

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EFFECTO DE AUXINAS Y CITOCININAS SOBRE EL CUAJADO Y  
DESARROLLO DE FRUTO DE CHILE JALAPEÑO; IPALA, CHIQUIMULA  
TESIS DE GRADO

**GEVRI DAVID JUAREZ HERRERA**  
CARNET 23041-10

JUTIAPA, ABRIL DE 2016  
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

EFFECTO DE DE AUXINAS Y CITOCININAS SOBRE EL CUAJADO Y  
DESARROLLO DE FRUTO DE CHILE JALAPEÑO; IPALA, CHIQUIMULA  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**GEVRI DAVID JUAREZ HERRERA**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

JUTIAPA, ABRIL DE 2016  
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

**AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

**NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

LIC. EDWIN ROLANDO PAREDES MAZARIEGOS

**TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA  
ING. HARRY FLORENCIO DE MATA MENDIZABAL  
ING. LUIS ROBERTO AGUIRRE RUANO



**Universidad  
Rafael Landívar**  
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06448-2016**

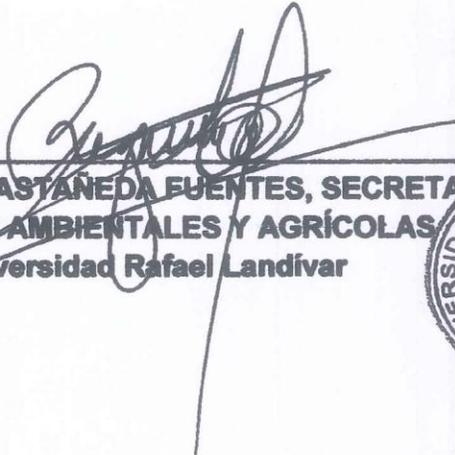
**Orden de Impresión**

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante GEVRI DAVID JUAREZ HERRERA, Carnet 23041-10 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS, de la Sede de Jutiapa, que consta en el Acta No. 0634-2016 de fecha 1 de abril de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EFFECTO DE DE AUXINAS Y CITOCININAS SOBRE EL CUAJADO Y  
DESARROLLO DE FRUTO DE CHILE JALAPEÑO; IPALA, CHIQUIMULA**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 21 días del mes de abril del año 2016.

  
\_\_\_\_\_  
**ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar**



Jutiapa 28 de abril del 2016

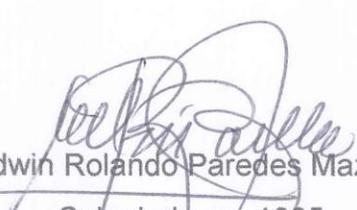
Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Gevri David Juarez Herrera, carne 23041-10, Titulada: **“EFECTO DE LA APLICACIÓN DE AUXINAS Y CITOCININAS SOBRE EL CUAJADO Y DESARROLLO DE FRUTO DE CHILE JALAPEÑO, IPALA CHIQUIMULA”**.

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente.



Ing. Edwin Rolando Paredes Mazariegos

Colegiado no. 1385

Código URL no. 3769

## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Dios por otorgarme la vida y sus bendiciones recibidas durante los seis años de estudios.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de la formación en mi carrera.

Ing. Edwin Rolando Paredes Mazariegos, por sus excelentes cátedras, su asesoría y revisión de la presente investigación.

Gerente General y Gerente Técnico, Stoller de Centroamérica, Ing. Rodolfo Gonzalez Arenas, Ing. Noel Molina, por el apoyo durante la ejecución de la presente investigación y los últimos 3 años de estudios.

## DEDICATORIA

A:

Dios: Por las Fuerzas y las infinitas ganas de esforzarme, y la sabiduría necesaria durante el proceso de formación estudiantil.

Mis Padres: Gevri Miguel Juarez y María Emilia de Juarez, por el apoyo incondicional en cada uno de los momentos difíciles, y su cariño.

Mis Hermanos: Josué Miguel Juarez y María Julieta Juarez, por su tiempo sus consejos y ser parte de mi motivación.

Mi Novia: Adalila Esquivel Martínez, por su apoyo incondicional y mi ser de motivación durante los tres últimos años de estudio y su familia por su hospitalidad.

Mis Amigos: Verdaderos amigos de Jutiapa, quienes me apoyaron con su tiempo y hospitalidad.

Mi Familia: Abuelo, tíos, primos y demás familia, por sus constantes consejos.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	i
SUMMARY.....	ii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	2
2.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS CHILES.....	2
2.2 ESPECIES CULTIVADAS DE CHILES Y CENTROS DE ORIGEN .....	3
2.3 PRODUCCIÓN NACIONAL DE CHILES JALAPEÑOS .....	3
2.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CHILE JALAPEÑO .....	3
2.5 RELACIÓN DE LA TEMPERATURA CON EL CUAJADO Y DESARROLLO DE FRUTOS.....	4
2.6 AUXINAS .....	5
2.6.1 Historia de las auxinas.....	5
2.6.2 Presencia y naturaleza .....	6
2.6.3 Química de las auxinas .....	6
2.6.4 Efectos biológicos y mecanismo de acción .....	7
2.6.5 Amarre y desarrollo de frutos .....	8
2.6.6 Ácido naftalenacético-ANA- .....	8
2.7 CITOCININAS .....	9
2.7.1 Historia de las citocininas .....	9
2.7.2 Presencia y naturaleza .....	9
2.7.3 Química de las citocininas .....	10
2.7.4 Efectos biológicos y mecanismos de acción.....	11
2.7.5 Amarre y desarrollo de frutos .....	12
2.7.6 Quinetina .....	12
2.8 ANTECEDENTE .....	13
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	15
3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	15

IV.	OBJETIVOS .....	17
4.1	OBJETIVO GENERAL .....	17
4.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	17
V.	HIPÓTESIS.....	18
5.1	HIPÓTESIS ALTERNA.....	18
VI.	METODOLOGÍA.....	19
6.1	LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO .....	19
6.2	MATERIAL EXPERIMENTAL.....	19
6.2.1	Híbrido chile jalapeño El Rey.....	19
6.2.2	Quinetina .....	20
6.2.3	Ácido naftalenacetico (ANA).....	20
6.2.4	Polipropileno.....	20
6.3	FACTORES A ESTUDIAR .....	21
6.3.1	Factor A.....	21
6.3.2	Factor B.....	21
6.4	DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS .....	21
6.5	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	22
6.6	MODELO ESTADÍSTICO.....	22
6.7	UNIDAD EXPERIMENTAL.....	23
6.7.1	Parcela bruta .....	23
6.7.2	Parcela neta .....	23
6.8	CROQUIS .....	24
6.9	MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	24
6.10	VARIABLES DE RESPUESTA .....	29
6.10.1	Frutos cuajados por planta.....	29
6.10.2	Peso fresco de fruto en gramos (g) .....	29
6.10.3	Rendimiento de peso fresco de fruto en kilogramos por hectárea .	29
6.10.4	Largo de frutos en centímetros (cm) .....	29
6.10.5	Diámetro de frutos en centímetros (cm) .....	30
6.10.6	Porcentaje (%) de cracking o rajado de frutos.....	30
6.10.7	Costos de producción.....	30

6.11	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	30
6.11.1	Análisis estadístico .....	30
6.11.2	Análisis económico.....	31
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
7.1	FRUTOS CUAJADOS POR PLANTA .....	33
7.2	RENDIMIENTO PESO FRESCO DE FRUTO EN (kg/ha) .....	36
7.3	DIÁMETRO DE FRUTOS (cm) .....	39
7.4	LARGO DE FRUTOS (cm) .....	40
7.5	ANÁLISIS DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE DE PEARSON.....	42
7.6	PORCENTAJE DE CRACKING (%) .....	42
7.7	ANÁLISIS ECONÓMICO .....	42
7.7.1	Presupuestos parciales .....	42
7.7.2	Análisis de dominancia.....	44
VIII.	CONCLUSIONES.....	46
IX.	RECOMENDACIONES .....	47
X.	BIBLIOGRAFÍA .....	48
XI.	ANEXOS .....	51
XII.	CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	61

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución y rendimientos de la producción mundial de chiles. ....	2
Cuadro 2. Especies cultivadas de chiles y centros de origen. ....	3
Cuadro 3. Descripción de tratamientos a evaluar en chile jalapeño. ....	21
Cuadro 4. Plan de fertilización, granulada y fertirriego. ....	26
Cuadro 5. Control Fitosanitario. ....	27
Cuadro 6. Análisis de Varianza para variable número de frutos cuajados/planta. .	33
Cuadro 7. Análisis de Varianza para variable respuesta peso de fruto. ....	36
Cuadro 8. Análisis de varianza para variable respuesta rendimiento de peso fresco de frutos en kilogramos por hectárea. ....	37
Cuadro 9. Diferencia mínima significativa para tratamientos. ....	39
Cuadro 10. Análisis de Varianza para variable respuesta diámetro de frutos. ....	40
Cuadro 11. Análisis de Varianza para variable respuesta largo de frutos (cm). ....	41
Cuadro 12. Prueba de Tukey para variable largo de fruto (cm). ....	41
Cuadro 13. Presupuestos Parciales para Tratamientos en Quetzales. ....	43
Cuadro 14. Análisis de Dominancia para Tratamientos en Quetzales. ....	44
Cuadro 15. Tasa de Retorno Marginal entre Tratamientos. ....	45
Cuadro 16. Medias para tratamientos del arreglo bifactorial para la variable frutos/planta. ....	53
Cuadro 17. Medias para tratamientos del arreglo bifactorial para la variable rendimiento kg/ha. ....	54
Cuadro 18. Medias para tratamientos del arreglo bifactorial para la variable peso de frutos en gramos. ....	54
Cuadro 19. Medias para tratamientos del arreglo bifactorial para la variable diámetro de frutos (cm). ....	55
Cuadro 20. Medias para tratamientos del arreglo bifactorial para la variable largo de frutos (cm). ....	55
Cuadro 21. Coeficientes de correlación de Pearson. ....	56
Cuadro 22. Tabla de calificación de coeficientes de correlación de Pearson. ....	56
Cuadro 23. Costos de Producción en Quetzales para el cultivo de Chile Jalapeño a campo abierto. ....	56

Cuadro 24. Costos variables para Tratamientos en Quetzales. ....	58
Continua, cuadro 24. Costos variables para Tratamientos en Quetzales.....	59
Cuadro 25. Ingresos Totales por Tratamiento en Quetzales. ....	59
Cuadro 26. Valores mínimos de aceptación de coeficientes de correlación de Pearson.....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diferencias entre las moléculas de Ácido Indol-acético (auxina natural) y de Ácido Naftalen-acético (auxina sintética) (Euita, 2003). .....	7
Figura 2. Formulas estructurales de la adenina y sus derivados sintéticos, zeatina y quinetina (Euita, 2003). .....	11
Figura 3. Croquis de campo y distribución de tratamientos.....	24
Figura 4. Rendimientos frutos/planta para tratamientos del arreglo bifactorial y tratamientos contrastes. ....	34
Figura 5. Comportamiento de temperaturas correlacionadas con los números de frutos cuajados por planta para los tratamientos (Datalogger THC4, 2015).....	35
Figura 6. Rendimiento en kg/ha para tratamientos del arreglo bifactorial y tratamientos contrastes. ....	37
Figura 7. Localización del Municipio de Ipala, Chiquimula, Guatemala.....	51
Figura 8. Instalación de Datalogger, para almacenamiento de información, temperaturas y humedad. ....	52
Figura 9. Cosecha de parcelas netas para cada uno de los tratamientos.....	52
Figura 10. Medición de largo de frutos a muestras seleccionadas.....	53

# **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE AUXINAS Y CITOCININAS SOBRE EL CUAJADO Y DESARROLLO DE FRUTO DE CHILE JALAPEÑO, IPALA CHIQUIMULA**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación realizado en la aldea de El Amatillo, del municipio de Ipala, departamento de Chiquimula, tiene como objetivo determinar el efecto de Ácido Naftalenacetico (ANA) y las citocininas, sobre el cuajado y desarrollo de frutos en el cultivo de chile jalapeño, así como en los parámetros de calidad (diámetro, largo y cracking), en condiciones de temperaturas mayores a los 35 °C. Para el desarrollo de la investigación, se utilizó un arreglo bifactorial de tratamientos distribuidos en un diseño experimental de bloques al azar, el cual consta de 12 tratamientos del arreglo bifactorial (3 niveles de ANA y 4 niveles de Quinetina), y 3 tratamientos contrastes con tres repeticiones. Se determinó que el uso de las hormonas en este cultivo, estadísticamente no influyen en el amarre y desarrollo de fruta. Si existió un efecto respuesta fisiológica por parte de la planta, siendo los mejores tratamientos; 7.2 g ANA + 5.4 g de Quinetina con 79.3, 9 g ANA + 5.4 g Quinetina con 78.4, 5.4 ppm ANA + 3.6 g Quinetina con 76.8, 7.2 g ANA + 3.6 g Quinetina con 76.4 y 7.2 g ANA + 1.8 gramos de Quinetina por hectárea con 75 frutos por planta respectivamente contra el testigo con 72 frutos por planta. Desde el punto de vista económico, la aplicación de diferentes dosis de la combinación ANA y Quinetina, expresaron los mayores valores de tasa marginal de retorno, siendo estos los tratamientos con 7.2 g ANA y 3 g/ha Quinetina y 5.4 g ANA y 1.8 g/ha de Quinetina, cuyos valores obtenidos fueron 19.15 y 16.45%.

