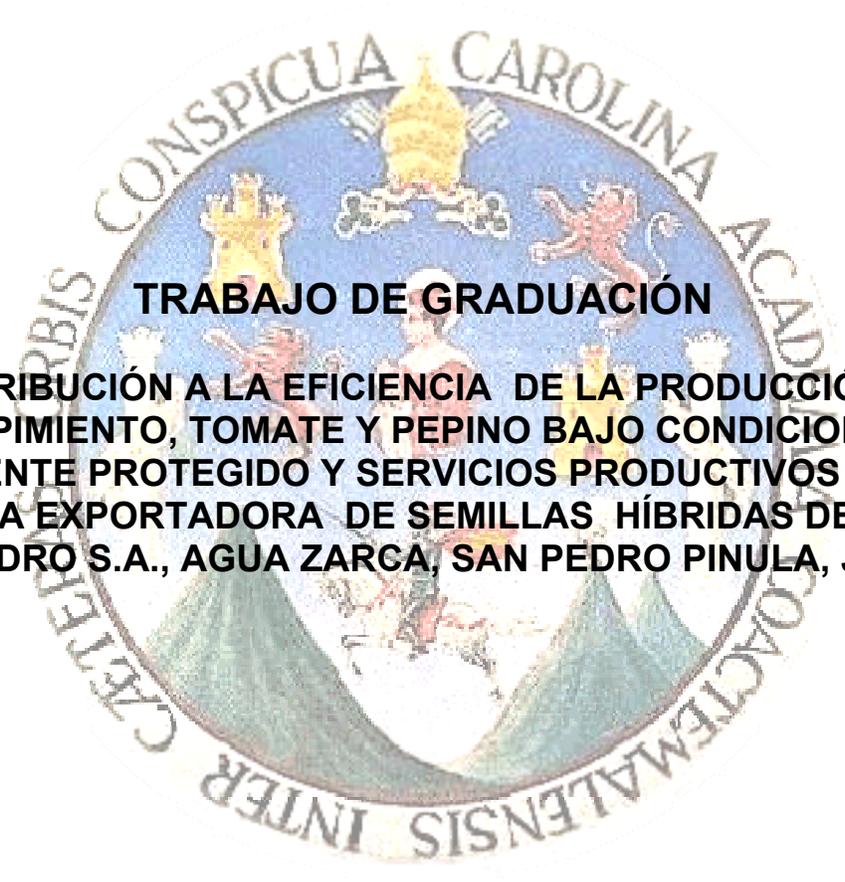


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure, likely a saint or religious figure, seated on a throne. Above the figure is a golden crown. The seal is surrounded by a Latin inscription: "ACADEMIA CAROLINA CONSPICUA" at the top and "SACRATAE UNIVERSITATIS SANCTI CAROLINI" at the bottom. The background of the seal is blue and green.

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**CONTRIBUCIÓN A LA EFICIENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE  
CHILE PIMIENTO, TOMATE Y PEPINO BAJO CONDICIONES DE  
AMBIENTE PROTEGIDO Y SERVICIOS PRODUCTIVOS EN LA  
EMPRESA EXPORTADORA DE SEMILLAS HÍBRIDAS DE RUITER  
SAN PEDRO S.A., AGUA ZARCA, SAN PEDRO PINULA, JALAPA**

**EDUARDO IVÁN PINTO NAVAS**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**CONTRIBUCIÓN A LA EFICIENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE  
CHILE PIMIENTO, TOMATE Y PEPINO BAJO CONDICIONES DE  
AMBIENTE PROTEGIDO Y SERVICIOS PRODUCTIVOS EN LA  
EMPRESA EXPORTADORA DE SEMILLAS HÍBRIDAS DE RUITER  
SAN PEDRO S.A., AGUA ZARCA, SAN PEDRO PINULA, JALAPA**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN  
CARLOS DE GUATEMALA**

**POR:**

**EDUARDO IVÁN PINTO NAVAS**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

**LICENCIADO**

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**  
LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

<b>DECANO</b>	<b>MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez</b>
<b>VOCAL PRIMERO</b>	<b>Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes</b>
<b>VOCAL SEGUNDO</b>	<b>Ing. Agr. Walter Armando Reyes Sanabria</b>
<b>VOCAL TERCERO</b>	<b>MSc. Danilo Ernesto Dardón Ávila</b>
<b>VOCAL CUARTO</b>	<b>Br. Rigoberto Morales Ventura</b>
<b>VOCAL QUINTO</b>	<b>Br. Elmer Salazar</b>
<b>SECRETARIO</b>	<b>MSc. Edwin Enrique Cano Morales</b>

**GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008**

Guatemala, Noviembre del 2008.

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el **TRABAJO DE GRADUACIÓN: CONTRIBUCIÓN A LA EFICIENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE CHILE PIMIENTO, TOMATE Y PEPINO BAJO CONDICIONES DE AMBIENTE PROTEGIDO Y SERVICIOS PRODUCTIVOS, EN LA EMPRESA EXPORTADORA DE SEMILLAS HÍBRIDAS DE RUITER SAN PEDRO S.A., AGUA ZARCA, SAN PEDRO PINULA, JALAPA**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

f. \_\_\_\_\_  
**Eduardo Iván Pinto Navas**

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS:**

Por el mejor regalo su Hijo Jesucristo. Por la sabiduría, inteligencia y la gracia que me permitió alcanzar tan anhelado triunfo.

**MIS PADRES:**

Eduardo Antonio Pinto y Rosa Erminda Navas Chavarría, sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo, quiero que sientan que el logro mío, es también el logro de ustedes y que la fuerza que me ayudó a conseguirlo fue su apoyo.

**MIS HERMANOS:**

Ana Odilia (QEPD), Nery Orlando, Alexander Antonio, Arold Adan, Rosa Gabriela, Carlos Humberto y Edgar Humberto; como una muestra de mi cariño y agradecimiento por todo el amor y el apoyo brindado y porque hoy veo llegar a su fin una de las metas de mi vida, les agradezco de todo corazón que Dios los bendiga y guarde.

**MIS CUÑADOS:**

Olga Anabella, Alma Yesenia, Sindy Paola, Gersón Rafael y José Daniel, Gracias por su apoyo y consejos.

**MIS SOBRINOS:**

Ruth Anabella, Nery Eduardo, Antonio Aldair, Maylin Denis, Dulce María, Carlos Daniel y Sara Noemí, por ser la alegría y amor de nuestras vidas.

**MIS ABUELITOS:**

Laura Navas por heredarme el camino al Señor. Amelia Pinto, Santos Pinto, Juan Manuel Pinto, Florencio Navas Salazar (QEPD) que fueron un ejemplo a seguir, los llevo en mi corazón y desde el cielo bendigan este triunfo alcanzado.

**MIS TÍOS (AS):**

A Cada uno de ellos por su cariño y respeto. Gracias.

**MIS PRIMOS (AS):**

Por su cariño y alegría.

**MI NOVIA:**

Aura Lilí López, por todo tu cariño, consejos, paciencia, comprensión, amistad, y por llenarme en cada momento de mi vida desde el primer día que te conocí. Te Amo china.

**MIS SUEGROS:**

Daniel López, Lilí de López y Alicia López, por su cariño, amistad, comprensión y confiar en mí siempre, que Dios Padre los guarde.

**MIS AMIGOS:**

Por estar en los mejores momentos en especial Justo Pérez, Cesar Torres, Byron González, Federico Bonilla, José Miguel Cetino, Víctor Jerónimo Tahuico, Yefri Chávez, Irelida Ayala, Armando, Don Julito Peña, Pedro, Heberto Rodas, Mauricio Guzmán, José Carlo Sanabria, Jorge Cuca, Marlon Rivera, Cristopher Ardon, José Ángel Montenegro, Eder Oliva, Oliver Ordóñez, Geovanni Santizo , Sebastián Pinto, Marvin Vásquez, Oswaldo, Esler Velásquez, José Castellanos, José López, Juan René Santizo, Mario Agreda, Jonatán Reynoso, José Leon, Isaías, Luis Izaguirre, Mónica Ebert, Carleone Izaguirre, Sergio Gómez, Dinora Castro, Hermanas González, muchas gracias por su apoyo incondicional.

## **TRABAJO DE GRADUACION QUE DEDICO**

**A:**

**GUATEMALA:**

País que me ha brindado la oportunidad de ser una persona exitosa al cual debo retribuirle mi éxito como un servidor profesional.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Escuela profesional que me enseñó la formación académica; muchas gracias.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A:**

La Universidad de San Carlos de Guatemala y a la facultad de Agronomía, por grandes enseñanzas.

### **ASESORES:**

Ing. Agr. Walter Reyes Sanabria, Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes, Ing. Agr. Tomás Padilla Cámbara, Licda. Alicia Violeta López, por su apoyo, comprensión y colaboración en mi Ejercicio Profesional Supervisado.

### **INGENIEROS:**

Nery Orlando Pinto Navas, Juan Carlos Fuentes Montepeque, Aníbal Sacbajá Galindo, Iván Dimitri Santos, Domingo Amador, Gersón López Chen, Filiberto Salvatierra, Amílcar Sánchez Pérez, José Miguel Cetino, por sus valiosas sugerencias.

### **EMPRESA DE RUITER SAN PEDRO S.A. :**

José Velásquez, Randolpho Santizo, Ricardo Cardona, Michelle Ayau, Marco Tulio Arana, Byron Díaz, Géron Girón, Jorge, Franklin, Adrianus Dekkers, personal de mantenimiento, invernaderos, proceso y especialmente a los señores Fred y Mayra Luna, por su apoyo a la realización del Ejercicio Profesional Supervisado muchas gracias.

## ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN	x

### CAPÍTULO I

<b>DIAGNOSTICO GENERAL DE LA EMPRESA PRODUCTORA DE SEMILLA HIBRIDA DE RUITER SAN PEDRO, S.A. AGUA ZARCA, SAN PEDRO PINULA, JALAPA</b> .....	1
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1 Descripción del clima.....	3
1.2.2 Ubicación geográfica y área de influencia .....	3
1.2.3 Colindancias aproximadas.....	3
1.2.4 Vías de acceso .....	3
1.2.5 Servicios básicos de la empresa .....	4
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.4 METODOLOGÍA .....	6
1.5 RESULTADOS.....	7
1.5.1 Características de los invernaderos.....	7
1.5.2 Infraestructura .....	7
1.5.3 Manejo de invernadero .....	8
1.5.4 Diseño hidráulico y de fertirriego .....	8
1.5.5 Manejo de plástico.....	8
1.5.6 FAD and PAD (Refrigeración por evaporación).....	8
1.5.7 Información de las actividades .....	9
1.5.8 Área de producción.....	9
1.5.9 Descripción del manejo del cultivo .....	10
1.5.10 Procesos de propagación .....	10
1.5.11 Siembra de semillas .....	10
1.5.12 Trasplante.....	11
1.5.13 Plantado .....	11
1.5.14 Injertos y esquejes.....	11
1.5.15 Plantas padres.....	12
1.5.16 Plantas madres.....	13
1.5.17 Área administrativa de polen .....	14
1.5.18 Área administrativa de protección de plantas .....	14
1.5.19 Control de plagas y enfermedades.....	14

1.5.20	Área administrativa de proceso .....	15
1.5.21	Cosecha .....	15
1.5.22	Post cosecha .....	15
1.5.23	Secado y exportación .....	16
1.5.24	Manejo de residuos orgánicos .....	17
1.5.25	Reservorio de agua .....	17
1.5.26	Angar principal .....	17
1.5.27	Angar de fertirriego, caldera y transformador de corriente eléctrica .....	17
1.5.28	Comedor .....	17
1.5.29	Baños .....	18
1.6	CONCLUSIONES .....	19
1.7	RECOMENDACIONES .....	20
1.8	BIBLIOGRAFÍA .....	21

## **CAPITULO II. INVESTIGACIÓN**

<b>EVALUACIÓN DE SEIS DOSIS DE ACIDO INDOLBUTIRICO SOBRE LA INDUCCIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE CHILE PIMIENTO (<i>Capsicum anuum</i>), DE LA EMPRESA EXPORTADORA DE HÍBRIDOS DE RUITER SAN PEDRO S.A.</b> .....		22
2.1	PRESENTACIÓN.....	23
2.2	MARCO TEÓRICO .....	25
2.2.1	Marco conceptual .....	25
2.2.1.1	Morfología y taxonomía del chile pimiento.....	25
2.2.1.2	Clasificación botánica .....	26
2.2.1.3	Requerimientos edafoclimáticos .....	26
2.2.1.4	Particularidades del cultivo .....	28
2.2.1.5	Grupos varietales en pimiento .....	28
2.2.1.6	Fan and Pad (refrigeración por evaporación) .....	29
2.2.1.7	Importancia económica y distribución geográfica .....	31
2.2.1.8	Hormonas vegetales.....	33
2.2.1.9	Historia de las Auxinas .....	34
2.2.1.10	Ácido indolbutírico .....	35
2.2.2	MARCO REFERENCIAL .....	39
2.2.2.1	Ubicación geográfica y área de influencia .....	39
2.2.2.2	Descripción del clima.....	40
2.2.2.3	Antecedentes.....	40
2.3	OBJETIVOS .....	41
2.4	HIPÓTESIS.....	42
2.5	METODOLOGÍA .....	43
2.5.1	Manejo del experimento .....	43
2.5.1.1	Colecta y preparación del material .....	43
2.5.1.2	Preparación del sustrato .....	43
2.5.1.3	Preparación de los tratamientos .....	44
2.5.1.4	Siembra de esquejes .....	46
2.5.1.5	Manejo de túnel de enraizado .....	46
2.5.1.6	Tapado .....	47

2.5.1.7	Sombra .....	47
2.5.1.8	Riego .....	48
2.5.1.9	Temperatura .....	48
2.5.1.10	Humedad relativa.....	49
2.5.1.11	Destape .....	49
2.5.2	Análisis estadístico .....	50
2.5.2.1	Diseño experimental .....	50
2.5.2.2	Tratamientos y repeticiones.....	50
2.5.2.3	VARIABLES DE ESTUDIO .....	50
2.5.2.4	Modelo Estadístico .....	51
2.5.3	Registro de la información .....	51
2.5.3.1	Peso radicular.....	51
2.5.3.2	Peso foliar.....	51
2.5.3.3	Número de esquejes enraizados.....	52
2.5.3.4	Número de días en formar raíces .....	52
2.5.3.5	Hojas formadas .....	52
2.5.4	Análisis de la información estadística .....	52
2.6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
2.6.1	Variable 1 Análisis de la materia seca de la raíz.....	56
2.6.2	Variable 2 Análisis de la materia seca del área foliar .....	59
2.6.3	Variable 3 Análisis del número de esquejes enraizados.....	62
2.6.4	Variable 4 Análisis del número de esquejes enraizados (20 Días).....	65
2.6.5	Variable 5 Análisis del número de esquejes enraizados (30 Días).....	67
2.6.6	Variable 6 Análisis del número de esquejes enraizados (40 Días).....	70
2.6.7	Variable 7 Análisis de número de hojas por esqueje.....	72
2.7	CONCLUSIONES .....	75
2.8	RECOMENDACIONES .....	76
2.9	BIBLIOGRAFÍA .....	78
2.10	ANEXOS .....	80

### **CAPÍTULO III**

#### **INFORME DE SERVICIOS**

<b>REALIZADOS EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE SEMILLAS DE HORTALIZAS DE RUITER SAN PEDRO S.A., AGUA ZARCA, SAN PEDRO PINULA, JALAPA .....</b>		<b>84</b>
3.1	PRESENTACIÓN.....	85
3.2	SERVICIO 1: Monitoreo de los factores que inciden en el crecimiento del cultivo de tomate, ( <i>Lycopersicon esculentum</i> ), y pepino, ( <i>Cucumis sativus</i> ), bajo condiciones de invernadero.....	86
3.2.1	OBJETIVO .....	86
3.2.2	METODOLOGÍA .....	86
3.2.3	RESULTADOS .....	90
3.2.4	EVALUACIÓN .....	103

3.3	SERVICIO 2: Mecanización del proceso de pulverización de pacas de sustrato peatmoss BM 1 de Berger, como aporte para hacer eficiente el uso de los recursos disponibles en el proceso de trasplante de plántulas en el área de propagación.....	103
3.3.1	OBJETIVO.....	103
3.3.2	ANTECEDENTES.....	103
3.3.3	METODOLOGÍA.....	104
3.3.4	RESULTADOS .....	104
3.3.5	EVALUACIÓN .....	106
3.4	SERVICIO 3: Servicios no planificados. ....	108
3.4.1	OBJETIVO.....	108
3.4.2	METODOLOGÍA.....	108
3.4.3	RESULTADOS .....	108
3.4.4	EVALUACIÓN .....	113
3.5	BIBLIOGRAFÍA .....	114

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Plantación de chile pimiento ( <i>Capsicum annuum</i> ).	26
2	Arreglo típico del invernadero del ventilador y del panel.	30
3	Sistema de refrigeración por evaporación del panel y ventilador.	31
4	Estructura de las hormonas de diferentes auxinas.	35
5	Humedad relativa y temperatura interior registrada en la unidad experimental.	55
6	Humedad relativa y temperatura exterior registrada en la unidad experimental.	56
7	Porcentaje de materia seca del área radicular de los diferentes Tratamientos evaluados.	59
8.	Porcentaje de materia seca del área foliar de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	61
9	Número de esquejes enraizados al final del experimento por tratamiento de ácido indolbutírico.	64
10	Porcentaje de esquejes enraizados a los 20 días iniciado el experimento de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	67
11	Porcentaje de esquejes enraizados a los 30 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	69
12	Porcentaje de esquejes enraizados a los 40 días de los diferentes Tratamientos de ácido indolbutírico.	72
13	Número de hojas por esqueje de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	74
14. A	Plántulas de chile pimiento variedad codificada Tarian (Testigo, Dosis 3000 ppm AIB Y 3500 ppm AIB.)	80
15. A	Plántulas de chile pimiento variedad codificada Tarian (Testigo, Dosis 4000,4500 Y 5000 ppm AIB.)	80
16 A	Plántulas de chile pimiento variedad codificada Tarian en ascendente (testigo, 3000, 3500, 4000,4500 y 5000 ppm AIB).	81

17 A	Plántulas de chile pimiento variedad codificada Tarian en formación (testigo, 3000, 3500, 4000, 4500 y 5000 ppm AIB).	81
18.A	Raíces de las plántulas de chile pimiento variedad Codificada Tarian a los 40 días (testigo).	82
19.A	Raíces de las plántulas de chile pimiento variedad Codificada Tarian a los 40 días (3000 ppm. AIB).	82
20.A	Raíz de las plántulas de chile pimiento variedad Codificada Tarian a los 40 días (3500 ppm. AIB).	82
21.A	Raíz de las plántulas de chile pimiento variedad codificada Tarian a los 40 días (4000 ppm. AIB).	83
22.A	Raíz de las plántulas de chile pimiento variedad codificada Tarian a los 40 días (4500 ppm. AIB).	83
23.A	Raíz de las plántulas de chile pimiento variedad codificada Tarian a los 40 días (5000 ppm. AIB).	83
24.	Puede observarse la desuniformidad en el fondo de la línea (surco) por lo cual se determinó evaluar el sistema de riego.	87
25	Comparación de los volúmenes de agua de riego aplicados de 4 líneas muestreadas dentro del invernadero 3.	90
26	Comparación de los volúmenes de agua de riego aplicados de 4 líneas muestreadas dentro del invernadero 6.	91
27	Muestreo por gotero del volumen emitido en el invernadero 6.	92
28	Muestreo por gotero del volumen emitido en el invernadero 3.	92
29	El pH y conductividad eléctrica (CE) del suelo en el invernadero 3	93
30	El pH y conductividad eléctrica (CE) del suelo en el invernadero 6.	94
31	Porcentaje de humedad medido en el suelo del invernadero 3.	95
32	Porcentaje de humedad en el suelo del invernadero 6.	95
33	Temperatura del suelo del invernadero 3.	96

34	Temperatura del suelo del invernadero 6.	97
35	El pH y conductividad eléctrica del agua invernadero 3.	98
36	El pH y conductividad eléctrica del agua invernadero 6.	98
37	(1) número de hojas, (2) tamaño de la hoja, (3) tamaño entrenudo (4) numero de frutos, para el invernadero 3.	99
38	(1) número de hojas, (2) tamaño de la hoja, (3) tamaño entrenudo (4) numero de frutos, para el invernadero 6.	99
39	Toma de datos para determinar la fenología de las plantas de tomate evaluadas.	100
40	Porcentaje de germinación para la línea 1 en el invernadero 3.	101
41	Porcentaje de germinación para la línea 102 en el invernadero 3.	101
42	Porcentaje de germinación para la línea 84 en el invernadero 3.	102
43	Porcentaje de germinación para la línea 49 en el invernadero 3.	102
44	Síntesis del proceso de pulverización, antes, situación encontrada durante el diagnostico del EPS y una proyección en base a lo que actualmente se realiza (pulverizadora mecánica)	107
45.	Colocación de trampas para monitoreo de la mosca Blanca, <i>Bemisia tabaci</i> .	109
46	Detalle de las trampas para capturar el insecto vector del virus del tomate.	109
47	Estado en el que se encontró el sistema de fertiriego.	110
48	Estado en el que se dejó el sistema de fertiriego para un mayor tiempo de vida.	111
49	Arco de desinfección para vehículos que ingresan a la empresa	112
50	Túnel de desinfección para el personal.	112

**ÍNDICE DE CUADROS**

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Temperaturas críticas para pimiento en las fases de desarrollo.	27
2	Producción mundial de pimientos frescos para el año 2006	32
3	Área, producción y rendimiento del chile pimiento en Guatemala.	33
4	Dosis de aplicación a los 10 esquejes de chile pimiento por repetición.	45
5	Orden de tratamientos y repeticiones	45
6	Resultados de Porcentaje materia seca del área radicular de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	56
7	Análisis de varianza de la materia seca de la raíz de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	57
8	Resumen de prueba Tukey de la materia seca de la raíz de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	58
9	Resultados de Porcentaje de materia seca del área foliar de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	59
10	Análisis de varianza de la materia seca foliar de los diferentes tratamientos de dosis de ácido indolbutírico	60
11	Resumen de prueba Tukey de la materia seca foliar de los diferentes tratamientos de dosis de ácido indolbutírico.	60
12	Resultados de esquejes enraizados por tratamiento de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	62
13	Número total de esquejes enraizados de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	62
14	Análisis de varianza del número de esquejes enraizados de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	63
15	Resumen de prueba Tukey del número de esquejes enraizados de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	63

16	Número de esquejes enraizados por tratamiento a los 20 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	65
17	Análisis de varianza del número de esquejes enraizados a los 20 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	65
18	Resumen de prueba Tukey del número de esquejes enraizados a los 20 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	66
19	Número de esquejes enraizados por tratamiento a los 30 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	67
20	Análisis de varianza del número de esquejes enraizados a los 30 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	68
21	Resumen de prueba Tukey del número de esquejes enraizados a los 30 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	68
22	Número de esquejes enraizados por tratamiento a los 40 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	70
23	Análisis de varianza del número de esquejes enraizados a los 40 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	71
24	Resumen de prueba Tukey del número de esquejes enraizados a los 40 días de los diferentes tratamientos ácido indolbutírico.	71
25	Número de hojas formadas por esqueje de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico	72
26	Análisis de varianza del número de hojas por esqueje de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	73
27	Resumen de prueba Tukey de número de hojas por esqueje de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.	74

**CONTRIBUCIÓN A LA EFICIENCIA DE LA PRODUCCIÓN DE CHILE PIMIENTO, TOMATE Y PEPINO, BAJO CONDICIONES DE AMBIENTE PROTEGIDO Y SERVICIOS PRODUCTIVOS, EN LA EMPRESA EXPORTADORA DE HÍBRIDOS DE RUITER SAN PEDRO S.A., AGUA ZARCA, SAN PEDRO PINULA, JALAPA**

**RESUMEN**

El presente documento, representa tres de los capítulos que el programa del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía ha desarrollado, en la empresa exportadora de híbridos DE RUITER San Pedro S.A., ubicada en el municipio de San Pedro Pinula en el departamento de Jalapa. El mismo, constituye el trabajo de graduación y cubre las fases de diagnóstico, investigación y servicios; desarrollados en la mencionada empresa.

