana, pudrición de raíz, enfermedades virales y minador de la hoja) y ambiente extremo. (Ramírez et al., 2012). En el año 2009 se decidió liberar como nueva variedad en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales y en 2011 se obtuvo el Título de Obtentor con vigencia al 9 de junio de 2026. (Ramírez et al, 2012).

## **Descripción de la variedad**

Plantas con altura de 80 a 90 cm en campo abierto y de 1.80 m en sistemas de agricultura protegida; variedad Jaguar tiene buena cobertura de follaje que va de 75 a 120 cm, bajo condiciones de campo abierto. El follaje es glabro, hojas grandes con una longitud de 6.5 a 10.5 cm, y de 3.0 a 4.2 cm de ancho. La ramificación es de tipo basal escalonada, con cinco a siete ramas primarias.

**Cuadro 2.1. Características morfológicas del chile habanero.**

Característica	Valor de referencia
Altura de planta (cm)	80 a 90
Amplitud de follaje (cm)	75 a 120
Longitud de hoja (cm)	6.5 a 10.5
Ancho de hoja (cm)	3.0 a 4.2
Pubescencia del follaje	Sin pubescencia
ramificación	Basal escalonada
No. de ramas primarias	5 a 7
Días de floración	70 a 85
Días a primera cosecha	115 a 120

(Ramírez et al., 2012)

### **Cosecha**

El período de cosecha puede durar de tres a siete meses a campo abierto, y más de dos meses en condiciones de agricultura protegida, dependiendo de la nutrición y manejo fitosanitario. (Ramírez et al, 2012).

### **Características de producción**

Los rendimientos obtenidos van de 18.3 a 36.0 toneladas por hectárea, la variedad Jaguar supera en promedio con 35.7% a materiales comerciales y criollos de regiones de Yucatán, Quintana Roo, Sur de Sinaloa, Jalisco, Tamaulipas y Veracruz. Sin embargo los mayores rendimientos se obtienen en sistemas de riego por goteo y fertirrigación, donde los rendimientos alcanzados superan las treinta toneladas por hectárea a campo abierto, y más de treinta y seis en condiciones de agricultura protegida. (Ramírez et al., 2012).

### **Requerimientos agroclimáticos y edáficos**

Los factores climáticos que limitan el desarrollo y productividad de esta especie son la precipitación y la temperatura; si se tiene una fuente de

abastecimiento cercana, con la calidad requerida, este factor no es limitante y así no se considerará al determinar el potencial del cultivo.

Los factores climáticos como, temperatura, precipitación, humedad ambiental y radiación solar determinan el establecimiento y desarrollo de cualquier cultivo, expresando así el máximo potencial.

Aunado a eso, (Aceves et al., 2008) citan a (Aragon, 1995; FAO,1994) y mencionan que el mejor desarrollo del cultivo de chile habanero se encuentra en zonas templadas, subtropicales y tropicales.

### **Agua**

Esta especie demanda una cantidad de agua de 550 a 700 mm por ciclo, principalmente en etapas de floración, fructificación y llenado de fruto. (Tun, 2001).

### **Temperatura**

Aceves et al.,2008 citan a la FAO y (Ramírez et al., 2006) y mencionan que el desarrollo del chile habanero se da a temperaturas en los rangos de 17 a 29°C, con un óptimo de 18°C, además las temperaturas óptimas oscilan entre 24°C y 28°C, rangos de temperatura menores a 15 °C y mayores a 35°C reducen el potencial del cultivo.

Temperaturas inferiores a 15°C la planta reduce su crecimiento, aunado a eso causa malformación de fruto y caída de flores, mientras que con temperaturas superiores a la máxima se inicia el aborto de flores por quemaduras. (Tun, 2001).

### **Fotoperiodo**

El chile habanero crece bien en condiciones de luz intensa y de día corto (< 12 horas), día neutro (14.12 horas) y día largo (> 14 horas). (FAO, 1994).

Se deben considerar tres factores importantes, en primer lugar se encuentra la calidad de luz (380 nm a 760 nm), segundo, la intensidad, si la intensidad es mayor, la tasa fotosintética es menor; otro es la duración, si se tiene una duración mayor, se verá traducido en mayor fotosíntesis, por lo tanto se obtendrá mayor producción de carbohidratos.

## **Suelo**

Esta especie se produce mejor en suelos con buen drenaje, se sugiere que sea en superficies planas para facilitar las labores de cultivo. Los suelos ideales para el establecimiento del chile habanero son suelos que cuentan con una gran acumulación de arcillas (Luvizoles), suelos con mucha materia orgánica con porciones de roca caliza (Rendzina) y suelos jóvenes que acumulan arcillas (Cambisoles). (Tun, 2001).

## **Fertilización**

La fertilización para el chile habanero se puede realizar de forma manual y vía fertirriego. El fertirriego nace por la necesidad de la escases de agua, además de la limitada disponibilidad de nutrientes y condiciones químicas de suelo. La importancia deriva de que en la técnica de fertirrigación continuamente se aplican los elementos necesarios para la planta, se hace uso de fertilizantes solubles y además de que se tiene un control de la solución, CE, pH; factores determinantes para expresar el máximo potencial del cultivo.

Para un cultivo sano y productivo se deben realizar tres aplicaciones, la primera se realiza pocos días antes del trasplante; la segunda 45 días después del trasplante, cuando el cultivo esta en floración; y la tercera después del tercer corte. (Tun, 2001).

Como primera aplicación se recomienda aplicar un tercio del nitrógeno (N) y la mitad del fósforo (P) y potasio (K); en la segunda se debe aplicar otra

tercera parte de N y las cantidades restantes de P y K; por último se aplica el resto del N. (Tun, 2001). Estas aplicaciones son de forma manual.

### **Importancia de la fertilización**

Los avances en los trabajos de nutrición para esta especie indican que requiere de 125, 100 y 150 kg\*ha<sup>-1</sup> de N, P Y K respectivamente, (Soria, et al., 2002).

En términos generales el cultivo de chile habanero es exigente en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio; de tal manera que se recomienda aplicar por hectárea, 250 kg de Nitrógeno, 100 kg de Fósforo, 300 kg de Potasio, 200 Kg de Calcio y 100 Kg de Magnesio, esto en todo el ciclo de producción (Bustamante et al., 2006).

Bustamante et al., (2006) mencionan que de acuerdo a la liberación de los fertilizantes y requerimiento por etapa fenológica recomiendan realizar tres aplicaciones durante el ciclo.

Primera aplicación. Aplicar todo el Fósforo, 30% de Nitrógeno y 40% de Potasio; para estimular el enraizamiento y adaptación. Realizar 10 días después del trasplante.

Segunda aplicación. Aplicar 30% de Nitrógeno y 40% de Potasio; para promover un buen desarrollo de la planta. Realizar 40 días después del trasplante.

Tercera aplicación. Aplicar 20% de Potasio, el resto de Nitrógeno, 100% de Calcio y Magnesio; para producir un fruto de mayor calidad y vida de anaquel. Realizar 70 días después del trasplante.

### **Fertirriego**

El fertirriego es una técnica que provee de agua y nutrientes a cultivos de campo abierto e invernadero; la relevancia de ésta técnica es que se incorporan

al cultivo la cantidad de agua y nutrientes óptimos para el cultivo de acuerdo a la etapa fenológica. Cabe mencionar que con la técnica de fertirrigación se hace una selección de fertilizantes ideales para el tipo de suelo y agua, claro está que los fertilizantes seleccionados son solubles. Algo muy importante para la aplicación de fertilizantes vía riego, es la compatibilidad de los fertilizantes, para así asegurar una mejor solubilidad, aunque dicha solubilidad aumenta con la temperatura. (Kafkafi y Tarchitzky, 2011).

La técnica de fertirriego surge de la necesidad de producir alimento en zonas poco aptas para el desarrollo de los cultivos, además de reducir el impacto ambiental en zonas de producción, como son, acarreo de materiales, salinización de suelos, contaminación de mantos freáticos. Existen dos vertientes con el uso de fertirriego, por un lado se mantiene un control de la solución, cantidad, momento, y correcta aplicación; otro es, con esta técnica se obtienen frutos de mayor calidad con los que se lleva el comercio a otros mercados.

### **Reacciones de las partículas del suelo.**

El suelo es un sistema complejo donde ocurren reacciones químicas y biológicas, necesarias, para que las plantas cumplan sus funciones vitales. Debido a que las partículas del suelo presentan cargas en sus superficies, es importante conocer qué cationes o aniones presentan naturalmente los tipos de suelo, y de esta manera evitar precipitaciones por calcio, en suelos alcalinos, además del hierro y aluminio en suelos ácidos. (Kafkafi y Tarchitzky, 2011).

### **Caracterización de suelos ácidos y alcalinos.**

#### **Suelos ácidos**

Los suelos ácidos se componen por altos contenidos de aluminio (Al), a la vez causan toxicidad en las raíces y evidentemente a la planta, además se componen por bajos niveles de calcio (Ca), presentan baja velocidad de nitrificación y alta fijación de fósforo (P). El uso de fertilizantes con nitrato como

fuerza de N aumenta el pH de la rizófora, reduciendo la toxicidad por aluminio, y a la vez permite la elongación de las raíces. Dentro de los fertilizantes a base de nitrato, se recomienda utilizar Nitrato de amonio, Nitrato de potasio y Nitrato de calcio. (Kafkafi y Tarchitzky, 2011).

### **Suelos alcalinos**

Los suelos alcalinos presentan altas cantidades de calcio (Ca), alta velocidad de nitrificación y baja fijación de fósforo (P). Cuando se incorporan fuentes de nitrógeno, todos los fertilizantes son recomendables, incluso cuando la fuente fertilizante es amonio, como por ejemplo Sulfato de amonio y/o Fosfato de amonio, dado que, por las características de las arcillas de suelos alcalinos, el amonio se adsorbe a las arcillas y se evita toxicidad por amonio a las raíces. Mientras que la absorción de potasio no se ve afectada por estas condiciones de suelo, los elementos secundarios se recomiendan aplicar en forma de quelatos, excepto para el  $\text{Fe}^{2+}$ . Donde el uso de Fe-EDTA no es estable por encima de pH 6.5, mientras que en suelos básicos con pH > 7.5 se recomienda el uso del Fe-DTPA. (Kafkafi y Tarchitzky, 2011).

### **Nutrición vegetal**

Los seres vivos se componen por elementos minerales para realizar sus funciones vitales; para este caso, la nutrición mineral en plantas presenta un extenso conocimiento de los elementos. Existen dos grupos importantes dentro de la clasificación de nutrientes, donde su importancia deriva de las funciones que realizan en el sistema de la planta. Algunos de los elementos se encuentran en el medio ambiente, y otros, como la mayoría, son incorporados químicamente, con el nombre de fertilizantes químicos.

Existen dos grupos de acuerdo a los requerimientos; el primero son los macronutrientes, conformado por (N, P, K, Ca, S, y Mg), junto con H, C y O., otro grupo son los micronutrientes, donde se encuentran (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl y Ni).



## Importancia de los nutrientes

Los nutrientes forman parte de biomoléculas estructurales o reguladoras, o actúan como cofactores de enzimas en la regulación de los potenciales osmóticos. A continuación se presentan algunas funciones importantes (Pérez y García, 1994).

El nitrógeno (N) es el macronutriente más importante y abundante en la planta. Su esencialidad se debe a que forma parte de proteínas, bases nitrogenadas, coenzimas, clorofila, alcaloides, etc., el nitrógeno es aprovechado por las plantas en forma de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).

El fósforo (P) forma parte de nucleótidos, ácidos nucleicos, fosfolípidos, y algunas coenzimas. Es necesario para la formación de energía (ATP) y activación de varios metabolitos (azúcares-fosfatos).

El potasio (K) es muy soluble, y está presente en el suelo y en la planta como  $\text{K}^+$ . No forma parte de ninguna molécula estructural o reguladora, pero su presencia es necesaria para activar enzimas, como las de la síntesis de proteínas y las de la respiración. Además, regula el potencial osmótico.

El calcio (Ca) se absorbe y se transporta como ion ( $\text{Ca}^{+2}$ ). Forma parte de paredes celulares y lamina media, donde constituye pectatos insolubles. Interviene en la permeabilidad de las membranas. Es cofactor de enzimas hidrolíticas.

El azufre (S) se absorbe como sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ). Forma parte de tres aminoácidos esenciales: cistina, cisteína y metionina. Es además constituyente de varias coenzimas.

El magnesio (Mg). Forma parte de la clorofila y es cofactor de algunas enzimas.

El hierro (Fe) se absorbe como ion. Forma parte de los citocromos y otras enzimas que intervienen en el transporte de electrones mediante reacciones de óxido-reducción.

El manganeso (Mn) es cofactor de enzimas e interviene en la fotosíntesis, facilitando la liberación de  $O_2$  mediante el transporte de electrones del agua.

El boro (B) interviene en la traslocación de azúcares del floema.

El zinc (Zn) es importante en la síntesis de auxinas.

El cobre (Cu) forma parte de enzimas y participa en reacciones de oxidoreducción.

El molibdeno (Mo) forma parte del sistema enzimático que reduce el  $NO_3^-$ .

El cloro (Cl) se absorbe como cloruro ( $Cl^-$ ) es necesario para la liberación de  $O_2$  a partir del proceso de la fotosíntesis, y contribuye junto con el potasio a la osmorregulación de las células oclusivas.

### **Importancia del agua en el cultivo**

Los seres vivos, están compuestos por diversos elementos y moléculas que en conjunto permiten llevar a cabo las funciones vitales; tal es el caso en las plantas, la molécula del agua ( $H_2O$ ) es la encargada de desarrollar diversas funciones.

El agua de riego es el principal factor para el desarrollo de las plantas, sin embargo se ha hecho un mal uso desde los inicios de la agricultura, en los últimos años ha causado problemas de salinización y sodificación ya que muchas veces pasa por alto la calidad del agua y forma de aplicación. Es importante mencionar la concentración de cationes y aniones presentes en el agua de riego, solución fertilizante a aplicar y solución de suelo. Estos a su vez causan problemas de toxicidad en plantas y salinización de suelos. La conductividad eléctrica (CE) determina la concentración de sales, sin embargo no menciona qué sales están presentes en la solución.

## **Plagas y enfermedades**

Durante el ciclo del cultivo las plagas y enfermedades presentes fueron las siguientes:

Plagas. Araña roja y mosca blanca

Control. Mitac 200 CE Insecticida/ acaricida. Dosis: 1 ml por litro de agua. Metonate 90 PS Insecticida/ acaricida. Dosis: 0.5 g por litro de agua. Las aplicaciones se realizaron vía foliar cada quince días hasta obtener un control, además se hizo una aplicación con jabón líquido para no causar resistencia.