# **EFFECT OF THE APPLICATION OF AUXINS AND CYTOKININS ON FRUIT SET AND DEVELOPMENT OF JALAPEÑO CHILI PEPPER, IPALA, CHIQUIMULA**

## **SUMMARY**

This investigation was performed in the town of El Amatillo, of the municipality of Ipala, department of Chiquimula. The objective was the determination of the effect of the naphthaleneacetic acid (NAA) and the cytokinins, on the fruit set and development of jalapeño chili pepper. The variables measured were: diameter, length and cracking. For the development of this investigation, a bi-factorial arrangement was used with 12 treatments (3 levels of NAA and 4 levels of kinetin), and 3 contrasting treatments with 3 repetitions. It was determined that the use of hormones in this crop, statistically did not influence in the fruit set and development. It existed a physiological response on the plant, being the best treatments: 7.2 g NAA + 5.4 g of kinetin with 79.3, 9 g NAA + 5.4 g kinetin with 78.4, 5.4 ppm NAA + 3.6 g kinetin with 76.8, 7.2 g NAA + 3.6 g kinetin with 76.4 y 7.2 g ANA + 1.8 g of kinetin by hectare with 75 fruits per plant respectively against the control with 72 fruits per plant. From the economic stand point, the application of different dosage of the combination of NAA and kinetin, expressed higher values in the marginal rate of return, being these treatments with 7.2 g NAA and 3 g/ha kinetin and 5.4 g NAA and 1.8 g/ha of kinetin, which obtained values of 19.15% and 16.45%.

## I. INTRODUCCIÓN

Según datos de FAO (2010), la superficie mundial cultivada de chiles asciende a 1.725.090 ha de chile dulce, verde, güero largo o jalapeño, y 1.834,350 ha de chiles secos, poblanos, otros, para un total de 3.729,900 ha, con una producción total de 27.465.740 toneladas. De todo el mundo, China es el que presenta la mayor participación en la producción de chiles, representando un 36% de la superficie sembrada mundialmente con una producción de 12,531.000 toneladas.

En Guatemala se cultivan alrededor de 1,400 ha de chile jalapeño, producción que se concentra en el parcelamiento de La Máquina, Suchitepéquez, el área de Retana, Jutiapa, siendo otro punto importante en la producción de chile jalapeño el área de El Amatillo, Ipala, Chiquimula (FASAGUA, 2010).

Uno de los factores que produce serios daños a las plantas del cultivo de chile, son las temperaturas principalmente abortos de botones florales, flores y frutos, esto debido al uso de estructuras de protección como lo son los microtuneles. Las temperaturas superiores a los 35<sup>0</sup>C, pueden detener la producción de botones florales o el aborto de flores formadas durante la floración anterior, debido a la no viabilidad del polen (Sánchez, Gutiérrez y Galileo, 2008).

Tanto el ácido naftalenacetico (ANA) como la quinetina, influyen en los procesos proteicos de las plantas a dosis necesarias por la planta, por lo cual en esta investigación se realizó la evaluación de diferentes niveles de cada una de las hormonas en alternancia para mejorar el cuaje y desarrollo de fruto bajo condiciones de micro túnel, donde actualmente se tiene problemas de polinización debido a la desnaturalización de proteínas por las altas temperaturas dentro de las estructuras.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LOS CHILES

Según datos recientes de la Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO - (2010), la superficie mundial cultivada de chiles es de 1.725.090 ha de chiles frescos (dulce, verde, güero largo o jalapeño), y 1.834.350 ha de chiles secos (poblano, otros), para un total de 3.729,900 ha con una producción total de 27.465,740 toneladas. De todo el mundo, China es el que presenta la mayor participación en la producción de chiles. Su superficie sembrada al 2007 asciende a 612.800 ha, lo que representa un 36% de la superficie sembrada mundialmente con una producción de 12,531,000 toneladas. De 1993 al 2007, se ha observado un crecimiento del 48% de la superficie cultivada. Este aumento de la producción se debe a la alta demanda de los chiles tanto para consumo en fresco como para procesos industriales, que incluyen polvos, salsas, condimentos e inclusive para la fabricación de cosméticos y farmacéuticos.

Cuadro 1. Distribución y rendimientos de la producción mundial de chiles.

País	Area (ha)	Rendimiento t/ha	Producción (ha) 2006
China	612.800	20,45	12.531.00
México	140.693	13,17	1.853.610
Turquía	88.00	19,83	1.745.000
Estados Unidos	34.400	28,42	977.670
España	22.500	42,36	953.200
Indonesia	173.817	5,01	871.080
Otros	624.681	---	6.083.848
Total	1.696.891	14,74	25.015.498

(FAO, 2010).

## 2.2 ESPECIES CULTIVADAS DE CHILES Y CENTROS DE ORIGEN

La especie *Capsicum annuum* var. *Annuum*, que es originaria de México y Guatemala, es la que presenta mayor variabilidad de formas cultivadas, se encuentra distribuida en todo el mundo y tiene amplia diversidad de tamaños, formas, colores, rango de maduración y grado de pungencia (FAO, 2010).

Cuadro 2. Especies cultivadas de chiles y centros de origen.

Especies Domesticadas	Centro de Origen
<i>Capsicum annuum</i> var. <i>Annuum</i>	Guatemala y México
<i>Capsicum frutescens</i>	Cuenca del Amazonas
<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>Pendulum</i>	Zonas bajas de Bolivia
<i>Capsicum chinense</i>	Cuenca del Amazonas
<i>Capsicum pubescens</i>	Los Andes (Perú-Bolivia)

(FAO, 2010).

## 2.3 PRODUCCIÓN NACIONAL DE CHILES JALAPEÑOS

Según registros de la Federación de Asociaciones de Agricultores de Guatemala – FASAGUA-, en el país se cultivan 1,400 ha de chile jalapeño, producción que se concentra en el parcelamiento de La Máquina, Suchitepéquez, el área de Retana, Jutiapa, siendo otro punto importante en la producción de chile jalapeño el área de Chiquimula, Ipala (Gamarro, 2010).

## 2.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CHILE JALAPEÑO

La planta es un semiarbusto de forma variable y alcanza entre 0.60 metros (m) a 1.50 m de altura, dependiendo principalmente de las condiciones climáticas y del manejo. La planta de chile es monoica, tiene los dos sexos incorporados en una misma planta, y es autógama, es decir que se auto fecunda; aunque puede experimentar hasta un 45% de polinización cruzada, es decir, ser fecundada con

el polen de una planta vecina. Por esta misma razón se recomienda sembrar semilla híbrida certificada cada año. La semilla se encuentra adherida a la planta en el centro del fruto. Es de color blanco crema, de forma aplanada, lisa, reniforme, cuyo diámetro alcanza entre 2.5 y 3.5 milímetros (mm) (P&C maderas, 2013).

El tallo puede tener forma cilíndrica o prismática angular, glabro, erecto y con altura variable, según la variedad. Esta planta posee ramas dicotómicas o pseudo dicotómicas, siempre una más gruesa que la otra (la zona de unión de las ramificaciones provoca que éstas se rompan con facilidad). Este tipo de ramificación hace que la planta tenga forma umbelífera (de sombrilla). El fruto es una baya, con dos a cuatro lóbulos, con una cavidad entre la placenta y la pared del fruto, siendo la parte aprovechable de la planta. Tiene forma globosa, rectangular, cónica o redonda. Existe una diversidad de formas y tamaños en los frutos, pero generalmente se agrupan en alargados y redondeados y tamaño variable, su color es verde al principio y luego cambia con la madurez a rojo o púrpura en algunas variedades. La constitución anatómica del fruto está representada básicamente por el pericarpio y la semilla. En casos de polinización insuficiente se obtienen frutos deformes (P&C maderas, 2013).

## **2.5 RELACIÓN DE LA TEMPERATURA CON EL CUAJADO Y DESARROLLO DE FRUTOS**

Según Sánchez, Gutiérrez y Galileo (2008), mencionan que las altas temperaturas producen serios daños a las plantas del cultivo de chile, principalmente abortos de frutos, botones florales y flores. Las temperaturas superiores a los 35<sup>0</sup>C, pueden detener la producción de botones florales o el aborto de flores formadas durante la floración anterior, debido a la no viabilidad del polen. Las temperaturas bajas retrasan el desarrollo de la planta y disminuyen la floración y fructificación del cultivo.

## **2.6 AUXINAS**

La auxina ocupa un lugar destacada en cualquier discusión de hormonas, ya que fue la primer hormona de crecimiento descubierta en plantas, mucho antes de que se realizaran los primeros trabajos fisiológicos sobre el mecanismo de expansión celular con la aplicación y uso de las auxinas (Taiz y Zeiger, 2006).

### **2.6.1 Historia de las auxinas**

Durante el siglo XIX, Charles Darwin y su hijo Francis, estudiaron los fenómenos de crecimiento vegetal relacionado en los tropismos. Uno de estos fenómenos es la curvatura de las plantas hacia la luz, fenómeno que produce un crecimiento asimétrico que actualmente se conoce como fototropismo. En la mayoría de los experimentos se utilizaron semillas de algunas plantas herbáceas, las cuales tienen las hojas jóvenes envueltas en una estructura llamada coleoptilo (Taiz y Zeiger, 2006).

Los coleoptilos son muy sensibles a la luz, especialmente a la luz azul, en algunas de las pruebas realizadas por Charles Darwin, cubrían la parte superior de los coleoptilos con una pequeña placa la cual evitaba la llegada de la luz a los mismos, esto provocaba que estos se desarrollaran sin ninguna curvatura al lugar en el cual se colocase la luz azul. De esta manera concluyeron que en el ápice se producía algún tipo de señal de crecimiento que viajaba desde la zona de crecimiento provocando el fototropismo (Taiz y Zeiger, 2006).

Luego de estas investigaciones, numerosos investigadores realizaron pruebas similares a estas, culminando con la demostración de First Went, de la presencia de una sustancia química que promovía el crecimiento de los coleoptilos en avena (*Avena sativa*). Si se elimina el ápice, el crecimiento del coleoptilo cesa. En una de las investigaciones de Went, se molía el ápice de algunos coleoptilos, colocando esta sustancia en bloques de agar cercanos a los coleoptilos decapitados,

observándose que estos seguían creciendo aun en ausencia de luz. Como esta sustancia promovía la elongación de las secciones de coleoptilos, se le denominó auxina que proviene del griego *auxein*, que significa aumentar o crecer (Taiz y Zeiger, 2006).

### **2.6.2 Presencia y naturaleza**

Seubert en 1925, demostró por primera vez la existencia de compuestos naturales de actividad auxínica, encontrando que esa actividad se encontraba presente en varios preparados enzimáticos comerciales, así mismo en extractos de cultivos de hongo *Rhizopus sinius*. Se esperaba que las auxinas fueran aisladas por primera vez de coleoptilos de avena, debido a los primeros trabajos en ellos; sin embargo las cantidades de auxinas presentes en los coleoptilos son demasiado pequeñas. Los primeros investigadores identificaron las hormonas por su índice de difusión a través del agar y su sensibilidad a la destrucción por ácidos calientes y álcalis (Weaver, 1985).

### **2.6.3 Química de las auxinas**

Las auxinas, están relacionadas estructuralmente al aminoácido triptófano, por lo que los primeros estudios sobre biosíntesis de auxina se centraron en el triptófano como posible precursor de las auxinas, en especial el Ácido Indol-acético (AIA), sin embargo ha sido difícil demostrar la incorporación de triptófano a los tejidos vegetales. No obstante, una gran una gran parte de las evidencias acumuladas demuestran que las plantas convierten el triptófano en auxinas por varias rutas (Taiz y Zeiger, 2006).

Los grupos de auxinas más conocidos son los siguientes:

Naturales

Ácido Indol-acético (AIA)

Ácido Indol-butírico (AIB)

4-CPA (Acido 4-fenoxiacetico)

BNOA (Acido beta-naftoxiacetico)

Sintéticas

Ácido Naftalen-acético (ANA)

2,4-D (generalmente utilizado como herbicida)

2, 4,5-T.

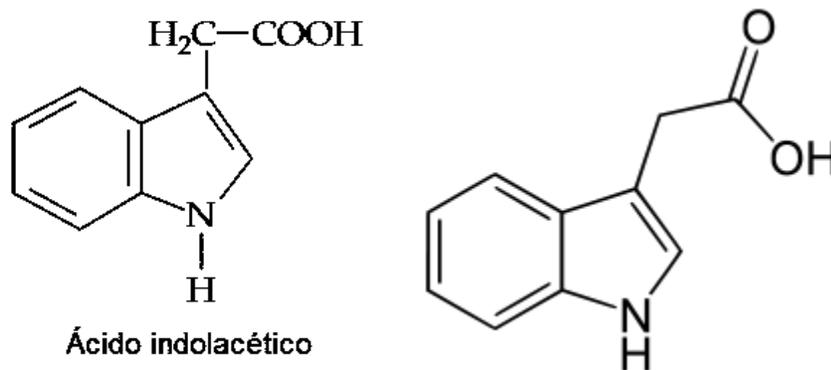


Figura 1. Diferencias entre las moléculas de Ácido Indol-acético (auxina natural) y de Ácido Naftalen-acético (auxina sintética) (Euita, 2003).