Con el presente trabajo, se aporta un estudio técnico y profesional considerable a la región, ya que induce al conocimiento de la producción agrícola sostenible de primera calidad, al producir semillas híbridas para un mercado internacional con productos de calidad genética.

El diagnóstico realizado, considera dentro de sus resultados, la influencia de características que aportan los diferentes invernaderos y su relación con la infraestructura, diseño hidráulico, fertirrigación, control de plagas y enfermedades entre otros. Así también, se ha considerado el estudio del estado actual del ciclo fenológico de los diferentes cultivos que considera factores como: el punto de germinación de la semilla, el trasplante del desarrollo de plántulas a macetas, la cosecha, la producción de semillas, y otros que son relacionados al tema como el procesamiento de la semilla y actividades como el empaque y el proceso de exportación a la planta madre ubicada en Holanda.

Uno de los problemas principales detectado en el diagnóstico, determinó un mal manejo en la propagación de plantas padres, situación que no permitía obtener un material vegetal adecuado que garantizara una calidad genética aceptable de los frutos, semillas y los mismos clones producidos. Con lo anterior y su relación con el modelo de producción en la empresa, se apreció la necesidad de realizar una investigación que evaluó una alternativa de propagación vegetativa para una especie en particular, surgiendo así el tema de trabajo denominado “Inducción de enraizado de plantas de chile pimiento (*Capsicum annuum*) a partir de esquejes”, tema, que fue aprobado para estudio y que definió el uso de una hormona sintética de nombre ácido indolbutírico (AIB).

La investigación realizada, consideró evaluar seis concentraciones, siendo estas: 0000 Agua (testigo), 3000, 3500, 4000, 4500 y 5000 ppm de ácido indolbutírico, preparados en forma de mezcla física con talco inerte. La misma, se realizó con el fin de establecer un procedimiento para la propagación vegetativa del chile pimiento (*Capsicum anuum*) variedad codificada Tarian, mediante el enraizado de esquejes, bajo condiciones de invernadero.

Al final del proceso estadístico evaluado, los resultados definen: que la materia seca radicular y foliar apreció como mejor tratamiento la dosis de 5000 ppm de AIB, por lo que el comportamiento de mayor número de esquejes enraizados en su orden fueron las dosis de 5000, 4500, 4000, 3500 y 3000 ppm, de AIB, definiendo así que estadísticamente todos los tratamientos son iguales.

La variable, mayor número de esquejes enraizados a los 20, 30 y 40 días después de iniciado el experimento, determinó como resultado que a los 20 días todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales sin cubrir el total de esquejes en cada unidad experimental, luego a los 30 días el mejor tratamiento fue el de 5000 ppm de AIB, logrando en este tiempo, el enraizando total en cada una de las repeticiones experimentadas. Nuevamente, a los 40 días todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales.

Otra de las variables estudiadas, fue el número de hojas por esqueje al final del experimento (40 días), donde se obtuvo como resultado que todos los tratamientos son iguales estadísticamente. Se concluye además, que el testigo en todas las variables evaluadas obtuvo resultados no satisfactorios, siendo este el método usualmente usado en la empresa, como forma de propagación vegetativa.

Finalmente, el presente documento, describe los servicios realizados en apoyo a las áreas de la empresa siendo estos: Servicio 1, monitoreo de los factores que inciden en el crecimiento del cultivo tomate, (*Lycopersicon esculentum*), y pepino (*Cucumis sativus*), bajo condiciones de invernadero. Servicio 2, mecanización del proceso de pulverización de pacas de sustrato peat-moss BM 1 de Berger, como aporte para hacer eficiente el uso de los recursos disponibles en el proceso de trasplante de plántulas en el área de propagación. Servicio 3, servicios no planificados.



The seal of the Academia Coahuilense de Ciencias y Letras is circular with a blue background. It features a central figure of a woman in a red dress holding a book, surrounded by various heraldic symbols including a golden crown, a lion, and a castle. The Latin motto "CÆTERA ORBIS CONSPICUA CAROLINA AC ACADEMIA COAHUILIENSIS INTER" is inscribed around the perimeter.

**CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA EMPRESA PRODUCTORA DE SEMILLAS HÍBRIDAS DE RUITER SAN PEDRO, S. A. AGUA ZARCA, SAN PEDRO PINULA, JALAPA**

## 1.1 PRESENTACIÓN

La empresa De Ruiters San Pedro inicia a principios del año dos mil dos dedicándose específicamente a la producción de semillas híbridas de Chile pimiento (*Capsicum annuum*), melón (*Cucumis melo*), pepino (*Cucumis sativus*), tomate (*Lycopersicon esculentum*); para dar origen a la exportación hacia el país de Holanda donde esta semilla es cuidadosamente seleccionada por maquinaria altamente sofisticada y de esta forma darle el nombre comercial DE RUITERS SEEDS, todo esto regulado bajo las normas de calidad ISO, obligándoles a mantener sus estándares de calidad en todos los procesos, contando para este fin con lo que son manuales de procedimiento y personal altamente capacitado, para cualquier actividad relacionada con el proceso de producción dentro de la empresa y de esta manera satisfacer el mercado Europeo.

A través del diagnóstico se determinaron las características que tienen los diferentes invernaderos: infraestructura, diseño hidráulico y fertirrigación, control de plagas y enfermedades, riego, ciclo fenológico de los diferentes cultivos, desde la germinación de la semilla, trasplante de plántulas a macetas, para luego plantar el plánton hacia el suelo, producción de semillas, cosecha, procesamiento de semilla, empaque y exportación de semilla híbrida a la planta madre de Ruiters Seeds ubicada en Holanda.

Durante la ejecución del diagnóstico se identificaron los diferentes problemas agrícolas, por medio de entrevistas, a los jefes de los departamentos de la empresa y los diferentes encargados de invernadero.

## **1.2 MARCO REFERENCIAL**

### **1.2.1 Descripción del clima**

El clima por lo general es templado, siendo templado-frío, en las partes altas o montañosas del municipio, cuenta con una temperatura promedio de 18.7 a 28.9 °C, variando en las diferentes estaciones del año, cuenta con una precipitación anual de 945 mm, dependiendo de los fenómenos naturales que se dan en la región. La presión atmosférica es de 650.4 mm de Hg y el punto de rocío de 17.6 °C, y la velocidad del viento es de 5.6 Km/hr, predominantemente Sur, la humedad relativa a las 7 am es de 65 Porcentaje a las 13 horas 71 Porcentaje, a las 18 horas 80 Porcentaje, la humedad media es de 72 Porcentaje. La evaporación es de 3 mm/hr (2).

### **1.2.2 Ubicación geográfica y área de influencia**

La empresa De Ruitter San Pedro, S.A. la cual esta ubicada en la aldea Agua Zarca, del Municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa, en las coordenadas, Latitud Norte 14°38'58.9", Longitud Oeste 89°51'42.3", a una altura de 1103 msnm. La cabecera municipal de San Pedro Pinula, se encuentra en las coordenadas, Latitud Norte 14°39'44" y Longitud Oeste 89°50'47", tiene una extensión de 376 kilómetros cuadrados, el área donde esta ubicado el proyecto cuenta con una extensión de 44.72 hectáreas, de las que se utilizan actualmente 5.59 hectáreas (2).

### **1.2.3 Colindancias aproximadas**

Colinda al norte con el Júcaro (Progreso.) y San Diego (Zacapa.); al este con San Luís Jilotepeque (Jalapa.); al sur con Monjas y San Manuel Chaparrón (Jalapa.); al oeste con Jalapa (Jalapa) (2).

### **1.2.4 Vías de acceso**

San Pedro Pinula (De Ruitter San Pedro), desde Guatemala, se puede acceder, por dos vías:

- a. Carretera CA-14: 55 Km. hasta Sanarate, El Progreso, desvío hacia Jalapa, Jalapa (43 Km.) hasta el Km. 98 por carretera asfaltada, de la cabecera departamental al

Municipio hay 18 Km. de los cuales 18 están asfaltados y 2 son de terracería, para un total de 118 Km. Esta es la ruta más corta de acceso.

- b. La otra ruta es vía Jutiapa hasta San Luís Jilotepeque, por carretera asfaltada y desde este municipio en camino de terracería para un total aproximado de 203 Km (2).

### **1.2.5 Servicios básicos de la empresa**

#### **A. Agua**

Este factor vital para el desarrollo de la vida es proporcionado para la empresa por medio de un pozo que fue construido antes de establecer la empresa, luego ya establecida la empresa se le contrató a una empresa llamada por nombre DAHO POZOS, S.A. Para proporcionar los servicios necesarios que éste necesitara para su mantenimiento. Éste le proporciona diariamente el líquido vital a lo que son los invernaderos, trabajadores y otros factores que son de suma necesidad y que es necesario la utilización de agua (1).

#### **B. Energía eléctrica**

La empresa demanda bastante energía por lo que se dio en la necesidad a principio de establecer la empresa la implementación de un generador de electricidad con base de un motor diesel ya que se utiliza la mayoría de equipo a base de energía eléctrica por ser sistematizado. Pero la empresa cuenta también con una empresa surtidora de energía eléctrica llamada por nombre DEORSA que ésta reparte energía pública y también a la empresa (1).

#### **C. Servicio telefónico e Internet**

Tiene servicio de telefonía nacional y servicio de telefonía celular para encargados de áreas administrativas y encargados de personal en campo el servicio de Internet se encuentra específicamente en las oficinas de encargados administrativos de cada área. Por lo que la empresa se encuentra a la vanguardia de la tecnología (4).

### 1.3 OBJETIVOS

#### General

Realizar un diagnóstico general de la empresa De Ruitter San Pedro S.A.

#### Específicos

- Describir el funcionamiento de la infraestructura de los invernaderos de los cultivos tomate (*Lycopersicon esculentum*), chile pimiento (*Capsicum annum*), melón (*Cucumis melo*) y pepino (*Cucumis sativus*) para la obtención de semillas híbridas.
- Evaluar el estado actual de los procesos de propagación de los cultivos tomate (*Lycopersicon esculentum*), chile pimiento (*Capsicum annum*), melón (*Cucumis melo*) y pepino (*Cucumis sativus*) para la producción de semillas híbridas.
- Identificar y priorizar las principales limitantes que afecten el proceso adecuado de producción del material vegetal (semillas híbridas) para la comercialización, con el propósito de proponer soluciones viables tales como la realización de una investigación y servicios como parte del aporte del Ejercicio Profesional Supervisado.

## **1.4 METODOLOGÍA**

Para alcanzar los objetivos planteados se utilizó una metodología que se dividió en tres fases, las cuales son trabajo de gabinete, trabajo de campo y trabajo de gabinete final.

### **A. Trabajo de gabinete**

Este trabajo inicia con la recopilación de información de las labores de que tienen mayor énfasis en la empresa De Ruiters San Pedro S.A. para lo que se consultó fuentes primarias como las diferentes gerencias administrativas de la empresa con el propósito de corroborar todas las observaciones realizadas en el recorrido hecho a la empresa, luego se optó por consultar la información secundaria que era la recopilación de diferentes entrevistas que se obtuvieron de todo trabajador de la empresa tanto administradores de gerencias, encargados de invernadero, trabajadores de campo y de esta forma recopilar la mayor parte de información vital para la realización de este diagnóstico.

### **B. Trabajo de campo**

El trabajo de campo consistió en realizar un reconocimiento de la empresa De Ruiters San Pedro S.A., para corroborar el uso actual de los invernaderos desde su propagación hasta su exportación.

### **C. Trabajo de gabinete final**

El trabajo de gabinete final consistió en la integración de toda la información recopilada en la fase de gabinete inicial, fase de campo y así determinar si existe problema que pueda determinar durante el tiempo del ejercicio profesional supervisado (EPS).

## **1.5 RESULTADOS**

### **1.5.1 Características de los invernaderos**

Cuentan con una construcción de metal y plástico en su mayor porcentaje para lograr darle al cultivo las condiciones controladas que éste deba tener, ya que se aprovecha al máximo la radiación solar a través del paso del plástico especial que estos tienen. Cuenta también en la parte superior de los invernaderos con ventanas que dan el paso de aire según así sea la temperatura del invernadero, cuenta también con paredes que automáticamente, suben o bajan dependiendo la temperatura del invernadero, todo éste funcionamiento sistematizado, la empresa cuenta con 12 invernaderos los cuales están ubicados en diferentes puntos del área de la finca, los invernaderos son de tipo multitunnel y tienen una orientación Este-Oeste, poseen una altura de 4 metros bajo canal que tras el montaje de dos pantallas se reducen a una altura de 3.40 metros, cada invernadero cuenta con un área de 4,120 metros cuadrados, con una área efectiva de 2,976 metros cuadrados algunos divididos en 2 sectores y otros en 1 sector, cuenta con pasillos transversales algunos de ellos, y otros con pasillos paralelos (1).

### **1.5.2 Infraestructura**

Cuenta con una pendiente del 5Porcentaje en sentido transversal, el control climático del invernadero se realiza mediante un equipo automatizado de nombre, NTC Mithra VH 102, y otro de NTC Mithra CL 108, lo que controla son velocidades del viento, radiación interna y externa, la temperatura y humedad relativa interior y exterior. Cada invernadero cuenta con 10 naves, en donde encontraremos una separación de ventanas cenitales totalmente protegida con maya anti-afidos para evitar la entrada de insectos perjudiciales al invernadero, el material de cubierta es un plástico tricapa tipo trithermic de solplast, con materia prima y aditivos proporcionados por Repsol YPF, fabricado por tres capas de contenido de acetato de vinilo que proporciona un gran poder térmico y excelentes propiedades ópticas y mecánicas con una capa externa antiadherente al polvo y otra interna antigoteo (1).

### **1.5.3 Manejo de invernadero**

Estos se manejan de acuerdo al departamento de invernaderos que tiene como finalidad la coordinación de las actividades agrícolas dentro de los invernaderos para el control de enfermedades, fertilización y riego, y proporcionar así al cultivo, un sistema de climatización para sanidad y desarrollo del mismo, cada programa dentro de los invernaderos está sujeto a los requerimientos del cultivo, ya que este departamento es el encargado de formar un microclima adecuado para la producción y cosecha del cultivo (1).

### **1.5.4 Diseño hidráulico y de fertirriego**

Los invernaderos cuentan con una tubería primaria de PE con un diámetro de 40 mm. Y una presión nominal de trabajo de 0.40 MPa, la tubería porta emisores que son de PE de 16 mm de diámetro y se encuentran a una distancia de 2 mts. cada uno. El sistema de riego cuenta con una tubería de polietileno de elevada calidad cuyo sistema de riego es compensado lo que proporciona una cantidad de volumen por planta igual con goteros a distanciamiento de 0.33 mts. con un caudal nominal de 3 lts. por hora y que van conectado a micro tubos de 50 cm. a una piqueta de goteo que se inserta dentro del sustrato de la planta (3).

### **1.5.5 Manejo de plástico**

Todo plástico que ya es desechado que proviene ya sea de un invernadero o que ocupe alguna otra función dentro de la empresa es llevado a centro en donde es almacenado por una empresa que lleva por nombre Agrequima y algunos de los plásticos que están en un mejor estado se les da un uso alternativo para la rotulación dentro de los invernaderos para la separación e identificación de las plantas padres y madres (1).

### **1.5.6 FAD and PAD (Refrigeración por evaporación)**

La refrigeración por evaporación es un proceso que reduce temperatura del aire por la evaporación del agua en la corriente aérea. Mientras que el agua se evapora, la energía se pierde del aire que causa su temperatura. Este sistema cierra automáticamente ventanas y cortinas del invernaderos de manera de sellar completamente el invernadero para luego hacer correr agua dentro y fuera del panel de escurrimiento del agua para dar paso del bulbo húmedo a través del panel.

Este automáticamente enfría el bulbo húmedo (aire caliente) portando un clima agradable y óptimo, esto se dará al momento que inicie la serie de ventiladores que se encuentran paralelos al panel y de esta manera absorber todo aire que se encuentre dentro del invernadero para lograr dar las condiciones óptimas que el cultivo requiera. En épocas calurosas, se consiguió que el proceso de crecimiento y formación de los cultivos se desarrolle adecuadamente, adquiriendo unas condiciones de calidad óptimas para el mercado.

Reduce la temperatura hasta 6 °C en el interior del invernadero, aumenta la humedad relativa hasta un 72Porcentaje, evitando la deshidratación y consiguiendo unas condiciones de aspectos y duración idóneas, obteniendo cultivos de gran calidad, garantizar un beneficio máximo (3).

### **1.5.7 Información de las actividades**

La empresa De Ruitter San Pedro desde sus principios hasta nuestros tiempos gracias a la información recopilada de las diferentes áreas administrativas, encargados de invernadero y personal de campo.

De las diferentes áreas administrativas se logró información pertinente de los diferentes procesos realizados y así mismo expusieron el crecimiento de la empresa tanto productivo como en experiencia laboral aportando lo mejor día con día y de esta manera hacer cumplir las metas y objetivos planteados por área administrativa con el fin de ser cada vez mejor, formando en base a buenos principios una fuerte estructura administrativa que tiene la empresa De Ruitter San Pedro (4).

### **1.5.8 Área de producción**

Las diferentes prácticas agrícolas que se le da a los cuatro deferentes cultivos desde su siembra hasta lo que es su cosecha todo bajo el control de invernaderos con un sistema último sistematizado que logra dar las condiciones requeridas para cada uno de los cultivos en producción y de esta forma lograr su objetivo principal la producción de semillas híbridas sanas y de muy alta calidad (4).

### **1.5.9 Descripción del manejo del cultivo**

Cada uno de los cuatro cultivos que tiene en producción la empresa tiene diferente ciclo fenológico ya que inician desde la preparación del sustrato llenado de bandejas, trasplante y plantado hacia el invernadero donde se efectuará su ciclo de vida, luego allí se obtendrá la fase de cosecha y el traslado de frutos al área de procesamiento y extracción de semilla, todo esto debidamente coordinado por el área de producción (4).

#### **1.5.10 Procesos de propagación**

Los métodos de propagación utilizados son por semilla para los cuatro cultivos, injertos para tomate (*Lycopersicon esculentum*) y esquejes para melón (*Cucumis melo*). Ante lo mencionado un 90Porcentaje se propaga con semilla y 10Porcentaje por injertos, esquejes ya que lo más común para la empresa era la propagación por semilla se da a conocer la metodología de siembra. Para la siembra se llenan las bandejas plásticas, con coco fino, sustrato ideal para la propagación por medio de semilla. Se utilizan dos tipos de bandejas, una que cuenta con 105 celdas en esta bandeja, la densidad de la raíz es más espesa, a diferencia de la otra bandeja que cuenta con 144 celdas, la densidad de raíz en esta es más regular (4).