Enfermedades. Phytium

Control. Promyl 50% PH. Fungicida. Dosis: 0.5 g por litro de agua. La aplicación se realizó vía foliar y vía drench.

## **Antecedentes**

Debido a los escasos trabajos realizados en cultivo de chile habanero con la capacidad de extracción para esta investigación, no se encontró literatura de esta especie, sin embargo, a continuación se presentan algunos trabajos similares.

(Balbuena, 2013) menciona que con la aplicación de fertilización de presiembra, organominerales y fertirriego (ppm), el crecimiento en contenedor en cultivo de limón persa, no influye en el crecimiento de diámetro de tallo. Se cree que con una fertilización de presiembra, concentración alta de fertilizante (ppm) y fertilizante organomineral causa una saturación de sales lo que reduce el crecimiento secundario en diámetro de tallo. Además menciona que sin la fertilización de presiembra se obtienen mejores crecimientos en limón persa.

También menciona que para un mejor crecimiento de diámetro de tallo se sugiere realizar únicamente la fertilización de presiembra y no aplicar fertilizante

en el riego, ya que las necesidades se ven cubiertas con la incorporación de los elementos en la presembradura.

Otra variable estudiada por Balbuena fue altura de planta, en la investigación realizada se encontró que la fertilización de presembradura no influye en esta variable, sin embargo, con la aplicación de 0.5 a 1 g/L de fertilizante existen diferencias altamente significativas. La interacción entre factores no causa efectos en la variable altura de planta.

(Hernández, 2014) en los resultados obtenidos en cultivo de lilis para la variable diámetro de tallo, arrojó que la fertilización de presembradura no causa efecto; sin embargo con la fertilización de presembradura se obtiene un diámetro de 0.85 cm y sin fertilización de presembradura se obtiene 0.84 cm. Menciona que el resultado no se ve afectado a causa de las reservas que tiene el bulbo, las cuales son suficientes para el desarrollo de éste órgano.

También (Hernández, 2014) menciona que con una fertilización de 2,500, 0 y 5,000  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$  se obtiene un diámetro de tallo de 0.88, 0.86 y 0.85 cm, respectivamente; mientras que aplicando 7,500 y 10,000  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$  se obtienen resultados de 0.84 cm y 0.81 cm, respectivamente. De acuerdo a los resultados obtenidos el crecimiento de diámetro de tallo depende de la fertilización de presembradura y nivel de fertilización ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ ).

(Acevedo, 2002) menciona que en cultivo de Kalanchoe la concentración de fertilizante no tiene significancia en la variable altura de planta (cm), sin embargo las frecuencias de aplicación presentan diferencias altamente significativas. La interacción entre ambos factores es independiente uno de otro. Mientras que, en cultivo de Begonia para la variable altura de planta la concentración de fertilizante presenta diferencias altamente significativas, y diferencia significativa en frecuencia de aplicación. La interacción entre ambos factores son significativos, por lo tanto son dependientes uno del otro.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Localización del experimento**

El experimento se realizó en la temporada febrero - noviembre de 2013 en el invernadero de propagación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

La UAAAN se encuentra ubicada geográficamente en las coordenadas 25° 22' 22.14" latitud Norte y 101° 02' 0.814" longitud Oeste con una altitud de 1,760 msnm. El clima es seco semicálido, con una temperatura media anual de 19.8° C y una precipitación media anual de 350-400 mm.

#### **Establecimiento del experimento**

##### **Semilla**

La semilla utilizada fue de chile habanero variedad "Jaguar", cabe mencionar que esta variedad fue generada por el INIFAP destacando por su calidad y rendimiento. La semilla venía curada con un tratamiento fungicida/bactericida, su tamaño era de 3-4 mm, forma arriñonada, y un porcentaje de germinación del 85%.

##### **Siembra**

La siembra se realizó el 26 de febrero de 2013. Se sembró en charola de poliestireno de 200 cavidades, se hizo una mezcla de sustrato, peat moss más

perlita a una proporción 60 - 40 respectivamente, se agregó agua hasta obtener la consistencia ideal para su uso. Previo a realizar la siembra se desinfectó la charola con agua y detergente, se enjuagó perfectamente y se colocó el sustrato. Con la ayuda de hoja de papel y palillo, se fue depositando una semilla por cavidad, la semilla fue colocada a una profundidad de 6 mm aproximadamente, al finalizar la siembra se colocó una capa de perlita mas peat moss y se dio un riego ligero, puesto que la mezcla de sustrato ya estaba húmedo.

### **Sustrato**

El sustrato utilizado fue suelo traído de la sierra de Arteaga, Coahuila, del poblado “El tunal” ubicado a 18 Km al oriente de la ciudad de Saltillo, previo a su uso se mandó a realizar un análisis de suelos para realizar los cálculos correspondientes a la fertilización de presiembra. El análisis de suelo arrojó la siguiente información.

**Cuadro 3. 1. Información del análisis de suelo y fórmula fertilizante.**

	Necesario		Disponible en el suelo	Deficiente	Factor	Fórmula calculada	Fórmula redondeada (kg* ha <sup>-1</sup> )
N	65	-	14.63	= 50.37	(3.33)	= 167.73	170
P	35	-	4.02	=30.98	(3.33)	= 103.17	105
K	150	-	31.55	=118.45	(3.33)	= 394.44	395

Formula redondeada: 170 – 105 – 395 Kg\*ha<sup>-1</sup>

El suelo fue embolsado en costales de azúcar, a los que se le hizo un lavado con agua y detergente. Con la ayuda de botes de 19 L. se embolsaron 580 L. de suelo, se midió y se transportó.

Las dosificaciones de presiembra se calcularon con los resultados del análisis de suelos, la formula recomendada utilizada fue determinada de acuerdo a los resultados de laboratorio y a los cálculos realizados, con toda

esta información se pesaron los fertilizantes y se realizó la mezcla como a continuación se describe.

**Cuadro 3.2. Cantidad de fertilizante a aplicar en la fertilización de presiembra en el cultivo de chile habanero.**

Fuente fertilizante	Fórmula	Dosis
Urea	(46-00-00)	34.24g
Fosfato monoamonico	(11-52-00)	21.54 g
Sulfato de potasio	(00-00-50)	84.16 g

Las cantidades anteriormente mencionadas se incorporaron a un volumen de suelo de 320 L., para realizar la mezcla se utilizó una pala, agua y plástico transparente. Al obtener la consistencia deseada se cubrió con el plástico durante 24 horas, esto con la finalidad de conservar y uniformizar la humedad y que los fertilizantes se adhirieran a las partículas del suelo.

### **Trasplante**

El trasplante se realizó el 13 de abril de 2013. Se compraron bolsas de plástico negro con un volumen de 6 L., previamente se realizó la perforación con un sacabocados, una vez finalizado se utilizaron 270 L de suelo con la fertilización de presiembra y 270 L como suelo sin fertilizar, y se procedió a embolsar.

### **Llenado de bolsas**

El llenado de bolsas fue de la siguiente manera: se humedeció el suelo a capacidad de campo y se mezcló, posteriormente se tomaron las bolsas y se les dio forma para que al momento de vaciar el suelo no tuviera espacios de aire y así evitar encharcamiento y problemas de enfermedades; una vez llenada la bolsa a su capacidad, con la ayuda de un palo de madera se realizaron los orificios en el centro de la bolsa.

Al finalizar la perforación se procedió a realizar el trasplante, se etiquetaron las macetas con cada uno de los tratamientos a evaluar, dejando tres plantas por tratamiento.

### **Preparación de la solución nutritiva**

Se utilizaron tres fuentes de fertilizante (N, P, K); como fuente de nitrógeno se utilizó Urea (46-00-00), fuente de fósforo, fosfato monoamónico (MAP) (12-61-00) y fuente de potasio, Nitrato de Potasio (12-00-46). Los fertilizantes utilizados fueron solubles. Para determinar la dosis de cada fertilizante se utilizó como fórmula recomendada  $170-105-395 \text{ kg*ha}^{-1}$ . Se realizaron los cálculos correspondientes y se obtuvieron las siguientes dosis:

26.7 g de Urea + 45.6 g de MAP y 227.7 g de Nitrato de Potasio; estas cantidades fueron disueltas en 1.2 L de solución madre.

Una vez terminada la dosificación de fertilizantes se tomó un envase color ámbar, esto con el objetivo de evitar la formación de algas y causar reacciones químicas, se lavó y se etiquetó. La preparación de la solución nutritiva se hacía cada semana, esto con la finalidad de que los nutrientes no perdieran su efecto.

### **Pasos para la preparación de la solución**

- 1) Se seleccionó una muestra de fertilizante, y con la ayuda de una balanza analítica se midieron las cantidades de fertilizantes antes mencionadas.
- 2) Después de pesar, se agregó la cantidad de fertilizante en una botella de 1L., con la ayuda de un embudo se agregó agua a un tercio de su capacidad, se agitó continuamente hasta obtener la correcta desintegración de las partículas de fertilizante. Este proceso se hizo por separado con cada una de las fuentes de fertilizante.
- 3) Una vez mezclado el fertilizante con el agua, con la ayuda de un embudo se vertía a la botella color ámbar (procedimiento realizado con los tres fertilizantes) Una vez obtenida la mezcla de los tres fertilizantes se aforaba a 1.2 L.



Este volumen de solución final era suficiente para cubrir las aplicaciones de la semana.

### **Diseño experimental**

De acuerdo a las condiciones del lugar de trabajo, y la forma de aplicación de los tratamientos, se consideraron condiciones homogéneas; de tal manera que se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B x C, donde factor A (presiembrera) con dos niveles, factor B ( $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ) con cinco niveles, y factor C ( $\text{veces} \cdot \text{semana}^{-1}$ ) con tres niveles; resultando de la siguiente manera:  $2 \cdot 5 \cdot 3 = 30$  tratamientos, además se trabajaron tres repeticiones por tratamiento dando un total de 90 unidades experimentales.

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0 con una prueba de medias de Tukey ( $P=0.01$ )

### **Modelo estadístico**

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + E_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = valor correspondiente a la i-ésima fertilización con presiembrera y sin presiembrera, j-ésima dosis de fertilización, k-ésima aplicación veces por semana, l-ésima repetición.

$\mu$  = Media general común de todos los tratamientos.

$\alpha_i$  = Respuesta de la i-ésima media del factor A.

$\beta_j$  = Respuesta de la j-ésima media del factor B.

$\gamma_k$  = Respuesta de la k-ésima media del factor C.

$\alpha\beta_{ij}$  = Respuesta de la interacción de la i-ésima del factor A en combinación con la j-ésima del factor B.

$\alpha\gamma_{ik}$  = Respuesta de la interacción de la i-ésima del factor del A en combinación con la k-ésima del factor C.

$\beta\gamma_{jk}$  = Respuesta de la interacción de la j-ésima del factor B en combinación con la k-ésima del factor C.

$\alpha\beta\gamma_{ijk}$  = Respuesta de la interacción de la i-esima del factor A, j-esima del factor B y la k-esima del factor C.

$E_{ijkl}$  = Error experimental de la i-esima con presiembr y sin presiembr, j-esima dosis de fertilización, k-esima aplicación veces por semana y l-esima repetición.

### **Descripción de factores**

Para este experimento se utilizaron tres factores A B C, donde factor A corresponde a fertilización de presiembr (con presiembr y sin presiembr), factor B es a dosis de fertilizante a aplicar ( $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ) y factor C ( $\text{veces} \cdot \text{semana}^{-1}$ ), a continuación se describe cada uno de ellos.

#### **Factor A (presiembr)**

$A_1$  = sin presiembr

$A_2$  = con presiembr

#### **Factor B (dosis de fertilizante $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ )**

$B_1$  =  $1000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$

$B_2$  =  $2500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$

$B_3$  =  $5000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$

$B_4$  =  $7500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$

$B_5$  =  $5000 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$

#### **Factor C ( $\text{veces} \cdot \text{semana}^{-1}$ )**

$C_1$  = una vez  $\cdot \text{semana}^{-1}$

$C_2$  = tres veces  $\cdot \text{semana}^{-1}$

$C_3$  = cinco veces  $\cdot \text{semana}^{-1}$

### **Descripción de tratamientos**

La combinación de factores arrojó los siguientes tratamientos utilizados en esta investigación.

**Cuadro 3.3. Descripción de tratamientos a aplicar en el cultivo de chile habanero.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Factores</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	$A_1*B_1*C_1$	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de $19.231 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados una vez*semana <sup>-1</sup> .
<b>2</b>	$A_1*B_1*C_2$	Fertilización sin presiembra con una dosis de fertilización de $6.411 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , tres veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>3</b>	$A_1*B_1*C_3$	Fertilización sin presiembra con una dosis de fertilización de $3.846 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados cinco veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>4</b>	$A_1*B_2*C_1$	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de $48.077 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados una vez*semana <sup>-1</sup> .
<b>5</b>	$A_1*B_2*C_2$	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de $16.026 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados tres veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>6</b>	$A_1*B_2*C_3$	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de $9.616 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados cinco veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>7</b>	$A_1*B_3*C_1$	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de $96.154 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados una vez*semana <sup>-1</sup> .
<b>8</b>	$A_1*B_3*C_2$	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de $32.052 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados tres veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>9</b>	$A_1*B_3*C_3$	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de $19.231 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados cinco veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>10</b>	$A_1*B_4*C_1$	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de $144.231 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados

---

		una vez*semana <sup>-1</sup> .
<b>11</b>	A <sub>1</sub> *B <sub>4</sub> *C <sub>2</sub>	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de 48.077 kg*ha <sup>-1</sup> *semana <sup>-1</sup> , aplicados tres veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>12</b>	A <sub>1</sub> *B <sub>4</sub> *C <sub>3</sub>	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de 28.846 kg*ha <sup>-1</sup> *semana <sup>-1</sup> , aplicados cinco veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>13</b>	A <sub>1</sub> *B <sub>5</sub> *C <sub>1</sub>	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de 192.308 kg*ha <sup>-1</sup> *semana <sup>-1</sup> , aplicados una vez*semana <sup>-1</sup> .
<b>14</b>	A <sub>1</sub> *B <sub>5</sub> *C <sub>2</sub>	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de 64.103 kg*ha <sup>-1</sup> *semana <sup>-1</sup> , aplicados tres veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>15</b>	A <sub>1</sub> *B <sub>5</sub> *C <sub>3</sub>	Fertilización sin presiembra, con una dosis de fertilización de 38.462 kg*ha <sup>-1</sup> *semana <sup>-1</sup> , aplicados cinco veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>16</b>	A <sub>2</sub> *B <sub>1</sub> *C <sub>1</sub>	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de 19.231 kg*ha <sup>-1</sup> *semana <sup>-1</sup> , aplicados una vez*semana <sup>-1</sup> .
<b>17</b>	A <sub>2</sub> *B <sub>1</sub> *C <sub>2</sub>	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de 6.411 kg*ha <sup>-1</sup> *semana <sup>-1</sup> , aplicados tres veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>18</b>	A <sub>2</sub> *B <sub>1</sub> *C <sub>3</sub>	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de 3.846 kg*ha <sup>-1</sup> *semana <sup>-1</sup> , aplicados cinco veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>19</b>	A <sub>2</sub> *B <sub>2</sub> *C <sub>1</sub>	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de 48.077 kg*ha <sup>-1</sup> *semana <sup>-1</sup> , aplicados una vez*semana <sup>-1</sup> .
<b>20</b>	A <sub>2</sub> *B <sub>2</sub> *C <sub>2</sub>	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de 16.026 kg*ha <sup>-1</sup> *semana <sup>-1</sup> , aplicados tres veces*semana <sup>-1</sup> .