#### 2.6.4 Efectos biológicos y mecanismo de acción

Azcon-Bieto (2000), citado por García (2010), menciona que se encuentra involucrada en numerosos procesos fisiológicos de las plantas, además de promover el crecimiento, la diferenciación y elongación celular y por consiguiente el crecimiento longitudinal de los tejidos de la planta, así como el crecimiento y maduración de frutos, la floración, la senectud y el geotropismo. Es también la responsable del movimiento que se conoce como fototropismo, que no es más que la formación de la curvatura de la planta hacia la luz y está se produce cuando la auxina por foto-sensibilidad se distribuye en la parte que recibe luz y viaja al lado oscuro de la planta y provoca que las células de esa zona crezcan y se elonguen

más que las correspondientes en la zona que recibe luz. Otra de sus características es que retardan la caída de hojas, flores y frutos jóvenes con dominancia apical.

Las auxinas pueden funcionar, mediante la activación de un tipo mensajero de RNA, que provoca la síntesis de enzimas específicas, dichas enzimas generan la inserción de nuevos materiales en las paredes celulares, lo cual da por resultado su expansión (Weaver, 1985).

### **2.6.5 Amarre y desarrollo de frutos**

Muchas de las auxinas sintéticas amarran frutos en la mayoría de cultivos. El mejor amarre se obtiene por 4-CPA (Acido 4-fenoxiacetico), BNOA (Acido beta-naftoxiacetico) y AIA (Ácido Idol-acetico). Los compuestos naturales tienden a ser menos efectivos que los sintéticos a nivel comercial, debido a que son inestables en la luz y se degradan fácilmente por los procesos oxidantes en la planta. Las auxinas resultan más efectivas en el amarre de frutos, en aquellos que poseen muchos óvulos, como son higos, fresas, calabazas, tomates, tabaco y berenjenas (Weaver, 1985).

### **2.6.6 Ácido naftalenacetico-ANA-**

Es una de las auxinas más utilizadas a nivel comercial, ya que por ser una auxina sintética tiene mayor movilidad en la planta, y estabilidad en la luz. Según la dosis y el momento de aplicación, esta actúa sobre la abscisión y la división celular, así como la diferenciación del cambium vascular. Según la dosis que se utilice, puede provocar caída o evitar la caída de frutos. En algunos cultivos como cítricos y níspero, se utiliza a altas dosis para provocar el aclareo de frutos, y en cultivos de ciclo corto se utilizan para retener una mayor cantidad de frutos (INFOAGRO, 2012).

## **2.7 CITOCININAS**

Banghert y Grubber (2000), citados por García (2011), mencionan que no solamente las auxinas son las únicas fitohormonas necesarias para el crecimiento de las plantas, ya que éstas requieren también de otro tipo de fitohormonas que lleven a cabo la multiplicación de sus células, las cuales fueron adquiridas genéticamente y es esta precisamente la función principal de estas fitohormonas.

### **2.7.1 Historia de las citocininas**

El descubrimiento de las auxinas, estímulo a muchos investigadores a buscar otros tipos de sustancias químicas que regularan el crecimiento y el desarrollo, ya que como ocurre en los animales, parecía poco probable que estuviese regulado por una sola hormona vegetal. La búsqueda se concentró especialmente en hormonas que regularan la división celular. Estos compuestos se han encontrado en todo tipo de cultivos, principalmente en los tejidos que se dividen de manera activa como meristemos, semillas en germinación y frutos en maduración. Estas hormonas se llamaron citocininas (de “citocinesis”) o citoquininas. Los estudios de las citocininas han demostrado que son necesarias para procesos posteriores a la replicación de ADN pero anteriores a la mitosis (García, Roselló y Santamarina, 2004).

En 1982, Wiesner propuso la existencia de sustancias de factores estimulantes de la división celular, y Haberlandt, en 1913, encontró que extractos de floema podían estimular la división celular de tejidos de parénquima (García, et. al, 2004).

### **2.7.2 Presencia y naturaleza**

De más de cuarenta especies vegetales, se han obtenido extractos cuyos compuestos manifiestan actividad citocínica. Niveles relativamente altos de estos compuestos se han detectado sobre todo en tejidos que presentan una división

celular activa, como las semillas en germinación y frutos jóvenes. Por lo que las citocininas se consideran como reguladores de la división celular. Generalmente las actividades de las citocininas se correlacionan con la ubicación de las regiones de división celular activa y los periodos de división celular activa (Weaver, 1985).

La primera citocinina cristalina se extrajo de semillas de *Zea mays* y se le denominó zeatina. La zeatina fue sintetizada, es un compuesto altamente activo. Se han encontrado compuestos similares a los de la zeatina en cultivos de *Cornynebacterium fascians*, bacteria que produce un crecimiento excesivo en algunas plantas superiores. Letham en 1968 informó haber aislado varias nuevas citocininas en extractos de maíz dulce (Weaver, 1985).

### **2.7.3 Química de las citocininas**

En 1956, Miller y colaboradores trabajando en el laboratorio de Folke Skoog, aislaron la quinina o cinetina, a partir de un preparado envejecido de ADN, se le identificó químicamente como 6-furfurilaminopurina. Hay una gran variedad de sustitutos que se pueden reemplazar en el anillo de furano, dando así los compuestos un nivel más amplio de solubilidad en las grasas. Por sí sola, la adenina da muestras de tener actividad como citocinina, aunque la quinina es aproximadamente 30,000 veces más potente que esta. Se conoce que existen 69 compuestos aromáticos y no aromáticos que tienen efecto sobre la división celular, la mayoría derivados de la adenina y amino-purina (Weaver, 1985).

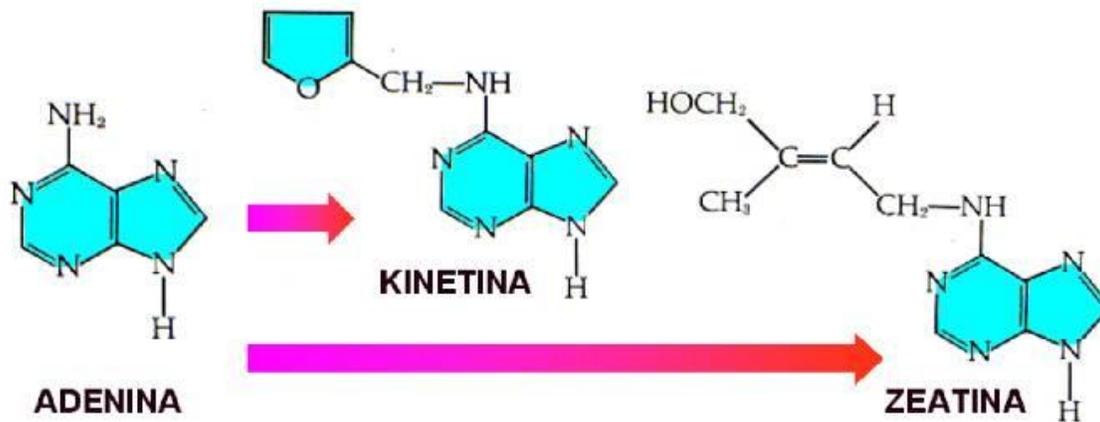


Figura 2. Formulas estructurales de la adenina y sus derivados sintéticos, zeatina y quinetina (Euita, 2003).

#### 2.7.4 Efectos biológicos y mecanismos de acción

Jankiewicz (2003), citado por García (2011), explica las principales funciones que desempeñan las citocininas dentro de las plantas como son, estimular la división celular y su crecimiento, inhibir el desarrollo de raíces laterales, romper la latencia de las yemas axilares, promover la organogénesis en los callos celulares, retrasar la senescencia o envejecimiento de los órganos vegetales, promover la expansión celular en cotiledones y hojas, promover el desarrollo de los cloroplastos, estimular la germinación en las semillas, estimular la formación de frutos sin semillas, romper el letargo de las semillas, inducir la formación de brotes, mejorar la floración, alterar el crecimiento de frutos y romper la dominancia apical.

El movimiento de los nutrientes hacia las flores y frutos ha sido reconocido hace muchos años, la observación de esos movimientos, ha llevado a la conclusión de que los materiales orgánicos e inorgánicos, se desplazan desde su ubicación de origen en la plantas, raíces y hojas, hacia los puntos de absorción tales como los frutos y ápices. Desde hace mucho tiempo se sabe que las citocininas aumentan la amplitud del traslado de los materiales orgánicos hasta las regiones tratadas, así mismo las citocininas son potentes agentes de movilización de en las hojas,

provocando el desplazamiento de los fotosintatos hacia los frutos de los cítricos (Weaver, 1985).

### **2.7.5 Amarre y desarrollo de frutos**

Se ha observado que las aplicaciones de citocininas son efectivas para incrementar el amarre de frutos en racimos de polinización abierta en algunas variedades de uva (*Vitis vinífera*), sin semilla. Se sabe que las citocininas incrementa el DNA, el RNA y la síntesis de proteínas y que pueden movilizar metabolitos hacia las zonas de aplicación del compuesto, principalmente en hojas, flores y frutos (Weaver, 1985).

Las altas temperaturas provocan la desnaturalización de las proteínas viéndose afectados los procesos de crecimiento y desarrollo en los cultivos. Hay ciertas pruebas que en el aminoácido serina, la citocininas amino purina (zeatina o quinentina) es una base impar inmediatamente adyacente al anti codón (la secuencia de bases que llevan al código de igualación del RNA mensajero que especifica a su vez el lugar apropiado del aminoácido de la nueva proteína) (Weaver, 1985).

### **2.7.6 Quinentina**

En 1955, tras experiencias previas a realizadas con ADN de esperma de arenquima, Folke Skoog y Carlos Miller consiguieron preparar por tratamiento térmico de ADN de un compuesto, el 6-furfurilamino purina, que promovía la división celular. Denominaron a esta sustancia como quinentina, y llamaron a los compuestos que se incluían dentro de este grupo como citocininas, debido a su implicación en el proceso de citocinesis. La quinentina no existe de manera natural en las plantas, tiene una estructura relativamente simple, derivando de ella otros compuestos con efectos similares (García, et. al, 2004).

## 2.8 ANTECEDENTE

Según Ramírez, Castillo, Aceves, Carrillo (2005), la temperatura es uno de los principales problemas en la producción de chile habanero en el estado de Campeche, México, es una pérdida importante de flor y fruto de la planta. Por ello, la investigación tuvo como objetivo: evaluar el efecto de diferentes reguladores de crecimiento comerciales, sobre la floración y amarre de fruto. La evaluación se realizó en campo e invernadero en la localidad de China, Campeche, México, ubicada los 18° 41' latitud norte y 90° 59' longitud oeste, con la siembra de la variedad habanero. Los tratamientos consistieron en la aplicación durante el periodo reproductivo de los siguientes productos Fito reguladores: Maxigrow, Biofol, Bioforte, Biocrop, Biozyme, más un tratamiento testigo, consistente en la no aplicación de estos productos. Las variables de estudio fueron número de flores y frutos por planta; longitud y diámetro de fruto y rendimiento de fruto (Ramírez, et al, 2005).

Las plantas de chile 'Habanero' mostraron un efecto diferencial positivo a la aplicación de los reguladores de crecimiento empleados, en especial a Maxigrow, el que promovió un mayor desarrollo vegetativo y reproductivo, propiciando un mayor amarre de flor y fruto; así como de rendimiento. El cultivo en invernadero indujo a tener plantas con numerosos frutos, pero pequeños; contrario a lo observado en campo, en donde se observaron plantas más pequeñas, con frutos grandes y bien desarrollados, dando como consecuencia mayor rendimiento (Ramírez, et al, 2005).

Los productos comerciales evaluados consistieron en una mezcla de compuestos variados e ingredientes activos en solución; su composición fundamental es la siguiente: Bioforte contiene 876,000 mg·litro<sup>-1</sup> de extractos orgánicos, 2,100 mg·litro<sup>-1</sup> de auxinas, 30 mg·litro<sup>-1</sup> de giberelinas, 15,500 mg·litro<sup>-1</sup> de potasio; Maxigrow contiene 545,300 mg·litro<sup>-1</sup> de extractos orgánicos, 90 mg·litros<sup>-1</sup> de auxinas, 1,500 mg·litro<sup>-1</sup> de citocininas, 100 mg·lito<sup>-1</sup> de giberelinas y 26,600

mg·litro<sup>-1</sup> de nitrógeno; Biocrop contiene 792,000 mg·litro<sup>-1</sup> de extractos orgánicos, 15 mg·litro<sup>-1</sup> de auxinas, 101 mg·litro<sup>-1</sup> de citocininas, 140 mg·litro<sup>-1</sup> de giberelinas y 2,200 mg·litro<sup>-1</sup> de ácido fólico; Biofol contiene 200,000 mg·litro<sup>-1</sup> de extractos orgánicos, 100 mg·litro<sup>-1</sup> de magnesio, 100 mg·litro<sup>-1</sup> de manganeso, 100 mg·litro<sup>-1</sup> de fierro y 100 mg·litro<sup>-1</sup> de zinc; finalmente Biozyme contiene 788,700 mg·litro<sup>-1</sup> de extractos orgánicos, 331 mg·litro<sup>-1</sup> de auxinas, 83 mg·litro<sup>-1</sup> de citocininas, 310 mg·litro<sup>-1</sup> de giberelinas y 5,090 mg·litro<sup>-1</sup> de hierro (Ramírez, et al, 2005).

El producto que más incrementó la inducción y amarre de flor respecto al tratamiento testigo fue Maxigrow, aumentándola en 44 % para condiciones conjuntas de campo e invernadero, aunque su efecto fue igual al de Biocrop, Bioforte y Biozyme. El amarre de fruto en la planta considerando el efecto conjunto de campo e invernadero, fue favorecido por la aplicación de Maxigrow, el cual en promedio incrementó el número de frutos por planta en 86.88 %, traducido a un rendimiento medio de 46.02 t·ha<sup>-1</sup> (Ramírez, et al, 2005).