#### **1.5.11 Siembra de semillas**

La encargada del invernadero de propagación tiene un día en específico a la semana para realizar siembras ese día, manda por la semilla al área de administración de proceso en donde la semilla se encuentra bajo las condiciones óptimas específicamente identificada y contada para su siembra. La semilla se coloca en una caja petri, con la ayuda de una pinza se siembra una semilla por celda, posteriormente se cubre con una capa de coco fino de modo que la semilla quede tapada debidamente humedecido. La bandeja se identifica con una etiqueta que lleva el nombre de la variedad y la fecha de siembra; las bandejas se trasladan al cuarto de germinación (sin luz) para que se inicie el proceso de germinación. En esta etapa la bandeja se mantiene entre 24 y 26 grados Centígrados con una HR entre 80 y 100Porcentaje. Al iniciar la germinación las bandejas son trasladadas al invernadero de propagación. Los períodos para las lecturas de germinación son para el

tomate 11 días, para el pimiento 14 días, para el melón y pepinos 7 días. Cuando estos pilones están con la hoja primaria bien desarrollada son trasplantadas a macetas (2).

#### **1.5.12 Trasplante**

Es el traslado del pilón a una bolsa o maceta, se procede a la etapa que llamamos trasplante. Se realiza un llenado de macetas con peat-moss BM1 de Berger estas son pacas de consistencia dura por lo que se hace difícil la desintegración de estas máxime que son mujeres las encargadas para esta tarea, esta actividad se vuelve en algunos momentos de presión de llenado de macetas en problema, ya que la desintegración se realiza con los pies con un aproximado de 5 personas por paca pulverizada, luego humedecer el sustrato para llenar, ya sea macetas o bolsas. Cuando se realiza el trasplante debemos de cuidar de no dañar las raíces de las plántulas en el momento de efectuar el traslado. Se toman primero las plántulas más vigorosas y si hacen falta plantas se toman las demás. Inmediatamente después de trasplantada la plántula se riega, con el propósito de ir sellando los espacios porosos, al mismo tiempo proporcionarle a la planta el agua necesaria para garantizar su supervivencia (2).

#### **1.5.13 Plantado**

Cuando se encuentra la maceta en proceso de crecimiento mientras se le asigna su traslado hacia el invernadero asignado, y sus condiciones de desarrollo deben de estar en un estado ideal, que la planta de pepino y melón tenga de 5 a 7 hojas, en tomate y pimiento cuando presentan la primera flor, para identificar si la planta es fértil o estéril, entonces estará lista para su plantado al invernadero asignado (2).

#### **1.5.14 Injertos y esquejes**

Esta actividad la efectúa la empresa eventualmente, solamente cuando es requerida, ya que no se ha tenido necesidad de realizarlo seguidamente, pero cuando se hace es con fines de investigación para lograr determinar resultados que sean satisfactorios a la empresa y estos se realizan específicamente dentro de micro túneles dentro de invernaderos logrando buenos resultados para el área de investigación de la empresa (4).

### 1.5.15 Plantas padres

Son llamadas plantas padres aquellas que su única función es la producción de polen y caracterización de algunas partes físicas ya que de estas se extrae como elemento principal el polen para la respectiva polinización realizada a plantas madres. Las plantas padres se deben de plantar aproximadamente de 15 a 18 días de anticipo antes de que entren las plantas madres al invernadero de donde sea correspondiente el cultivo y de esta forma se tendrá el polen cuando sea necesario para el cruce respectivo con las plantas madres estén preparadas para su respectiva polinización y de esta forma inicial el cuajamiento del fruto, gracias al polen de la planta padre en el ovario de la planta madre. Pero se ha tenido problemas últimamente con lo que es la producción de polen en plantas padres en Chile pimiento (*Capsicum annuum*) ya que algunas veces no ha logrado alcanzar el polen para polinizar la cantidad de madres, es por ello que es necesario encontrar una alternativa para dicho problema. Muchas veces las flores no tienen el polen necesario para extraerlo o las suficientes flores para polinizar las flores madres, por lo que en diferentes métodos de polinización que se aplican a los cultivos que se producen dentro de la finca.

El cultivo de melón y pepino se realiza la polinización de forma sencilla, ya que se realiza el corte de la flor que se encuentra preparada para polinizar de flor a flor, esto se realiza dando un frote de contacto de flor con polen a flor que tiene su respectivo ovario preparado para ingresar el polen dentro del tubo polinizador llamado estigma y así lograr que el polen poco a poco baje hasta el ovario y de esta forma obtenga un cuajamiento del fruto perfecto en estos cultivos; no se observó mayor problemática dentro del método de polinización.

El cultivo de tomate y Chile pimiento en plantas padres se debe de cosechar el polen con ayuda de vibradores que se encargan de sacudir la flor y de esta forma soltar el polen y dejar caerlo a un respectivo pequeño becker de vidrio en donde es depositado el polen que tiene la flor a la que se le da los movimientos vibratorios luego es guardado por las encargadas de los invernaderos y enviado al laboratorio donde se le da su respectivo procedimiento de almacenamiento, secado y mezclado con una sustancia llamada lico pódium esto ayuda a que la concentración de polen sea necesario para la polinización de

cualquiera de estos dos cultivos pero últimamente el laboratorio de polen estaba optando en la eliminación de lico pódium por diferentes alteraciones descubiertas en la producción de cultivos por esta sustancia, de esta forma utilizar polen puro para obtener mejores cuajamientos en ovarios de plantas madres y como consecuencia del problema antes mencionado en el cultivo del chile pimiento (*Capsicum annuum*) el polen de este cultivo sería aún menor la cantidad obtenida al momento de la extracción y aún mayor el problema con factores problemáticos dentro del invernadero que solamente trae pérdidas de plantas y consigo pérdida de polen, factor fundamental para la polinización de plantas madres (3).

### **1.5.16 Plantas madres**

Las plantas madres son llamadas de esta manera porque son las encargadas de dar desarrollo a frutos que por consiguientes es el objetivo principal de la empresa que son debido a un cruce efectuado por polen de plantas padres hacia las flores de plantas madres en donde es receptado por el ovario de la flor y de esta forma dar origen a la fructificación de la planta ya que las llamadas plantas madres son de origen estériles debidamente importadas del país de Holanda con esa característica. El manejo que se mencionará, será a grandes rasgos ya que esta es debidamente sujeta o tutorada por el método holandés que no es más que sostener las plantas en posición vertical para poder dar crecimiento hacia arriba y sostenida respectivamente dependiendo del cultivo de diferentes brotes o bien de uno solo si son de origen cucurbitáceas. Conociendo lo que era el método de tutores holandés se observó que las plantas tenían un crecimiento que no era uniforme si el cien por ciento del cultivo contaba con los mismos requerimientos edafo climáticos como era posible que existiera demasiada variabilidad de tamaño por línea. Luego de un posible problema en cuanto a la calidad de semilla se siguió con las observaciones y se dio paso a la emasculación de las flores en donde la metodología consistía en eliminar lo que es pétalos y los estambres de la flor dejando únicamente el estigma junto con el ovario para realizar la polinización correspondiente. Dada la primera polinización se le coloca un aro de hule el cual ayuda a los trabajadores del invernadero saber que número de polinización se realiza durante el ciclo de polinización de la planta ya se de color rojo, amarillo, azul, blanco, etc (3).

### **1.5.17 Área administrativa de polen**

Nos indica también que esta parte es de suma importancia y delicadeza ya que esta área se procesa la extracción de polen de diferentes flores de los cuatro cultivos en producción. Por que se tienen en esta área diferentes métodos que le ayudan a la empresa a poder almacenar el polen durante una cierta cantidad de días hasta un año si así se desea y de esta forma lograr almacenar polen de diferentes tipos de plantas y cultivos para cuando se tenga necesidad de los mismos pero que últimamente se tenía problemas en la producción de polen en Chile pimiento por lo que no llenaba las expectativas del laboratorio (4).

### **1.5.18 Área administrativa de protección de plantas**

Se encarga principalmente de las diferentes enfermedades que puedan contraer las plantas en las diferentes fases de crecimiento logrando obtener durante el tiempo experiencias que dejaron como resultado para un futuro métodos precisos satisfactorios para el control de diferentes enfermedades ya que siempre cuentan con los mejores productos agroquímicos y biológicos existentes en el mercado (4).

### **1.5.19 Control de plagas y enfermedades**

En el control de plagas y enfermedades se realiza tres veces por semana para lo cual se monitorea por medio de una persona en cada uno de los invernaderos existentes. Para el monitoreo de plagas en cada invernadero se distribuyen 10 tarjetas amarillas; estas contienen una cuadrícula de 4.5 x 4.5 cm. se cuentan los insectos por espacio que hay en toda la tarjeta, se hace la suma de todas las tarjetas y se saca un promedio, estos resultados ayudan a determinar dos cosas; una es conocer como está el incremento o disminución de las poblaciones de las plagas y la segunda, para determinar el momento de aplicación de insecticidas. Estas tarjetas son cambiadas cada 8 días de los invernaderos. Actualmente el área de protección de plantas decidió aparte de monitorear ahora es atrapar en la mayoría de lo posible insectos perjudiciales a la plantación. En donde se realizan bandas que están colocadas de polín a polín por cada nave dependiendo la altura que tenga la plantación dentro del invernadero ya que conforme avanza su crecimiento de ciclo de vida así mismo se sube poco a poco las bandas para

atrapar en su mayoría posible los insectos perjudiciales a la plantación. A pesar de los métodos de prevención siempre se tenía problemas en algunos invernaderos en donde se disparaba el nivel de daño económico provocados por insectos realmente perjudiciales.

Para el control de las enfermedades las encargadas pasan monitoreando las plantas de los invernaderos. Cuando encuentran algún indicio de virus, hongos y bacterias, se recolecta una muestra y se envía para mandarlo al laboratorio de la Universidad del Valle para realizar los análisis correspondientes y quedando pendiente la realización de un horno para la eliminación de plantas enfermas (3).

### **1.5.20 Área administrativa de proceso**

Ésta es una de las áreas importantes para la empresa ya que aquí se da la extracción del factor principal de la empresa, la semilla. Es aquí donde se realiza lavado, secado y otras técnicas que son de suma importancia para la limpieza de las semillas ya que cada uno de los cultivos procesados tienen un diferente método de extracción y control ya sea para tomate, chile, melón y pepino luego de procesado se realiza el empaclado de la semilla para luego ser exportada a la empresa madre De Ruiters Seed (4).

### **1.5.21 Cosecha**

Los frutos son cosechados cuando están en su 100% de maduración. Para el tomate que se encuentre de color rojo en su totalidad; para el pimiento cuando los frutos tienen su maduración en un 100% para el melón; que el fruto despida su olor característico, y para el pepino cuando esté de coloración amarillo. Son recolectados en cajas y son enviados al departamento de proceso del fruto para la extracción de la semilla (2).

### **1.5.22 Post cosecha**

Para el chile pimiento se almacena después de cosecha, de 5 a 7 días a una temperatura de 13 a 15 grados centígrados. El proceso de lavado al igual que el de melón y pepino es el mismo; este consiste en que los baldes plásticos de 60 lt en promedio de capacidad, en los cuales se coloca un equivalente a 10 cajas de frutos; seguido de esto se empieza el proceso de lavado de semilla, procedemos a llenar los baldes con agua, tratando de limpiar la cubierta de la semilla con la presión del agua combinando movimientos

circulares y diametrales. Para nuestro último cultivo se utiliza la metodología para limpiar la semilla de tomate, el fermento de tomate y el ácido clorhídrico. A la pulpa de tomate, recolectada, se le adiciona fermento de tomate, el cual ha sido cultivado con anterioridad como resultado de almacenar el jugo de tomate por un espacio de 5 a 7 días. La basura flotará y la semilla se depositará en el fondo del balde. Procedemos a botar la mitad del agua del balde, sencillamente inclinándolo hacia el drenaje (2).

### **1.5.23 Secado y exportación**

Terminado el procedimiento de limpieza; las semillas son colocadas en bolsas de tela caladas, dentro de las cuales se introduce la etiqueta de identificación de la variedad. Cada bolsa calada tiene un peso aproximado de 1.5 a 2 lbs de semilla mojada. Las bolsas son llevadas a la centrifugadora, se centrifugan por espacio de uno a cinco minutos a una velocidad entre 5 y 10 rpm. Al terminar con el tiempo de centrifugado, se trasladan las bolsas con semillas a la secadora. Las bolsas se colocan dentro de cilindros metálicos para el proceso de secado que dura 20 horas a 24°C y 30% de HR (4).

Al concluir el tiempo de secado se procede a trasladar la semilla a bolsas de manta debidamente etiquetadas, posteriormente se pesa el contenido. Las bolsas se almacenan en el cuarto de almacenamiento que está con una temperatura de 24 a 26°C y una HR de 30%, aquí la semilla está el tiempo que sea necesario para su embarque o exportación. Luego de culminar las entrevistas con las diferentes áreas encargadas del manejo de los cultivos, como segundo paso, fue entrevistar a los encargados y trabajadores de invernadero que estos son de gran apoyo y ayuda para las diferentes actividades antes mencionadas, por tener el contacto directo diario con ellas para luego realizar diferentes anotaciones que son exigidas por las diferentes áreas administrativas de la empresa de los doce invernaderos que la empresa ahora tiene en producción y siete que tiene en construcción gracias a la calidad de la semilla que se maneja en el extranjero todos estos invernaderos cuentan con personal capacitado en mantenimiento a la empresa, proceso de la producción, cuarto de control del fertirriego, calderas, reservorios de agua y área de servicios de alimentos y bebidas (4).

#### **1.5.24 Manejo de residuos orgánicos**

Los desechos orgánicos emitidos por la empresa De Ruitter San Pedro son aproximadamente de un 80 a 85% que pertenecen a lo que es cáscara del proceso de los diferentes cultivos manejados en la empresa y del desecho de la planta al ser eliminada del invernadero que ya no tiene un mayor aprovechamiento ésta es depositada en orificios aplicados al suelo en donde se pretende darle un manejo de descomposición para luego ser descompuesto por microorganismos y al ser formado como abono orgánico darle el uso necesario que la empresa pretenda darle a futuro pero no se ha logrado resultados positivo (4).

#### **1.5.25 Reservoirio de agua**

Cuenta con once reservoirios cilíndricos para el almacenamiento de agua con una profundidad de tres metros para almacenar doscientos cincuenta m<sup>3</sup> esto para almacenar específicamente agua de lluvia, agua de pozo, agua fría, agua caliente y agua con fertilizante (4).

#### **1.5.26 Angar principal**

En éste se encuentran las oficinas del área administrativa, cuenta con un área de 900 m<sup>2</sup> y también se encuentra el área de proceso de los cuatro cultivos producidos por la empresa. Cuenta también con cuartos fríos, cuarto de germinación y una bodega de almacenamiento de agroquímicos (1).

#### **1.5.27 Angar de fertirriego, caldera y transformador de corriente eléctrica**

Se encuentran en cuartos separados cada uno de éstos con área total de quinientos cuatro metros cuadrados, todos estos cuentan con su propio acceso al área que se pretenda entrar (4).

#### **1.5.28 Comedor**

Esta área esta específicamente para el consumo de comida y bebida tanto para la hora de refacción como para la hora de almuerzo, cuenta con una área de 160 m<sup>2</sup> con una capacidad de 120 personas pero con expectativas futuristas de ampliación para mayor personal (4).

### **1.5.29 Baños**

Se tienen dos instalaciones de diferentes número de sanitarios y regadera en dos diferentes puntos de la empresa para que el acceso a éstos le sea de facilidad a los trabajadores y a un costado una lavandería correspondiente en la batería de baños de la parte baja de la finca cerca del angar de procesamiento y en la batería de baños de arrAIB posterior a los invernaderos con los que inició la empresa se encuentra el área de lavado de bombas de aspersión en donde se realizaron piscinas de filtración para evitar la contaminación de elementos pesados al suelo (4).

## 1.6 CONCLUSIONES

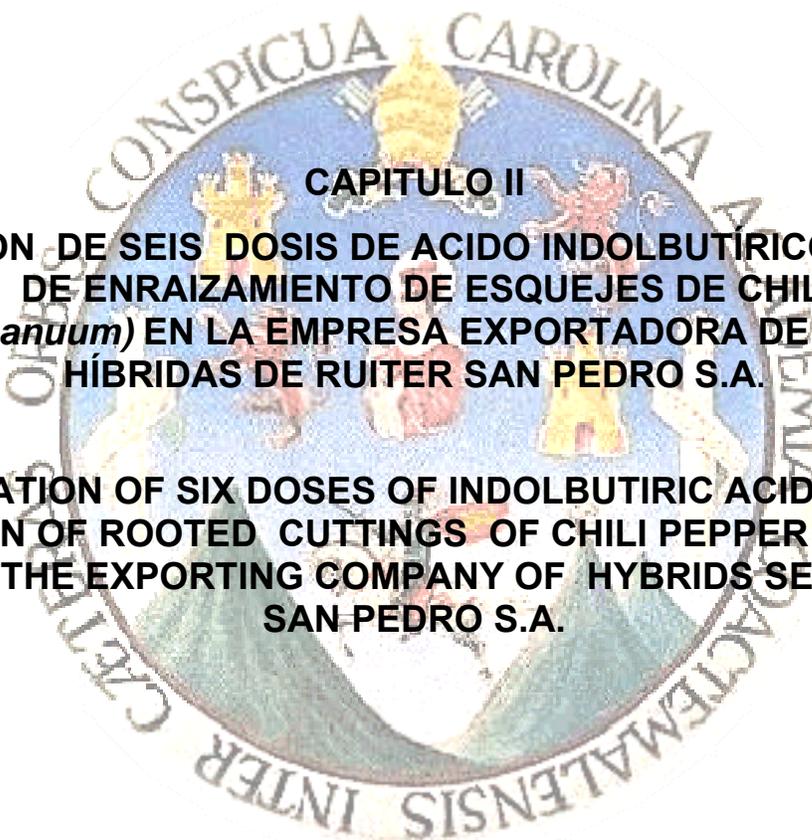
1. La empresa desde sus inicios, día con día, ha ido creciendo gracias a la buena gerencia administrativa, ya que estas personas logran dar un manejo adecuado a las actividades diarias que tiene la empresa. Lo han hecho de manera precisa guiándose debidamente con material proporcionado por la empresa madre de Ruitter Seeds en Holanda, por lo que la empresa cuenta con hojas de instrucciones y procedimientos que indican paso a paso la producción de semillas híbridas de los cuatro cultivos en producción de manera detallada y garantizando el manejo adecuado de los procedimientos a seguir, para lograr semillas cien por ciento certificada y de alta calidad.
2. El funcionamiento de la infraestructura se encuentra en óptimas condiciones, permitiendo el desarrollo de los cultivos bajo un sistema de producción con alta precisión.
3. Respecto a los proceso de propagación realizados dentro de la empresa se determinó que un 90% se realiza por medio de semilla y un 10% por medio de injertos y esquejes.
4. Dentro de la problemática que afecta en la producción de semillas híbridas se determinó la insuficiencia de polen en plantas padres de chile pimiento (*Capsicum annum*), luego el crecimiento no uniforme de diferentes líneas en varios invernaderos, el incremento de plagas en algunos invernaderos y la pulverización de pacas de peat-moss BM1 de Berger para llenado de macetas o bolsas.

## 1.7 RECOMENDACIONES

1. Evaluar diferentes dosis de una auxina (hormona enraizadora) en esquejes de chile pimiento (*Capsicum annuum*) debido al factor limitante polen, para obtener de esta manera un clon de planta padre.
2. Hacer un mayor énfasis a la propagación por medio de injertos y esquejes para cuando se necesite una mayor escala de producción, poder contar con mayor información analizada, respecto a estos métodos de propagación.
3. Darle seguimiento a las buenas prácticas administrativas que hace que la empresa se desarrolle bajo una tecnología precisa en Agronomía, siendo de mucha satisfacción tener empresas de este nivel dentro la región guatemalteca.
4. Seguir con el buen mantenimiento de la infraestructura de modernos invernaderos que es factor principal para la conservación, y así brindar los requerimientos óptimos a cultivos establecidos.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Alvizures Ardón, PA. 2004. Estudio de evaluación de impacto ambiental para la construcción de invernaderos y producción de semillas de hortalizas de tomate (*Lycopersicum sculentum*), chile pimiento (*Capsicum* sp.), pepino (*Cucumis sativus*), melón (*Cucumis melo*) y berenjena (*Solanum melongena*) de la empresa De Ruiters San Pedro, S.A. Guatemala. 48 p.
2. Ayau, MM. 2007. Trabajo de graduación realizado en la empresa Ruiters San Pedro S. A. San Pedro Pinula, Jalapa. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 230 p.
3. De Ruiters San Pedro S.A., GT. 2004. Hojas de instrucciones. San Pedro Pinula, Jalapa, Guatemala, De Ruiters San Pedro S.A., Departamento de Producción y Proceso de Semillas. 2 p.
4. Norma ISO 9001:2000. 2000. Sistemas de gestión de la calidad, requisitos: traducción oficial en español. Ginebra, Suiza, Secretaría Central de ISO. 205 p.