---

<b>21</b>	$A_2*B_2*C_3$	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de $9.616 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados cinco veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>22</b>	$A_2*B_3*C_1$	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de $96.154 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados una vez*semana <sup>-1</sup> .
<b>23</b>	$A_2*B_3*C_2$	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de $32.052 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados tres veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>24</b>	$A_2*B_3*C_3$	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de $19.231 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados cinco veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>25</b>	$A_2*B_4*C_1$	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de $144.231 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados una vez*semana <sup>-1</sup> .
<b>26</b>	$A_2*B_4*C_2$	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de $48.077 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados tres veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>27</b>	$A_2*B_4*C_3$	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de $28.846 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados cinco veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>28</b>	$A_2*B_5*C_1$	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de $192.308 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados una vez*semana <sup>-1</sup> .
<b>29</b>	$A_2*B_5*C_2$	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de $64.103 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados tres veces*semana <sup>-1</sup> .
<b>30</b>	$A_2*B_5*C_3$	Fertilización con presiembra, con una dosis de fertilización de $38.462 \text{ kg*ha}^{-1}\text{*semana}^{-1}$ , aplicados cinco veces*semana <sup>-1</sup> .

## **Forma de aplicación de los tratamientos**

Los tratamientos se comenzaron a aplicar el 22 de abril de 2013, la aplicación consistió en extraer de la solución madre el volumen a aplicar para cada tratamiento, se hizo con la ayuda de una probeta graduada de 100 ml, una vez medido el volumen a aplicar, la solución extraída se pasaba a un vaso de precipitado de 450 ml y se aforaba a un volumen de 50 ml durante los primeros 45 días después de trasplante y 400 ml en etapa de floración y fructificación hasta terminar el ciclo.

Aquellas plantas que no requerían aplicación de solución nutritiva, únicamente se aplicaba agua a un volumen igual que las demás, ya sea 50 ml o 400 ml; esto con la finalidad de satisfacer la demanda hídrica por el cultivo y realizar un lavado de sales. De acuerdo a lo establecido en esta investigación, dos días a la semana se hacía un lavado de sales, la cual consistía en aplicar sólo agua a cada uno de los tratamientos.

Considerando las veces de aplicación por semana y dosificación de los fertilizantes ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ), se sacaban los mililitros de solución fertilizante para cada tratamiento. Las aplicaciones se realizaron de lunes a viernes, por las tardes; sábados y domingos se hacían aplicaciones de agua, por las mañanas.

## **Variables evaluadas y forma de medición**

Para fines de esta investigación se consideraron nueve variables para determinar la influencia de los tratamientos en el cultivo. A continuación se describen.

**Diámetro polar (DP).** Se midió con un vernier, se tomó la parte superior y la base del fruto como puntos de lectura, cuidando de que el vernier no apretara el fruto. La unidad de medida fue en cm.

**Diámetro ecuatorial (DE).** Se tomó la parte media del fruto, considerando su parte más ancha, la medición se realizó con un vernier, se tomaron como muestra aquellos frutos bien formados. La unidad de medida fue en cm.

**Peso de fruto (PF).** Se cosecharon los frutos de mejor tamaño y se pesaron en una balanza granataria. La unidad de medida fue en gramos.

**Diámetro de tallo (DT).** La medición se realizó a mitad del tallo. Esta variable se midió una vez, cuando dio inicio la cosecha. La toma de datos se realizó con un vernier. La unidad de medida fue en milímetros.

**Altura a primera horqueta (APH).** Se tomó desde el cuello de la planta, y con la ayuda de una cinta métrica se midió la altura hasta donde inicia la primera horqueta. Esta variable se midió una sola vez, se midió cuando dio inicio la cosecha. La unidad de medida se expresó en cm.

**Altura de planta (AP).** Se tomó de la base del cuello de la planta y con el uso de una cinta métrica se midió, considerando la última hoja como la parte más alta. Esta variable se midió una sola vez al momento del primer corte de fruto. La unidad de medida fue en cm.

**Frutos totales (FT).** Desde que dio inicio la cosecha se fueron contando los frutos cortados por planta, se llevó un registro por planta de los frutos cosechados. Esta variable fue útil para calcular el rendimiento por planta y posteriormente el rendimiento por hectárea.

**Rendimiento por planta (RPP).** Se determinó multiplicando los frutos totales producidos por planta, por peso de fruto, dando el rendimiento en gramos.

**Rendimiento por hectárea (RPH).** Se calculó multiplicando el rendimiento por planta en gramos, por la densidad de plantación (35,000) plantas por hectárea entre mil. Con esta variable podemos determinar qué tratamiento es el mejor en cuanto a rendimientos y uso eficiente de fertilizantes.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Diámetro polar (DP).

Es una variable relacionada con la calidad del fruto debido a que mientras más diámetro tenga, mayor es el tamaño de este y mayor su aceptación en el mercado, ya que el consumidor prefiere frutos grandes.

Al analizar los resultados, se encontró para el factor A (presiembr) una respuesta altamente significativa lo que indica la influencia de este sobre la variable. La mejor respuesta se obtuvo, donde no se aplicó una fertilización de presiembr con un valor de 3.02 cm, mientras que cuando se aplicó fertilización de presiembr, se obtuvieron valores medios de 2.54 cm, siendo este superado en un 18.9% a cuando se utiliza fertilización de presiembr. **Ver cuadro 7.1.**

Es probable que esta respuesta se deba a la acumulación de sales que se provoca en el sustrato con la aplicación de la fertilización de presiembr y a la susceptibilidad de la especie a esta condición, aun y cuando la diferencia entre una condición y la otra sea mínima, cuando no se aplica fertilización de presiembr se obtiene una conductividad media de 9.35 mmhos/cm y cuando se aplica fertilización de presiembr la conductividad fue de 9.23 mmhos/cm, es posible que la fertilización de presiembr afecta a las plantas de chile, en su primera etapa de crecimiento afectando posteriormente a esta variable.

Al analizar los resultados para el factor B (dosis  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ ), se encontró una respuesta altamente significativa, por lo que al manejar dosis de  $1000 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$  se obtienen diámetros de 3.83 cm, seguido, con una dosis de  $2500 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$  donde el valor de media fue de 3.5 cm, siendo este superado en un 9.43% cuando se aplican dosis de  $1000 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ . Mientras



que, con dosis mayores a 2500 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> el DP se reduce, además de que al aumentar las dosis de fertilización se incrementan también los costos de producción. Ver figura 4.1.

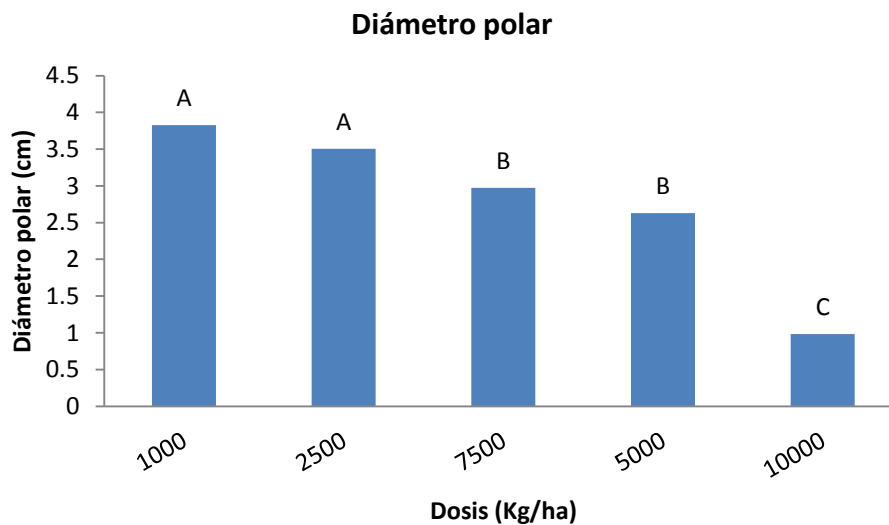


Figura 4. 1. Influencia de la dosis de fertilización en DP en el cultivo de chile habanero.

Es posible que estos resultados, estén relacionados con salinidad, ya que cuando se maneja una dosis de 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> se registra en el sustrato un nivel de salinidad de 4.3 mmhos/cm y esta aumenta conforme se incrementa la dosis de fertilización, registrando la dosis de 10,000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> en nivel de 16.4 mmhos/cm, que resulta letal para el crecimiento y producción de la planta.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se dice que al usar dosis bajas de fertilización, los diámetros polares son mejores, además de que, no se contaminan los mantos freáticos que cuando se aplican altas dosis de fertilización.

Al analizar los resultados para el factor C (veces\*semana<sup>-1</sup>), se encontró una respuesta significativa, donde al realizar las aplicaciones cinco veces por

semana se obtienen los mejores diámetros al ser estos de 2.93 cm, seguido de aplicar tres veces por semana con diámetros de 2.71 cm, siendo superado en un 7.72%; mientras que al aplicar una vez por semana el diámetro polar se reduce 8.5% con respecto a cuándo se realizan aplicaciones cinco veces por semana. **Ver cuadro 7.2.**

De acuerdo a los resultados obtenidos, se deduce que el DP tiene un mayor crecimiento cuando la dosis de fertilizante se aplica cinco veces por semana, es posible que esto se deba a que la planta no se somete a un estrés que afecte de manera negativa a esta variable, lo que se reduce cuando se aplica una o tres veces por semana, que provoca una reducción en los valores de esta variable.

En la interacción A x B se encontró una respuesta altamente significativa, lo que indica que ambos factores son dependientes y están relacionados entre ellos en su comportamiento. Si se aplica fertilización de presembrado los valores de DP se reducen y a medida que se aumenta la dosis de fertilización los valores también se ven afectados de manera negativa. **Ver cuadro 7.3.**

Para la interacción A x C se encontró una respuesta altamente significativa, de tal manera que ambos factores son dependientes entre ellos, y en la relación entre ambos muestra efectos positivos para la variable DP, donde al no realizar la fertilización de presembrado y aplicar tres veces por semana la dosis fertilizante, se obtienen efectos positivos, por el contrario, al reducir la frecuencia de aplicación a una vez por semana el DP se reduce en un 12.76% con respecto a aplicar tres veces por semana. **Ver cuadro 7.2**

Para la interacción B x C se tiene una respuesta altamente significativa, por lo que los factores se consideran dependientes, y la relación entre ambos tiene efectos positivos para esta variable, cuando se aplican dosis de 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> con frecuencias de aplicación de cinco veces por semana, se obtuvieron diámetros de 3.38 cm, y al reducir la frecuencia de aplicación a una vez por semana, los resultados fueron de 3.26 cm. **Ver cuadro 7.4.**

En general el DP se incrementa, conforme la dosis de fertilizante se reduce y la frecuencia de fertilización se aumenta.

La triple interacción de factores A x B x C tiene una respuesta altamente significativa, esto indica que los factores son dependientes, y la relación entre los tres tiene algún tipo de efecto para esta variable, al no aplicar la fertilización de presembrado mas dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con una frecuencia de aplicación de cinco veces por semana, los resultados para esta variable son favorables. De tal manera que si se hace un uso correcto de las técnicas de aplicación, momento de aplicación y selección de fertilizantes es posible obtener mayores diámetros polares.

#### **Diámetro ecuatorial (DE).**

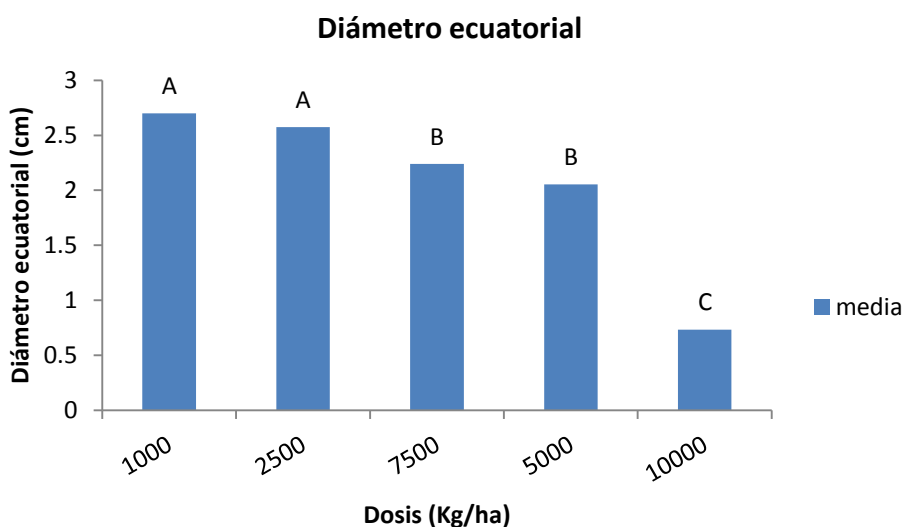
Es una variable relacionada con la calidad de fruto, ya que a mayor tamaño, mayor será la calidad de este, además de que se obtienen mayores crecimientos, al resultar atractivo para el consumidor.