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Al iniciar la etapa de floración, la planta de chile produce un gran número de flores en las yemas terminales de la mayoría de las ramas, la cantidad de frutos cuajados depende de la capacidad de la planta para retenerlos y de las condiciones ambientales. A medida que los frutos se desarrollan, el crecimiento vegetativo y la formación de flores se reduce. Cuando los primeros frutos comienzan a madurar, se inician otras fases vegetativas y de producción de flores, manteniendo frutos a distintos grados de madurez. Siendo esta la etapa en la que cualquier problema afectara el rendimiento del cultivo (Sánchez, et al, 2008).

Según Sánchez, et al, (2008), las altas temperaturas producen serios daños a las plantas del cultivo de chile, principalmente abortos de frutos, botones florales y flores. Las temperaturas superiores a los 35<sup>0</sup>C, pueden detener la producción de botones florales o el aborto de flores formadas durante la floración anterior, debido a la no viabilidad del polen. Las temperaturas bajas retrasan el desarrollo de la planta y disminuyen la floración y fructificación del cultivo.

Actualmente los cultivos de chile jalapeño, se están realizando bajo estructuras de macro y micro túnel principalmente, utilizando polipropileno como protección, para evitar la presencia y el ingreso de plagas, principalmente el trips (*Trips tabaci*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*), lo cual eleva la temperatura dentro de la estructura por encima de los 35<sup>0</sup>C de temperatura, lo cual inhabilita la viabilidad del polen y en algunos de los casos provoca abortos en los frutos ya cuajados.

#### 3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Las hormonas dentro de la planta necesitan cierto balance para que efectúen su labor de mejor manera, viéndose afectados estos niveles por varios factores como la temperatura y otros, por lo que es de suma importancia la evaluación de

diferentes niveles para encontrar el balance entre auxinas y citocininas que aumenten la viabilidad del polen, y mejorar el cuaje y desarrollo de frutos.

En dicha investigación se pretendió encontrar los niveles óptimos de la combinación para obtener mayor cantidad de frutos a cosecha por planta, así como los frutos de mayor calidad para el mercado sin descuidar el tema de costos, por lo que se evaluaron tres dosis de ácido naftalenacético- ANA- y cuatro dosis de quinetina en alternancia, realizando dos aplicaciones de cada una de ellas. Las auxinas se aplicaron siempre antes que la quinetina, esto para que la expansión celular que se da en las paredes de los frutos se pueda aprovechar en un desarrollo normal, movilizandolos azúcares por medio del uso de la quinetina a los puntos de desarrollo de los frutos y mejorar su calidad.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de tres dosis de ácido naftalenacético y cuatro de quinetina en el cuajado y desarrollo de frutos en chile jalapeño bajo condiciones de micro túnel en la localidad de El Amatillo, Ipala, Chiquimula.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar el número de frutos cuajados por planta por efecto de cada uno de los tratamientos de ácido naftalenacético y quinetina.

Cuantificar el rendimiento de peso fresco de fruto por planta y total para cada uno de los tratamientos.

Determinar cómo influyen los tratamientos sobre los componentes de calidad de fruto (longitud y diámetro).

Determinar el porcentaje de cracking o rajado de fruto para cada uno de los tratamientos a evaluar.

Realizar el análisis de presupuestos parciales, así como las tasa marginales de retorno para cada uno de los tratamientos.

## **V. HIPÓTESIS**

### **5.1 HIPÓTESIS ALTERNA**

Al menos una de las tres dosis ácido naftalenacético tendrá un efecto diferente al resto en el cuajado y desarrollo de fruto.

Al menos una de las cuatro dosis de quinetina tendrá un efecto diferente al resto en el cuajado y desarrollo de fruto.

Al menos uno de los tratamientos de la combinación de ácido naftalenacético y quinetina tendrá un efecto diferente al resto en el cuajado y desarrollo de fruto.

## **VI. METODOLOGÍA**

### **6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO**

Ipala, según el Instituto Geográfico Nacional –IGN- (2008) consultado por Chiquimula online (2010), se encuentra en el mapa de Ipala 2259-I escala 1:50,000, con las coordenadas latitudinales 14° 37' 10". El banco de marca (MB) del IGN en la estación de ferrocarril se encuentra a una altura de 822.76 metros sobre el nivel del mar (msnm), por lo que generalmente su clima es templado.

Ipala es uno de los once (11), municipios del departamento de Chiquimula, se encuentra en la parte oeste el departamento en la Región III o Región Nor-Oriental. La distancia entre Ipala y la cabecera departamental, Chiquimula es de 34 kilómetros.

### **6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL**

#### **6.2.1 Híbrido chile jalapeño El Rey**

Es un híbrido adecuado para regiones cálido-húmedas. Posee una excelente resistencia a la bacteria. Su ciclo es precoz amarrando frutos de buen tamaño, rectos, de color verde oscuro y picante. El rey ha probado ser muy adaptable y productivo, pues su fructificación es rápida y concentrada.

Precoz y de buen rendimiento.

Excelente resistencia a bacteria.

Recomendado para regiones cálidas y húmedas.

Buena aceptación para proceso.

Con manejo adecuado permite cosechas por largos periodos (SAKATA, s.f.).

### **6.2.2 Quinetina**

Contenido: 0.04% p/p citocininas (como quinetina).

Nombre comercial: X-cyte.

Casa Proveedor: Stoller de Centroamérica S.A.

Dosis recomendada: 1.5 litros / ha.

### **6.2.3 Ácido naftalenacético (ANA)**

Contenido: 1.76% p/v de ácido naftalenacético (ANA), 6-benciladenina 0.038%, aminoácidos libres 5%, pentóxido de fósforo total ( $P_2O_5$ ) 12.6%, óxido de potasio total ( $K_2O$ ) 12.6%, Boro (B) 0.31%, molibdeno (Mo) 0.25% p/v.

Nombre comercial: Herofruit.

Casa proveedora: HEROGRA.

Dosis recomendada: 50 a 70 cc / 100 litros (L) de mezcla.

### **6.2.4 Polipropileno**

Según Grange (1995), citado por Castillo (2009), las características de la tela polipropileno son las siguientes:

Material; fibras de polipropileno termo soldados.

Peso; 1718 g por metro (m).

Diámetro; 0.7 milímetros (mm).

Elongación; 40 a 80%, se traduce que mientras más elongación es mejor por el crecimiento de la planta.

Transmisión luminosa; deja pasar el 88 % de la radiación solar.

Permeabilidad al agua; es permeable al agua.

Presentación comercial; rollos hasta 1500 m de longitud.

## 6.3 FACTORES A ESTUDIAR

### 6.3.1 Factor A

Ácido naftalenacetico (ANA) con tres dosis: 5.4, 7.2 y 9 g/ha.

### 6.3.2 Factor B

Quinetina con cuatro dosis: 1.8, 3.6, 5.4 y 7.2 g/ha.

## 6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Cuadro 3. Descripción de tratamientos a evaluar en chile jalapeño.

No. Tratamiento	Dosis ANA 45 y 75 días		Dosis Quinetina 60 y 90 días
1	5.4 g/ha (9 ppm)	+	1.8 g/ha (3 ppm)
2	5.4 g/ha (9 ppm)	+	3.6 g/ha (6 ppm)
3	5.4 g/ha (9 ppm)	+	5.4 g/ha (9 ppm)
4	5.4 g/ha (9 ppm)	+	7.2 g/ha (12 ppm)
5	7.2 g/ha (12 ppm)	+	1.8 g/ha (3 ppm)
6	7.2 g/ha (12 ppm)	+	3.6 g/ha (6 ppm)
7	7.2 g/ha (12 ppm)	+	5.4 g/ha (9 ppm)
8	7.2 g/ha (12 ppm)	+	7.2 g/ha (12 ppm)
9	9 g/ha (15 ppm)	+	1.8 g/ha (3 ppm)
10	9 g/ha (15 ppm)	+	3.6 g/ha (6 ppm)
11	9 g/ha (15 ppm)	+	5.4 g/ha (9 ppm)
12	9 g/ha (15 ppm)	+	7.2 g/ha (12 ppm)
13	7.2 g/ha (12 ppm)	+	Sin hormona
14	Sin hormona	+	3.6 g/ha (6 ppm)
15	Sin hormona	+	Sin hormona

Además de los tratamientos que integran el arreglo factorial, se incluyeron tres tratamientos contrastes, uno donde solo se aplicó ácido naftalenacético (ANA), solo quinetina y otro donde no se aplicó ninguna de las hormonas.

Se realizaron dos aplicaciones de cada una de las hormonas, nunca en mezcla, comenzando con la aplicación de la dosis de ANA de cada uno de los tratamientos que la incluyen a los 45 días después del trasplante, seguido de la aplicación de la quinetina a los 60 días, luego otra aplicación de ANA a los 75 días y finalizando con una última de quinetina a los 90 días.

Durante la ejecución de dicho experimento, se tomaron datos de temperaturas máximas y mínimas diarias, para tener un registro que soportara la influencia de las altas temperaturas con los abortos florales que se tienen en campo en el cultivo de chile Jalapeño.

## **6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL**

La presente investigación se realizó bajo la estructura del arreglo bifactorial 3x4 y la distribución de tratamientos en bloques completos al azar con 15 tratamientos (12 del bifactorial y 3 contrastes) y 3 repeticiones, haciendo un total de 45 unidades experimentales.

## **6.6 MODELO ESTADÍSTICO**

El modelo estadístico utilizado para el arreglo bifactorial es el siguiente:

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + A_iB_j + R_k + E_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Variable respuesta asociada a la  $ijk$ -ésima unidad experimental.

$U$  = Media general.

$R_k$  = Efecto del k-esimo bloque o repeticion.

$A_i$  = Efecto i-esimo del factor A hasta  $n$  niveles.

$B_j$  = Efecto j-esimo del factor B hasta  $n$  niveles

$A_iB_j$  = Enésimo efecto de la interacción del factor A y del factor B.

$E_{ijk}$  = Error residual del factor  $i$ , factor  $k$  y del bloque  $j$  (León y Barrera, 2003).

## **6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL**

La unidad experimental a utilizada en la investigación se conformó por un área total de 945 metros cuadrados ( $m^2$ ).

### **6.7.1 Parcela bruta**

La parcela bruta se constituyó por tres surcos de 5 m de largo distanciados a 1.4 m y un distanciamiento entre planta de 0.4 m, con lo que cada una de las parcelas brutas tenía una área de  $21 m^2$  con 37 plantas.

### **6.7.2 Parcela neta**

La parcela neta se constituyó por el surco central dejando un borde de 0.2 m en cada extremo, quedando 4.6 m de largo y un distanciamiento entre surcos de 1.4 m y 0.4 m entre plantas, teniendo un área un total de  $6.44 m^2$  con 11 plantas cada una de ellas.

## 6.8 CROQUIS



III	T13	T3	T5	T9	T7	T2	T8	T10	T1	T12	T6	T14	T4	T15	T11
	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315
II	T7	T14	T11	T12	T1	T9	T13	T6	T15	T3	T10	T4	T8	T5	T2
	215	214	213	212	211	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201
I	T3	T7	T6	T8	T15	T10	T12	T14	T13	T11	T1	T9	T5	T2	T1
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115

Figura 3. Croquis de campo y distribución de tratamientos.

## 6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

### a. Mecanización

La preparación del suelo se realizó 21 días antes de la fecha de siembra, realizando dos pasadas de rototiller, una de arado y dos de rastra, esto con el fin de romper la capa dura del suelo y permitir una mejor aireación del suelo para proporcionarle al sistema radicular de las plantas, las condiciones adecuadas. Luego de mullir el suelo, se procedió al surqueado, el cual se orientó en dirección paralela a la pendiente, obteniendo surcos distanciados entre sí a 1.4 m, con una altura aproximada de 30 cm.

### b. Preparación del suelo

Ya con las camas formadas, se aplicó gallinaza a razón de 1,950 kg por hectárea (ha) y yeso agrícola a razón de 810 kg/ha. Colocada la materia orgánica y la enmienda en el suelo, las camas se terminaron de formar con la ayuda de azadones para darle una mejor altura y la forma adecuada.

### **c. Colocación de mulch y cinta de riego**

El mulch que se colocó en dicho experimento es el plata-negro, con perforaciones a 40 centímetros (cm), distancia a la cual se establecieron las plántulas de chile jalapeño. Cada una de las camas tendrá una cinta de riego con goteros a 20 cm y una descarga de gotero de 1 L/h, la cual se tensó al centro de las camas de forma manual, atándola a estacas al final de los surcos. Luego se colocó el mulch, el cual se sostuvo con suelo que se encontrara suelto entre las calles para evitar que el viento lo dañe.

### **d. Colocación de tutores y rafia**

La colocación de los tutores, se hizo una semana antes del trasplante, colocando pita a una altura aproximada de 60 cm, esto para sostener a esta altura el polipropileno que se utilizó en la instalada de los micro túneles, la cual se hizo a doble tapa para poderle dar al cultivo 45 días de cobertura.

### **e. Trasplante**

Se realizó en las horas frescas del día, a partir de las tres de la tarde para mejorar el pegue de las plántulas en el terreno definitivo, aplicando en ese momento un enraizador y un insecticida sistémico para la protección del cultivo.