**CAPITULO II**

**EVALUACIÓN DE SEIS DOSIS DE ACIDO INDOLBUTIRICO SOBRE LA INDUCCIÓN DE ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE CHILE PIMIENTO (*Capsicum anuum*) EN LA EMPRESA EXPORTADORA DE SEMILLAS HÍBRIDAS DE RUITER SAN PEDRO S.A.**

**EVALUATION OF SIX DOSES OF INDOLBUTIRIC ACID ON THE INDUCTION OF ROOTED CUTTINGS OF CHILI PEPPER (*Capsicum anuum*) ON THE EXPORTING COMPANY OF HYBRIDS SEEDS RUITER SAN PEDRO S.A.**

## 2.1 PRESENTACIÓN

La empresa De Ruiters San Pedro, inicia a principios del año dos mil dos dedicándose específicamente a la producción de semillas híbridas de Chile pimiento (*Capsicum annuum*), melón (*Cucumis melo*), pepino (*Cucumis sativus*), tomate (*Lycopersicon esculentum*) para dar origen a la exportación, hacia el país de Holanda, donde esta semilla es cuidadosamente seleccionada por maquinaria altamente sofisticada y de esta manera darle el nombre comercial DE RUITERS SEEDS, todo esto regulado bajo las normas de calidad ISO, obligándoles a mantener estándares de calidad en todos los procesos, contando con manuales de procedimiento, para cualquier actividad relacionada con el proceso de producción dentro de la empresa y así satisfacer el mercado europeo. (11)

La propagación vegetativa juega un papel importante en la industria comercial como un medio de multiplicación a gran escala de genotipos superiores, ya que permite tener plantaciones con individuos de calidad uniforme. Además permite tener el genotipo intacto, asegurar la conservación de germoplasma valioso y aumentar la ganancia genética al utilizar los componentes genéticos aditivos y no aditivos. En especies con juvenilidad prolongada, la propagación clonal acorta el periodo de multiplicación y reduce los costos de producción de planta. Sin embargo, cuando este tipo de propagación se utiliza en forma masiva se requiere de mayor énfasis y cuidado en la selección de los individuos que se usarán como fuente de material vegetal. Es indispensable establecer y mantener las plantas de donde se extraerá el esqueje clonal para asegurar el control preciso de las condiciones controladas durante el proceso de propagación. (11)

Con el fin de mantener los estándares de calidad requeridos dentro de la empresa, se observó que la producción de las plantas de Chile es bastante alta, ya que tiene demanda por diferentes países debido a su mayor consumo en el mercado europeo, llegando a alcanzar el 50 por ciento de la producción debido a la calidad de las semillas que éstos producen, es por ello que la empresa siempre realiza investigaciones de nuevas formas de

propagación y así realizar la mejor, en la cual no se alteren los estándares de calidad que a De Ruiters San Pedro les caracteriza.

Se llevo a cabo una metodología en donde se evaluó la aplicación de diferentes dosis de ácido indolbutírico AIB a plantas padres de Chile Pimiento, la cual es una hormona que promueve un adecuado crecimiento radicular que permite una mejor absorción y un mejor aprovechamiento de los nutrientes aplicados, que inciden en una producción aceptable, tanto en cantidad como en calidad. En esta evaluación se empleó un tiempo de 40 días, con lo que se obtuvieron réplicas clonales.

Las raíces no solo son importantes porque suministran la mayor parte de agua y nutrientes que son requeridos para la parte aérea de la planta, sino también porque ellas sintetizan las hormonas necesarias para un adecuado desarrollo de brotes y como consecuencia una buena floración, trayendo consigo un buen número de granos de polen característica importante que tienen las plantas padres, para luego extraerlo y realizar la polinización a plantas madres que traen como resultado un cuajamiento de polen en la flor y así un fruto con un buen número de semilla híbridas (4).

La siembra de una semilla padre que algunas veces es escasa versus el enraizar de esquejes de Chile Pimiento (*Capsicum annuum*), siendo esta una alternativa de propagación a corto tiempo. Se evaluó el experimento con el modelo estadístico completamente al azar, ya que las repeticiones por unidades experimentales fueron totalmente homogéneas como muestra aleatoria, y así las condiciones del experimento fueron totalmente controladas por tratamiento. Para lo cual fue necesaria la recopilación de información primaria y secundaria dentro de la empresa, la corroboración de dicha información dentro de la misma, y el análisis y sistematización de la información dentro de un diagnóstico, con el cual se detectó la problemática dada y que se evaluó por medio del presente proyecto de investigación.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco conceptual

#### 2.2.1.1 Morfología y taxonomía del chile pimiento

El chile o pimiento (*Capsicum anuum*) pertenece a las familias de las solanáceas (Solanaceae) y su origen viene del continente americano probablemente de lo que hoy comprende la parte sur de Brasil. En la región centroamericana existe una gran diversidad de chile que varían entre dulce y muy picante, de tamaños variables y de colores donde predominan los verdes, rojos y recientemente el incremento y consumo de chiles de color amarillo (5).

El chile se caracteriza por tener un fruto en forma de baya o cápsula, dividida en dos o más secciones internas llamadas lóbulos o celdas que contienen la semilla. La planta es un semiarbusto perenne de forma variable y mide según sea la variedad y condiciones climáticas. La planta consta con varias ramificaciones y al madurar el tronco principal puede ser semileñoso. Las hojas son de color verde oscuro, ovadas, puntiagudas con base asimétricas. Las flores son de color blanco verdoso pero también existen flores moradas o lilas, éstas cuentan con cinco pétalos unidos. La base del sistema radicular es pivotante y profunda (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 centímetros y 1 metro. El chile contiene alcaloides que funcionan como defensas contra varias plagas pero el alcaloide es responsable del sabor más o menos picante de las distintas variedades. Hay muchos tipos de pimientos en cuanto a formas (alargados, de 3 ó 4 picos, cuadrados, achatados, etc.), colores (rojo, verde, amarillo) y sabores (variedades dulces o variedades picantes) (5).



**Figura 1.** Plantación de chile pimiento (*Capsicum annuum*).

### 2.2.1.2 Clasificación botánica

A continuación se presenta una clasificación botánica actualizada y generalmente aceptada, del chile pimiento:

Reino: Plantae  
 División: Magnoliophyta  
 Clase: Magnoliopsida  
 Subclase: Asteridae  
 Orden: Solanales  
 Familia: Solanaceae  
 Género: Capsicum  
 Especie: *C. annuum*

Nombre Binomial: *Capsicum annuum* (5).

### 2.2.1.3 Requerimientos edafoclimáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de éstos incide sobre el resto (5).

#### A. Temperatura

Es una planta exigente en temperatura (más que el tomate y menos que la berenjena) (7).

**Cuadro 1.** Temperaturas críticas para pimiento en las fases de desarrollo.

FASES DEL CULTIVO	TEMPERATURA (°C)		
	ÓPTIMA	MÍNIMA	MÁXIMA
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20-25 (días) 16-18 (noches)	15	32
Floración y fructificación	26-28 (días) 18-20 (noches)	18	35

Fuente: Revista INFOAGRO 2007.

### **B. Humedad**

La humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 70%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (9).

### **C. Luminosidad**

Es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración (9).

### **D. Suelo**

Según Simmons los suelos de San Pedro pínula Jalapa pertenecen a la serie Chicaj (Chj) los cuales se describen como poco profundos mal drenados desarrollados en un clima seco sobre ceniza volcánica de grano fino, son arcillosos de color gris oscuro (15).

Siendo los suelos más adecuados para el cultivo del pimiento los franco-arenosos profundos, ricos con un contenido en materia orgánica del 3-4% y principalmente bien drenados. Los valores de pH óptimos oscilan entre 6.5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5,5); en suelos arenosos puede cultivarse con valores de pH próximos a 8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5.5 a 7 (9).

#### **2.2.1.4 Particularidades del cultivo**

##### **A. Tutorado**

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida, ya que los tallos del pimiento se parten con mucha facilidad. Las plantas en invernadero son más tiernas y alcanzan una mayor altura, por ello se emplean tutores que faciliten las labores de cultivo y aumente la ventilación (5).

##### **B. Tutorado holandés**

Cada uno de los tallos dejados a partir de la poda de formación se sujeta al emparrillado con un hilo vertical que se va liando a la planta conforme va creciendo. Esta variante requiere una mayor inversión en mano de obra con respecto al tutorado tradicional, pero supone una mejora de la aireación general de la planta y favorece el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.), lo que repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (2).

#### **2.2.1.5 Grupos varietales en pimiento**

##### **A. Variedades dulces**

Son las que se cultivan en los invernaderos. Presentan frutos de gran tamaño para consumo en fresco e industria conservera (5).

##### **B. Variedades de sabor picante**

Muy cultivadas en Sudamérica, suelen ser variedades de fruto largo y delgado (5).

##### **C. Variedades para la obtención de pimientos**

Son un subgrupo de las variedades dulces. Dentro de las variedades de fruto dulce se pueden diferenciar tres tipos de pimiento (5).

###### **a. Tipo California**

Frutos cortos (7-10 cm), anchos (6-9 cm), con tres o cuatro cascotes bien marcados, con el cáliz y la base del pedúnculo por debajo o a nivel de los hombros y de carne más o menos gruesa.

Son los cultivares más exigentes en temperatura, por lo que la plantación se realiza temprano (desde mediados de mayo a comienzos de agosto, dependiendo de la climatología de la zona), para alargar el ciclo productivo y evitar problemas de cuajado con el descenso excesivo de las temperaturas nocturnas (5).

#### **b. Tipo Lamuyo**

Denominados así en honor a la variedad obtenida por el INRA francés, con frutos largos y cuadrados de carne gruesa. Los cultivares pertenecientes a este tipo suelen ser más vigorosos (de mayor porte y entrenudos más largos) y menos sensibles al frío que los de tipo California, por lo que es frecuente cultivarlos en ciclos más tardíos (5).

#### **c. Tipo Italiano**

Frutos alargados, estrechos, acabados en punta, de carne fina, más tolerantes al frío, que se cultivan normalmente en ciclo único, con plantación tardía en septiembre u noviembre y recolección entre diciembre y mayo, dando producciones de 6-7 kg.m<sup>-2</sup>. Para los cultivos intensivos, en especial los de invernadero, se utilizan híbridos F1 por su mayor precocidad, producción, homogeneidad y resistencia a las enfermedades (5).

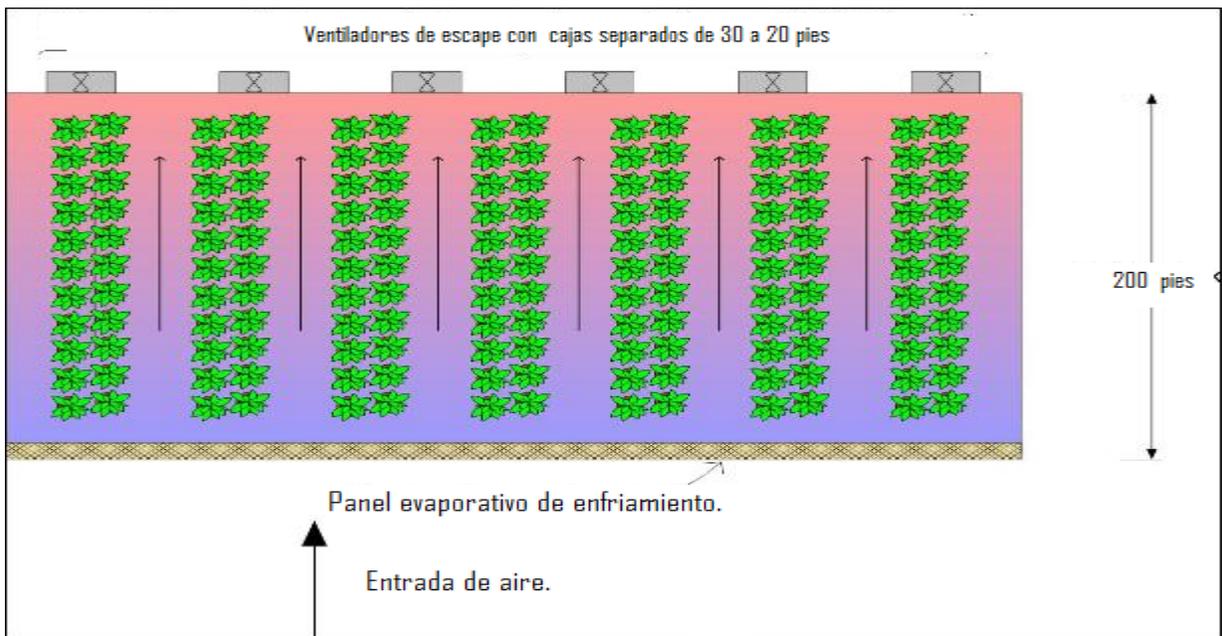
#### **2.2.1.6 Fan and Pad (refrigeración por evaporación)**

Este es un método que es utilizado cuando la planta ya es trasplantada al invernadero y darle una aclimatación adecuada para el cultivo para poder obtener frutos de muy buena calidad y por consiguiente semillas de una buena calidad.

La refrigeración por evaporación es un proceso que reduce temperatura del aire por la evaporación del agua en la corriente aérea. Mientras que el agua se evapora, la energía se pierde del aire que causa su temperatura a la gota. Dos temperaturas son importantes al ocuparse de los sistemas de la refrigeración por evaporación - temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo mojado. La temperatura de bulbo seco es la temperatura que pensamos generalmente en como temperatura del aire. Es la temperatura medida por un termómetro regular expuesto a la corriente aérea. La temperatura de bulbo mojado es la temperatura más baja que se puede alcanzar por la evaporación del agua solamente (11).

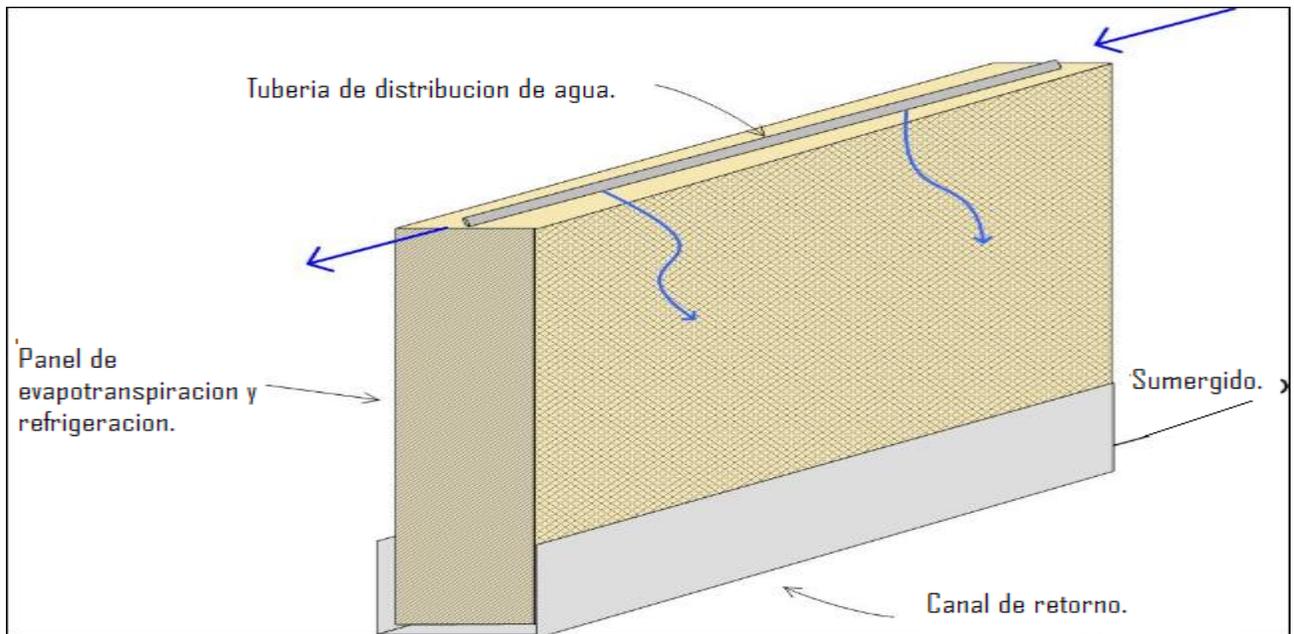
La mejor época de medir temperatura de bulbo mojado para calcular el funcionamiento que se refresca potencial del sistema de la refrigeración por evaporación es por la tarde. Éste es cuando la temperatura de bulbo seco está en su pico porque la radiación solar y las temperaturas exteriores son las más altas.

Éste es también cuando la diferencia entre la temperatura de bulbo seco y la temperatura de bulbo mojado es la más grande y hay potencial máximo para refrescarse. La base de cualquier sistema de la refrigeración por evaporación es la evaporación del agua en una corriente aérea. La manera más común de lograr la refrigeración por evaporación en un invernadero está con un sistema del ventilador y del cojín (11).



Fuente: Revista INFOAGRO, 2007.

**Figura 2.** Arreglo típico del invernadero del ventilador y del panel.



Revista INFOAGRO, 2007.

**Figura 3.** Sistema de refrigeración por evaporación del panel y ventilador.

El aire estará en su temperatura más baja inmediatamente después de pasar a través de los cojines. Mientras que el aire se mueve a través de la casa a los ventiladores, el aire toma calor de la radiación solar, de las plantas, y del suelo, la temperatura del aire aumenta gradualmente.

El aumento de la temperatura que resulta como aire mueve abajo el invernadero produce un gradiente de la temperatura a través de la longitud del invernadero, con el lado del cojín que está el más fresco y el lado del ventilador más caliente (11).

### 2.2.1.7 Importancia económica y distribución geográfica

El éxito del pimiento radica en que es un cultivo con tres destinos de consumo pimiento en fresco, para pimentón y para conserva (5).

**Cuadro 2.** Producción mundial de pimientos frescos para el año 2006

Países	Producción pimientos frescos (toneladas)
China	10.533.584
México	1.733.900
Turquía	1.500.000
España	989.600
Estados Unidos	885.630
Nigeria	715.000
Indonesia	550.000
Egipto	386.687
República de Corea	380.000

Fuente: Elaboración Propia con datos de INFOAGRO.

De acuerdo con el IV Censo Nacional Agropecuario, el 72% del área sembrada de pimientos a nivel nacional se encuentra concentrada en 6 departamentos: Jutiapa (22%), Baja Verapaz (12%), Guatemala (11%), Chiquimula (11%), Alta Verapaz (10%), y El Progreso (7%). El cultivo y la producción nacional cada año va en aumento, de acuerdo al Ministerio de Agricultura en el año 2003 se sembraron 1,034 hectáreas, con una producción de 26,816.38 toneladas métricas y un rendimiento de 25.95 toneladas por hectárea para el año 2006 se cosecharon 1,924 hectáreas, con una producción de 34,551.91 de toneladas métricas y un rendimiento de 17.95 de toneladas por hectárea, datos obtenidos del Banco de Guatemala y se describen en el cuadro 3 (12).

**Cuadro 3.** Área, producción y rendimiento del chile pimiento en Guatemala.

Año	Área Cosechada (Hectáreas)	Producción (Toneladas Métricas)	Rendimiento (Toneladas/ Hectárea)
2003	1,034.60	26,816.38	25.92
2004	1,050.00	17,009.72	16.20
2005	1,050.00	17,690.10	16.85
2006 p/	1,924.85	34,551.91	17.95
2007 e/	1924.85	34,563.74	17.96

p/ Cifras preliminares. e/ Cifras estimadas

Fuente: Banco de Guatemala, citado por MAGA 2007.

### 2.2.1.8 Hormonas vegetales

Se entiende por hormonas vegetales aquellas sustancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se traslocan a otro, donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo y metabolismo del vegetal. El término "sustancias reguladoras del crecimiento" es más general y abarca a las sustancias tanto de origen natural como sustancias sintetizadas en laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, tanto el metabolismo o desarrollo en la planta.(18)

a) Las hormonas vegetales se clasifican en 5 grupos (17).

- Auxinas.
- Citokininas.
- Giberelinas.
- Etileno.
- Acido abcísico

b) Auxinas:

- Acido indolacético (AIA) y Acido Naftilacético (ANA)

c) Acido Indolbutírico (AIB):

- 2,4-D

d) Funciones:

- Dominancia apical
- Aumentar el crecimiento de los tallos
- Promover la división celular en el cambium vascular y diferenciación del xilema secundario
- Estimular la formación de raíces adventicias
- Estimular el desarrollo de frutos (partenocárpicos en ocasiones)
- Fototropismo
- Promover la división celular y la floración en algunas especies
- Promover la síntesis de etileno (influye en los procesos de maduración de los frutos).
- Favorece el cuaje y la maduración de los frutos (18).

### **2.2.1.9 Historia de las Auxinas**

La existencia de auxinas fue demostrada por F. W. Went en 1928 mediante un sencillo e ingenioso experimento, que consiste a grandes rasgos en lo siguiente: a varias plántulas de avena recién brotadas del suelo se les cortaba la punta, que contiene una vainita llamada coleóptilo; después del corte, la planta interrumpía su crecimiento. Si a alguna planta decapitada se le volvía a colocar la puntita, se notaba que reanudaba su crecimiento, indicando que en la punta de las plántulas de avena existía una sustancia que la hacía crecer (18).

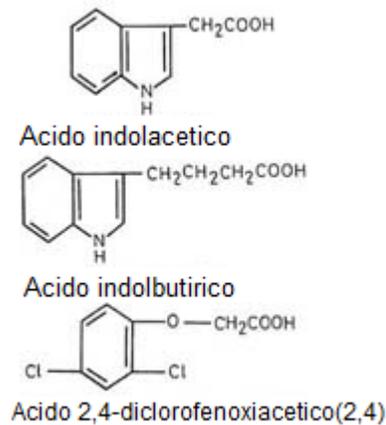
Esta demostración estimuló a varios investigadores en la búsqueda de la sustancia que hacía crecer a las plántulas de avena y probablemente a otras plantas (17).