Al analizar los resultados se encontró que para el factor A (presembrado) se tiene una respuesta altamente significativa, lo que indica que los diferentes niveles del factor, son estadísticamente diferentes. La mejor respuesta se obtuvo donde no se aplicó la fertilización de presembrado, con un valor de 2.25 cm de diámetro, mientras que cuando se realizó la fertilización de presembrado se obtuvieron valores de 1.86 cm, y al realizar un análisis porcentual, se obtuvo una diferencia de 20.32% más de DE cuando no se realiza la fertilización de presembrado, que cuando esta se aplica. **Ver cuadro 7.1.**

Es probable que esta respuesta se deba a una acumulación de sales en el sustrato, ya que al realizar un análisis de salinidad en el sustrato, los resultados arrojados indican que al aplicar la fertilización de presembrado se obtiene una conductividad eléctrica media de 9.22 mmhos/cm y cuando no se

aplica la fertilización presiembra, la conductividad media fue de 9.35 mmhos/cm, esto indica que esta especie es altamente afectada cuando se hace uso de la fertilización de presiembra, alterando el crecimiento y desarrollo de esta especie.

Al analizar los resultados para el factor B (dosis  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ ) se encontró una respuesta altamente significativa. Al aplicar dosis de  $1000 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$  se obtuvieron valores de 2.7 cm de diámetro ecuatorial, mientras que, con dosis de  $2500 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ , se obtuvieron valores de 2.57 cm para esta variable, siendo esta superada un 4.65% que cuando se aplican dosis de  $1000 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ . A medida que se incrementa la dosis de fertilizantes, se observa una reducción en el diámetro ecuatorial. **Ver figura 4.2.**



**Figura 4. 2. Influencia de la dosis de fertilización en DE en el cultivo de chile habanero.**

En general se observa una reducción en los valores de esta variable, con forme se incrementa la dosis de fertilizantes. Al realizar un análisis de salinidad de sustrato, se obtuvieron valores medios de 16.4 mmhos/cm para la dosis de  $10,000 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ , mientras que al aplicar dosis de  $1000 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$  los valores medios de salinidad fueron de 4.3 mmhos/cm; lo que explica el impacto

de la salinidad en el cultivo, afectando el crecimiento de los frutos para esta variable.

Al analizar los resultados para el factor C (veces\*semana<sup>-1</sup>), se encontró una respuesta estadística no significativa, lo que indica que son estadísticamente iguales y que es lo mismo fertirregar una vez por semana, que cinco veces. Sin embargo, al realizar aplicaciones de cinco veces por semana se obtuvieron valores medios de 2.12 cm de DE, mientras que al aplicar una vez por semana los diámetros se reducen con un valor medio de 2.02 cm. Es posible que el efecto de la frecuencia de aplicación no influya mucho en esta variable, debido a que el suministro de nutrientes en cualquiera de las frecuencias fue suficiente. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción A x B se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que ambos factores son dependientes y están relacionados entre ellos en su comportamiento. Si se aplica fertilización de presembrado los valores se reducen, y dosis mayores a 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> los valores también se ven afectados de manera negativa, de tal manera que los mejores resultados se obtuvieron cuando no se aplica la fertilización de presembrado y con dosis de 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup>. **Ver cuadro 7.3.**

Para la interacción A x C se encontró una respuesta estadística altamente significativa, de tal manera que ambos factores son dependientes entre ellos, y la relación entre ambos muestran efectos positivos para la variable DE, donde no se realiza la fertilización de presembrado y con una frecuencia de aplicación de tres veces por semana, se obtienen efectos positivos; por el contrario, si se realiza la fertilización de presembrado con una frecuencia de aplicación de fertilizantes, de tres veces por semana, el efecto en esta variable es negativo con respecto a la fertilización de cinco veces por semana. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción B x C se tiene una respuesta estadística altamente significativa, por lo que los factores se consideran dependientes, y la relación

entre ambos tiene efectos positivos para esta variable; cuando se aplican dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con frecuencias de aplicación de cinco veces por semana los diámetros fueron de 2.41 cm, a medida que se reduce la frecuencia de aplicación a una o tres veces por semana el diámetro tiene un crecimiento menor de 2.11% con respecto a frecuencias de aplicación de cinco veces por semana. Se observa que con aplicaciones de dosis mayores a  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  el crecimiento de esta variable se reduce. **Ver cuadro 7.4.**

La triple interacción de factores A x B x C tiene una respuesta estadística altamente significativa, de tal manera que los factores son dependientes y la relación entre los tres tiene algún tipo de efecto para esta variable; puesto que, al no aplicar la fertilización de presembrado mas dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con una frecuencia de aplicación de cinco veces por semana, los resultados son positivos. De esta manera se demuestra que al realizar una correcta selección de las dosis fertilizantes y una adecuada frecuencia de aplicación de esta, sin fertilización de presembrado, es posible obtener mejores diámetros ecuatoriales.

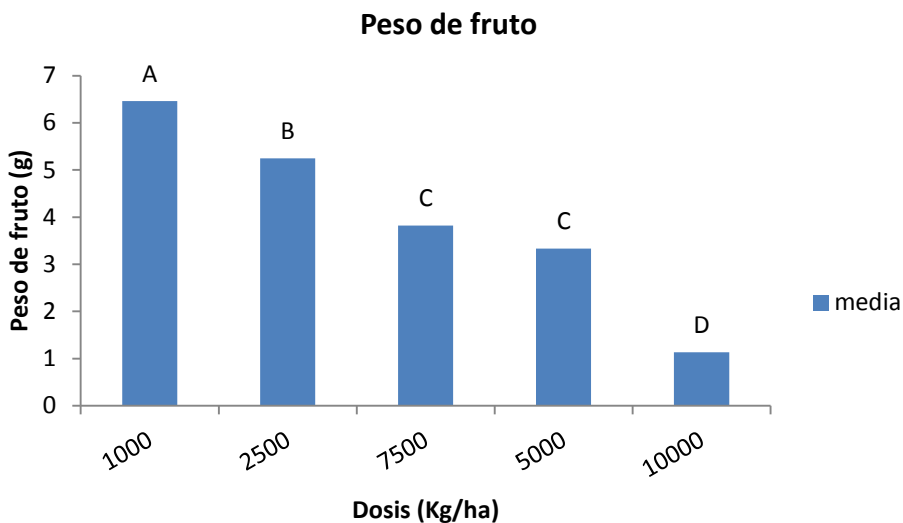
### **Peso de fruto (PF).**

Es importante desde el punto de vista productivo, ya que es aquí donde se define el potencial de producción del cultivo. Además de que el productor es beneficiado, con la obtención de mayores ingresos.

Al analizar los resultados se encontró que para el factor A (presembrado) se tiene una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que los diferentes niveles del factor son estadísticamente diferentes. La mejor respuesta se obtuvo cuando no se aplica la fertilización de presembrado, con un valor de 4.41 g de PF, mientras que cuando se realizó fertilización de presembrado se obtuvieron valores medios de 3.58 g con esto se demuestra que al no realizar la fertilización de presembrado se obtiene un 22.5% más de peso de fruto que cuando se aplica la fertilización de presembrado. **Ver cuadro 7.1.**

Tal vez estos resultados se deban a una acumulación de sales en el sustrato. Al realizar un análisis en el sustrato, los resultados indican que cuando se realiza la fertilización de presiembra se obtuvo una conductividad eléctrica media de 9.22 mmhos/cm y cuando no se aplica la fertilización de presiembra se obtuvo una conductividad eléctrica media de 9.35 mmhos/cm, esto indica que al causar una salinidad en el sustrato se reduce el peso de frutos.

Al analizar los resultados para el factor B (dosis  $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ), se tiene una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que los diferentes niveles del factor son estadísticamente diferentes. Al aplicar dosis de  $1000 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  se obtuvieron pesos de fruto de 6.45 g, si se aumenta la dosis fertilizante a  $10,000 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  se obtienen pesos de 1.13 g. En general a medida que se aumentan las dosis de fertilizantes los pesos de fruto se reducen. **Ver figura 4.3.**



**Figura 4. 3. Influencia de la dosis de fertilización en PF en el cultivo de chile habanero.**

Al analizar los resultados para el factor C ( $\text{veces} \cdot \text{semana}^{-1}$ ), se tiene una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que los diferentes niveles del factor son estadísticamente diferentes. Al realizar aplicaciones cinco

veces por semana se obtuvieron pesos de fruto de 4.41 g. y al realizar aplicaciones una vez por semana se obtuvieron pesos de 3.63 g. En general, a medida que se aumenta la frecuencia de aplicación el peso de fruto se incrementa. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de factores A x B se encontró una respuesta estadística no significativa, lo que indica que son factores independientes y no están relacionados, por lo que la relación entre ambos no causa efectos positivos para la variable PF. Sin embargo cuando no se realiza la fertilización de presembrado y se aplican dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se obtuvieron pesos de fruto de 6.9 g y a medida que se aplican dosis de fertilización de hasta  $10,000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se obtuvieron pesos de 1.78 g. **Ver cuadro 7.3.**

Es probable que el efecto negativo entre estos factores se deba a una salinización en el sustrato, reduciendo el peso de los frutos.

Para la interacción de factores A x C se encontró una respuesta estadística no significativa, lo que indica que ambos factores son independientes y no están relacionados entre ellos en su comportamiento. Sin embargo cuando no se realiza la fertilización de presembrado con una frecuencia de fertilización de cinco veces por semana se obtuvieron pesos máximos de fruto con un valor de 4.73 g; por el contrario, cuando se realiza la fertilización de presembrado y la frecuencia de aplicación se reduce a una o tres veces por semana los pesos de fruto se reducen. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de factores B x C se encontró una respuesta estadística altamente significativa, por lo que los factores se consideran dependientes, y la relación entre ambos muestra efectos positivos para la variable PF. Cuando se aplican dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con frecuencia de aplicación de cinco veces por semana se obtuvieron pesos máximos de frutos de 5.43 g, mientras que cuando se aplican dosis de  $10,000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con frecuencias de aplicación de cinco veces el crecimiento se



reduce en un 96.02% con respecto a dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$ . **Ver cuadro 7.4.**

La triple interacción de factores A x B x C presentó una respuesta estadística no significativa, por lo que los factores son independientes y la relación entre los tres no causa ningún tipo de efecto para esta variable. Es probable que al realizar la fertilización de presiembra mas dosis mayores a  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  y frecuencias de aplicación de una, tres o cinco veces por semana, cause algún tipo de efecto negativo para esta variable.

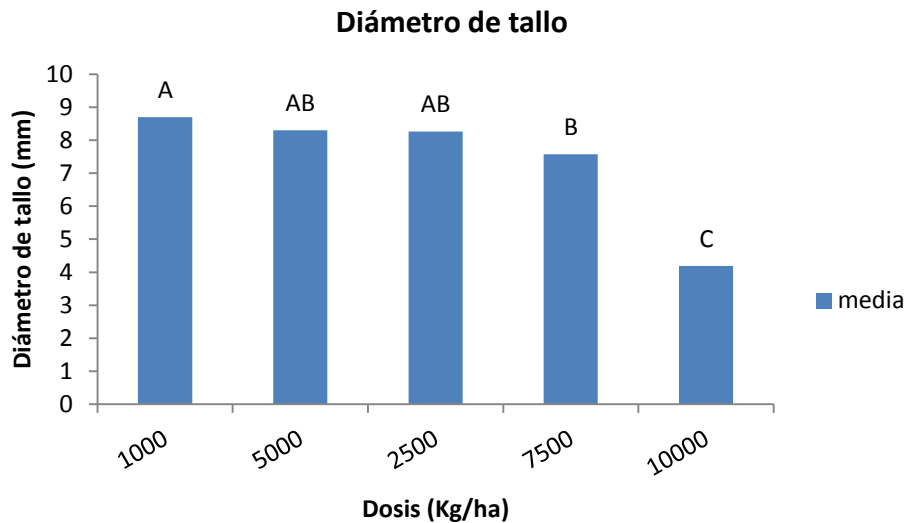
#### **Diámetro de tallo (DT).**

Es una variable relacionada con la resistencia de la planta a mantener la carga de los frutos, y las condiciones ambientales como vientos que se puedan presentar durante el ciclo. Además de que es el órgano de la planta por donde pasan agua y nutrientes para cumplir sus funciones vitales.

Al analizar los resultados para factor A (presiembra), se encontró una respuesta estadística no significativa, lo que indica que los diferentes niveles de este factor son estadísticamente iguales. Sin embargo, cuando no se aplica la fertilización de presiembra se obtuvieron diámetros de 7.55 mm, mientras que cuando se aplica la fertilización de presiembra se obtuvieron diámetros ligeramente inferiores con un valor de 7.25 mm. Es probable que este resultado se deba a que la especie no responde a la fertilización de presiembra, con respecto al diámetro del tallo, al contrario el diámetro se reduce en un 4.14% cuando se aplica la fertilización de presiembra. **Ver cuadro 7.1.**

Al analizar los resultados para el factor B (dosis  $\text{Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$ ) se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que los diferentes niveles de este factor son estadísticamente diferentes, al aplicar dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se obtuvieron DT de 8.69 mm,

mientras que con dosis de 10,000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> el DT de tallo obtenido fue menor, de tan solo 4.18 mm, en general cuando se aplican dosis altas de fertilización se causa una salinidad en el sustrato y con este la reducción de esta variable. **Ver figura 4.4.**



**Figura 4. 4. Influencia de la dosis de fertilización en DT en el cultivo de chile habanero.**

Al analizar los resultados para el factor C (veces\*semana<sup>-1</sup>) se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que los niveles de este factor influyen positivamente en esta variable. Cuando se realizan aplicaciones de fertilizantes tres veces por semana se obtuvieron DT de 8.09 mm, mientras que con aplicaciones de cinco veces por semana se lograron diámetros de 6.84 mm, a medida que se aumenta la frecuencia de aplicación, se reduce el DT. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de factores A x B se encontró una respuesta estadística no significativa, lo que indica que son factores independientes, la relación entre ambos no causa efectos positivos para esta variable. Sin embargo cuando se realiza la fertilización de presembrado, y se aplican dosis de 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> se obtuvieron diámetros de 8.98 mm, mientras cuando no

se realiza la fertilización de presembrado y dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se obtuvieron diámetros de 8.41 mm, por lo que al realizar la fertilización de presembrado y manejar dosis bajas de fertilización se obtienen mayores diámetros de tallo. Es probable que esta respuesta se deba a que con el uso de la fertilización de presembrado se suministran los nutrientes necesarios para obtener mayores crecimientos de tallo. **Ver cuadro 7.3.**

Para la interacción de factores A x C se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que son factores dependientes y la relación entre ambos causa algún efecto positivo en esta variable. Al realizar frecuencias de aplicación de tres veces por semana se obtienen diámetros de 8.09 mm, con frecuencias de cinco veces por semana se obtuvieron valores de 6.84 mm. Cuando no se realiza la fertilización de presembrado y frecuencias de aplicación de fertilizantes de tres veces por semana se obtuvieron diámetros de 8.34 mm, mientras que cuando se realiza la fertilización de presembrado y frecuencias de aplicación de fertilizantes de cinco veces por semana se obtuvieron diámetros de 6.47 mm. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de factores B x C se encontró una respuesta estadística altamente significativa, por lo que los factores se consideran dependientes y la relación entre ambos muestra efectos positivos para el DT. Cuando se aplican dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con frecuencias de tres veces por semana se obtuvieron diámetros mayores de 8.39 mm, a medida que se incrementa la dosis de fertilización y frecuencia de aplicación estos valores se reducen. **Ver cuadro 7.4.**

Para la interacción de factores A x B x C se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que los factores son dependientes entre ellos y causan efectos positivos en el DT. Al no realizar la fertilización de presembrado mas dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con una frecuencia de aplicación de tres veces por semana se obtuvieron resultados positivos para esta variable. De tal manera que si se hace un uso correcto de

las técnicas de aplicación, momento de aplicación y selección de fertilizantes es posible obtener mayores diámetros de tallo.