### **f. Colocación de polipropileno**

Al día siguiente del establecimiento de las plantas, se procedió a la colocación del polipropileno a doble tapa, sujetándolos en la parte de arriba por medio de grapas y en la parte de abajo con suelo para evitar el daño del viento. El mismo será retirado a los 45 días luego del trasplante, cuando la planta comience el proceso de floración y fructificación, así como las aplicaciones de los tratamientos a evaluar.

### g. Riego

El suelo se comenzó a humedecer, luego de haber colocado el mulch y cinta de riego, así como la primera fertilización base, para propiciar a que el abono colocado en el suelo se solubilice, y este disponible al momento que se coloque la planta en el suelo. Los riegos durante todo el ciclo se realizaron conforme le sean necesarios a la planta, incluyendo en algunos de ellos el fertilizante hidrosoluble.

### h. Fertilización

La fertilización se realizó tanto por la incorporación de fertilizantes al suelo de forma granulada y por medio del fertirriego, llenando los requerimientos macro nutrimentales del cultivo de chile jalapeño 276 kg/ha de N, 125 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 295 K<sub>2</sub>O (Martínez, s.f.), con el siguiente plan de fertilización, donde se detallan formulas y cantidades de fertilizantes a aplicar:

Cuadro 4. Plan de fertilización, granulada y fertirriego.

Etapa	Días	Formula	Aplicación	Dosis (kg/ha)
Crecimiento y Desarrollo	0-30	15-15-15	Granulado	135
		18-46-0	Granulado	90
		9-45-15	Fertirriego	25
		20-18-20	Fertirriego	50
		20-30-10.	Fertirriego	50
		9-0-0. 18 CaO	Fertirriego	12.5
Floración y cuaje de frutos	31-50	15-15-15	Granulado	90
		10-50-0.	Granulado	45
		20-18-20	Fertirriego	50
		22-11-22.	Fertirriego	50

		20-20-20.	Fertirriego	50
		9-0-0. 18 CaO	Fertirriego	25
Inicio de cosecha	51-120	20-20-0	Granulado	90
		0-0-60	Granulado	90
		10-10-40.	Fertirriego	75
		0-0-40	Fertirriego	50
		9-0-0. 18 CaO	Fertirriego	25

### i. Control fitosanitario

Al igual que otros cultivos, el cultivo de chile jalapeño es afectado por ciertas plagas y enfermedades potenciales que atacan diferentes estadios y órganos de las plantas, disminuyendo su productividad.

En este experimento se realizaron aplicaciones de productos curativos, preventivos, sistémicos y de contacto, tanto para plagas como enfermedades, llevando a cabo aplicaciones detalladas en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Control Fitosanitario

Agente Causal	Ingrediente Activo (i.a.)	Formulación	Nombre Comercial	Dosis i.a./ha
Grillo ( <i>Achaeta assimillis</i> )	Metomil	90 SP	Lannate	900 g
Mosca Blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> )	Pymetrozine	50 wg	Plenum	250 g
Trips ( <i>Trips tabaci</i> )	Metiocarb	50 wg	Mesurool	200 g
Gusano cogollero ( <i>Agrotis spp.</i> )	Triflumuron	48 SC	Certero	450 g
Minador ( <i>Liriomyza munda.</i> )	Abamectina	1.8 SP	Abamectin	6 g
Picudo del chile ( <i>Anthomonus eugenii</i> )	Cipronil	20 SC	Regent	600 g
Pulgón ( <i>Myzus persicae</i> )	Imidacloprid	11,25 SC	Connect	300 g
Diabrotica ( <i>Diabrotica balteata</i> )	Metomil	90 SP	Lannate	900 g
Araña roja ( <i>Tetranychus urticae</i> )	Abamectina	1.8 SP	Abamectin	6 g
Acaro blanco ( <i>Polyphagodarsonemus latus</i> )	Abamectina	1.8 SP	Abamectin	6 g

<i>Phytium spp</i>	Propamocarb	450 SC	Consento	350 g
<i>Fusarium spp</i>	Metalaxil- clorotalonil	687.5 SC	Infinito	1,000 g
<i>Rhizoctonia solani</i>	Metalaxil- clorotalonil	687.5 SC	Infinito	1,000 g
<i>Phytophthora capsici</i>	Propamocarb	450 SC	Consento	350 g
<i>Xantomonas campestris</i>	Estreptomycin a, oxitetraciclina	20 SP	Cuprimicin	120 g
<i>Cercospora capsici</i>	Azoxistrobin	50 WG	Amistar	200 g

#### **j. Tutoreado**

Luego del destape de los micro-túneles, las pita que se colocó a 60 cm de altura, se bajó a una altura de 30 cm, para poder sostener a las plantas ya desarrolladas, y se siguieron colocando pitas a 30 cm, tanto como el desarrollo de la planta lo necesito.

#### **k. Cosecha**

La cosecha se comenzó a realizar aproximadamente a los 60 días luego del trasplante, o cuando la madurez fisiológica de los frutos así lo requería, cosechando los frutos de la parcela neta, en cada una de las unidades experimentales, colocándolas en bolsas de papel o sacos debidamente identificadas para luego tomar los datos necesarios de cada uno de los frutos para su posterior análisis.

## **6.10 VARIABLES DE RESPUESTA**

### **6.10.1 Frutos cuajados por planta**

Dentro de la parcela neta de cada tratamiento por repetición, se cosecharan todos los frutos de la parcela neta, que se encuentren en su madurez fisiológica semanalmente y se obtuvieron el número de frutos cuajados por planta de la siguiente manera:

Numero de frutos cuajados / planta = número de frutos cosechados / 10 plantas

### **6.10.2 Peso fresco de fruto en gramos (g)**

Del total de frutos cosechados en cada parcela neta por tratamiento por repetición, se tomó una muestra de 10 frutos, los cuales se pesaron por medio de una balanza analítica y se obtuvo el peso promedio de los mismos de la siguiente manera:

Peso fresco en gramos (g) = peso de 10 frutos en gramos / 10 frutos

### **6.10.3 Rendimiento de peso fresco de fruto en kilogramos por hectárea (kg/ha)**

Se cuantifico el peso fresco de fruto total y por categorías para cada tratamiento en cada repetición y para lo cual se hará uso de una balanza.

### **6.10.4 Largo de frutos en centímetros (cm)**

Se tomó una muestra de 10 frutos, se les midió el largo a partir de la base del pedúnculo hasta el ápice, se utilizó un vernier.

### **6.10.5 Diámetro de frutos en centímetros (cm)**

Dicha variable se midió de la parte media de frutos seleccionados de una muestra por tratamiento en cada repetición haciendo uso de un vernier.

### **6.10.6 Porcentaje (%) de cracking o rajado de frutos**

El cracking o rayado de frutos consiste en pequeñas grietas que se forman por la fragilidad de las paredes del fruto por lo que daña la calidad del mismo para su venta. En este experimento se cuantificó el porcentaje de frutos rayados o con cracking en cada uno de los tratamientos y repeticiones, en las muestras seleccionadas para cada uno de ellos. Esta variable respuesta se tomó para evaluar el efecto de las hormonas sobre este daño ya que la mayoría de las veces se relaciona el cracking con el excesivo uso de hormonas.

### **6.10.7 Costos de producción**

Se determinaron los costos de producción para cada uno de los tratamientos, esto con el fin de poder obtener los costos totales para cada uno de ellos y determinar la relación beneficio costo.

## **6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Se realizó el análisis de varianza para cada variable respuesta bajo estudio para lo cual se hizo uso del programa de Análisis Estadístico Infostat con el objetivo de establecer si existe o no diferencia estadística entre tratamientos, para luego si existiera significancia estadística se procederá a realizar pruebas múltiple de medias Tukey o Duncan para determinar la existencia de diferencias reales entre tratamientos.

Para la comparación entre tratamientos del factorial con los contrastes se procedió a calcular el valor de Diferencia Mínima Significativa (DMS).

Además se realizó el análisis de correlación múltiple de Pearson entre variables independientes largo, diámetro, peso de frutos y número de frutos con la variable dependiente rendimiento, con la finalidad de establecer el grado de intensidad de asociación e identificar cual o cuales de las variables independientes tienen la mayor relación con el rendimiento.

### **6.11.2 Análisis económico**

#### **a. Presupuestos parciales**

El método de presupuestos parciales es denominado "de adaptación", pues con él es posible calcular el efecto de un cambio parcial en el plan existente. Es una herramienta analítica, en la que se plantean explícitamente cuáles son las pérdidas (aumento en los costos y disminución de los ingresos) y cuáles las ganancias (disminución de los costos y aumento de los ingresos) que se producen como consecuencia de la modificación planteada (Constantino y Scheggia, 2010).

El esquema que se utilizó para dicho análisis fue el siguiente:

“1” Ingresos Adicionales = Ingresos esperados como consecuencia de introducir la modificación planteada.

“2” Reducción de Costos = Costos en los que no se incurrirán si se produce la modificación.

“3” Costos Adicionales = Costos en que se incurrirá de producirse la modificación.

“4” Disminución de Ingresos = Ingresos que dejarían de percibirse como consecuencia de la modificación.

La diferencia en el beneficio fue:

$B = (1 + 2) - (3 + 4)$ , si B es mayor a 0 (cero), la hipótesis formulada aumenta el beneficio, por lo tanto, es aconsejable introducir el cambio. Si B es menor a 0 (cero), la modificación se traduce en un aumento de las pérdidas, por lo tanto, la modificación no es conveniente, es aconsejable descartarla (Constantino y Scheggia, 2010).

De esta manera se determinó la relación beneficio costo de cada uno de los tratamientos a evaluados y de esta manera determinar cuál de los tratamientos presenta los mejores resultados de rendimiento con el menor costo.

#### **b. Análisis de dominancia**

Una vez determinados los beneficios netos para cada tratamiento, el paso siguiente es hacer un análisis de dominancia. Este se hace clasificando los tratamientos, incluyendo el testigo absoluto que el productor usa normalmente, ordenándolos de menor a mayor dosis, en base a los costos, conjuntamente con sus respectivos beneficios netos. Moviéndose del tratamiento de menor al de mayor costo, el tratamiento que cueste más que el anterior pero rinda un menor beneficio neto se dice que es "dominado" y se excluye del análisis. (Evans, 2013).

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1 FRUTOS CUAJADOS POR PLANTA

A continuación se presentan en el cuadro 8 los resultados del análisis de varianza para la variable número de frutos cuajados por planta, y donde se observa que no se obtuvo significancia estadística tanto para ANA y Quinetina y tampoco para la interacción ANA\*Quinetina, en tal sentido se interpreta que no existe una diferencia real entre el efecto respuesta de los niveles de los factores independientes como la interacción de éstos, es decir que es indistinto aplicar cualquiera de las dosis de las hormonas o su interacción.

Cuadro 6. Análisis de Varianza para variable número de frutos cuajados/planta.

F.V.	Gl	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	804.40	7.12	0.0041
ANA	2	57.06	0.51	0.6101N.S.
Quinetina	3	34.90	0.31	0.8186 N.S.
ANA*Quinetina	6	117.92	1.04	0.4243 N.S.
Error	22	112.93		

C.V.= 14.75%

( $0.05 < p\text{-valor}$ )= no hay diferencia estadística N.S.

El valor del coeficiente de variación obtenido es de 14.75%, el cual nos indica que la desviación de los puntos con relación a la media general se consideran aceptables, por lo que se puede considerar que la investigación estuvo bajo un manejo adecuado y por lo tanto la información es confiable.

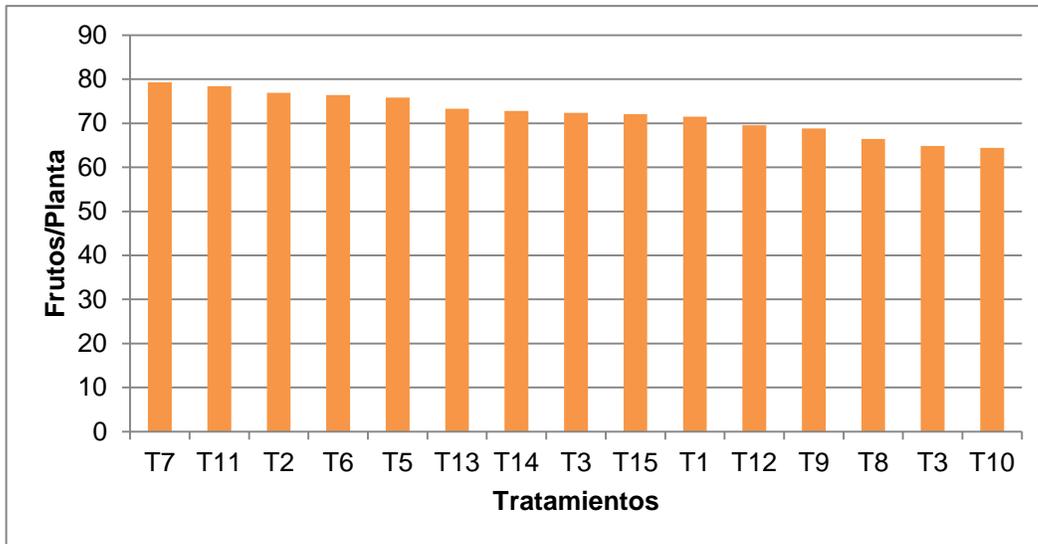


Figura 4. Rendimientos frutos/planta para tratamientos del arreglo bifactorial y tratamientos contrastes.