Velásquez (1991) indica que Kögl y Haagen-Smit aislaron de la orina en 1934 una sustancia estimulante del crecimiento de la avena. La sustancia activa fue identificada como ácido indol acético. La misma sustancia fue aislada en 1934 por Haagen-Smit, como

producto natural a partir de maíz tierno. La manera en que las auxinas hacen crecer a la planta es por medio del aumento del volumen celular provocado por absorción de agua. El 12 de enero de 2001, unos investigadores han identificado una enzima involucrada en la producción de auxina, hormona del crecimiento vegetal que influye en muchos aspectos del crecimiento vegetal, como la división celular y la floración. Aunque la auxina ha sido estudiada por más de 100 años, los científicos no han tenido una buena comprensión sobre cómo la sintetizan las plantas. (16)

#### 2.2.1.10 Ácido indolbutírico

El ácido indolbutírico es miembro de un grupo de hormonas vegetales; son sustancias naturales que se producen en las partes de las plantas en fase de crecimiento activo de la raíz y regulan aspectos del desarrollo radicular. Afectan al crecimiento de las raíces y por consiguiente una buena raíz un crecimiento paulatino de la planta. El AIB influyen en el crecimiento de este órgano vegetal estimulando la elongación o alargamiento de ciertas células e inhibiendo el crecimiento de otras, en función de la cantidad de AIB en el tejido vegetal y su distribución (18).



**Figura 4.** Estructura de las hormonas de diferentes auxinas.

#### A. Función del AIB

El AIB realiza gran aporte a la planta desde lo que es a controlar la división celular, como sucede en el cambium no de manera uniforme (18).

El desarrollo de las técnicas de cultivo de tejidos fue posible gracias a la acción del AIB sobre la división celular por que gracias a ello se tiene tan importante hormona

para enraizar. También tenemos AIA a una concentración de  $10^{-6}M$  se dividen las células de forma rápida y puede durar muchos años. En otros casos, es necesaria la presencia de otras hormonas para garantizar una división celular continuada. Sin embargo, conviene llamar aquí la atención sobre los cultivos de tejidos adaptados; son aquellos cultivos que, tras varias transferencias en un medio con AIB, se hacen frágiles y semitransparentes a la vez que son capaces de sintetizar su propia AIB. El proceso de rizo génesis está íntimamente ligado con la división celular, siendo práctica normal en horticultura y, sobre todo, en los viveros, aplicar AIB a los esquejes para favorecer el enraizado. Hay otros muchos procesos de correlación, como la dominancia apical e inhibición del crecimiento de yemas laterales; inducen el desarrollo del sistema radicular y aéreo; inducen el crecimiento de los frutos (biosíntesis de etileno, cuaje y maduración); estimulan la formación de flores, frutos (partenocárpicos en ocasiones), raíces y semillas; fototropismo o procesos de abscisión o caída de los frutos en que también las auxinas juegan un papel importante (18).

## **B. Importancia del ácido indolbutírico**

El efecto del ácido indolbutírico (AIB) sobre las células vegetales es importante para controlar las funciones llamadas tropismos. Se llama tropismo a la respuesta de una planta a estímulos externos y causa el cambio de la dirección de crecimiento; los tropismos se materializan en inclinaciones, giros o curvaturas del tallo (14).

Cuando una planta de interior se coloca en una ventana soleada, parece inclinarse hacia la luz; esta respuesta al estímulo luminoso se llama fototropismo. Se cree que la luz destruye la auxina del tallo y provoca así un desequilibrio, de manera que la concentración de la hormona es mayor en la cara no iluminada (13).

Al recibir más AIB, las células de este lado más oscuro se alargan más que las del soleado y hacen que la planta se incline hacia la luz (1).

El geotropismo es la respuesta de la planta a la gravedad. Si una planta en crecimiento se coloca de lado, el tallo tiende a curvarse hacia arriba y las raíces hacia abajo. Como en el caso del fototropismo, esto se debe a un desequilibrio en la distribución del AIB. Cuando la planta está horizontal, la fuerza de la gravedad hace que la auxina se desplace hacia la parte inferior del tallo (1).

Al contrario que en el tallo, en las raíces la auxina inhibe el alargamiento de las células; por tanto, las de la cara superior se alargan más y la raíz se curva hacia abajo.

El ácido indolacético, la auxina más común, se suele formar cerca de los brotes nuevos, en la parte superior de la planta, y fluye hacia abajo para estimular el alargamiento de las hojas recién formadas. Los científicos han obtenido compuestos químicos, llamados estimulantes del crecimiento, basados en las auxinas naturales. Estas sustancias sintéticas, que se aplican en forma de aerosol o de polvo, se usan para frenar el brote de los ojos o yemas de las patatas almacenadas, para destruir las malas hierbas de hoja ancha y para evitar la caída prematura de frutos y pétalos de flores. Las sustancias de crecimiento se usan también para obtener frutos sin semillas, como tomates, higos y sandías, y para estimular el crecimiento de las raíces en los esquejes (1).

Dosis utilizadas para el mantenimiento de esquejes, para lograr un buen entendimiento en el uso de los productos de hormonas reguladores del crecimiento y desarrollo vegetal y manejo de la nutrición, se debe tener conocimiento de la Fisiología, suelos, anatomía e histología y Bioquímica de las plantas (4).

Esto acompañado de un buen entendimiento de los hábitos de crecimiento y desarrollo de los cultivos y variedades en cuestión, permite la obtención de buenos resultados y la satisfacción de los agricultores, de esta manera podemos establecer rangos, en la concentración de AIB para su uso, en plantas herbáceas, la dosis a usar es de hasta 1000 ppm., en plantas semileñosas hasta 3000 ppm. Y en plantas

leñosas arriba de las 3000 ppm ya que éstas cuentan con un sistema de crecimiento secundario es por ello que se aumenta dependiendo de esto paulatinamente la dosis de AIB (4).

### **C. Mecanismo de acción**

Las plantas poseen un sistema hormonal de comunicación a larga distancia, mediante el cual las células diana traducen la señal hormonal en una respuesta específica. Aunque se desconoce cuáles son los mecanismos que regulan esta transmisión se piensa que pueden parecerse a los que funcionan en los animales. Estos receptores específicos de AIB en la célula vegetal son tan precisos que se piensa que son proteínas (6).

El problema está en la localización subcelular de estos receptores. Estas proteínas receptoras se unen de forma específica y reversible a la señal química; tras realizarse la unión experimentan, pasando de una forma inactiva a una forma activa (6).

Cuando se aplica AIB a un tejido con capacidad de respuesta de crecimiento hay un periodo de latencia de duración variable antes de que aumente la tasa de crecimiento. Tras ese periodo, que casi nunca es inferior a los 8 minutos, la tasa de crecimiento aumenta rápidamente durante 30 – 60 minutos hasta alcanzar el máximo; posteriormente la tasa de crecimiento se puede hacer estable, alcanzar un segundo máximo o disminuir (4).

El periodo de latencia varía de acuerdo al tejido, aumenta al disminuir la concentración de AIB o se alarga al disminuir la temperatura; pero el periodo de latencia no puede ser eliminado (10).

El AIB provocan la elongación celular. La aplicación de AIB a plantas intactas no incrementa la elongación de las células de manera uniforme es de forma variado. En una planta normal, aunque los niveles de AIB no son uniformes en todos los tejidos, aparentemente se encuentran en los niveles ideales pero muchas veces no

son las cantidades adecuadas las que se tienen y se opta por utilizar una hormona sintética (17).

#### **D. Banco de enraizado**

Es común encontrar que en los bancos la temperatura sea alta, generando estrés en el material. Lo ideal, es que durante el día la temperatura no exceda los 27 °C y que en la noche no baje de 10°C. Se debe evitar una temperatura del aire demasiado alta, debido a que tiende a estimular el desarrollo de yemas con anticipación al desarrollo de las raíces, y a incrementar la pérdida de agua por las hojas (8).

La temperatura puede regular la producción de raíces. Sí no se cuenta con las condiciones apropiadas de temperatura en el sustrato se puede aplicar artificialmente calor debajo del banco, para mantener en la base de las estacas una temperatura superior a la que se tiene en las yemas, induciendo así la iniciación de las raíces antes que se estimulen las yemas. Temperaturas homogéneas de 21 ° C en la base de los esquejes produce mejor enraizado que temperaturas que fluctúan ampliamente (8).

### **2.2.2 MARCO REFERENCIAL**

#### **2.2.2.1 Ubicación geográfica y área de influencia**

El experimento se realizó en uno los invernaderos de la empresa De Ruitter San Pedro, S.A. la cual está ubicada en la aldea Agua Zarca, del Municipio de San Pedro Pinula, del departamento de Jalapa, en las coordenadas, Latitud Norte 14°38'58.9", Longitud Oeste 89°51'42.3", a una altura de 1103 msnm. La cabecera municipal de San Pedro Pinula, se encuentra en las coordenadas, Latitud Norte 14°39'44" y Longitud Oeste 89°50'47", tiene una extensión de 376 kilómetros cuadrados, el área donde está ubicado el proyecto cuenta con una extensión de 44.72 hectáreas, de las que se utilizan actualmente 5.59 hectáreas y próximamente mayor área para uso de invernaderos (3).

### **2.2.2.2 Descripción del clima**

El clima por lo general es templado, siendo templado-frió, en las partes altas o montañosas del municipio, cuenta con una temperatura promedio de 18.7 a 28.9 °C, variando en las diferentes estaciones del año, cuenta con una precipitación anual de 945 mm, dependiendo de los fenómenos naturales que se dan en la región. La presión atmosférica es de 650.4 mm de Hg y el punto de rocío de 17.6 °C, y la velocidad del viento es de 5.6 Km/hr, predominantemente Sur, la humedad relativa a las 7 hrs. es de 65 Porcentaje a las 13 horas 71 Porcentaje, a las 18 horas 80 Porcentaje, la humedad media es de 72 Porcentaje. La evaporación es de 3 mm/hr (3).

### **2.2.2.3 Antecedentes**

Se realizaron entrevistas previas a la investigación al ingeniero encargado de producción, comentando que anteriormente se había realizado una prueba de 3000 ppm de AIB en chile pimienta variedad codificada Tarian pero que los resultados no fueron lo esperado, por lo que se decidió trabajar diferentes dosis iniciando de 3000 ppm de AIB (11).

## 2.3 OBJETIVOS

### General

Evaluar seis tratamientos de Ácido Indolbutírico para la propagación vegetativa del chile pimiento (*Capsicum annum*) mediante el enraizado de esquejes, bajo condiciones de invernadero ubicado en Agua Zarca, municipio de San Pedro Pinula departamento de Jalapa.

### Específicos

1. Determinar cuál de los seis tratamientos produce mayor masa radicular en base al porcentaje materia seca de esquejes de chile pimiento (*Capsicum annum*) bajo condiciones de invernadero.
2. Determinar cuál de los seis tratamientos produce mayor masa foliar en base al porcentaje materia seca de esquejes de chile pimiento (*Capsicum annum*) bajo condiciones de invernadero.
3. Determinar que tratamiento produce un mayor número de esquejes enraizados al final del experimento.
4. Determinar el tratamiento con mayor número de esquejes enraizados a los 20, 30, 40 días después de iniciado el experimento.
5. Determinar que tratamiento produce el mayor número de hojas formadas al final del experimento.

## 2.4 HIPÓTESIS

1. Los esquejes presentarán un incremento en el contenido de masa radicular y foliar cuando se utilice una dosis mayor a 3000 ppm de ácido indolbutírico.
2. El mayor número de esquejes enraizados se obtendrá utilizando una dosis de 5000 ppm de ácido indolbutírico.
3. Los esquejes presentarán una mayor aceleración en el crecimiento radicular utilizando dosis mayores a 3000 ppm de ácido indolbutírico.
4. El mayor número de hojas formadas por esqueje se obtendrán utilizando una dosis de 5000 ppm de ácido indolbutírico.

## **2.5 METODOLOGÍA**

### **2.5.1 Manejo del experimento**

#### **2.5.1.1 Colecta y preparación del material**

El material evaluado fue chile pimiento (*Capsicum anuum*), del material codificado dentro de la empresa por seguridad de la misma, con el nombre codificado de Tarian, por el cual se utilizaron 10 esquejes por repetición en cada tratamiento, utilizando esquejes de la misma longitud, que fueron de 15 cm. y 4 hojas cada uno, luego se procedió a trasladar los esquejes al área en donde se montó el experimento, dentro de hieleras con sus respectivas bandejas de hielo para darle un ambiente adecuado para evitar la deshidratación de los esquejes (9).

Para desarrollar el experimento se utilizaron túneles con la función de enraizar, los cuales se encontraron dentro del invernadero identificado en la empresa con una respectiva descripción, con el fin de que los esquejes evaluados se desarrollaron bajo condiciones homogéneas y controladas sin alteración alguna, para lo que se pretendía de la misma manera regular el paso de la luz por medio de una sombra de tela metálica instalada dentro del invernadero mediante cortinas cortadoras o reguladoras del paso de luz y sin olvidar tan sofisticado sistema de enfriamiento el PAD AND FAN controlador de la temperatura, HR dentro del invernadero y de esta forma elaborar una adecuada medición del efecto de los tratamientos que se evaluaron.

#### **2.5.1.2 Preparación del sustrato**

El sustrato que se utilizó en nuestro experimento fue , peat - moss BM 1 de Berger, el cual es una mezcla de turba de fango o varios musgos que es importado de Canadá que contiene los elementos necesarios para un buen desarrollo de las plantas ya que el 80% y 20% de perlita y vermiculita se compone el sustrato, el cual está especificado por el fabricante para todo uso agrícola, por su alta capacidad de retención de diferentes liquido y por propiciar un medio apto para el enraizado de plantas, por lo que es recomendable para nuestro experimento; con el fin de preparar el mismo se le aplicó agua para homogenizarlo de una mejor manera, para posteriormente depositarlo en las macetas de

nuestro experimento, ya que contamos con macetas plásticas con un diámetro superior de 0.12 metros y un diámetro inferior de 0.10 metros, con una altura de 0.095 metros.

### **2.5.1.3 Preparación de los tratamientos**

Las dosis de ácido indolbutírico evaluadas en nuestro experimento fue de 0 ppm, 3000 ppm, 3500 ppm, 4000 ppm, 4500 ppm, 5000 ppm Y la preparación de los mismos se llevará a cabo de la siguiente manera.

Los materiales utilizados fueron ácido indolbutírico al 97%, etanol al 80% y agua.

**Paso 1:** Tomar una botella o recipiente y taparlo (papel aluminio) de manera de no dar paso de luz solar.

**Paso 2:** Pesar la cantidad de ácido indolbutírico (en talco) que utilizará para la dosis.

**Paso 3:** Medir la cantidad de volumen de etanol 80% que se utilizará para la dosis. Aplicar de poco en poco para ir disolviendo el ácido indolbutírico de manera de desintegrar todo gránulo exponente a la vista.

**Paso 4:** La cantidad de ácido indolbutírico y etanol 80% está específicamente calculado para 200 ml. De agua.

**Paso 5:** Ya unida la hormona con el etanol 80% y el agua se procede a tapar la botella debidamente identificada con su dosis y dejar durante una hora la botella dentro del refrigerador.

**Paso 6:** Después de la hora, se puede utilizar sin ningún problema.

**Paso 7:** Esquejes mantenerlos durante 15 segundos dentro de la solución sin antes pasarlos por agua destilada para hidratar el esqueje, ya que para ese entonces la base que se cortó probablemente se encuentra deshidratada. La aplicación se le hará a los 10 esquejes por repetición en cada tratamiento.

**Cuadro 4.** Dosis de aplicación a los 10 esquejes de chile pimiento por repetición.

Porcentaje de pureza AIB	Dosis de AIB	Gramos de AIB	Mililitros de etanol 80%	Cantidad de agua en ml.
97%	3000 ppm	0.582	17.46	200 ml.
97%	3500 ppm	0.679	20.37	200 ml.
97%	4000 ppm	0.776	23.28	200 ml.
97%	4500 ppm	0.873	26.19	200 ml.
97%	5000 ppm	0.970	29.1	200 ml.
00%	Testigo	0.000	00.00	200 ml.

**Cuadro 5.** Orden de tratamientos y repeticiones

	TRATAMIENTO	REPETICIONES
DOSIS DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO	T1. 0 ppm de ácido Indolbutírico.	R1
		R2
		R3
		R4
		R5
	T2. 3000 ppm de ácido Indolbutírico.	R1
		R2
		R3
		R4
		R5
	T3. 3500 ppm de ácido Indolbutírico.	R1
		R2
		R3
		R4
		R5
	T4.	R1

	4000 ppm de ácido Indolbutírico.	R2
		R3
		R4
		R5
	T5. 4500 ppm de ácido Indolbutírico.	R1
		R2
		R3
		R4
		R5
	T6. 5000 ppm de ácido Indolbutírico.	R1
		R2
		R3
		R4
		R5

#### 2.5.1.4 Siembra de esquejes

Esto se realizó de la siguiente manera, haciendo un agujero en el sustrato contenido dentro de las macetas, de aproximadamente 5 a 8 centímetros de profundidad, en donde se introducirán los esquejes previamente humedecidos con su respectivo tratamiento (diferentes dosis de ácido indolbutírico), para luego colocarlos en el lugar que le corresponde con su aleatoria de manera que cada unidad experimental 10 macetas se colocaron de forma aleatorizada por cada tratamiento para poder determinar si las condiciones son homogéneas, desde luego por cada túnel de enraizado, respectivamente identificados; terminado este paso se procedió a tapar los túneles con nylon transparente para mantener homogéneas las condiciones climáticas dentro de los túneles y de esa forma aun mejoren las condiciones controladas.

#### 2.5.1.5 Manejo de túnel de enraizado

Como se mencionó anteriormente el experimento se llevó a cabo dentro de túneles de enraizado, con el fin de desarrollar nuestro experimento bajo condiciones controladas y

homogéneas sin ninguna alteración, dichos túneles tienen una dimensión de 2.45 metros de largo, por 1.20 metros de tapado.

Posteriormente ancho, por 0.60 metros de alto, y para facilitar su manejo, los mismos poseen 4 soportes, uno en cada esquina, a una altura de 1 metro, con un rodo en cada soporte; cada túnel tiene una capacidad de 150 macetas, las cuales se describieron anteriormente; el riego dentro de los mismos se llevó a cabo por tres nebulizadores, los cuales están distribuidos a lo largo del túnel y permiten regular la humedad y la temperatura dentro de los mismos, con lo que, se sometió a condiciones óptimas y homogéneas de desarrollo a los esquejes de chile pimiento evaluados en nuestro experimento.

A la siembra, se procedió a introducir las macetas dentro de los túneles de enraizado, luego se tapó cada túnel por medio de un plástico transparente, esto con el fin de aislar cada maceta con su respectivo esqueje del medio ambiente y que nos permita mantener las condiciones más apropiadas de desarrollo en nuestros esquejes y de esta forma obtener un mayor control.

#### **2.5.1.6 Tapado**

Posteriormente a la siembra, se procedió a introducir las macetas dentro de los túneles de enraizado, luego se tapó cada túnel por medio de un plástico transparente, esto con el fin de aislar cada maceta con su respectivo esqueje del medio ambiente y que nos permita mantener las condiciones más apropiadas de desarrollo en nuestros esquejes y de esta forma obtener un mayor control.

#### **2.5.1.7 Sombra**

Se llevó a cabo nuestro experimento bajo condiciones controladas, por lo cual se hace necesario regular la intensidad de luz por medio de una sombra en el área donde se colocaron los túneles de enraizado, esto con el fin de ayudar a mantener la temperatura en un rango establecido, y con esto evitar la pérdida excesiva de agua por transpiración en los esquejes por lo que no se tuvo problema de deshidratación.

### **2.5.1.8 Riego**

El riego dentro de los túneles de enraizado se llevó a cabo por medio de tres nebulizadores distribuidos dentro de cada túnel a una distancia de 0.40 metros el primero y los siguientes a 0.80 metros del primer nebulizador, dichos nebulizadores depositan uniformemente el contenido de agua por medio de gotas finas en forma de niebla, por lo que al funcionar mantienen todo el túnel con la niebla uniforme para todos los esquejes evaluados en el experimento, ayudan a regular la humedad y la temperatura dentro de los túneles y evitan la pérdida excesiva de agua en los esquejes por transpiración. La frecuencia de riego en nuestro experimento, se llevó a cabo dependiendo las condiciones dentro del túnel de enraizado, ya que esto cambiaba en función de la temperatura y la humedad como se explica posteriormente, con el propósito de encontrar la frecuencia y el tiempo de riego que nos permitan mantener la temperatura y la humedad requeridas dentro de los túneles de enraizado.