De acuerdo con los resultados obtenidos en esta investigación para la variable DT, coinciden con Balbuena, 2013, en cultivo de limón persa; donde menciona que cuando se realiza la fertilización de presiembra, organominerales y fertirriego no influye en el crecimiento de DT. De igual forma coincide con lo que menciona Hernández, 2014 en cultivo de lilis; cuando se realiza la fertilización de presiembra los diámetros de tallo se reducen.

### **Altura a primera horqueta (APH).**

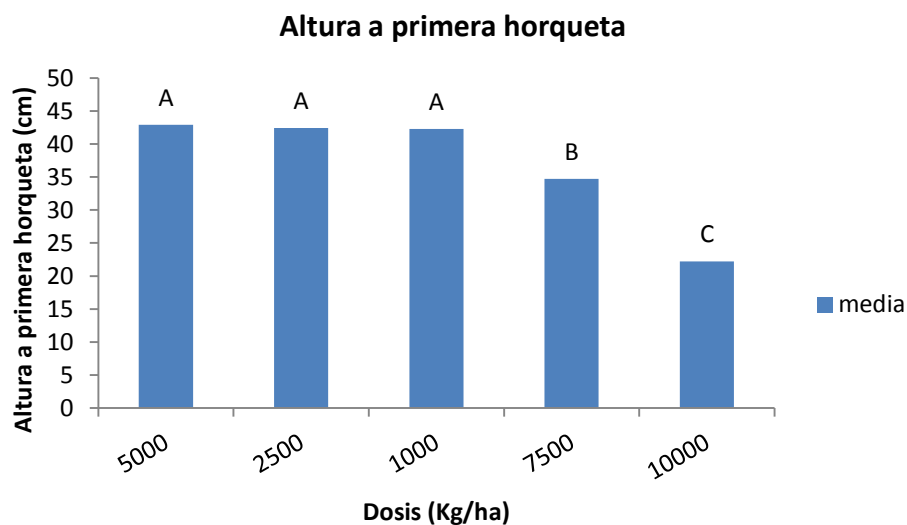
Es una variable relacionada con el manejo de la planta, ya que es más fácil realizar la labor de cosecha además de que no se causan daños mecánicos durante el manejo.

Al analizar los resultados se encontró que para el factor A (presiembra) se tiene una respuesta estadística no significativa, lo que indica que los niveles de este factor no influyen en esta variable. Sin embargo al no realizar la fertilización de presiembra se obtienen alturas de 38.00 cm, y cuando se realiza la fertilización de presiembra se obtuvieron alturas de 35.79 cm. **Ver cuadro 7.1.**

Es probable que esta respuesta se deba a una salinización en el sustrato, ya que al realizar un análisis de salinidad en el sustrato, se encontraron conductividades eléctricas medias de 9.35 mmhos/cm cuando se realiza la fertilización de presiembra. Mientras que, al no realizar la fertilización de presiembra se obtuvieron conductividades eléctricas medias de 9.22 mmhos/cm.

Al analizar los resultados se encontró que para el factor B (dosis  $\text{Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$ ) se tiene una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que los diferentes niveles del factor tienen efectos positivos en la APH. Al aplicar dosis de  $5000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se obtuvieron alturas máximas de 42.91 cm,

seguido con dosis de fertilización de  $2500 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se obtuvieron alturas de 42.41 cm y con dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se obtuvieron alturas de 42.25 cm, mientras que al aplicar dosis de  $10,000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se obtuvieron alturas mínimas de 22.19 cm. Cabe mencionar que el crecimiento en APH es similar con las primeras tres dosis de fertilización, es por esto que, se sugiere aplicar dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  puesto que se obtienen alturas ideales y no se contaminan los mantos freáticos al aplicar altas dosis de fertilización de la misma manera que se reducen los costos de producción. **Ver figura 4.5.**



**Figura 4. 5. Influencia de la dosis de fertilización en APH en el cultivo de chile habanero.**

Al analizar los resultados se encontró que para el factor C ( $\text{veces*semana}^{-1}$ ) se tiene una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que los diferentes niveles del factor influyen en la APH. Al realizar aplicaciones de fertilizantes con frecuencia de tres veces por semana se obtuvieron alturas de 40.92 cm, mientras que al aumentar las frecuencias a cinco veces se obtuvieron alturas de 32.54 cm. En general al aumentar la frecuencia de aplicación a cinco veces la altura a primera horqueta se reduce. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de A x B se encontró una respuesta estadística no significativa, por lo que los factores son independientes y no están relacionados entre ellos en su comportamiento. Sin embargo al realizar la fertilización de presembrado con dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se obtuvieron alturas de 43.08 cm, y con dosis de  $10,000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  el valor se reduce a 21 cm, de tal manera que al hacer uso de fertilización de presembrado y aumentar la dosis de fertilización el valor de esta variable se reduce. Es probable que esta respuesta se deba a una consecuencia de salinización en el sustrato. **Ver cuadro 7.3.**

Para la interacción de A x C se encontró una respuesta estadística significativa, por lo que los factores se consideran dependientes, y la relación entre ambos tiene efectos positivos para esta variable. Al realizar la fertilización de presembrado con frecuencias de aplicación de fertilizantes de tres veces por semana se obtuvieron valores de 39.08 cm, mientras que al aumentar la frecuencia a cinco veces se obtuvieron valores de 29.78 cm. Al no realizar la fertilización de presembrado con frecuencias de aplicación de tres veces por semana, se obtuvieron valores de 42.77 cm, mientras que al aumentar la frecuencia a cinco veces se obtuvieron valores de 35.29 cm. Se observa que al no realizar la fertilización de presembrado y realizar aplicaciones de tres veces por semana, la APH se incrementa. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de B x C se encontró una respuesta estadística altamente significativa lo que indica que los factores son dependientes y están relacionados entre ellos en su comportamiento. Cuando se aplican dosis de fertilización de  $5000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con frecuencias de aplicación de tres veces por semana, se obtuvieron valores medios de 41.92 cm, sin embargo al aplicar dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con mismas frecuencias de aplicación, los resultados fueron similares con un resultado de 41.58 cm. **Ver cuadro 7.4.**

Esto demuestra que al aplicar dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  y manejar frecuencias de aplicación de tres veces por semana se incrementa la

APH, de esta manera se ahorran los costos de producción y se evita la contaminación de mantos freáticos.

Para la interacción de factores A x B x C se encontró una respuesta estadística altamente significativa, por lo que los factores son dependientes y la relación entre los tres tiene algún tipo de efecto para esta variable, al no aplicar la fertilización de presiembra mas dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con una frecuencia de aplicación de tres veces por semana, es posible obtener mejores alturas a primer horqueta. Al utilizar dosis bajas de fertilización se reduce el impacto por contaminación de mantos freáticos, además de que se reducen los costos de producción.

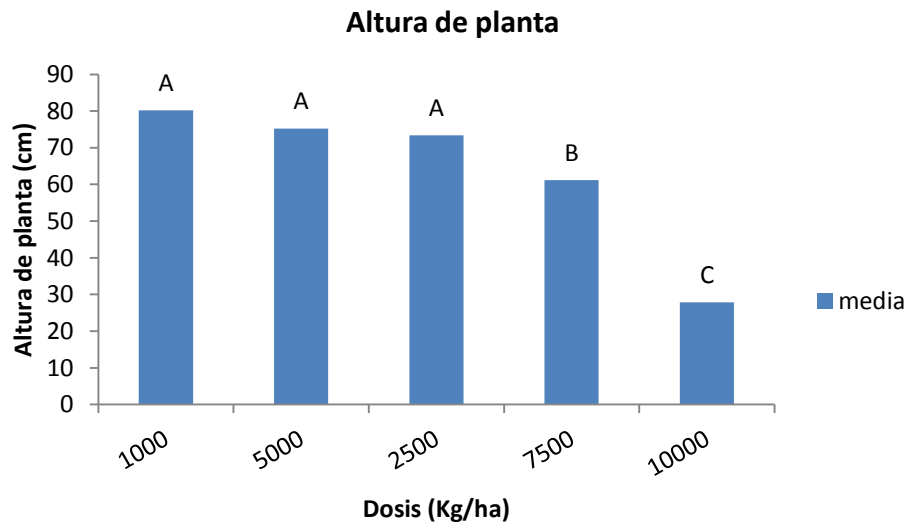
### **Altura de planta (AP).**

Es importante tomar en cuenta la altura, ya que plantas altas son propensas al acame cuando hay vientos fuertes, además de que se necesita mayor mano de obra para realizar actividades como tutorio de plantas.

Al analizar los resultados se encontró que para el factor A (presiembra) se tiene una respuesta estadística no significativa, lo que significa que los niveles de este factor son estadísticamente iguales. Al realizar la fertilización de presiembra se obtuvieron resultados de 61.83 cm, mientras que al no aplicar la fertilización de presiembra se obtuvieron resultados de 65.32 cm. Es posible que esta respuesta se deba a que al realizar la fertilización de presiembra la especie se somete a un estrés salino reduciendo el crecimiento de esta variable. **Ver cuadro 7.1.**

Al analizar los resultados se encontró que para el factor B (dosis  $\text{Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$ ) se tiene una respuesta estadística altamente significativa, lo que significa que los niveles de este factor son estadísticamente diferentes. Al aplicar dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se obtuvieron resultados de 80.22 cm de AP, mientras que al aumentar la dosis a  $10,000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  el crecimiento de

esta variable se reduce con resultados de 27.87 cm. En general a medida que se aumenta la dosis de fertilización se reduce la AP. **Ver figura 4.6.**



**Figura 4. 6. Influencia de la dosis de fertilización en AP en el cultivo de chile habanero.**

Al analizar los resultados para el factor C ( $\text{veces} \cdot \text{semana}^{-1}$ ) se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que los diferentes niveles del factor influyen positivamente en la AP. Al realizar frecuencias de aplicación de fertilizantes tres veces por semana se obtuvieron valores de 68.82 cm, y a medida que se aumenta a cinco veces por semana se obtuvieron valores de 60.18 cm. De tal manera que al aumentar las frecuencias a cinco veces por semana los crecimientos se reducen. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de factores A x B se obtuvo una respuesta estadística no significativa, lo que significa que son factores independientes y los efectos entre ambos no influyen en su comportamiento. Sin embargo al no realizar la fertilización de presembrado con dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  se obtuvieron AP de 82.72 cm, mientras que al aumentar la dosis hasta  $10,000 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  se obtuvieron resultados de 27.87 cm, comparando, la



fertilización de presembrado con dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se obtuvieron valores de 77.72 cm y con dosis de fertilización de  $10,000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se obtuvieron valores de 27.67 cm. En general al no realizar la fertilización de presembrado se obtienen resultados positivos para AP. Para dosis de fertilización, se observa un efecto negativo en la planta, a medida que se aumentan las dosis de fertilización. **Ver cuadro 7.3.**

Para la interacción de factores A x C se obtuvo una respuesta estadística no significativa, lo que significa que son factores independientes y los efectos entre ambos no influyen en su comportamiento. Con aplicaciones de fertilización de tres veces por semana se obtuvieron valores de 68.82 cm y a medida que se aumenta a cinco veces, el crecimiento en AP se reduce. Al no realizar la fertilización de presembrado con frecuencias de aplicación de tres veces por semana se obtuvieron valores de 72.21 cm, y cuando se reduce a una vez por semana se obtuvieron valores de 60.19 cm. Mientras que, al realizar la fertilización de presembrado con frecuencias de aplicación de tres veces por semana se obtuvieron valores de 65.63 cm y a medida que se aumenta a cinco veces el resultado fue de 56.8 cm. En general esta especie responde positivamente a la fertilización sin presembrado con frecuencias de aplicación de tres veces por semana para la variable AP. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de B x C se tiene una respuesta estadística altamente significativa, por lo que se consideran dependientes y la relación entre ambos tiene efectos positivos para esta variable. Cuando se aplican dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con frecuencias de aplicación de tres veces por semana, se obtuvieron alturas máximas de 74.57 cm, y cuando se utilizan dosis de fertilización de  $10,000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con frecuencias de aplicación de cinco veces por semana, el crecimiento de esta variable se reduce al obtener alturas de planta de 44.11 cm. **Ver cuadro 7.4.**

Es probable que esta respuesta se deba a una saturación de sales en el sustrato que a la vez causa un efecto de osmosis de tal manera que la planta es afectada negativamente.

Para la interacción de A x B x C se tiene una respuesta estadística altamente significativa, esto indica que los factores son dependientes y la relación entre los tres tiene algún tipo de efecto positivo en esta variable. Al no aplicar la fertilización de presembrado mas dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con una frecuencia de tres veces por semana los resultados para esta variable son favorables. De tal manera que si no se realiza la fertilización de presembrado, manejar dosis bajas de fertilización y frecuencias de tres veces por semana es posible obtener AP ideales para esta especie.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación no coinciden con Acevedo, 2002, en cultivo de Kalanchoe; donde el uso de dosis fertilizante no influye en esta variable, mientras que en esta investigación las diferentes dosis aplicadas presenta resultados favorables para AP. Por el contrario los resultados para el factor frecuencia de aplicación coinciden con Acevedo, 2002, donde las respuestas a este factor son positivas para la variable AP en cultivo de Kalanchoe y de igual forma para el chile habanero.