Como se puede observar en la figura 4, aunque no existió una diferencia estadística significativa entre tratamientos, si hay una respuesta fisiológica por parte del cultivo a la aplicación tanto de auxinas y citocininas en alternancia para el amarre de frutos, en los tratamientos T<sub>7</sub> con 79.3, T<sub>11</sub> con 78.4, T<sub>2</sub> con 76.8, T<sub>6</sub> con 76.4 y T<sub>5</sub> con 75 frutos por planta respectivamente contra el testigo con 72 frutos por planta, repitiéndose en los mejores cinco tratamientos las dosis de 7.2 y 9 g/ha de ANA y las dosis de 3.6 y 5.4 g/ha de quinetina, por lo que de repetirse la evaluación la posición de los tratamientos puede variar pero no habrá diferencia estadística..

La aplicación de ANA y Quinetina si provocó una respuesta fisiológica por parte del cultivo, aumentando el cuaje de frutos hasta en 7 frutos por planta, lo que económicamente si es una diferencia importante, desde el punto de vista económico, no así desde el estadístico.

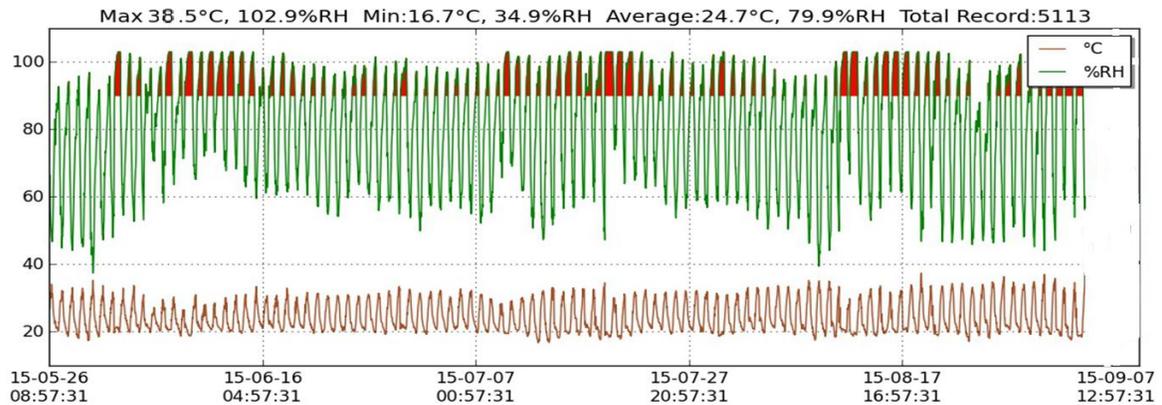


Figura 5. Comportamiento de temperaturas correlacionadas con los números de frutos cuajados por planta para los tratamientos (Datalogger THC4, 2015).

Dentro del manejo de la investigación, se tuvo un registro del comportamiento de la temperatura a partir del día 30, en donde se obtuvo el apareamiento de las primeras flores, con el propósito de poder entender la influencia del comportamiento de la temperatura dentro de la etapa fenológica de cuajado y amarre de fruto.

La temperatura máxima registrada fue de 38.5 °C, y como se puede observar en dicha gráfica, las temperaturas máximas diarias, en algunos de los casos superaron los 35 °C. Según Sánchez, et. al. (2008), mencionan que las temperaturas superiores a los 35°C, pueden detener la producción de botones florales o el aborto de flores formadas durante la floración anterior, debido a la no viabilidad del polen.

En la figura 4 se observa el comportamiento del número de frutos cuajados por planta para cada uno de los tratamientos y relacionándolo con el historial de temperaturas registradas cada 30 minutos, se puede establecer que se registraron temperaturas por arriba de los 35 °C, pero con la aplicación de las hormonas se obtuvieron un mayor número de frutos cuajados por planta que el tratamiento sin aplicación sin hormona.

## 7.2 PESO DE FRUTOS EN GRAMOS Y RENDIMIENTO DE PESO FRESCO DE FRUTO EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (kg/ha)

En el cuadro 7, se presentan los resultados del efecto respuesta de los factores independientes y de la interacción sobre el peso de frutos en gramos, donde no hubo significancia estadística para los dos factores y su interacción, es decir que es indistinto aplicar cualquier tratamiento del arreglo factorial, presentando el mismo efecto que para la variable número de frutos cuajados por planta.

Cuadro 7. Análisis de Varianza para variable respuesta peso de fruto en gramos.

F.V.	Gl	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	11.02	1.43	0.2604
ANA	2	3.05	0.40	0.6775N.S.
Quinetina	3	2.45	0.32	0.8124N.S.
ANA*Quinetina	6	4.99	0.65	0.6915N.S.
Error	22	7.70		

C.V.= 9.58%

(0.05<p-valor)= no hay diferencia estadística N.S.

En cuadro 8, se presentan los resultados de la variable de rendimiento kg/ha donde se observa que no se obtuvo significancia estadística tanto para factores independientes ni para la interacción del arreglo factorial. En tal sentido se interpreta que en esta investigación no se registraron diferencias reales entre tratamientos y que estadísticamente es indistinto aplicar cualquiera de los tratamientos.

Cuadro 8. Análisis de varianza para variable respuesta rendimiento de peso fresco de frutos en kilogramos por hectárea.

F.V.	Gl	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	352413049.76	5.29	0.0133
ANA	2	24336213.59	0.37	0.6981 N.S.
Quinetina	3	32168116.24	0.48	0.6976 N.S.
ANA*Quinetina	6	50382514.36	0.76	0.6113 N.S.
Error	22	66607647.63		

C.V.= 21.61%

(0.05 < p-valor) = no hay diferencia estadística N.S.

El valor para el coeficiente de variación para la variable respuesta rendimiento de peso fresco de frutos en kg/ha es del 21.61%, y el valor del coeficiente de variación para la variable peso de fruto en gramos obtenido es de 9.58%, por lo cual los datos se consideran aceptables.

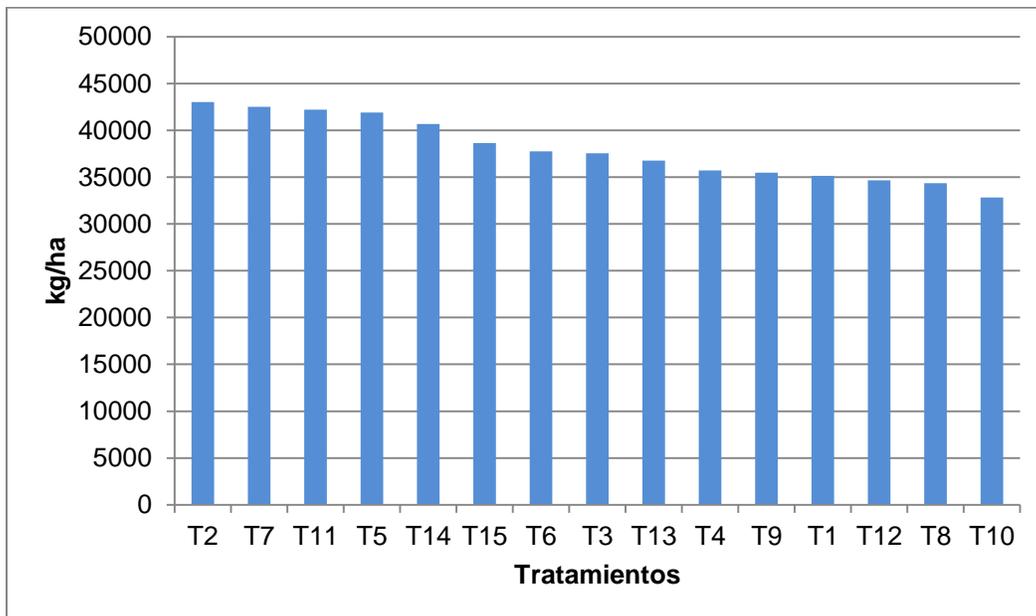


Figura 6. Rendimiento en kg/ha para tratamientos del arreglo bifactorial y tratamientos contrastes.

Como se puede observar en la figura 6 en donde se consideraron los tratamientos contrastes y los del arreglo factorial, a pesar de no existir una diferencia estadística significativa entre los tratamientos del arreglo bifactorial y los tratamientos contrastes, si hay una respuesta fisiológica por parte del cultivo a la aplicación tanto de auxinas y citocininas en mezcla en el rendimiento, en los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>11</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>14</sub>, con 43, 42.5, 42.19, 41.9 y 40.66 toneladas por hectárea, respectivamente en comparación con el testigo con 38.8 t/ha, sobresaliendo en los mejores cinco tratamientos las dosis de 7.2 y 9 g/ha de ANA y las dosis de 3.6 y 5.4 g/ha de quinetina, así mismo la aplicación de quinetina por si sola T<sub>14</sub> (3.6 g/ha quinetina).

Comparando los resultados obtenidos con la investigación realizada anteriormente por Ramírez *et. al.* (2005), en el cultivo de chile habanero (*Capsicum chinensis*), en donde de obtuvo alta significancia estadística para número de flores y numero de frutos por planta, y rendimiento en kg/ha, donde determinaron que el amarre de fruto en la planta considerando el efecto conjunto de campo e invernadero, fue favorecido por la aplicación de Maxigrow (9 ppm de auxinas, 150 ppm de citocininas, 10 ppm de giberelinas), el cual en promedio incrementó el número de frutos por planta en 44%, traducido a un rendimiento medio de 46.02 t/ha, por lo que las aplicaciones de ANA, citocininas y giberelinas en conjunto, tienen un mayor efecto sobre el amarre de frutos y la variable dependiente rendimiento kg/ha, por lo que se considera que la combinación de las tres hormonas tienen un mayor efecto sobre las variables estudiadas.

En la investigación se incluyeron tres tratamientos contrastes, siendo uno de ellos el no aplicar hormona, dosis comercial de ANA y dosis comercial de quinetina, con el propósito de establecer si el efectos es por las dos hormonas o solo una de ellas y para lo cual se realizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS), la cual se muestra en el cuadro siguiente.

Cuadro 9. Diferencia mínima significativa para tratamientos contrastes y factoriales.

Contraste	Dosis (g/ha)	Comparativo	Dosis (g/ha)	Diferencia (kg/ha)	Significancia
T 14	0, 3.6	T2	5.4, 3.6	2363.07	N.S.
		T6	7.2, 3.6	2922.61	N.S.
		T10	9, 3.6	7833.22	N.S.
		T15	0, 0	2019.98	N.S.
T 13	7.2, 0	T7	7.2, 5.4	5769.36	N.S.
		T5	7.2, 1.8	5156.78	N.S.
		T6	7.2, 3.6	980.52	N.S.
		T8	7.2, 7.2	2391.78	N.S.
		T 15	0, 0	1883.15	N.S.
T 15	0,0	T6	3.6, 7.2	902.63	N.S.

DMS = 12821.73, Dosis = ANA, Quinetina

Diferencia absoluta  $\geq$  DMS = Diferencia estadística entre tratamientos

Diferencia absoluta  $<$  DMS = N.S.

Como se observa en el cuadro 9, las diferencias absolutas entre los tratamientos fueron menor que el comparador de la diferencia mínima significativa, por lo que se establece que es indistinto el uso de las dos hormonas o solo una, y comparando el tratamiento sin hormona, estadísticamente son iguales, en tal sentido que no se recomienda el uso de las hormonas, dentro de la investigación el chile jalapeño.

### 7.3 DIÁMETRO DE FRUTOS (cm)

A continuación se presentan en el cuadro 10, los resultados del análisis de varianza para la variable diámetro de frutos (cm), y donde se observa que no se obtuvo significancia estadística tanto para factores independientes como tampoco

para la interacción, por lo que para esta evaluación y bajo sus condiciones, los diferentes tratamientos no influyen sobre el diámetro de los frutos.

Cuadro 10. Análisis de Varianza para variable respuesta diámetro de frutos (cm).

F.V.	Gl	CM	Fc	p-valor
Bloque	2	0.03	2.22	0.1324
ANA	2	0.04	2.58	0.0986N.S.
Quinetina	3	0.01	0.96	0.4279N.S.
ANA*Quinetina	6	0.03	2.05	0.1017N.S.
Error	22	0.01		

C.V.= 4.78%

( $0.05 < p\text{-valor}$ )= no hay diferencia estadística (N.S.)

El valor del coeficiente de variación para esta obtenido es de 4.78%, el cual nos indica que la desviación de los puntos con relación a la media general se consideran aceptables, por lo que la investigación estuvo bajo un manejo adecuado y por lo tanto la información es confiable.

#### 7.4 LARGO DE FRUTOS (cm)

A continuación se presentan en el cuadro 11, los resultados del análisis de varianza para la variable largo de frutos (cm), donde se obtuvo significancia estadística para los distintos niveles del factor Quinetina (1.8, 3.6, 5.4 y 7.2 g/ha), pero no para los diferentes niveles del factor ANA, ni la interacción ANA\*Quinetina, por lo que si influyen las dosis de quinetina en el largo de frutos.

Cuadro 11. Análisis de Varianza para variable respuesta largo de frutos (cm).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Bloque	53.20	2	26.60	35.55	0.0001
ANA	0.71	2	0.35	0.47	0.6286N.S.
Quinetina	7.50	3	2.50	3.34	0.0377 *
ANA*Quinetina	3.27	6	0.55	0.73	0.6311N.S.
Error	16.46	22	0.75		

C.V.= 12.78%

( $0.05 \geq p\text{-valor}$ )= si hay diferencia estadística \*

( $0.05 < p\text{-valor}$ )= no hay diferencia estadística (N.S.)

El valor del coeficiente de variación para obtenido es de 12.78%, el cual nos indica que la desviación de los puntos con relación a la media general se consideran aceptables, por lo que se puede considerar que la investigación estuvo bajo un manejo adecuado y por lo tanto la información es confiable.