### **2.5.1.9 Temperatura**

Como antes se mencionó el propósito de utilizar los túneles de enraizado, es con el objeto de desarrollar nuestro experimento bajo condiciones controladas y homogéneas para proporcionarle a los esquejes un adecuado desarrollo. Una de las variables a controlar dentro de los túneles, fue la temperatura, la cual se midió por medio de un termómetro ubicado dentro de cada túnel, dicha temperatura se mantuvo en un rango de 15 a 30 °C, ya que es un rango óptimo de temperatura para el enraizado de este tipo de plantas; de esta manera si la temperatura excedía los 30 °C se aumento la frecuencia de riego, hasta lograr que la temperatura vuelva al rango establecido anteriormente; en caso la temperatura descendía por abajo de los 15 °C, se procedía a disminuir la frecuencia de riego, de manera que nos permitiera mantener la temperatura en el rango establecido anteriormente, esto se logró monitoreando la temperatura dentro de los túneles de enraizado tres veces al día durante los primeros 10 días iniciado el experimento, y dos veces durante el resto de días que dure el experimento, con el fin de establecer una frecuencia de riego adecuada para nuestro experimento y un adecuado manejo de la temperatura y humedad dentro de los mismos. Gracias al equipo de medición de temperatura y humedad relativa (data logar) se obtuvieron datos más precisos del

comportamiento de la temperatura durante el tiempo que se realizó el experimento y así lograr una base de datos que ayudó a controlar de una mejor forma el comportamiento de la temperatura para una producción a futuro.

#### **2.5.1.10 Humedad relativa**

Otra de las variables que fue importante mantener controladas con el fin de obtener buenos resultados de enraizado es la humedad relativa, la cual debe de mantenerse elevada arriba del 90%, para tener buenos resultados en el enraizado de esquejes y nos permita mantener la temperatura en el rango deseado, para lograr dicho propósito, se llevó a cabo el riego por medio de tres nebulizadores.

Dentro de cada túnel, así se mantuvo una humedad elevada dentro de los mismos y que no haya excesos de agua en el sustrato para evitar pudriciones o falta de oxígeno en el área donde se desarrollaron las raíces. Siempre se contó con el equipo de medición de temperatura y humedad relativa (data logar) que dio como resultado una base de datos para lograr estudiar la fluctuación que esta tuvo durante el tiempo del experimento, obteniendo datos debidamente precisos.

#### **2.5.1.11 Destape**

Posteriormente de proporcionarle a los esquejes las condiciones anteriormente mencionadas de temperatura, humedad, luz, etc. , se procedió a mantener el experimento por un periodo de 20 días bajo estas condiciones sin retirar el plástico transparente que recubre los túneles, al transcurrir los 20 días mencionados, se procedió a retirar el plástico transparente de los túneles (destape), para proporcionar una adecuada aireación a los mismos y a revisar si algún esqueje por tratamiento a enraizado. Para comprobar el enraizado de un esqueje se volteo la maceta y se observaron si hubieron indicios de raíz por medio de los agujeros que poseen las macetas en la parte posterior o sacar los pilones de las macetas correspondientes por tratamiento y luego se depositaron las macetas dentro del túnel, para volverlo a tapar, este procedimiento se repitió cada 10 días, a partir de los 20 días de establecido el experimento, hasta que concluyó el mismo que fue a los 40 días. En relación a la aireación de los esquejes al momento del destape se levantaron las orillas de nylon que cubre el túnel durante tres minutos, tres veces durante

el día y tapanlo nuevamente como se encuentra, al siguiente día se eliminó definitivamente el empaque que tensaba el nylon con el túnel del enraizado, luego se eliminó definitivamente el nylon del túnel y no de una manera brusca, de manera de no alterar su ambiente.

## **2.5.2 Análisis estadístico**

### **2.5.2.1 Diseño experimental**

Evaluada la respuesta de cada tratamiento y variable se utilizó un diseño experimental adecuado para el experimento que se acopló a las condiciones en la que los esquejes se desarrollaron y se concluyó que el diseño experimental sería completamente al azar, ya que el experimento se realizó bajo condiciones homogéneas y controladas, dentro del túnel de enraizado e invernadero.

### **2.5.2.2 Tratamientos y repeticiones**

El experimento se evaluó con 6 tratamientos, cada tratamiento constó de 50 esquejes, con 5 repeticiones cada tratamiento y cada unidad experimental conformada por 10 esquejes para hacer un total de 300 esquejes.

### **2.5.2.3 Variables de estudio**

Las variables de estudio fueron

- Porcentaje de materia seca del área radicular de esquejes de chile pimiento (*Capsicum annum*).
- Porcentaje de materia seca del área foliar de esquejes de chile pimiento (*Capsicum annum*).
- Que tratamiento logró un mayor número de esquejes enraizados al final del experimento.
- El tratamiento con mayor número de esquejes enraizados a los 20, 30, 40 días después de iniciado el experimento.
- Que tratamiento logró mayor número de hojas formadas al final del experimento.

Análisis de la Información, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) para los tratamientos y las medias se compararon mediante una prueba de Tukey para cada variable.

#### 2.5.2.4 Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}.$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable de respuesta de la ij-ésima unidad experimental

$\mu$  = Media general de las variables de respuesta

$\tau_i$  = Efecto del i-ésima dosis de Acido Indolbutírico.

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental asociado a la ij-ésima unidad experimental.

### 2.5.3 Registro de la información

#### 2.5.3.1 Peso radicular

Esta variable se evaluó, registrando el peso fresco y seco de las raíces de los esquejes enraizados, esto se realizó después de finalizado el experimento, luego de los 40 días extrayendo las plantas de las macetas y cortando sus raíces desde la base de las mismas para realizar una toma de datos de peso húmedo y luego ya secada peso seco. Se retiró el agua de las raíces exponiéndolas al sol, logrando deshidratarlas en bolsas de papel prensa y así se pudo obtener el diferencial peso fresco y seco de las mismas, con el fin de registrar valores de peso fresco y seco por tratamiento y de esta manera incidir estadísticamente sobre el efecto de los tratamientos sobre la variable respuesta de Porcentaje materia seca.

#### 2.5.3.2 Peso foliar

Esta variable se evaluó, registrando el peso fresco y seco del área foliar tanto tallo como hojas por tratamiento, esto se realizó durante el tiempo de 40 días después de finalizado el experimento, extrayendo las plantas de las macetas y cortando su parte superior desde la base de la raíz se procedió a pesar en base al peso húmedo, luego se secó en bolsas de prensa a temperaturas solares con el fin de retirar el agua del área foliar y poder obtener el diferencial de peso fresco y seco y registrar valores de peso fresco y seco por tratamiento, de esta manera manejar estadísticamente sobre el efecto de los tratamientos

sobre la variable respuesta de Porcentaje materia seca como anteriormente se menciona en la raíz.

#### **2.5.3.3 Número de esquejes enraizados.**

Esta variable se evaluó, observando el total de esquejes enraizados por macetas de tratamiento al final del experimento, con el fin de observar el efecto de las diferentes dosis utilizadas y de esta forma se determinó si la dosis obtuvo diferente efecto ya sea positivo o negativo de los distintos tratamientos sobre dicha variable respuesta.

#### **2.5.3.4 Número de días en formar raíces**

Se determinó observando tras los días transcurridos en que los tratamientos tardan en formar raíces, ya que como se tiene contemplado en nuestra metodología, a partir de los 20 días de iniciado el experimento se procedió a revisar cada diez días hasta finalizar el experimento cuantos esquejes han enraizado por unidad experimental; esto se logró observando si hay indicios de raíces en los agujeros de la parte posterior de las macetas o también extrayendo el pilón de la maceta, y los resultados se interpretaron en % a los 20, 30 y 40 días ya que como se mencionó en la justificación de nuestro problema, se pretende que los pedidos de semilla híbrida de la empresa si cumplan el tiempo establecido y no se atrasen por el tiempo que tardan en enraizar los esquejes.

#### **2.5.3.5 Hojas formadas**

Esta variable se determinó evaluando la cantidad de hojas formadas, al final del experimento sin tomar en cuenta las primeras cuatro hojas con la que se inició el experimento, de esta forma se obtuvo con más exactitud, que tratamiento logró una mayor cantidad de materia seca y así se obtuvo una base de datos que nos indicó que tratamiento logró el menor y el mayor número de hojas, y en base a la diferencias estadísticas, se tomó el mejor tratamiento de nuestra variable evaluada.

#### **2.5.4 Análisis de la información estadística**

Para dicha actividad, luego de registrados los datos en el campo, se procedió a obtener las medias de cada una de las variables respuestas por tratamiento, en donde luego se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), para cada variable respuesta y de encontrar

diferencias significativas en cada una de las variables respuestas, se procedió a realizar una prueba de medias de Tukey con un 0.05% de significancia para determinar que tratamiento lograron los mejores resultados expresados en cada una de las variables respuestas.

## 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se analizan los resultados obtenidos, tras la evaluación de seis dosis de ácido Indolbutírico 0 ppm, 3000 ppm, 3500 ppm, 4000 ppm, 4500 ppm y 5000 ppm en esquejes de chile pimiento (*Capsicum annum*). Y de esta forma analizar el efecto producido en las siguientes variables.

1. Porcentaje de materia seca del área radicular de esquejes de chile pimiento (*Capsicum annum*).
2. Porcentaje de Materia seca del área foliar de esquejes de chile pimiento (*Capsicum annum*).
3. Tratamiento que logra un mayor número de esquejes enraizados al final del experimento.
4. El tratamiento con mayor número de esquejes enraizados a los 20, 30, 40 días después de iniciado el experimento
5. Tratamiento que logró mayor número de hojas formadas al final del experimento.

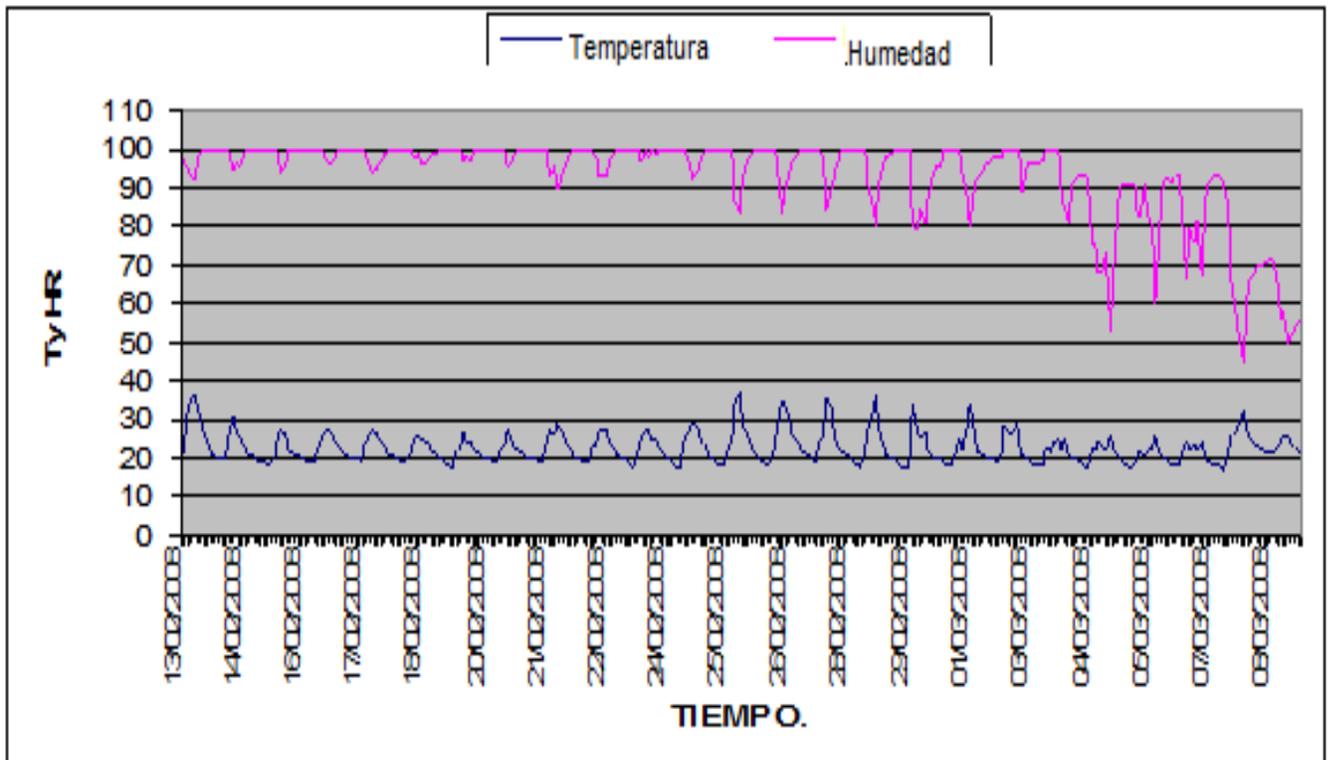
Para tener una mejor comprensión de los resultados que a continuación se estarán presentando, es necesario indicar que la humedad relativa promedio dentro del túnel de enraizado en donde se inició el experimento fue de 90 porciento como mínimo y un máximo de 100 porciento.

La temperatura se mantuvo dentro de los rangos 20°C a 29°C, esto gracias al equipo de medición de temperatura y humedad relativa (pad and fan) ya que es un proceso que reduce temperatura del aire por la evaporación del agua en la corriente aérea. Mientras que el agua se evapora, la energía se pierde del aire que causa su temperatura óptima. Logrando que el cultivo se desarrolle bajo condiciones óptimas, ya que también se controló mediante aplicación de agua por medio de nebulizadores durante los 20 días que el experimento se mantuvo dentro del micro túnel de enraizado completamente sellado.

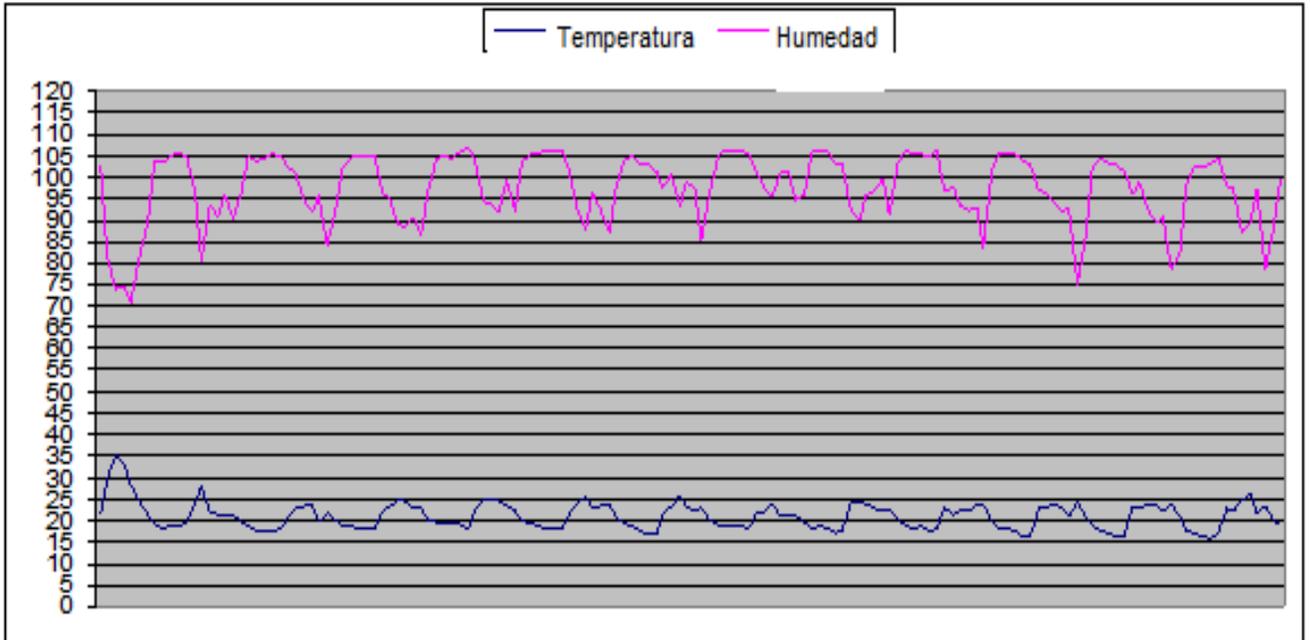
Luego del destape que fue después de los 20 días de iniciado el experimento se controló nuevamente la humedad que se mantuvo dentro de los rangos de 75 porciento como

mínimo a 100 por ciento como máximo y se obtuvieron temperaturas mínimas de 18°C y como máximas 37°C esto hasta los 40 días cuando finalizó el experimento. Estos datos son específicamente del túnel de enraizado gracias al control tan sofisticado del date logar.

Ahora bien, la humedad relativa que se manejó dentro del invernadero fue de 70 por ciento como mínima y 107 por ciento como máxima y con una temperatura de 15°C como mínima y 27°C como máxima. Regularmente las temperaturas máximas dentro del invernadero oscilan dentro 30°C a 35°C pero este efecto surgió como anteriormente se mencionaba gracias al Pad and Fan (Refrigeración por evaporación). El sistema Pad and Fan indicó que las condiciones óptimas climáticas del cultivo fueron las ideales para que los esquejes de chile pimiento (*Capsicum anuum*) se desarrollaran de buena forma, pues sin importar las altas temperaturas o radiación del exterior las condiciones dentro del invernadero siempre serán las adecuadas para un buen crecimiento vegetativo de los esquejes de chile pimiento siempre y cuando el sistema Pad and Fan esté debidamente en funcionamiento.



**Figura 5.** Humedad relativa y temperatura interior registrada en la unidad experimental.



**Figura 6.** Humedad relativa y temperatura exterior registrada en la unidad experimental.

### 2.6.1 Variable 1 Análisis de la materia seca de la raíz.

**Cuadro 6.** Porcentaje de materia seca del área radicular de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Tratamiento	Dosis	Peso húmedo radicular en gr.	Peso seco Radicular en gr.	% total de materia seca (M.S.)
AIB	3000 ppm	125.28	8.35	6.66%
AIB	3500 ppm	126.11	9.81	7.78%
AIB	4000 ppm	130.38	10.08	7.73%
AIB	4500 ppm	139.79	11.22	8.02%
AIB	5000 ppm	139.69	11.69	8.37%
TESTIGO (agua).	0000 ppm	99.65	6.45	6.47%

El análisis de materia seca de las raíces de plantas de chile pimiento, fue dispuesto bajo el diseño completamente al azar, puesto que todas las inconstantes que pueden hacer efecto para esta variable fueron controladas.

Bajo la hipótesis de que los esquejes presentaran un incremento en el contenido de masa radicular cuando se utilice una dosis mayor a 3000 ppm de ácido indolbutírico (AIB), lo que en teoría e hipótesis de trabajo (hipótesis alternativa) representa que al menos un tratamiento es diferente a los demás, con el supuesto de que el error experimental es normal, independiente y está uniformemente distribuido en todas las unidades experimentales, con una media cero y varianza constante, además de que existe homogeneidad de varianzas entre los tratamientos evaluados.

Con las condiciones anteriores se realizó el análisis de varianza, el cual se presenta a continuación;

**Cuadro 7.** Análisis de varianza de la materia seca de la raíz de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

<b>Fuente de variación.</b>	<b>Grados de libertad.</b>	<b>Suma de cuadrados.</b>	<b>Cuadrado medio.</b>	<b>F calculada.</b>	<b>F Fisher G Snedecor (0.05)</b>
<b>Tratamientos.</b>	5	14.58	2.92	30.76	2.578
<b>Error.</b>	24	2.27	0.09		
<b>Total.</b>	29	16.85			

En donde se observa de acuerdo a las fuentes de variación del diseño con un 5 por ciento de nivel de significancia y una variación relativa que no se pudo controlar en el experimento (error experimental) de un 4.10%, en tal circunstancia el valor de la F calculada (30.76) es mayor a la F de Fisher & Snedecor (2.578), por lo que se acepta la hipótesis que al inicio era la hipótesis alternativa, por lo cual se realizó una prueba múltiple de medias, en base a Tukey, por lo que se resume a continuación.

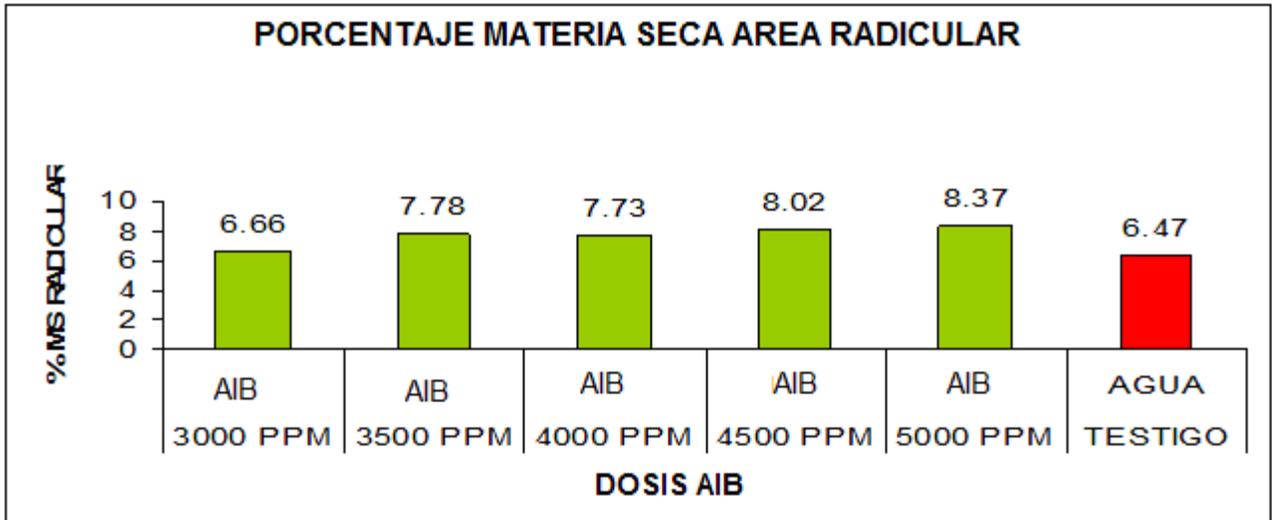
**Cuadro 8.** Resumen de prueba Tukey de la materia seca de la raíz de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Tratamientos.	Media	Literal.
5000 ppm. AIB	8.37 Porcentaje MS.	A
4500 ppm. AIB	8.02 Porcentaje MS.	AB
3500 ppm. AIB	7.78 Porcentaje MS.	AB
4000 ppm. AIB	7.73 Porcentaje MS.	B
3000 ppm. AIB	6.66 Porcentaje MS.	C
Testigo (agua).	6.47 Porcentaje MS.	D

Porcentaje MS = Porcentaje de materia seca.