Los resultados para el uso de la fertilización de presembrado coinciden con los obtenidos por Balbuena, 2013, en cultivo de limón persa, donde menciona que la fertilización de presembrado no influye en esta variable, de igual forma sucedió en esta especie, por lo que se concluye que al eliminar esta técnica de fertilización se reducen los costos de producción.

Sin embargo, cuando Balbuena, 2013 maneja la triple interacción de factores (presembrado, ppm de fertilizante y organominerales) no influye en la variable AP, caso contrario con los resultados obtenidos en esta investigación puesto que con la triple interacción de factores los resultados tienen efectos positivos para la variable AP.

### **Frutos totales (FT).**

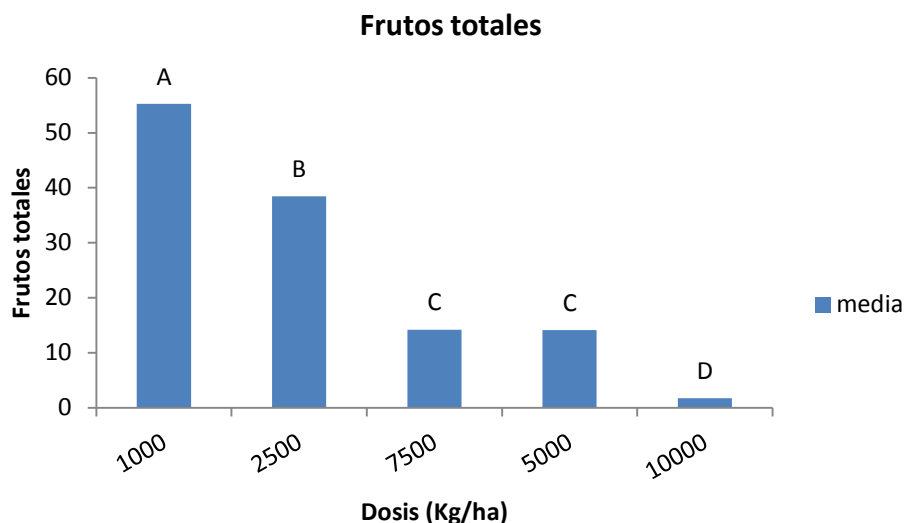
Es importante desde el punto de visto productivo puesto que define el potencial productivo del cultivo y se conocen las características de la variedad,

además de que es la parte importante del ciclo de producción donde se ve reflejado el manejo agronómico y consecuentemente la obtención de ingresos.

Al analizar los resultados para el factor A (presiembría) se obtuvo una respuesta estadística altamente significativa, por lo que los niveles de este factor influyen positivamente sobre esta variable. Al no realizar la fertilización de presiembría la producción fue de 26.87 frutos totales por planta, mientras que si se aplica la fertilización de presiembría la producción se reduce a 22.66 frutos totales. **Ver cuadro 7.1.**

Es probable que esta respuesta negativa se deba a que al incorporar la fertilización de presiembría se origine salinización en el sustrato, y consecuentemente un estrés por salinidad, reduciendo la producción de frutos, además de que los costos de producción se elevan.

Al analizar los resultados para el factor B (dosis  $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ ) se encontró una respuesta estadística altamente significativa, por lo que al realizar dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  la cantidad promedio fue de 55.27 frutos, y al aumentar la dosis hasta  $10,000 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  la producción promedio se reduce a 1.77 frutos totales. Tal vez esta respuesta se deba a un efecto osmótico, ya que al haber un mayor contenido de sales en el sustrato, la planta tiene la dificultad de absorber agua y nutrientes, necesarios para cumplir con sus funciones vitales. **Ver figura 4.7.**



**Figura 4. 7. Influencia de la dosis de fertilización en FT en el cultivo de chile habanero.**

Al analizar los resultados para el factor C ( $\text{veces} \cdot \text{semana}^{-1}$ ) se encontró una respuesta estadística no significativa, por lo que la especie responde de igual manera si se realizan frecuencias de aplicación una, tres o cinco veces por semana. Sin embargo, cuando se realizan aplicaciones de fertilizantes cinco veces por semana se producen 27.07 frutos, y al reducir la frecuencia de aplicación a tres veces por semana los FT obtenidos fueron de 23.05. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de A x B la respuesta estadística fue altamente significativa, por lo que los factores se consideran dependientes y ambos causan efectos positivos para esta variable. Realizar la fertilización con presiembra mas dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  los frutos producidos fueron de 59.78 frutos totales, y con dosis de fertilización de  $2500 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  se produjeron 30.11 frutos, al no realizar la fertilización de presiembra mas dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  los frutos producidos fueron 50.78, y al aumentar a dosis de  $2500 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  la producción de reduce a 46.78 frutos. En general al usar la técnica de fertilización de presiembra y usar dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  la

producción de frutos totales aumenta, es probable que esta respuesta se deba a un suministro adecuado de fertilizantes promoviendo mayor producción de frutos. **Ver cuadro 7.3.**

Para la interacción de factores A x C se obtuvo una respuesta estadística significativa, por lo que los factores se consideran dependientes y ambos causan efectos para esta variable. Realizar la fertilización con presiembra con frecuencias de aplicación de cinco veces por semana los resultados fueron de 27.53 frutos, en comparación, al no realizar la fertilización de presiembra con frecuencias de aplicación de una vez por semana se producen 27.67 frutos, siendo estos mayores. En general al no realizar la técnica de fertilización de presiembra con frecuencias de aplicación de una vez por semana se obtienen mayores frutos producidos, además de que no se causan problemas de contaminación de aguas y salinización del sustrato y los costos de producción se reducen. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de factores B x C se encontró una respuesta estadística significativa, lo que indica que los niveles de estos factores influyen positivamente en esta variable. Cuando se utilizan dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con frecuencias de aplicación de cinco veces por semana los frutos producidos fueron mayores siendo estos de 41.17, y a medida que se aumenta la dosis de fertilización a  $10,000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$ , la producción se reduce con un valor promedio de 14.42 frutos totales. **Ver cuadro 7.4.**

Es probable que esta respuesta se deba a que la planta asimila mejor los nutrientes cuando la frecuencia de aplicación se aumenta a cinco veces por semana y no causa problemas que inhiban la producción de frutos.

Para la interacción de factores A x B x C se encontró una respuesta estadística altamente significativa, por lo que los tres factores tienen algún tipo de efecto positivo en esta variable. Donde al no realizar la fertilización de presiembra mas dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con frecuencias de aplicación de cinco veces por semana se obtienen mayores frutos totales. Es

probable que esta respuesta se deba por las características de producción de la variedad y aunado a esto al aplicar dosis bajas con frecuencias de cinco veces por semana la especie se ve favorecida en la nutrición.

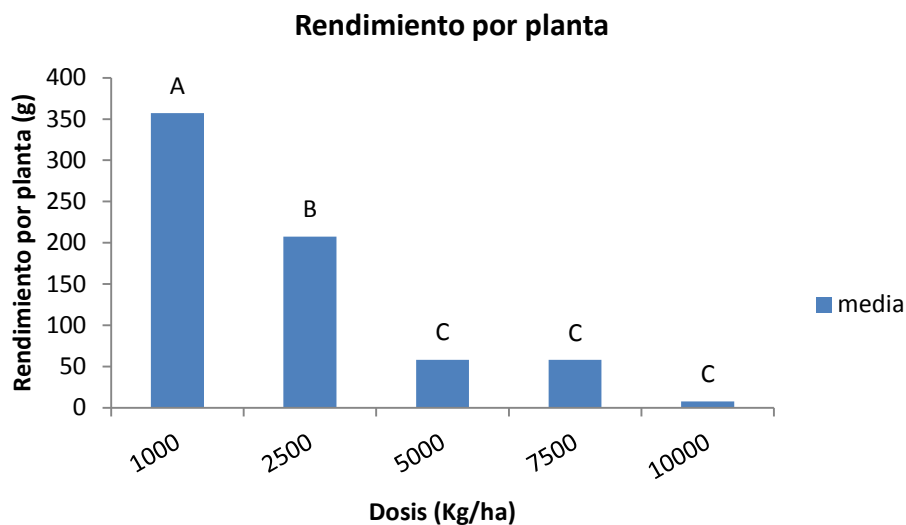
### **Rendimiento por planta (RPP).**

Es una variable importante, relacionada con la producción de la especie, se ve reflejado el manejo fitosanitario, uso de técnicas de riego, fertilización y manejo del cultivo. Además de que es el interés del ciclo productivo, y se satisface la demanda del mercado, a la vez de que el productor obtiene mayores ingresos.

Al analizar los resultados para el factor A (presiembr) se obtuvo una respuesta estadística altamente significativa, por lo que los niveles de este factor influyen positivamente en esta variable. Al no realizar la fertilización de presiembr la producción promedio fue de 151.87 g por planta, mientras que al aplicar la fertilización de presiembr esta se reduce, obteniéndose pesos promedios de 123.74 g por planta. **Ver cuadro 7.1.**

Esta respuesta se debe a que la nutrición durante todo el ciclo del cultivo es suficiente para cubrir las necesidades de producción, sin la necesidad de aplicar la fertilización de presiembr.

Al analizar los resultados para el factor B (dosis  $\text{Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$ ) se encontró una respuesta estadística altamente significativa, por lo que al aplicar dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  se logran rendimientos promedios de 357.19 g por planta, y aumentando la dosis de fertilización a  $10,000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  los rendimientos fueron de 7.85 g por planta. Es probable que al aumentar la dosis de fertilización a niveles máximos, esta respuesta se deba a una saturación de sales en el sustrato, limitando la producción y consecuentemente incrementando los costos de producción. **Ver figura 4.8.**



**Figura 4. 8. Influencia de la dosis de fertilización en RPP en el cultivo de chile habanero.**

Al analizar los resultados para el factor C ( $\text{veces} \cdot \text{semana}^{-1}$ ) se encontró una respuesta estadística altamente significativa, por lo que al incrementar las frecuencias de aplicación a cinco veces por semana los rendimientos promedios fueron de 155.01 g por planta y cuando se aplica una vez por semana los rendimientos se reducen a 114.85 g por planta. Quizás esta respuesta se deba a que a medida que se suministran los fertilizantes a la planta en varias veces no se satura la rizósfera de sales evitando el exceso de energía para ser absorbidos por lo que el efecto es aún mayor en la producción de frutos. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de factores A x B se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que son dependientes e influyen positivamente en esta variable. Por lo que al realizar la fertilización de presembrado mas dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  los rendimientos fueron de 360.97 g por planta y al no realizar la fertilización de presembrado el rendimiento se reduce obteniéndose rendimientos de 353.4 g por planta. **Ver cuadro 7.3.**

Para la interacción de factores A x C se encontró una respuesta estadística no significativa, por lo que los factores se consideran independientes para el efecto de esta variable. Sin embargo cuando no se realiza la fertilización de presembrado con frecuencias de aplicación de fertilizantes de tres veces por semana, los rendimientos obtenidos fueron de 161.75 g por planta, mientras que al aplicar la fertilización de presembrado con frecuencias de aplicación de una vez por semana el rendimiento se reduce a 94.25 g por planta. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de factores B x C se encontró una respuesta estadística altamente significativa, lo que indica que los factores son dependientes, teniendo efectos positivos para esta variable. Aplicar dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con frecuencias de aplicación de cinco veces por semana los rendimientos por planta fueron de 256.09 g, y al aumentar la dosis de fertilización a  $10,000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con aplicaciones de una vez por semana el rendimiento fue de 61.35 g. **Ver cuadro 7.4.**

Para la interacción de factores A x B x C se encontró una respuesta estadística altamente significativa, por lo que al no realizar la fertilización de presembrado mas dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  y frecuencias de aplicación de cinco veces por semana los rendimientos por planta son mejores. Es probable que esta respuesta se deba a que esta especie es poco exigente en la nutrición mineral, además, con un manejo fitosanitario adecuado, calidad de luz y riegos se incrementen los rendimientos.

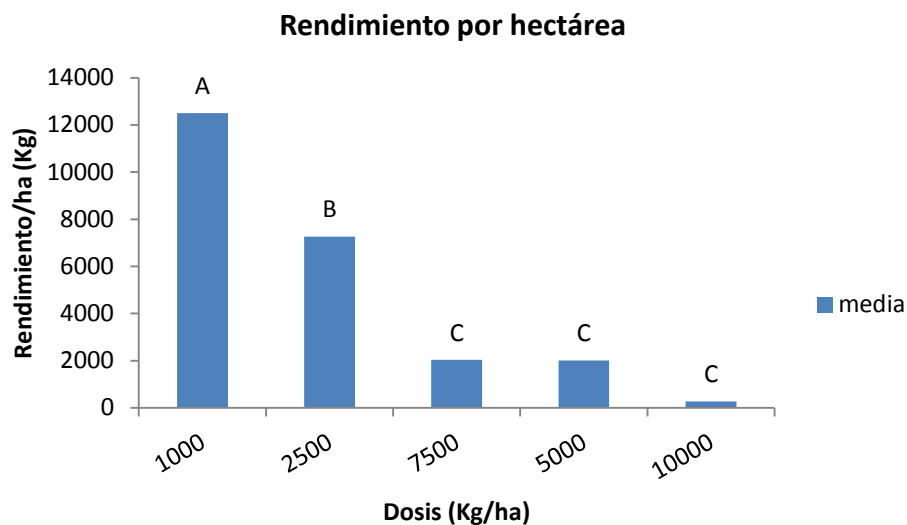
### **Rendimiento por hectárea (RPH).**

Importante variable que demuestra el potencial del cultivo bajo las diferentes condiciones de manejo, además de que está relacionado con la calidad de semilla, agua, fertilizantes, manejo fitosanitario y suelo. Es aquí donde el productor es beneficiado con mayores ingresos y posibilidades de expandirse en el mercado.