Al realizar múltiple de medias, se obtuvo la conformación de dos grupos donde los tratamientos 7.2, 5.4 y 3.6 formaron el grupo A, es decir estadísticamente son iguales y el grupo B formado por 5.4, 3.6 y 1.8, en tal sentido concluimos que el mejor tratamiento es la dosis de 7.2 g/ha para quinetina.

Cuadro 12. Prueba de Tukey para variable largo de fruto (cm).

Quinetina (g/ha)	Media (cm)	Literal
7.2	7.26	A
5.4	7.07	A B
3.6	6.68	A B
1.8	6.07	B

$\alpha = 0.05$

w = 1.13 cm

## **7.5 ANÁLISIS DE CORRELACIÓN MÚLTIPLE DE PEARSON**

Según el análisis de correlación múltiple, se determinó que las variables Frutos/planta y Peso g/fruto ( $r= 0.94$  y  $r= 0.81$ ), en función de los valores mínimos de aceptación son altamente significativas sobre la variable rendimiento kg/ha, es decir que dichas variables independiente son las que establecieron un mayor nivel de asociación o relación con la variable dependiente (Ver anexos, cuadro 12 y 13).

## **7.6 PORCENTAJE DE CRACKING (%)**

Ninguno de los tratamientos mostraron algún efecto de provocar cracking o rajado de fruto por lo que se determinó que es un factor de calidad de la fruta influenciado por otros factores y no por el uso de hormonas.

## **7.7 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Dentro del análisis económico, se incluyó tanto los tratamientos del arreglo bifactorial como los tratamientos contrastes y el testigo absoluto, esto para determinar si el uso de cada una de las hormonas o su combinación, mejoran los rendimientos y por lo tanto sus utilidades a comparación del no usar reguladores de crecimiento.

### **7.7.1 Presupuestos parciales**

A continuación se realizó el cálculo de los presupuestos parciales para cada uno de los tratamientos evaluados, con el fin de determinar la rentabilidad neta de cada una de las tecnologías y poderlos comparar cada uno de ellos con el testigo absoluto, el cual no genera un cambio en la inversión para el agricultor.

Cuadro 13. Presupuestos Parciales para Tratamientos en Quetzales.

Tratamiento	IA	RC	CA	DI	B
T1	0	0	Q490.97	Q12858.28	-Q13349.2
T2	Q16084.33	0	Q829.75	0	Q15254.58
T3	0	0	Q1168.52	Q10798.46	-Q11966.9
T4	0	0	Q1507.3	Q3971.16	-Q5478.46
T5	Q12014.22	0	Q536.63	0	Q11477.59
T6	0	0	Q875.41	Q3312.65	-Q4188.06
T7	Q14262.39	0	Q1214.18	0	Q13048.2
T8	0	0	Q1552.96	Q15688.99	-Q17241.9
T9	0	0	Q589.9	Q11562.96	-Q12152.8
T10	0	0	Q928.68	Q21334.59	-Q22263.2
T11	Q13043.73	0	Q1267.45	0	Q11776.28
T12	0	0	Q1606.23	Q14615.04	-Q16221.2
T13	0	0	Q197.86	Q6431.47	-Q6629.33
T14	Q6933.64	0	Q677.55	0	Q6256.09
T15	0	0	0	0	0

IA = Ingresos Adicionales, RC = Reducción de Costos, CA = Costos Adicionales, DI = Disminución de Ingresos, B = Beneficio.

Como se detalla en el cuadro 13, los tratamientos T<sub>2</sub> (5.4 g ANA + 3.6 g/ha Quinetina), T<sub>5</sub> (7.2 g ANA + 1.8 g/ha Quinetina), T<sub>7</sub> (7.2 g ANA + 9 g/ha Quinetina), T<sub>11</sub> (9 g ANA + 5.4 g/ha Quinetina) y T<sub>14</sub> (3.6 g/ha Quinetina), son tratamientos factibles para su implementación dentro del proceso productivo de chile jalapeño a campo abierto, ya que presentan un valor positivo dentro del análisis de presupuestos parciales. El tratamiento 2, es el que posee el valor más alto dentro del análisis (Q15254.58), siendo esta la combinación que representa un mayor aumento dentro de los ingresos en la producción, así mismo se muestran datos con valores negativos, esto debido a que la combinación de ciertas dosis de ANA\*Quinetina, reducen el rendimiento del cultivo, y el rendimiento de las

tecnologías no se incrementa de manera proporcional al del costo de cada una de ellas, el precio utilizado en todos los cálculos fue el precio del mercado Q3.6/kg.

### 7.7.2 Análisis de dominancia

Cuadro 14. Análisis de Dominancia para Tratamientos en Quetzales por Hectárea.

Tratamiento	Costos Variables	Utilidad Neta	Dominancia
T15	0	Q35209.891	-----
T13	Q197.86	Q28791.987	No domina
T1	Q490.97	Q23146.469	No domina
T5	Q536.63	Q45486.059	Domina
T9	Q589.9	Q24213.327	No domina
T14	Q677.55	Q41204.338	Domina
T2	Q829.75	Q48856.038	Domina
T6	Q875.41	Q31353.096	No domina
T10	Q928.68	Q15080.08	No domina
T3	Q1168.52	Q24322.757	Domina
T7	Q1214.18	Q46831.862	Domina
T11	Q1267.45	Q45681.798	No domina
T4	Q1507.3	Q30128.547	No domina
T8	Q1552.96	Q19536.84	No domina
T12	Q1606.23	Q20450.125	Domina

Como se muestra en el cuadro 14, el análisis de dominancia para los tratamientos nos indica que los tratamientos que dominan son T15, T5, T14, T2, T3, T7 y T12, siendo estos los que generan un aumento dentro de la inversión, pero de manera proporcional se incrementan los ingresos netos para cada uno de ellos, no siendo este aumento menor a los tratamientos con menos inversión.

Cuadro 15. Tasa de Retorno Marginal entre Tratamientos.

Tratamiento	Costos Variables	Utilidad Neta	Tasa Marginal de Retorno	
T15	0	Q35209.891	Q	%
T5	Q536.63	Q45486.059	10276.168	19.15
T14	Q677.55	Q41204.338	5994.447	8.85
T2	Q829.75	Q48856.038	13646.147	16.45
T3	Q1168.52	Q24322.757	-10887.134	-9.32
T7	Q1214.18	Q46831.862	11621.971	9.57
T12	Q1606.23	Q20450.125	-14759.766	-9.18

En el cuadro 15 se detalla, el cálculo de las tasas marginales de retorno entre tecnologías para los tratamientos que si dominan dentro del análisis de dominancia, siendo el tratamiento 5 (7.2 g ANA y 1.8 g/ha Quinetina), y 2 (5.4 g ANA y 1.8 g/ha Quinetina) los que presentan la mayor tasa de retorno con un 19.15% y 16.45%, esto a que el uso de Quinetina incrementa los costos debido a la dosis utilizada de producto comercial y a su alto costo.

## VIII. CONCLUSIONES

Se determinó que el uso de ANA y Quinetina, o su alternancia sobre el amarre y desarrollo de frutos, no marcan diferencias reales entre los tratamientos y el tratamiento sin hormona.

Para la variable número de frutos por planta, no se encontró diferencia estadísticas, por lo que el uso de ANA y Quinetina, o su alternancia no mejora el cuajado de frutos.

Se determinó que no hay diferencia estadística para la variable de rendimiento de peso fresco con el uso de las hormonas.

Para la variable largo de fruto se obtuvo significancia estadística para Quinetina, siendo la dosis de 7.2 g/ha, superior y diferente al resto, mientras que para diámetro no existe diferencia estadística para cada uno de los factores ni su interacción.

Ninguno de los tratamientos mostro algún efecto sobre el cracking o rajado del fruto.

Por medio del análisis de dominancia para los tratamientos evaluados, se pudo determinar que los tratamientos económicamente factibles para su implementación dentro de un programa de manejo del cultivo de *Capsicum anum*, son los tratamientos de 7.2 g ANA y 1,8 g/ha de Quinetina y 5.4 g/ha ANA y 3.6 g/ha de Quinetina, cuyos valores de tasa marginal de retorno obtenidos fueron 19.15 y 16.45%.

## **IX. RECOMENDACIONES**

No se recomienda el uso de ANA y Quinetina en alternancia para mejorar el cuaje y desarrollo de frutos en el cultivo de chile jalapeño.

Desde el punto de vista económico, se recomienda validar en campo el tratamiento de mayor rentabilidad, siendo las dosis de 7.2 g ANA y 1.8 g/ha de Quinetina.

Para futuras investigaciones, se recomienda hacer énfasis en las variables de número de fruto por planta y peso de fruto en gramos, ya que son las variables que tienen un mayor grado de asociación con la variable dependiente de rendimiento.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Constantino, S. Scheggia, N. (2010). Material didáctico No° 10 presupuestos (en línea). Universidad del mar de plata, Argentina. Consultado 25 sep. 2014. Disponible en [http://www.mdp.edu.ar/agrarias/grado/738...de.../MD\\_10\\_Presupuestos.pdf](http://www.mdp.edu.ar/agrarias/grado/738...de.../MD_10_Presupuestos.pdf)
- Chiquimula online. (2010). Datos generales de Ipala (en línea). Chiquimula, Guatemala. Consultado 8 sep. 2014. Disponible en <http://www.chiquimulaonline.com/datosgenerales/ipala.htm>
- Euita. (2003). Fitorreguladores (en línea). Universidad politécnica de Valencia, España. Consultado 25 sep. 2014. Disponible en [http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema\\_14.htm](http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas/tema_14.htm)
- Evans, E. (2013). Análisis marginal: un procedimiento económico para seleccionar tecnologías o prácticas alternativas (en línea). Edis. Consultado 25 sep. 2014. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu/fe573>
- Gamarro, U. (2010). El chile jalapeño registra subida (en línea). Prensa Libre. Ciudad de Guatemala, GT, Abr. 9. Disponible en <http://www.prensalibre.com//Chile-jalapeno-registra-subida0240575988.html>
- García, B. (2011). Biorreguladores del crecimiento, fertilizantes químicos y orgánicos en tomate (*Lycopersicon esculentum* MILL.) de invernadero (en línea). Tesis Maestría en Ciencias en Producción Agrícola. Nuevo León, México. 76p. Consultado 25 sep. 2014. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/5002/1/1080211208.pdf>

García, F. Roselló, J. Santamarina, P. (2006). Introducción al funcionamiento de las plantas (en línea). I Edición. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. Consultado 31 ago. 2014. Disponible en <http://books.google.com.gt/books?isbn=8497059441>

INFOAGRO (2012). Reguladores de crecimiento utilizados en la fruticultura (en línea). Madrid, España. Consultado 30 sep. 2014. Disponible en [http://www.infoagro.com/frutas/reguladores\\_crecimiento.htm](http://www.infoagro.com/frutas/reguladores_crecimiento.htm)

León, C. Barrera, V. (2003). Métodos bio-matemáticos para el análisis de sistemas agropecuarios en el Ecuador (en línea). I Edición. Quito, Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Consultado 1 sep. 2014. Disponible en <http://books.google.com.gt/books?isbn=9290603461>

Martínez, J. (s.f.). Fertilización en hortalizas (en línea). Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Consultado 25 sep. 2014. Disponible en [www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/hortalizas/4fertilizacion.pdf](http://www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/hortalizas/4fertilizacion.pdf)

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2010). Propuestas de nuevos trabajos para el Codex sobre el chile fresco y el ajo (en línea). Ciudad de México, México. Consultado 6 sep. 2014. Disponible en [ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCFFV/ccffv14/ff14\\_10s.pdf](ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCFFV/ccffv14/ff14_10s.pdf)

PC Maderas, ES. (2013). Catálogo soporte técnico de Chile (en línea). España. Consultado 25 sep. 2014. Disponible en [http://www.pcmaderas.net/SoporteTecnico/Chile\(CapsicumAnnun\).pdf](http://www.pcmaderas.net/SoporteTecnico/Chile(CapsicumAnnun).pdf)

Quiñones, O. Morales, O. Marroquín A. (2011). Métodos cuantitativos II. Sexta Edición. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Ramírez, E. Catillo, C. Aceves, C. Carrillo E. (2005). Efecto de productos con reguladores de crecimiento sobre la floración y amarre de frutos en chile habanero (en línea). Vol. 11, No. 1. Consultado 25 sep. 2014. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=60912502014>

Robert J. Weaver. (1985). Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. V Edición., Trillas, México. 545p.