Nota: Los tratamientos con igual literatura tienen valores estadísticamente iguales.

Considerando el 5% del nivel de significancia del análisis de varianza anterior, se empleó el mismo 5% para la prueba de Tukey, en donde podemos ver que el tratamiento de 5000 ppm de AIB es el que mejor resultado expresado en el efecto medido en % de materia seca, se puede decir que los tratamientos de 4500 y 3500 ppm de AIB tienen la mismas literal, por lo que estadísticamente pueden considerarse con el mismo efecto pero no igual, ahora bien la dosis de 4000 obtuvo menor % de materia seca por lo que estadísticamente queda en tercer lugar, seguida de la dosis de 3000 y por último el peor tratamiento es el testigo con la menor cantidad de materia seca, ya que este no tuvo la ayuda del AIB. Observando con detalle las medias de los tratamientos también se puede manifestar que a mayor concentración de AIB, mayor es el Porcentaje de materia seca de las raíces, comparando con la mayor dosis de 5000 ppm de AIB. Por lo que prosigue encontrar cual es el punto de máximo de dosis en posteriores investigaciones y así determinar hasta donde es posible aplicar AIB sin causar daño al esqueje, lo anterior se puede observar en la siguiente gráfica para optimizar al máximo los recursos y materiales.



**Figura 7.** Porcentaje de materia seca del área radicular de los tratamientos evaluados.

## 2.6.2 Variable 2 Análisis de la materia seca del área foliar

**Cuadro 9.** Resultados de Porcentaje de materia seca del área foliar de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Tratamiento	Dosis	Peso húmedo foliar en gr.	Peso seco foliar en gr.	Porcentaje total de materia seca (M.S.)
AIB	3000 ppm	326.71	42.88	13.12%
AIB	3500 ppm	324.36	42.46	13.09%
AIB	4000 ppm	275.62	38.71	14.04%
AIB	4500 ppm	262.73	36.85	14.02%
AIB	5000 ppm	345.37	48.90	14.15%
Testigo (agua).	0000 ppm	264.46	24.72	9.34%

El análisis de materia seca del área foliar de las plantas de chile pimiento, fue puesto bajo el diseño completamente al azar, puesto que todas las inconstantes que pueden hacer efecto para esta variable fueron controladas.

Bajo la hipótesis de que los esquejes presentaran un incremento en el contenido de masa foliar cuando se utilice una dosis mayor a 3000 ppm de ácido indolbutírico AIB, lo que en teoría e hipótesis de trabajo (hipótesis alternativa) representa que al menos un tratamiento es diferente a los demás, con el supuesto de que el error experimental es normal,

independiente y está uniformemente distribuido en todas las unidades experimentales, con una media cero y varianza constante, además de que existe homogeneidad de varianzas entre los tratamientos evaluados.

Con las condiciones anteriores se realizó el análisis de varianza, el cual se presenta a continuación;

**Cuadro 10.** Análisis de varianza de la materia seca foliar de los diferentes tratamientos de dosis de ácido indolbutírico.

Fuente de variación.	Grados de libertad.	Suma de cuadrados.	Cuadrado medio.	F calculada.	F Fisher G Snedecor (0.005)
<b>Tratamientos.</b>	5	84.29	16.86	57.37	2.578
<b>Error.</b>	24	7.05	0.29		
<b>Total.</b>	29	91.34			

En donde se observa de acuerdo a las fuentes de variación del diseño con un 5% de nivel de significancia y una variación relativa que no se pudo controlar en el experimento (error experimental) de un 4.18%, en tal circunstancia el valor de la F calculada (57.37) es mayor a la F de Fisher & Snedecor (2.578), por lo que se acepta la hipótesis que al inicio era la hipótesis alternativa, por lo cual se realizó una prueba múltiple de medias, en base a Tukey, la cual se resume a continuación;

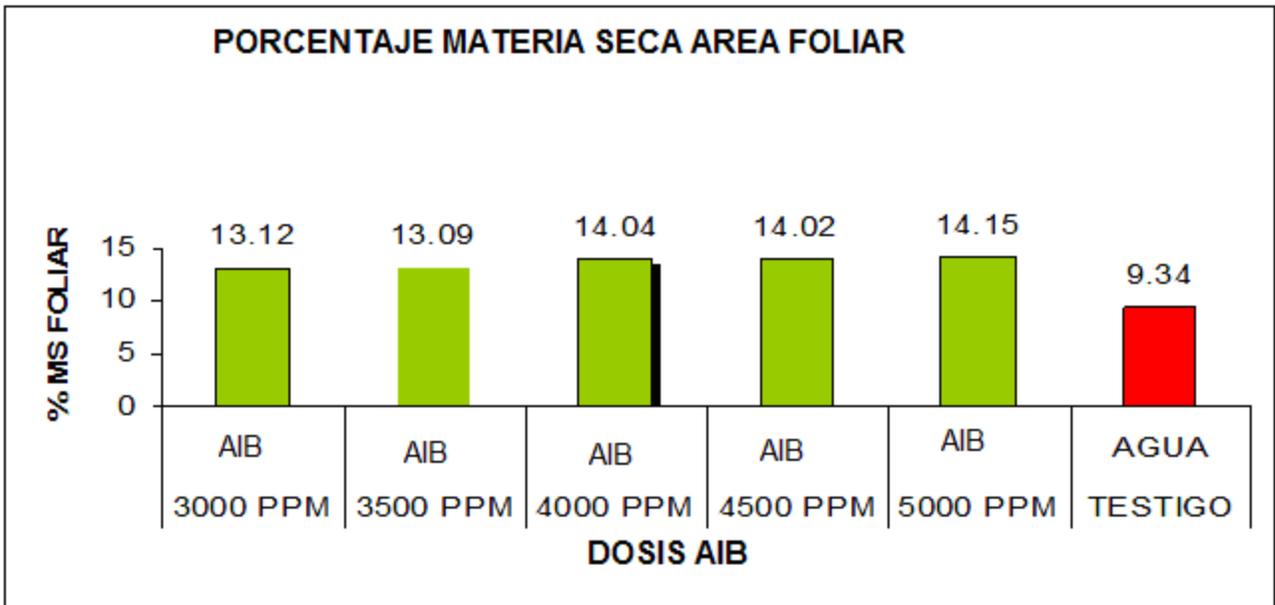
**Cuadro 11.** Resumen de prueba Tukey de la materia seca foliar de los diferentes tratamientos de dosis de ácido indolbutírico.

Tratamientos.	Media.	Literal.
5000 ppm. AIB	14.15 % MS.	A
4000 ppm. AIB	14.04 % MS.	AB
4500 ppm. AIB	14.02 % MS.	AB
3000 ppm. AIB	13.12 % MS.	AB
3500 ppm. AIB	13.09 % MS.	B
Testigo. Sin AIB	9.34 % MS.	C

%MS = Porcentaje de materia seca.

Nota: Los tratamientos con igual literatura tienen valores estadísticamente iguales.

Considerando el 5% del nivel de significancia del análisis de varianza anterior, se empleó el mismo 5% para la prueba de Tukey, en donde podemos ver que el empleo de 5000 ppm de AIB es el que mejor resultado expresado en el efecto medido en % de materia seca del área foliar, se puede decir que los tratamientos de 4000, 4500 y 3000 ppm de AIB tienen el mismo efecto estadísticamente, por lo que pueden considerarse como iguales, pero el tratamiento de 3500 seguido del testigo estadísticamente son diferentes al resto de los tratamientos. Observando con detalle las medias de los tratamientos también se puede manifestar que a mayor concentración de AIB, mayor es la masa seca del área foliar, en base al tratamiento de 5000 ppm de AIB por lo que constituye un reto encontrar cual es el punto de inflexión en posteriores investigaciones, para poder optimizar al máximo los recursos y materiales, lo anterior se puede observar en la siguiente gráfica.



**Figura 8.** Porcentaje de materia seca del área foliar de los tratamientos de AIB.

### 2.6.3 Variable 3 Análisis del número de esquejes enraizados.

**Cuadro 12.** Resultados de esquejes enraizado por tratamiento de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Tratamiento	# De esquejes iniciados.	# De esquejes muertos.	# De esquejes finalizados que enraizaron.
3000 ppm AIB	50	5	45 E.E.
3500 ppm AIB	50	4	46 E.E.
4000 ppm AIB	50	2	48 E.E.
4500 ppm AIB	50	0	50 E.E.
5000 ppm AIB	50	0	50 E.E.
Testigo (agua).	50	25	25 E.E.

E.E. = Esquejes Enraizados.

**Cuadro 13.** Número total de esquejes enraizados de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Tratamientos y Testigo (agua).	Total de esquejes iniciados.	Total de esquejes no enraizados.	Total de esquejes enraizados.
Ppm AIB	300	36	264 E.E.

El análisis del número de esquejes enraizados al final del experimento de plantas de chile pimienta, fue dispuesto bajo el diseño completamente al azar, puesto que todas las inconstantes que pueden hacer efecto para esta variable fueron controladas.

Bajo la hipótesis de que el mayor número de esquejes enraizados se obtendrá utilizando una dosis de 5000 ppm de ácido indolbutírico AIB, lo que en teoría e hipótesis de trabajo (hipótesis alternativa) representa que al menos un tratamiento es diferente a los demás, con el supuesto de que el error experimental es normal, independiente y está uniformemente distribuido en todas las unidades experimentales, con una media cero y varianza constante, además de que existe homogeneidad de varianzas entre los tratamientos evaluados.

Con las condiciones anteriores se realizó el análisis de varianza, el cual se presenta a continuación.

**Cuadro 14.** Análisis de varianza del número de esquejes enraizados de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Fuente de variación.	Grados de libertad.	Suma de cuadrados.	Cuadrado medio.	F calculada.	F Fisher G Snedecor (0.005)
Tratamientos.	5	9176.67	1835.33	23.94	2.578
Error.	24	1840	76.67		
Total.	29	11016.67			

En donde se observa de acuerdo a las fuentes de variación del diseño con un 5% de nivel de significancia y una variación relativa que no se pudo controlar en el experimento (error experimental) de un 9.91%, en tal circunstancia el valor de la F calculada (23.94) es mayor a la F de Fisher & Snedecor (2.578), por lo que se acepta la hipótesis que al inicio era la hipótesis alternativa, por lo cual se realizó una prueba múltiple de medias, en base a Tukey, en donde se resume a continuación.

**Cuadro 15.** Resumen de prueba Tukey del número de esquejes enraizados de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

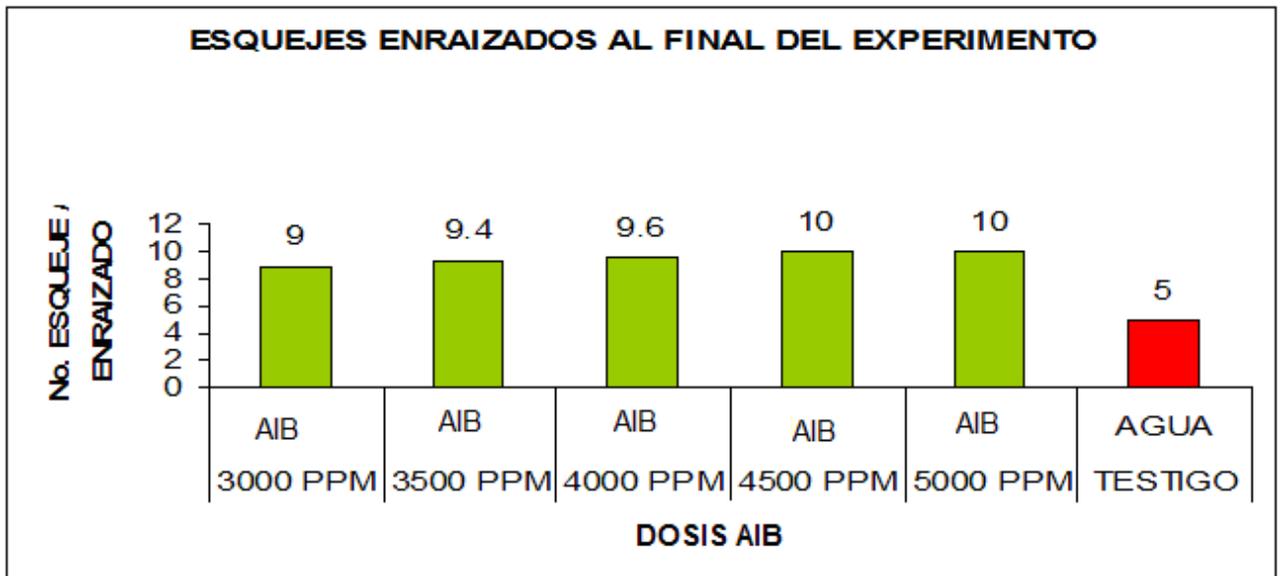
Tratamientos.	Media.	Literal.
5000 ppm. AIB	10 E.E.	A
4500 ppm. AIB	10 E.E.	A
4000 ppm. AIB	9.6 E.E.	A
3500 ppm. AIB	9.4 E.E.	A
3000 ppm. AIB	9 E.E.	A
Testigo (agua).	5 E.E.	B

EE = Esqueje Enraizado.

Nota: Los tratamientos con igual literatura tienen valores estadísticamente iguales.

Considerando el 5% del nivel de significancia del análisis de varianza anterior, se empleó el mismo 5% para la prueba de Tukey, en donde podemos ver que el empleo de AIB tiene un efecto al final del experimento, puesto que estadísticamente todos los tratamientos tratados con AIB son iguales, observando con detalle las medias de los tratamientos también se puede manifestar que a mayor concentración de AIB, mayor es el número de

esquejes enraizados, por lo que tiene un efecto creciente en el número de esquejes enraizados por lo que es directamente proporcional a la concentración de AIB aplicado a excepción del testigo en donde este quedó abajo, en base a la comparación estadística de los tratamientos utilizando AIB, por lo que se puede decir que sólo la inclusión de AIB triplica casi al tratamiento testigo. Es por ello que es necesario mencionar que la hormona sintética de AIB si causa un efecto positivo en los esquejes (tratamientos) utilizo AIB. Lo anterior también se puede apreciar en la siguiente gráfica en donde las barras verdes denotan a los tratamientos con AIB, en rojo aparece el tratamiento testigo.



**Figura 9.** Número de esquejes enraizados al final del experimento por tratamiento de ácido indolbutírico.

#### 2.6.4 Variable 4 Análisis del número de esquejes enraizados (20 Días)

**Cuadro 16.** Número de esquejes enraizados por tratamiento a los 20 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Tratamiento AIB	# De esquejes/ enraizaron 20 días.
3000 ppm.	34
3500 ppm.	32
4000 ppm.	31
4500 ppm.	39
5000 ppm.	39
Testigo (agua).	11

El análisis del número de esquejes enraizados de chile pimiento a los veinte días de plantados, fue dispuesto bajo el diseño completamente al azar, puesto que todas las inconstantes que pueden hacer efecto para esta variable fueron controladas.

Bajo la hipótesis de que los esquejes presentarán una mayor aceleración en el crecimiento radicular utilizando dosis mayores a 3000 ppm de ácido indolbutírico (AIB), lo que en teoría e hipótesis de trabajo (hipótesis alternativa) representa que al menos un tratamiento es diferente a los demás, con el supuesto de que el error experimental es normal, independiente y está uniformemente distribuido en todas las unidades experimentales, con una media cero y varianza constante, además de que existe homogeneidad de varianzas entre los tratamientos evaluados. Con las condiciones anteriores se realizó el análisis de varianza, el cual se presenta a continuación;

**Cuadro 17.** Análisis de varianza del número de esquejes enraizados a los 20 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Fuente de variación.	Grados de libertad.	Suma de cuadrados.	Cuadrado medio.	F calculada.	F Fisher G Snedecor (0.005)
<b>Tratamientos.</b>	5	10760.00	2152.00	30.03	2.578
<b>Error.</b>	24	1720.00	71.67		
<b>Total.</b>	29	12480.00			

En donde se observa de acuerdo a las fuentes de variación del diseño con un 5% de nivel de significancia y una variación relativa que no se pudo controlar en el experimento (error experimental) de un 13.65%, en tal circunstancia el valor de la F calculada (30.03) es mayor a la F de Fisher & Snedecor (2.578), por lo que se acepta la hipótesis que al inicio era la hipótesis alternativa, por lo cual se realizó una prueba múltiple de medias en base a Tukey, la cual se resume a continuación;

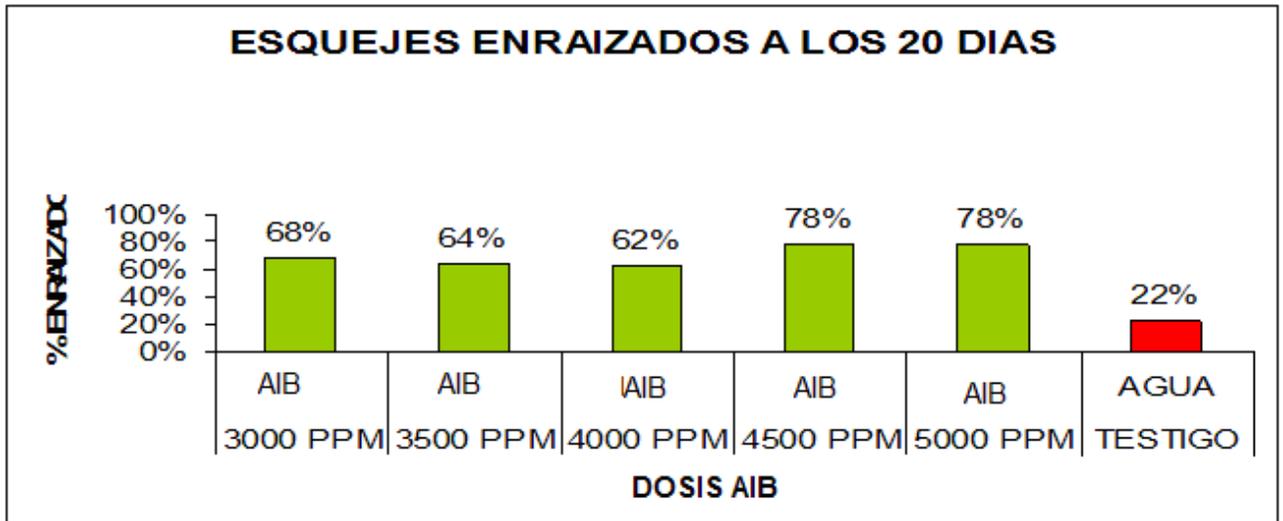
**Cuadro 18.** Resumen de prueba Tukey del número de esquejes enraizados a los 20 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Tratamientos.	Media	Literal.
5000 ppm. AIB	78 % E.E.	A
4500 ppm. AIB	78 % E.E.	A
3000 ppm. AIB	68 % E.E.	A
3500 ppm. AIB	64 % E.E.	A
4000 ppm. AIB	62 % E.E.	A
Testigo (agua).	22 % E.E.	B

% E.E. = Porcentaje de esqueje enraizado.

Nota: Los tratamientos con igual literatura tienen valores estadísticamente iguales.

Considerando el 5% del nivel de significancia del análisis de varianza anterior, se empleó el mismo 5% para la prueba de Tukey, en donde podemos ver que el empleo de AIB tiene un efecto a los veinte días de iniciar el experimento puesto que estadísticamente todos los tratamientos tratados con AIB son iguales ya que tiene un efecto creciente en el número de esquejes enraizados por lo que es directamente proporcional a la concentración de AIB aplicado la inclusión de AIB en diferentes concentraciones es contrastante con el tratamiento testigo (sin AIB) por lo que es notable según la prueba de medias de Tukey que el testigo definitivamente no es igual a los tratamientos con AIB, lo anterior también se puede apreciar en la siguiente gráfica en donde las barras verdes denotan a los tratamientos con AIB, en rojo aparece el tratamiento testigo.



**Figura 10.** Porcentaje de esquejes enraizados a los 20 días iniciado el experimento de los diferentes tratamientos de de ácido indolbutírico.

### 2.6.5 Variable 5 Análisis del número de esquejes enraizados (30 Días)

**Cuadro 19.** Número de esquejes enraizados por tratamiento a los 30 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Tratamiento AIB	# De esquejes/ enraizaron 30 días.
3000 ppm.	10
3500 ppm.	9
4000 ppm.	7
4500 ppm.	9
5000 ppm.	11
Testigo (agua).	6

El análisis del número de esquejes enraizados de chile pimiento a los treinta días de plantados, fue dispuesto bajo el diseño completamente al azar, puesto que todas las inconstantes que pueden hacer efecto para esta variable fueron controladas.