Al analizar los resultados para el factor A (presiembr) se obtuvo una respuesta estadística no significativa, por lo que los niveles de este factor no causan ningún efecto en esta variable, sin embargo al no realizar la fertilización de presiembr se los rendimientos promedio fueron de  $5,304.6 \text{ Kg*ha}^{-1}$  mientras que al aplicar la fertilización de presiembr los rendimientos por hectárea se disminuyen en un 22.49% con respecto al realizar la fertilización de presiembr. es probable que esta respuesta se deba a una saturación de sales en el sustrato ya que al realizar un análisis de salinidad en el sustrato los resultados arrojados para la fertilización de presiembr fueron de 9.22 mmhos/cm, mientras que el suelo sin fertilización de presiembr el valor fue de 9.35 mmhos/cm, a pesar de que el valor fue mayor en la fertilización sin presiembr el dato de salinidad es muy alto considerando que la especie no es tolerante a altos niveles de sales, por lo que los rendimientos se reducen en esta especie. **Ver cuadro 7.1.**

Al analizar los resultados para el factor B (dosis  $\text{Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$ ) se encontró una respuesta estadística altamente significativa, por lo que los niveles de este factor influyen positivamente en esta variable. Al aplicar dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  los rendimientos fueron de  $12,501.6 \text{ Kg*ha}^{-1}$  y al aumentar la dosis hasta  $10,000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  los rendimientos se reducen a  $275.1 \text{ Kg*ha}^{-1}$ . Es probable que los rendimientos se reducen por la salinidad en el sustrato, ya que al realizar un análisis de salinidad los resultados para dosis de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  fueron de 4.3 mmhos/cm mientras que al aumentar la dosis de fertilización a  $10,000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  los resultados promedios fueron de 16.4 mmhos/cm, esto explica que a mayores cantidades de fertilizantes la planta se somete a un estrés de salinidad perjudicando gravemente la producción y consecuentemente contaminando mantos freáticos. **Ver figura 4.9.**



**Figura 4. 9. Influencia de la dosis de fertilización en RPH en el cultivo de chile habanero.**

Al analizar los resultados para el factor C ( $\text{veces} \cdot \text{semana}^{-1}$ ) se encontró una respuesta estadística altamente significativa, por lo que al realizar frecuencias de aplicación de cinco veces por semana los rendimientos promedio fueron de  $5,425.3 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  y al reducir a una vez por semana los rendimientos fueron de  $4,019.9 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de factores A x B se encontró una respuesta estadística significativa, lo que indica que ambos factores son dependientes y la interacción entre ellos causa algún tipo de efecto en esta variable. Al realizar la fertilización de presembrado mas dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  se obtuvieron rendimientos de  $12,634.091 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  y al no realizar la fertilización de presembrado los rendimientos fueron de  $12,369.074 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ . **Ver cuadro 7.3.**

Se demuestra que al suministrar la fertilización de presembrado mas dosis bajas de fertilización la planta aprovecha mayormente los nutrientes traduciéndolos en mayores rendimientos.

Para la interacción de factores A x C se obtuvo una respuesta estadística no significativa, por lo que ambos factores son independientes. Al no realizar la

fertilización de presembrado con frecuencias de aplicación de tres veces por semana se obtienen máximos rendimientos, siendo estos de  $5,628.44 \text{ Kg*ha}^{-1}$  y al aplicar la fertilización de presembrado con frecuencias de aplicación de una vez por semana el rendimiento se reduce en un 70.60% con respecto al aplicar la fertilización de presembrado con frecuencias de tres veces por semana. **Ver cuadro 7.2.**

Para la interacción de factores B x C se encontró una respuesta estadística altamente significativa, por lo que los factores se consideran dependientes y ambos causan algún tipo de efecto en esta variable. Con aplicaciones de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  con aplicaciones de cinco veces por semana los rendimientos fueron de  $8,754.38 \text{ Kg*ha}^{-1}$  y al reducir la frecuencia de aplicación a una vez por semana con misma dosis de fertilización, el rendimiento se reduce un 8.50%. **Ver cuadro 7.4.**

Para la interacción de factores A x B x C se obtuvo una respuesta estadística altamente significativa, es decir que los factores son dependientes y la interacción entre los tres causa algún efecto positivo para esta variable. Al no realizar la fertilización de presembrado mas dosis de fertilización de  $1000 \text{ Kg*ha}^{-1}\text{*año}^{-1}$  y frecuencias de aplicación de cinco veces por semana se tienen mayores rendimientos por hectárea. Es probable que esta respuesta se deba a que esta especie no requiere grandes cantidades de fertilización para obtener mayores rendimientos y frutos de calidad, además de que no se causan problemas por competencia de nutrientes dentro de la solución del suelo, y los coloides relacionados en la adsorción de cationes y aniones se encuentra en un balance ideal, y de esta manera la planta responde de mejor manera.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados en esta investigación, y a los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente.

Cuando no se utiliza la técnica de fertilización de presiembra los resultados para cada una de las variables evaluadas fueron satisfactorios, de tal manera que la especie responde positivamente cuando solo se incorpora la fertilización demandada durante el ciclo del cultivo.

El uso de dosis fertilizantes que mostraron los mejores resultados fueron dosis bajas de fertilización, siendo estas de 1000 a 2500 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup>.

Para frecuencias de aplicación los mejores resultados para cada una de las variables evaluadas fueron con frecuencias de aplicación de tres o cinco veces por semana.

El chile habanero responde favorablemente en cada una de sus etapas fenológicas y consecuentemente se obtiene un buen rendimiento, con frutos de calidad al no utilizar la fertilización de presiembra más dosis de fertilización de 1000 Kg\*ha<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup> y frecuencias de aplicación de cinco veces por semana.

## VI. LITERATURA CITADA

- Acevedo, M. M. (2002). Respuesta de Cinco Especies Ornamentales a Diferentes Concentraciones de Fertilizantes y Frecuencias de Aplicación en el Fertirriego. Tesis de licenciatura, UAAAN. pp. 38-46.
- Aceves, N. L. A., Juárez, L. J. F., Palma, L. D. J., López, L. R., Rivera, H. B., Rincón, R. J. A., Morales, C. A. R., Hernández, A. R., Martínez, S. A. (2008). Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo del chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en el estado de tabasco. Gobierno del estado de Tabasco, Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable del Estado de Tabasco OIEDRUS-TAB, inifap, Colegio de posgraduados, SECRETARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO FORESTAL Y PESCA.
- Balbuena, Jaime, C.I. (2012) Respuesta del Limón Persa Crecido en Contenedores a Fertilización de Presiembra, Fertirriego y Fertilizantes Organominerales. Tesis de licenciatura, UAAAN. pp 33-36.
- FAO. 1994. ECOCROP 1. The adaptability level of the FAO crop environmental requirements database. Versión 1.0. AGLS. FAO. Disponible en: <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/about> (Consultado, 21/01/2015).
- FAOSTAT. 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (En línea) disponible: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (consultado 24 de marzo de 2014)
- González, F. N., Santiago, G. A., Esquivel, G. L., Técnicas sustentables para el manejo de la producción del chile habanero. *Revista Bio Ciencias*. 2013; 2(3): 98-101.
- González E., Tomás; Luis Gutiérrez P. y Fernando Contreras M. "El chile habanero de Yucatán". *Revista Ciencia y Desarrollo* [en línea]. Mayo 2006, vol. 32, no. 195. Disponible en:

<http://www.cyd.conacyt.gob.mx/195/Articulos/Chilehabanero/Habanero03.html>

(Consultado, 02/12/2014)

Hernández, M.C.(2014). Respuesta de dos variedades de Lilis a la Aplicación de Presiembra y Dosis de Fertirriego. Tesis de licenciatura, UAAAN. pp 35-38.

Kafkafi, U., Tarchitzky, J. (2011). Fertirrigación. Una herramienta para una eficiente fertilización y manejo del agua. Primera edición. IFA, París, Francia, e IIP, Horgen, Suiza.

Latournerie, Luis; Chávez, José Luis; Pérez, Manuel; Hernández, Carlos F.; Martínez, Rodrigo; Arias, L. M.; Castañón, Guillermo. (2001). Exploración de la diversidad morfológica de chiles regionales en Yaxcabá, Yucatán, México. *Agronomía Mesoamericana*, 41-48. (en línea) <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43712106#> (consultado 24 de marzo de 2014)

Ledón, Vadillo Juan Carlos. (2008).Orgullosamente Yucateco-Denominación de Origen del chile habanero. *Revista DESAFÍO*. Fundación PRODUCE Yucatán. Año 1 Número 3.

Melgarejo, L. M., Hernández, M. S., Barrera, J. A., Bardales, X. (2004). CARACTERIZACIÓN Y USOS POTENCIALES DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE AJI AMAZÓNICO. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi, Universidad Nacional de Colombia.

Mikkelsen, R. (2010). Fertigation can help boost fertilizer efficiency (En línea)

Disponible: <http://www.hortalizas.com/irrigacion/aumento-de-rendimiento-en-chiles-por-fertirrigacion/>

(Consultado 08 junio de 2014)

Perea, E. (2007). Los diversos usos del chile habanero (en línea)

Disponible:[http://imagenagropecuaria.com/2007/los\\_diversos\\_usos\\_del\\_chile\\_habanero/](http://imagenagropecuaria.com/2007/los_diversos_usos_del_chile_habanero/) (consultado 15 junio 2014).

Pérez, G.F., Martínez-Laborde, J.B. (1994). Introducción a la fisiología vegetal. Ediciones mundi-prensa. Madrid. pp 52,53.

Ramírez, M.M., Arcos, C. G., Mata, V. H., Vázquez, G. E. (2012). JAGUAR, VARIEDAD DE CHILE HABANERO PARA MÉXICO. SAGARPA, INIFAP.

Ruiz-Lau, N., Lara, F. M., & Estévez, M. M. (2011). El CHILE HABANERO: su ORIGEN y USOS. Revista ciencia

SAGARPA, SIAP. (2010). Secretaria de Agricultura Ganadería y Pesca, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (En línea) disponible:207.248.177.30/.../26210.177.59.7.Alcance%20Anexo%20III%20Estadí.

Santoyo, J. A., Martínez, C. O. (2011). Tecnología de producción de chile habanero en casa sombra en el sur de Sinaloa. FUNDACIÓN PRODUCE. SAGARPA. GOBIERNO DEL ESTADO DE Sinaloa.

SIAP. 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (En línea) disponible:<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/> (consultado 20 de marzo de 2014)

Soria, M., Trejo,J., Tun, J., Terán, R. (2002). Paquete tecnológico para la producción de chile habanero (Capsicum chinense Jacq.). SEP. DGETA. ITA Conkal, Yucatán, México.

SNICS, SAGARPA. 2012. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación. (En línea)

Disponible: <http://snics.sagarpa.gob.mx/prensa/boletines/Paginas/2012-B003.aspx>

(Consultado 24 marzo de 2014)

Tun, D. J. (2001). Chile Habanero Características y Tecnología de Producción. SAGARPA, inifap PRODUCE. Mocochoá, Yucatán, México.

Norzagaray, J., Bobadilla, L., Romero, A., Carrillo, A., Ruiz, U., Hernández, O., Carrillo, C., Ocaña, G., Dorantes, I., Córdova, E. (2006). Tecnología de Producción Comercial de Chile Habanero (*Capsicum chinense* Jacq). Gobierno de Tabasco. ISPROTAB.



## **VII. APÉNDICE**

**Cuadro 7.1. Influencia de la fertilización de presiembra en el cultivo de chile habanero sobre las diferentes variables.**

Variable	Unidad de medida	presiembra		Significancia
		Con	Sin	
DP	cm	2.54	3.02	**
DE	cm	1.86	2.25	**
PF	g	3.58	4.41	**
DT	mm	7.25	7.55	N.S
APH	cm	35.79	38.00	N.S
AP	cm	61.83	65.32	N.S
FT	unidades	22.66	26.87	**
RPP	g	123.74	151.87	**
RPH	Kg	4330.3	5304.6	N.S

DP=Diámetro polar. DE= Diámetro ecuatorial. PF= Peso de fruto. DT= Diámetro de tallo. APH= Altura a primer horqueta. AP= Altura de planta. FT= Frutos totales. RPP= Rendimiento por planta. RPH= Rendimiento por hectárea. \*\*= Altamente significativo. \*= Significativo. N.S= No significativo.

**Cuadro 7.2. Influencia de la fertilización de presiembra y frecuencia de aplicación en el cultivo de chile habanero para las diferentes variables evaluadas.**

Variable	Unidad de medida	Veces*semana <sup>-1</sup>		Presiembra	
				con	sin
DP	cm	1	2.69	2.57	2.82
		3	2.71	2.25	3.18
		5	2.93	2.81	3.07
DE	cm	1	2.03	1.95	2.12
		3	2.02	1.62	2.44
		5	2.12	2.04	2.19
PF	g	1	3.63	3.41	3.86
		3	3.94	3.25	4.65
		5	4.41	4.09	4.73
DT	mm	1	7.27	7.44	7.11
		3	8.09	7.85	8.34
		5	6.84	6.47	7.22
APH	cm	1	37.25	38.54	35.95
		3	40.92	39.08	42.77
		5	32.54	29.78	35.29
AP	cm	1	61.73	63.27	60.19
		3	68.82	65.63	72.21
		5	60.18	56.8	63.57
FT	unidades	1	24.2	20.73	27.67
		3	23.05	19.73	26.37
		5	27.07	27.53	26.6
RPP	g	1	114.85	94.25	135.45
		3	143.56	125.36	161.75
		5	155.01	151.42	158.42
RPH	Kg	1	4019.9	3,299.17	4,740.71
		3	5007.9	4,385.95	5,628.44
		5	5425.3	5,305.92	5,544.78

DP=Diámetro polar. DE= Diámetro ecuatorial. PF= Peso de fruto. DT= Diámetro de tallo. APH= Altura a primer horqueta. AP= Altura de planta. FT= Frutos totales. RPP= Rendimiento por planta. RPH= Rendimiento por hectárea.

**Cuadro 7.3. Influencia de la fertilización de presembrado y dosis de fertilización en el cultivo de chile habanero para las diferentes variables evaluadas.**

Variable	Presiembra	Unidad de medida	Dosis fertilizante (Kg*ha <sup>-1</sup> *año <sup>-1</sup> )				
			1000	2500	5000	7500	10,000
DP	con	cm	3.83	3.52	2.20	2.84	0.32
	sin		3.82	3.49	3.06	3.10	1.65
DE	con	cm	2.61	2.57	1.72	2.19	0.26
	sin		2.8	2.58	2.39	2.29	1.21
PF	con	g	6.02	5.13	2.60	3.67	0.49
	sin		6.9	5.36	4.06	3.97	1.78
DT	con	mm	8.98	8.16	7.79	7.21	4.13
	sin		8.41	8.37	8.81	7.94	4.24
APH	con	cm	43.08	39.82	41.78	33.31	21
	sin		41.42	45	44.06	36.17	23.39
AP	con	cm	77.72	67.67	74.53	61.92	27.67
	sin		82.72	79.17	75.94	60.39	28.41
FT	con	unidades	59.78	30.11	9.11	13.67	0.67
	sin		50.78	46.78	19.17	14.78	2.89
RPP	con	g	360.97	164.92	33.74	54.59	4.46
	sin		353.4	249.99	83.09	61.65	11.24
RPH	con	Kg	12634.091	5769.40	1180.923	1910.65	156.67
	sin		12369.074	8749.66	2853.10	2157.81	393.55

DP=Diámetro polar. DE= Diámetro ecuatorial. PF= Peso de fruto. DT= Diámetro de tallo. APH= Altura a primer horqueta. AP= Altura de planta. FT= Frutos totales. RPP= Rendimiento por planta. RPH= Rendimiento por hectárea.