SAKATA. (s.f.). Híbrido de chile jalapeño el rey (en línea). México, México. Consultado 8 sep. 2014. Disponible en <http://www.sakata.com.mx>  
› Productos › Chile › Chile Jalapeño

Sánchez, V. Gutiérrez, I. Galileo, G. (2008). Producción ecológica de cultivos anuales comerciales: tomate y chile (en línea). I Edición. Chiapas, México. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Consultado 1 sep. 2014. Disponible en <http://books.google.com.gt/books?isbn=9977574545>

Taiz, L. Zeiger, E. (2006). Fisiología Vegetal tomo 2 (en línea). III Edición. Cataluña, España. Castello de la Plana, publicaciones de la Universidad Jaume I. Consultado 31 ago. 2014. Disponible en <http://books.google.com.gt/books?isbn=8480216018>

Zonu. (s.f.). Mapa de Chiquimula (en línea). Consultado 30 sep. 2014. Inmomundo, Estados Unidos. Disponible en <http://www.zonu.com/America-del-Norte/Guatemala/Chiquimula/index.html>

# XI. ANEXOS

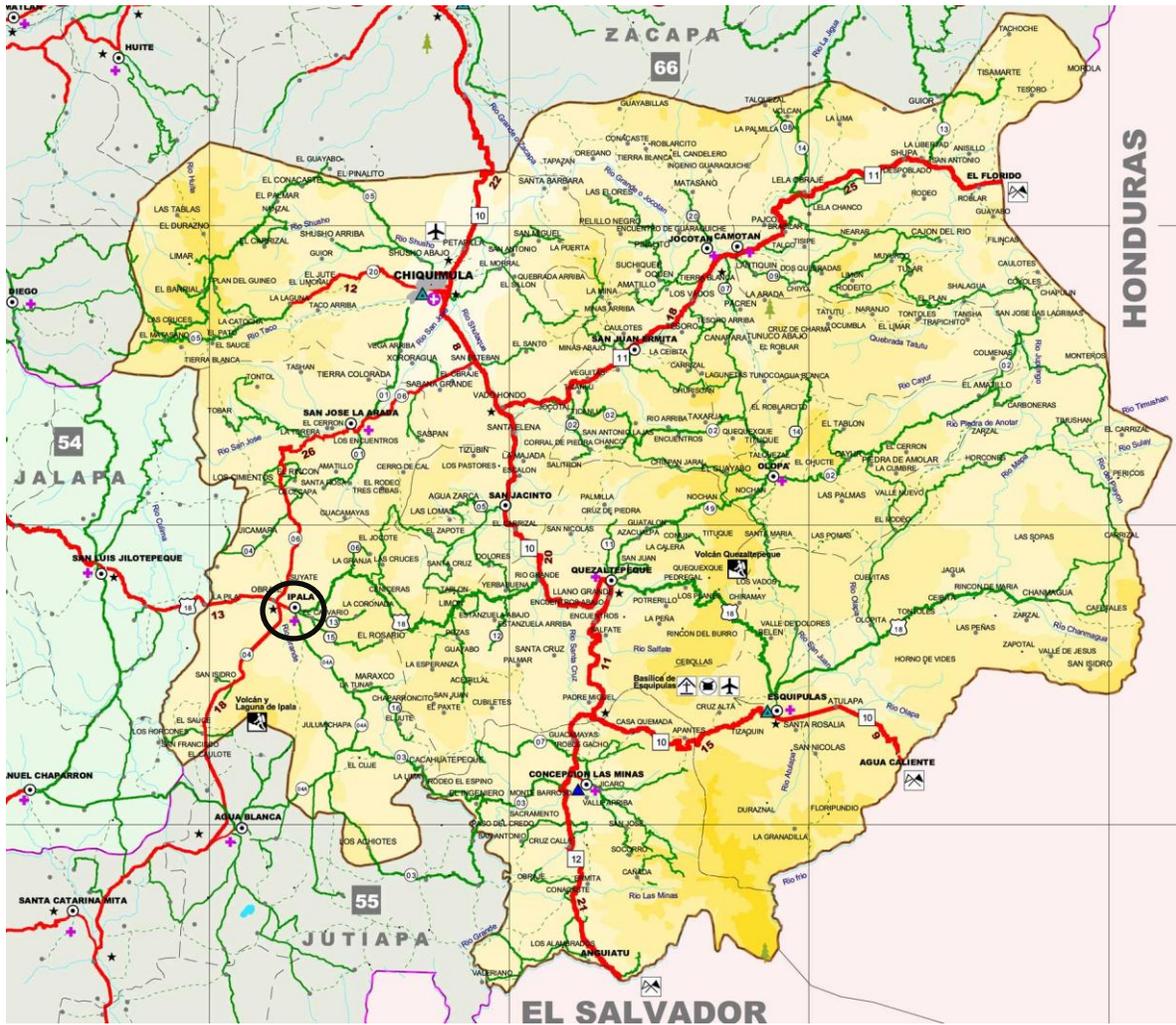


Figura 7. Localización del Municipio de Ipala, Chiquimula, Guatemala (Zonu, s.f.).



Figura 8. Instalación de Datalogger, para almacenamiento de información, temperaturas y humedad.



Figura 9. Cosecha de parcelas netas para cada uno de los tratamientos.



Figura 10. Medición de largo de frutos a muestras seleccionadas.

Cuadro 16. Medias para tratamientos del arreglo bifactorial para la variable frutos/planta.

Tratamiento	ANA (g/ha)	Quinetina (g/ha)	Frutos/Planta
T1	5.4	1.8	71.5
T2	5.4	3.6	76.87
T3	5.4	5.4	64.87
T4	5.4	7.2	72.37
T5	7.2	1.8	75.83
T6	7.2	3.6	76.4
T7	7.2	5.4	79.3
T8	7.2	7.2	66.45
T9	9	1.8	68.8
T10	9	3.6	64.38
T11	9	5.4	78.43
T12	9	7.2	69.53

Cuadro 17. Medias para tratamientos del arreglo bifactorial para la variable rendimiento kg/ha.

Tratamiento	ANA (g/ha)	Quinetina (g/ha)	kg/ha
T1	5.4	1.8	35138.15
T2	5.4	3.6	43024.82
T3	5.4	5.4	35699.41
T4	5.4	7.2	37559.71
T5	7.2	1.8	41915.4
T6	7.2	3.6	37739.14
T7	7.2	5.4	42527.98
T8	7.2	7.2	34366.84
T9	9	1.8	35491.1
T10	9	3.6	32828.53
T11	9	5.4	42195.92
T12	9	7.2	34659.47

Cuadro 18. Medias para tratamientos del arreglo bifactorial para la variable peso de frutos en gramos.

Tratamiento	ANA (g/ha)	Quinetina (g/ha)	g/fruto
T1	5.4	1.8	27.57
T2	5.4	3.6	31.03
T3	5.4	5.4	29.95
T4	5.4	7.2	28.66
T5	7.2	1.8	30.2
T6	7.2	3.6	27.56
T7	7.2	5.4	29.84
T8	7.2	7.2	29.07
T9	9	1.8	28.46
T10	9	3.6	28.12
T11	9	5.4	29.27
T12	9	7.2	27.65

Cuadro 19. Medias para tratamientos del arreglo bifactorial para la variable diámetro de frutos (cm).

Tratamiento	ANA (g/ha)	Quinetina (g/ha)	Diámetro (cm)
T1	5.4	1.8	2.41
T2	5.4	3.6	2.69
T3	5.4	5.4	2.59
T4	5.4	7.2	2.41
T5	7.2	1.8	2.53
T6	7.2	3.6	2.37
T7	7.2	5.4	2.46
T8	7.2	7.2	2.46
T9	9	1.8	2.43
T10	9	3.6	2.42
T11	9	5.4	2.44
T12	9	7.2	2.37

Cuadro 20. Medias para tratamientos del arreglo bifactorial para la variable largo de frutos (cm).

Tratamiento	ANA (g/ha)	Quinetina (g/ha)	Largo (cm)
T1	5.4	1.8	5.16
T2	5.4	3.6	6.68
T3	5.4	5.4	7.15
T4	5.4	7.2	7.29
T5	7.2	1.8	6.62
T6	7.2	3.6	6.76
T7	7.2	5.4	6.88
T8	7.2	7.2	7.2
T9	9	1.8	6.42
T10	9	3.6	6.61
T11	9	5.4	7.19
T12	9	7.2	7.29

Cuadro 21. Coeficientes de correlación de Pearson.

Variable	Diámetro (cm)	Largo (cm)	Peso g/Fruto	Frutos/Planta	kg/ha
Diámetro	1.0000	0.4244	0.0002	0.0807	0.0041
Largo	0.1373	1.0000	0.1047	0.0152	0.0189
Peso/Fruto	0.5848	0.2749	1.0000	0.0003	2.0 E-9
Frutos/Planta	0.2950	0.4014	0.5734	1.0000	0.0000
Kg/Ha	0.4667	0.3849	0.8109	0.9376	1.0000

r matemático  $\geq \pm 0.514$

Cuadro 22. Tabla de calificación de coeficientes de correlación de Pearson.

Coefficiente de Correlación	Interpretación
$r = 1$	Correlación perfecta
$0.8 < r \leq 1$	Correlación muy alta
$0.6 < r \leq 0.8$	Correlación alta
$0.4 < r \leq 0.6$	Correlación moderada
$0.2 < r \leq 0.4$	Correlación baja
$0 < r \leq 0.2$	Correlación muy baja
$0 = r$	Correlación nula

(Quiñones, Morales y Marroquín, 2011)

Cuadro 23. Costos de Producción en Quetzales para el cultivo de Chile Jalapeño a campo abierto.

Descripción	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario	Total
<b>Mano de Obra</b>				
Limpieza del Terreno	10	Jornal	Q60	Q600
Colocación de Sistema de Riego	10	Jornal	Q60	Q600

Continúa, cuadro 23. Costos de Producción en Quetzales para el cultivo de Chile Jalapeño a campo abierto.

Descripción	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario	Total
Colocación de Mulch	14	Jornal	Q60	Q840
Colocación de Vara Tutora	10	Jornal	Q60	Q600
Colocación de Pita Tutora	15	Jornal	Q60	Q900
Siembra	15	Jornal	Q60	Q900
Colocación de Polipropileno	8	Jornal	Q60	Q480
Control Fitosanitario	80	Jornal	Q60	Q4800
Control de Malezas	10	Jornal	Q60	Q600
Cosecha	150	Jornal	Q60	Q9000
Empaque de Fruta	40	Jornal	Q60	Q2400
			<b>Total</b>	<b>Q21720</b>
<b>Insumos</b>				
Pilón	17000	Planta	Q0.65	Q11050
Plan de Fertilización	1	Hectárea	Q16450	Q16450
Pesticidas	1	Hectárea	Q18200	Q18200
Pita Tutora	53	Rollo	Q60	Q3180
Estaca Tutora	4166	Vara	Q0.65	Q2708
Mulch	6	Rollo	Q475	Q2850
Polipropileno	6	Rollo	Q1500	Q9000
			<b>Total</b>	<b>Q63438</b>

Continua, cuadro 23. Costos de Producción en Quetzales para el cultivo de Chile Jalapeño a campo abierto.

Descripción	Cantidad	Unidad de Medida	Costo Unitario	Total
<b>Maquinaria y</b>				
<b>Equipo</b>				
Mantenimiento de Equipo	1	Hectárea	Q3000	Q3000
Mecanización	1	Hectárea	Q900	Q900
			<b>Total</b>	<b>Q3900</b>
<b>Otros</b>				
Alquiler	1	Hectárea	Q2000	Q2000
<b>Sub-Total</b>				<b>Q91058</b>
<b>Gastos Imprevistos</b>	<b>1.5%</b>			<b>Q1365.87</b>
<b>TOTAL</b>				<b>Q92423.87</b>

Cuadro 24. Costos variables para Tratamientos en Quetzales.

Tratamiento	Cantidad Herofruit	Costo Unitario	Cantidad X-cyte	Costo Unitario	Total
T1	0.4		1.5		Q490.97
T2	0.4		3		Q829.75
T3	0.4		4.5		Q1168.52
T4	0.4		6		Q1507.3
T5	0.52		1.5		Q536.63
T6	0.52	Q380.50	3	Q225.85	Q875.41
T7	0.52		4.5		Q1214.18
T8	0.52		6		Q1552.96
T9	0.66		1.5		Q589.90
T10	0.66		3		Q928.68
T11	0.66		4.5		Q1267.45

Continua, cuadro 24. Costos variables para Tratamientos en Quetzales.

Tratamiento	Cantidad Herofruit	Costo Unitario	Cantidad X-cyte	Costo Unitario	Total
T12	0.66		6		Q1606.23
T13	0	Q380.50	0.52	Q225.85	Q197.86
T14	3		0		Q677.55
T15	0		0		0

Cuadro 25. Ingresos Totales por Tratamiento en Quetzales.

Tratamiento	Rendimiento Kg/Ha	Precio de Venta (Kg)	Total
T1	35138.15		Q128957.01
T2	43024.42		Q157899.62
T3	35699.41		Q131016.83
T4	37559.71		Q137844.13
T5	41915.40		Q153829.51
T6	37739.14		Q138502.64
T7	42527.98		Q156077.68
T8	34366.84	Q3.67	Q126126.30
T9	35491.10		Q130252.33
T10	32828.53		Q120480.70
T11	42195.92		Q154859.02
T12	34659.47		Q127200.25
T13	36758.62		Q134904.13
T14	40661.75		Q149228.62
T15	38641.77		Q141815.29

Cuadro 26. Valores mínimos de aceptación de coeficientes de correlación de Pearson.

n		r	n		r	n		r
5	≥ ±	0.878	14	≥ ±	0.532	26	≥ ±	0.388
6	≥ ±	0.811	15	≥ ±	0.514	28	≥ ±	0.374
7	≥ ±	0.754	16	≥ ±	0.497	30	≥ ±	0.361
8	≥ ±	0.707	17	≥ ±	0.482	40	≥ ±	0.312
9	≥ ±	0.666	18	≥ ±	0.468	50	≥ ±	0.279
10	≥ ±	0.632	19	≥ ±	0.456	60	≥ ±	0.254
11	≥ ±	0.602	20	≥ ±	0.444	80	≥ ±	0.220
12	≥ ±	0.576	22	≥ ±	0.423	100	≥ ±	0.196
13	≥ ±	0.553	23	≥ ±	0.404			

(Quiñones, Morales y Marroquín, 2011)