**Cuadro 7.4. Influencia de la dosis fertilizante y frecuencia de fertilización en cultivo de chile habanero para las diferentes variables evaluadas.**

Variable	Unidad de medida	Dosis fertilizante (Kg*ha <sup>-1</sup> *año <sup>-1</sup> )					Veces*semana <sup>-1</sup>
		1000	2500	5000	7500	10,000	
DP	cm	3.26	3.10	2.66	2.83	1.84	1
		3.27	3.11	2.67	2.84	1.85	3
		3.38	3.22	2.78	2.95	1.96	5
DE	cm	2.36	2.30	2.04	2.13	1.38	1
		2.36	2.30	2.04	2.13	1.38	3
		2.41	2.34	2.08	2.17	1.42	5
PF	g	5.04	4.43	3.48	3.72	2.38	1
		5.20	4.59	3.64	3.88	2.54	3
		5.43	4.82	3.87	4.11	2.77	5
DT	mm	7.98	7.76	7.78	7.42	5.73	1
		8.39	8.17	8.19	7.83	6.13	3
		7.76	7.55	7.57	7.20	5.51	5
APH	cm	39.74	39.82	40.08	35.99	29.71	1
		41.58	41.66	41.92	37.82	31.55	3
		37.39	37.47	37.72	33.63	27.36	5
AP	cm	70.97	67.57	68.48	61.44	44.88	1
		74.57	71.17	72.07	65.03	48.48	3
		70.20	66.8	67.70	60.66	44.11	5
FT	unidades	39.73	31.32	19.16	19.21	12.98	1
		39.16	30.74	18.59	18.63	12.41	3
		41.17	32.75	20.60	20.64	14.42	5
RPP	g	236.01	161.15	86.63	86.48	61.35	1
		250.37	175.50	100.98	100.83	75.70	3
		256.09	181.23	106.71	106.56	81.42	5
RPH	Kg	8,260.76	5,639.73	3,018.47	3,027.08	2,147.52	1
		8,754.38	6,133.36	3,512.10	3,520.71	2,641.15	3
		8,963.46	6,342.44	3,721.18	3,729.78	2,850.22	5

DP=Diámetro polar. DE= Diámetro ecuatorial. PF= Peso de fruto. DT= Diámetro de tallo. APH= Altura a primer horqueta. AP= Altura de planta. FT= Frutos totales. RPP= Rendimiento por planta. RPH= Rendimiento por hectárea.

**Cuadro 7.5. Conductividad eléctrica de suelo en cultivo de chile habanero bajo las diferentes dosis de fertilización.**

Dosis fertilizante (Kg*ha <sup>-1</sup> *año <sup>-1</sup> )	Sin presiembra			Con presiembra		
	Tratamiento	mmhos/cm	Media	Tratamiento	mmhos/cm	Media
1000	1	4.3	4.2	16	4.5	4.4
	2	4.2		17	4	
	3	4.1		18	4.7	
2500	4	3	5.53	19	8.2	7.93
	5	5.5		20	7.4	
	6	8.1		21	8.2	
5000	7	4.3	6.67	22	3.6	6.83
	8	9.6		23	6	
	9	6.1		24	10.9	
7500	10	13.3	13.06	25	9.5	11.47
	11	15.3		26	8.7	
	12	10.6		27	16.2	
10,000	13	13.3	17.3	28	13.1	15.5
	14	12.5		29	12.7	
	15	26.1		30	20.7	
Media total			9.35	Media total		9.22

**7.6. Análisis de varianza para la variable diámetro polar en frutos de chile habanero.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
<b>Presiembra</b>	1	5.2465	5.2465	38.54	<0.0001	**
<b>Dosis</b>	4	88.3839	22.0959	162.33	<0.0001	**
<b>Vez</b>	2	1.1056	0.5528	4.06	0.0224	*
<b>Presiembra*Dosis</b>	4	6.3237	1.5809	11.61	<0.0001	**
<b>Presiembra*Vez</b>	2	2.2156	1.1078	8.14	0.0008	**
<b>Dosis*Vez</b>	8	11.7537	1.4692	10.79	<0.0001	**
<b>Presiembra*Dosis*Vez</b>	8	7.0226	0.8778	6.45	<0.0001	**
<b>Rep</b>	2	0.2928	0.1464	1.08	<0.3478	N.S
<b>Error</b>	58	7.8947	0.1361			
<b>Total</b>	89	130.2394				
<b>C.V 13.25%</b>						

F.V= Fuente de variación. G.L= Grados de libertad. S.C= Suma de cuadrados. C.M=Cuadrado medio. C.V=Coeficiente de variación. \*\*= Altamente significativo. \*= Significativo. N.S= No significativo.

**7.7. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en frutos de chile habanero.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
<b>Presiembra</b>	1	3.3177	3.3177	68.34	<0.0001	**
<b>Dosis</b>	4	44.4010	11.1002	228.65	<0.0001	**
<b>Vez</b>	2	0.1616	0.0808	1.67	0.1981	N.S
<b>Presiembra*Dosis</b>	4	2.9200	0.7300	15.04	<0.0001	**
<b>Presiembra*Vez</b>	2	2.1998	1.0999	22.66	<0.0001	**
<b>Dosis*Vez</b>	8	4.8675	0.6084	12.53	<0.0001	**
<b>Presiembra*Dosis*Vez</b>	8	3.4289	0.4286	8.83	<0.0001	**
<b>Rep</b>	2	0.0806	0.0403	0.83	0.4410	N.S
<b>Error</b>	58	2.8157	0.0485			
<b>Total</b>	89	64.1933				
<b>C.V 10.69%</b>						

F.V= Fuente de variación. G.L= Grados de libertad. S.C= Suma de cuadrados. C.M=Cuadrado medio. C.V=Coeficiente de variación. \*\*= Altamente significativo. \*= Significativo. N.S= No significativo.

**7.8. Análisis de varianza para la variable peso de fruto en cultivo de chile habanero.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
<b>Presiembra</b>	1	15.6250	15.6250	18.25	<0.0001	**
<b>Dosis</b>	4	293.3170	73.3292	85.64	<0.0001	**
<b>Vez</b>	2	9.1101	4.5550	5.32	0.0076	**
<b>Presiembra*Dosis</b>	4	5.6356	1.4089	1.65	0.1752	N.S
<b>Presiembra*Vez</b>	2	3.7322	1.8661	2.18	0.1223	N.S
<b>Dosis*Vez</b>	8	43.1482	5.3935	6.30	<0.0001	**
<b>Presiembra*Dosis*Vez</b>	8	13.9946	1.7493	2.04	0.0569	N.S
<b>Rep</b>	2	1.2819	0.6409	0.75	0.4776	N.S
<b>Error</b>	58	49.6648	0.8562			
<b>Total</b>	89	435.5096				
<b>C.V 23.15%</b>						

F.V= Fuente de variación. G.L= Grados de libertad. S.C= Suma de cuadrados. C.M=Cuadrado medio. C.V=Coeficiente de variación. \*\*= Altamente significativo. \*= Significativo. N.S= No significativo.

**7.9. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo en cultivo de chile habanero.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
<b>Presiembra</b>	1	2.0340	2.0340	2.24	0.1398	N.S
<b>Dosis</b>	4	244.7800	61.1950	67.43	<0.0001	**
<b>Vez</b>	2	24.1902	12.0951	13.33	<0.0001	**
<b>Presiembra*Dosis</b>	4	6.7676	1.6919	1.86	0.1290	N.S
<b>Presiembra*Vez</b>	2	4.8554	2.4277	2.68	0.00774	**
<b>Dosis*Vez</b>	8	85.3795	10.6724	11.76	<0.0001	**
<b>Presiembra*Dosis*Vez</b>	8	53.5958	6.6994	7.38	<0.0001	**
<b>Rep</b>	2	0.3126	0.1563	0.17	0.8422	N.S
<b>Error</b>	58	52.6356	0.9075			
<b>Total</b>	89	474.5510				
<b>C.V 12.86%</b>						

F.V= Fuente de variación. G.L= Grados de libertad. S.C= Suma de cuadrados. C.M=Cuadrado medio. C.V=Coeficiente de variación. \*\*= Altamente significativo. \*= Significativo. N.S= No significativo.



**8.0. Análisis de varianza para la variable altura a primera horqueta en cultivo de chile habanero.**

FV	GL	SC	CM	Valor F	Pr>F	SIGNIFICANCIA
Presiembra	1	109.7376	109.7376	2.75	0.1029	N.S
Dosis	4	5691.5459	1422.8864	35.61	<0.0001	**
Vez	2	1059.1527	529.5763	13.25	<0.0001	**
Presiembra*Dosis	4	108.9415	27.2353	0.68	0.6075	N.S
Presiembra*Vez	2	270.9338	135.4669	3.39	0.0405	*
Dosis*Vez	8	1816.9294	227.1161	5.68	<0.0001	**
Presiembra*Dosis*Vez	8	1596.6861	199.5857	5.00	<0.0001	**
Rep	2	92.2961	46.1408	1.15	0.3222	N.S
Error	58	2317.4805	39.9565			
Total	89	13063.7040				

**C.V 17.12%**

F.V= Fuente de variación. G.L= Grados de libertad. S.C= Suma de cuadrados. C.M=Cuadrado medio.  
C.V=Coeficiente de variación. \*\*= Altamente significativo. \*= Significativo. N.S= No significativo.

**8.1. Análisis de varianza para la variable altura de planta en cultivo de chile habanero.**

FV	GL	SC	CM	Valor F	Pr>F	SIGNIFICANCIA
Presiembra	1	274.5410	274.5410	2.41	0.1261	N.S
Dosis	4	32230.1695	8057.5423	70.71	<0.0001	**
Vez	2	1273.2389	636.6194	5.59	0.0060	**
Presiembra*Dosis	4	457.8351	114.4587	1.00	0.4127	N.S
Presiembra*Vez	2	484.1942	242.0971	2.12	0.1287	N.S
Dosis*Vez	8	5188.9096	648.6137	5.69	<0.0001	**
Presiembra*Dosis*Vez	8	5851.2070	731.4008	6.42	<0.0001	**
Rep	2	52.7895	26.3947	0.23	0.7940	N.S
Error	58	6609.3971	113.9551			
Total	89	52422.2823				

**C.V 16.78%**

F.V= Fuente de variación. G.L= Grados de libertad. S.C= Suma de cuadrados. C.M=Cuadrado medio.  
C.V=Coeficiente de variación. \*\*= Altamente significativo. \*= Significativo. N.S= No significativo.

### 8.2. Análisis de varianza para la variable frutos totales en cultivo de chile habanero.

FV	GL	SC	CM	Valor F	Pr>F	SIGNIFICANCIA
Presiembra	1	399.0027	399.0027	8.85	0.0043	**
Dosis	4	33672.7451	8418.1862	186.76	<0.0001	**
Vez	2	256.8767	128.4383	2.85	0.0660	N.S
Presiembra*Dosis	4	1698.4456	424.6114	9.42	<0.0001	**
Presiembra*Vez	2	298.0722	149.0361	3.31	0.0437	*
Dosis*Vez	8	832.1689	104.0211	2.31	0.0320	*
Presiembra*Dosis*Vez	8	2894.4978	361.8122	8.03	<0.0001	**
Rep	2	618.8388	309.4194	6.86	0.0021	**
Error	58	2614.3277	45.0746			
Total	89	43284.9759				

**C.V 27.10%**

F.V= Fuente de variación. G.L= Grados de libertad. S.C= Suma de cuadrados. C.M=Cuadrado medio.  
C.V=Coeficiente de variación. \*\*= Altamente significativo. \*= Significativo. N.S= No significativo.

### 8.3. Análisis de varianza para la variable rendimiento por planta en cultivo de chile habanero.

FV	GL	SC	CM	Valor F	Pr>F	SIGNIFICANCIA
Presiembra	1	17814.224	17814.224	7.18	0.0096	**
Dosis	4	1485372.036	371343.009	149.6	<0.0001	**
Vez	2	25680.178	12840.089	5.17	0.0086	**
Presiembra*Dosis	4	26398.553	6599.638	2.66	0.0416	*
Presiembra*Vez	2	5196.414	2598.207	1.05	0.3575	N.S
Dosis*Vez	8	123517.895	15439.737	6.22	<0.0001	**
Presiembra*Dosis*Vez	8	99648.222	12456.028	5.02	<0.0001	**
Rep	2	14932.621	7466.310	3.01	0.0571	N.S
Error	58	143929.719	2481.547			
Total	89	1942489.86				

**C.V 36.14%**

F.V= Fuente de variación. G.L= Grados de libertad. S.C= Suma de cuadrados. C.M=Cuadrado medio.  
C.V=Coeficiente de variación. \*\*= Altamente significativo. \*= Significativo. N.S= No significativo.

**8.4. Análisis de varianza para la variable rendimiento por hectárea en cultivo de chile habanero.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Valor F</b>	<b>Pr&gt;F</b>	<b>SIGNIFICANCIA</b>
<b>Presiembra</b>	1	21358109	21358109	7.03	0.0538	N.S
<b>Dosis</b>	4	1822162964	455540741	150.01	<0.0001	**
<b>Vez</b>	2	31246989	15623494	5.14	0.0088	**
<b>Presiembra*Dosis</b>	4	32036977	8009244	2.64	0.04429	*
<b>Presiembra*Vez</b>	2	6233382	3116691	1.03	0.3647	N.S
<b>Dosis*Vez</b>	8	152490290	19061286	6.28	<0.0001	**
<b>Presiembra*Dosis*Vez</b>	8	122814295	15351787	5.06	<0.0001	**
<b>Rep</b>	2	18676725	9338362	3.08	0.0538	N.S
<b>Error</b>	58	176127006	3036673			
<b>Total</b>	89	2383146736				

**C.V 36.17%**

F.V= Fuente de variación. G.L= Grados de libertad. S.C= Suma de cuadrados. C.M=Cuadrado medio. C.V=Coeficiente de variación. \*\*= Altamente significativo. \*= Significativo. N.S= No significativo.