Bajo la hipótesis de que los esquejes presentarán una mayor aceleración en el crecimiento radicular utilizando dosis mayores a 3000 ppm de ácido indolbutírico (AIB), lo que en teoría e hipótesis de trabajo (hipótesis alternativa) representa que al menos un tratamiento es diferente a los demás, con el supuesto de que el error experimental es normal,

independiente y está uniformemente distribuido en todas las unidades experimentales, con una media cero y varianza constante, además de que existe homogeneidad de varianzas entre los tratamientos evaluados.

Con las condiciones anteriores se realizó el análisis de varianza, el cual se presenta a continuación;

**Cuadro 20.** Análisis de varianza del número de esquejes enraizados a los 30 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Fuente de variación.	Grados de libertad.	Suma de cuadrados.	Cuadrado medio.	F calculada.	F Fisher G Snedecor (0.005)
Tratamientos.	5	14266.67	2853.33	39.81	2.578
Error.	24	1720.00	71.67		
Total.	29	15986.67			

En donde se observa de acuerdo a las fuentes de variación del diseño con un 5% de nivel de significancia y una variación relativa que no se pudo controlar en el experimento (error experimental) de un 10.67%, en tal circunstancia el valor de la F calculada (39.81) es mayor a la F de Fisher & Snedecor (2.578), por lo que se acepta la hipótesis que al inicio era la hipótesis alternativa, por lo cual se realizó una prueba múltiple de medias en base a Tukey, la cual se resume a continuación;

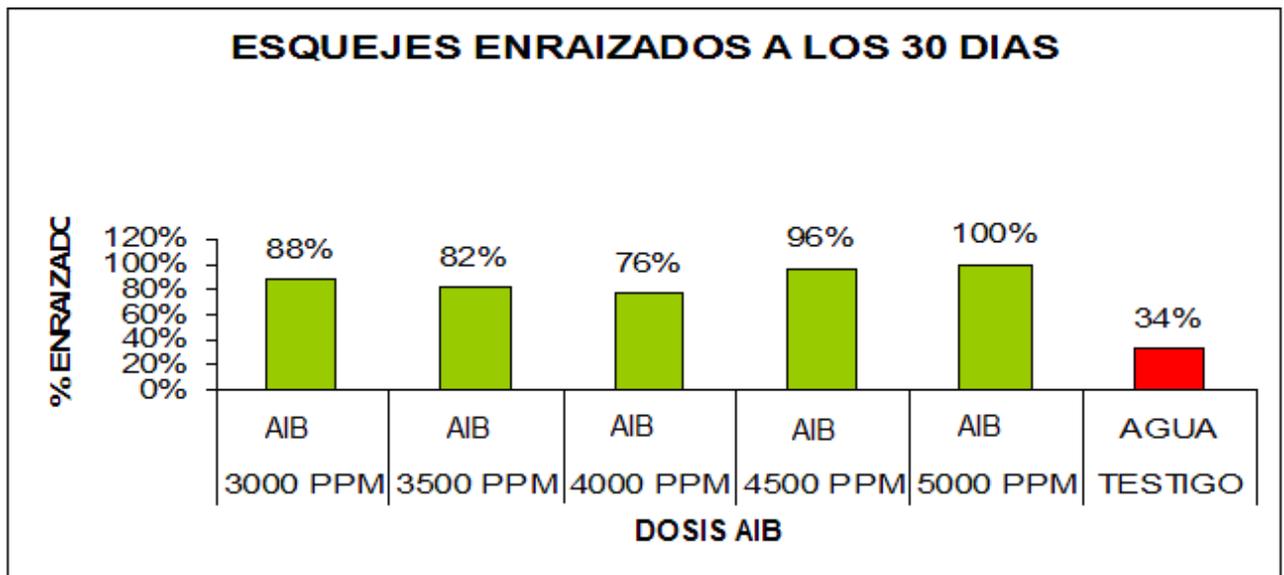
**Cuadro 21.** Resumen de prueba Tukey del número de esquejes enraizados a los 30 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Tratamientos.	Media	Literal.
5000 ppm. AIB	100 % E.E.	A
4500 ppm. AIB	96 % E.E.	AB
3000 ppm. AIB	88 % E.E.	AB
3500 ppm. AIB	82 % E.E.	B
4000 ppm. AIB	76 % E.E.	C
Testigo (agua).	34 % E.E.	D

% E.E. = Porcentaje de esqueje enraizado.

Nota: Los tratamientos con igual literatura tienen valores estadísticamente iguales.

Considerando el 5% del nivel de significancia del análisis de varianza anterior, se empleó el mismo 5% para la prueba de Tukey, en donde podemos ver que el empleo de 5000 ppm de AIB es el mejor tratamiento seguido de tratamiento 4500, 3000 ppm de AIB comparándose casi al mejor tratamiento seguidos por los tratamientos de 3500 y 4000 ppm de AIB en general tienen un efecto creciente en el número de esquejes enraizados, resultado expresan en el efecto medido en % de esquejes pegados a los treinta días, se aprecia que la aplicación de AIB comparado con el testigo es mucho mejor el primero ya que sus porcentajes son mucho mayores, lo anterior también se puede apreciar en la siguiente gráfica en donde las barras verdes denotan a los tratamientos con AIB con mejor resultado, en rojo aparece el tratamiento testigo que fue el peor.



**Figura 11.** Porcentaje de esquejes enraizados a los 30 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Es importante observar que a los 30 días el tratamiento de 5000 ppm ya han enraizado todos los esquejes, por lo que es importante decir que es el que mejor resultados posee en general, puesto que además que es el que más rápido enraiza, lo hace con mayor masa seca tanto en el área radicular como en el área foliar, por lo que a esta altura del experimento se puede argumentar que es el mejor este tratamiento, aunque seguido muy minuciosamente por el tratamiento de 4500 ppm, para esto debería hacer un análisis de

costos parciales dentro de la empresa, puesto que estos datos son confidenciales y así identificar que tratamiento es mejor tanto estadísticamente como económicamente.

### 2.6.6 Variable 6 Análisis del número de esquejes enraizados (40 Días)

**Cuadro 22.** Número de esquejes enraizados por tratamiento a los 40 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Tratamiento AIB	# De esquejes/ enraizaron 40 días.
3000 ppm.	1
3500 ppm.	5
4000 ppm.	10
4500 ppm.	2
5000 ppm.	0
Testigo (agua).	8

El análisis del número de esquejes enraizados de chile pimiento a los cuarenta días de plantados, fue dispuesto bajo el diseño completamente al azar, puesto que todas las inconstantes que pueden hacer efecto para esta variable fueron controladas.

Bajo la hipótesis de que los esquejes presentaran una mayor aceleración en el crecimiento radicular utilizando dosis mayores a 3000 ppm de ácido indolbutírico (AIB), lo que en teoría e hipótesis de trabajo (hipótesis alternativa) representa que al menos un tratamiento es diferente a los demás, con el supuesto de que el error experimental es normal, independiente y está uniformemente distribuido en todos las unidades experimentales, con una media cero y varianza constante, además de que existe homogeneidad de varianzas entre los tratamientos evaluados.

Con las condiciones anteriores se realizó el análisis de varianza, el cual se presenta a continuación;

**Cuadro 23.** Análisis de varianza del número de esquejes enraizados a los 40 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Fuente de variación.	Grados de libertad.	Suma de cuadrados.	Cuadrado medio.	F calculada.	F Fisher G Snedecor (0.005)
Tratamientos.	5	88.67	17.33	21.67	2.578
Error.	24	19.20	0.80		
Total.	29	105.87			

En donde se observa de acuerdo a las fuentes de variación del diseño con un 5% de nivel de significancia y una variación relativa que no se pudo controlar en el experimento (error experimental) de un 10.24%, en tal circunstancia el valor de la F calculada (21.67) es mayor a la F de Fisher & Snedecor (2.578), por lo que se acepta la hipótesis que al inicio era la hipótesis alternativa, por lo cual se realizó una prueba múltiple de medias en base a Tukey, la cual se resume a continuación;

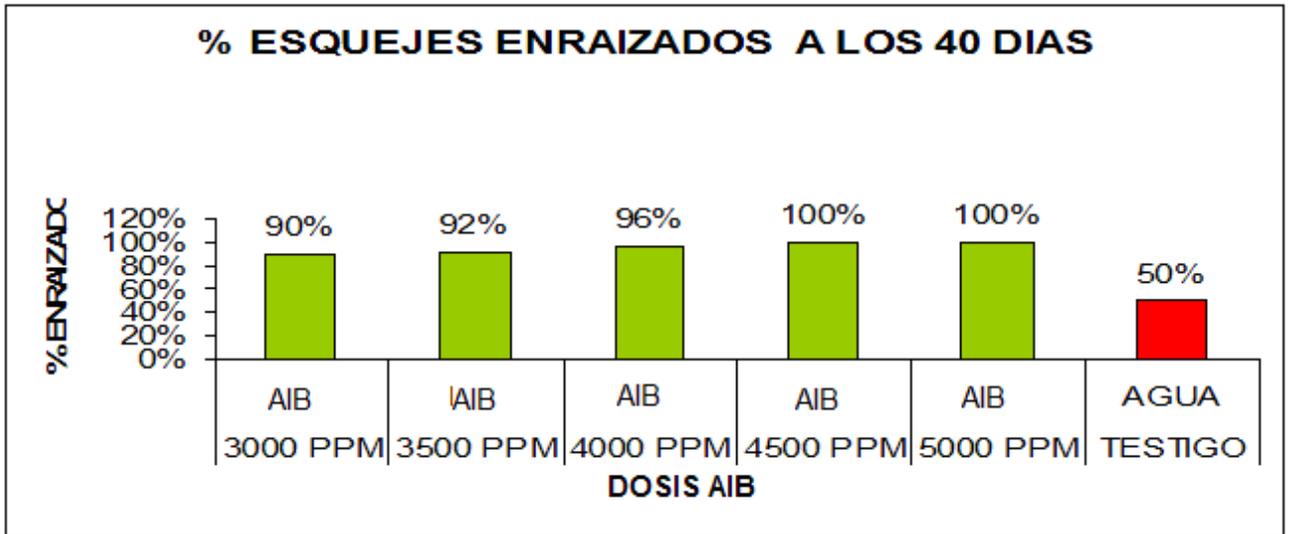
**Cuadro 24.** Resumen de prueba Tukey del número de esquejes enraizados a los 40 días de los diferentes tratamientos ácido indolbutírico.

Tratamientos.	Media	Literal.
5000 ppm. AIB	100 % E.E.	A
4500 ppm. AIB	100 % E.E.	A
4000 ppm. AIB	96 % E.E.	A
3500 ppm. AIB	92 % E.E.	A
3000 ppm. AIB	90 % E.E.	A
Testigo (agua).	50 % E.E.	B

Nota: Los tratamientos con igual literatura tienen valores estadísticamente iguales.

Considerando el 5% del nivel de significancia del análisis de varianza anterior, se empleó el mismo 5% para la prueba de Tukey, en donde podemos ver que el empleo de 5000, 4500, 4000, 3500 y 3000 ppm de AIB tienen el mismo efecto y se pueden considerar iguales estadísticamente, en general tienen un efecto creciente en el número de esquejes enraizados por lo que es directamente proporcional a la concentración de AIB aplicado, el único tratamiento que tuvo un porcentaje bajo, es el testigo que no incluía AIB, por lo que

se puede decir que sólo la inclusión de AIB duplica al tratamiento sin AIB, y podemos mencionar hasta el momento que el tratamiento de 5000 ppm de AIB es el que tienen las mejores características para su propagación, lo anterior también se puede apreciar en la siguiente gráfica en donde las barras verdes denotan a los tratamientos con AIB con mejor resultado, en rojo aparece el tratamiento testigo que al final fue el peor.



**Figura 12.** Porcentaje de esquejes enraizados a los 40 días de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

### 2.6.7 Variable 7 Análisis de número de hojas por esqueje.

**Cuadro 25.** Número de hojas formadas por esquejo de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

# DE TRATAMIENTO	DOSIS DE AIB	# DE HOJAS
1	3000	18
2	3500	20
3	4000	19
4	4500	19
5	5000	25
6	Testigo (agua).	7

El análisis de hojas por esqueje de las plantas de Chile pimiento, fue dispuesto bajo el diseño completamente al azar, puesto que todas las inconstantes que pueden hacer efecto

para esta variable fueron controladas. Bajo la hipótesis que el mayor número de hojas formadas por esqueje se obtendrá utilizando una dosis de 5000 ppm de ácido indolbutírico (AIB), lo que en teoría e hipótesis de trabajo (hipótesis alternativa) representa que al menos un tratamiento es diferente a los demás, con el supuesto de que el error experimental es normal, independiente y está uniformemente distribuido en todas las unidades experimentales, con una media cero y varianza constante, además de que existe homogeneidad de varianzas entre los tratamientos evaluados. Con las condiciones anteriores se realizó el análisis de varianza, el cual se presenta a continuación.

**Cuadro 26.** Análisis de varianza del número de hojas por esqueje de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

<b>Fuente de variación.</b>	<b>Grados de libertad.</b>	<b>Suma de cuadrados.</b>	<b>Cuadrado medio.</b>	<b>F calculada.</b>	<b>F Fisher G Snedecor (0.005)</b>
<b>Tratamientos.</b>	5	880.00	176.00	12.00	2.578
<b>Error.</b>	24	352.00	14.67		
<b>Total.</b>	29	1232.00			

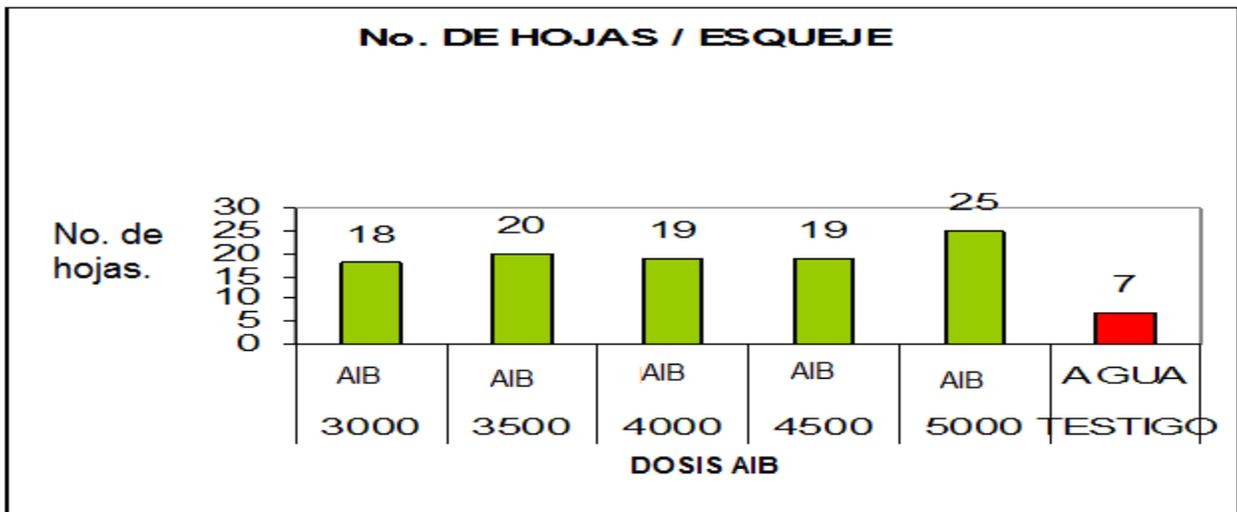
En donde se observa de acuerdo a las fuentes de variación del diseño con un 5% de nivel de significancia y una variación relativa que no se pudo controlar en el experimento (error experimental) de un 21.28% , valor que parece alto, pero debemos recordar los valores bajos en las demás variables lo que hace que sea perfectamente validado, en tal circunstancia el valor de la F calculada (12.00) es mayor a la F de Fisher & Snedecor (2.578), por lo que se acepta la hipótesis que al inicio era la hipótesis alternativa, por lo cual se realizó una prueba múltiple de medias en base a Tukey, la cual se resume a continuación;

**Cuadro 27.** Resumen de prueba Tukey de número de hojas por esqueje de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

Tratamientos.	Media	Literal.
5000 ppm. AIB	25 Hojas.	A
3500 ppm. AIB	20 Hojas.	A
4500 ppm. AIB	19 Hojas.	A
4000 ppm. AIB	19 Hojas.	A
3000 ppm. AIB	18 Hojas.	A
Testigo (agua).	7 Hojas.	B

Nota: Los tratamientos con igual literatura tienen valores estadísticamente iguales.

Considerando el 5% del nivel de significancia del análisis de varianza anterior, se empleó el mismo 5% para la prueba de Tukey, en donde podemos ver que el empleo de AIB tiene un mejor efecto que no usarlo además, de ver de que todos los tratamientos con AIB son considerados estadísticamente iguales, observando con mucho más detalle las medias de los tratamientos puede verse que el tratamiento con 5000 ppm AIB puede ser mejor en cuanto a la cantidad de aplicación de ácido indolbutírico por lo que los demás tratamientos obtuvieron menor cantidad de hojas debido a lo bajo de las concentraciones pero para determinar, esto es necesario investigar de nueva cuenta en el futuro tomando como base la presente investigación. Lo anterior se puede observar en la siguiente gráfica.



**Figura 13.** Número de hojas por esqueje de los diferentes tratamientos de ácido indolbutírico.

## 2.7 CONCLUSIONES

- 1) Para la variedad de chile pimiento con código Tarian, que generó mayor masa radicular fue el de 5000 ppm de ácido indolbutírico. Por lo que podemos mencionar que a mayor concentración de ácido indolbutírico mayor desarrollo de masa radicular.
- 2) El tratamiento que generó mayor masa foliar fue de 5000 ppm ácido indolbutírico, presentando el mejor resultado en el efecto de porcentaje de materia seca.
- 3) La evaluación de esquejes enraizados con ácido indolbutírico al final del experimento (40 días) dio como resultado que todos los tratamientos son estadísticamente igual.
- 4) El enraizamiento presentó mejores resultados a los 30 días con una dosis de 5000 ppm de ácido indolbutírico, logrando en el mismo, un enraizamiento de todos los esquejes.
- 5) Todos los tratamientos con ácido indolbutírico lograron estadísticamente el mismo resultado al presentar mayor número de hojas brotadas al final del experimento (40 días).

## 2.8 RECOMENDACIONES

- 1) Utilizar la dosis de 5000 ppm ácido indolbutírico ya que presentó la mayor cantidad de masa radicular, foliar y se determinó que posee la concentración adecuada de ácido indolbutírico para inducir un enraizamiento total de la muestra en 30 días y un crecimiento vegetativo positivo a los 40 días para la variedad Tarian.
- 2) Utilizar la dosis de 5000 ppm ácido indolbutírico, ya que representó cero mortandades de esquejes enraizados.
- 3) Utilizar esquejes de 15 cm. de largo con 4 hojas y una dosis de 5000 ppm ácido indolbutírico, ya que esta presentó un 100% de esquejes enraizados a los 30 días.
- 4) Para obtener un mayor número de hojas brotadas, utilizar la dosis de 5000 ppm de ácido indolbutírico, debido a que dio una mejor respuesta físicamente a esta variable.
- 5) Continuar con la utilización de los túneles de enraizamiento conjuntamente con el tan sofisticado sistema de enfriamiento pad and fan, ya que proporciona las condiciones óptimas de desarrollo de los esquejes de chile pimienta variedad codificada Tarian.
- 6) Descartar al agua como enraizador en el cultivo de chile pimienta (*Capsicum annum*), variedad codificada Tarian, tratamiento que ha sido utilizado en otros cultivos dentro de la empresa.
- 7) Realizar un análisis económico (costo/beneficio), que permita determinar si los mejores tratamientos para el enraizamiento de Chile pimienta, son o no, los más rentables.

- 8) Darles seguimiento más detallado al estudio de enraizamiento en dosis mayores a 5000 ppm de ácido indolbutírico, para la propagación vegetativa de chile pimiento (*Capsicum annuum*), pues es una forma de obtener plantas a gran escala en cualquier época del año, bajo condiciones controladas hasta encontrar el punto de inflexión.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Al-Juboory, K; Williams, D; Skirvin, R. 1991. Growth reguladores influence root and shoot development of micropropagated algerian ivy. *Hortscience* 26:1079–1080.
2. Alvizures, PA. 2004. Estudio de evaluación de impacto ambiental para la construcción de invernaderos y producción de semillas de hortalizas de tomate (*Lycopersicum sculentum*), chile pimiento (*Capsicum* sp.), pepino (*Cucumis sativus*), melón (*Cucumis melo*) y berenjena (*Solanum melongena*) de la empresa De Ruitter San Pedro, S.A. Guatemala, De Ruitter San Pedro. 48 p.
3. Ayau, MM. 2007. Trabajo de graduación realizado en la empresa Ruitter San Pedro S. A. San Pedro Pinula, Jalapa. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 230 p.
4. Azvon, J; Talon, M. 1996. Fisiología y bioquímica vegetal. Madrid, España, Pirámide España. 250 p.
5. Bermúdez, A. 2002. Ficha técnica del pimiento (en línea). Venezuela, Centro de Investigación Agraria de Venezuela. Consultado 14 set 2007. Disponible en: <http://www.ucv.edu.ve/agronomía.htm>
6. CABI, UK. 2007. CPC-crop protection compendium. UK, CAB International. 2 CD.
7. De Ruitter San Pedro, GT. 2004. Hojas de instrucciones. San Pedro Pinula, Jalapa, Guatemala, De Ruitter San Pedro S.A., Departamento de Producción y Proceso de Semillas. 2 p.
8. Hartmann H; Kester, D. 1994. Propagación de plantas: principios y prácticas. México, Continental. 77 p.
9. InfoAgro.com. 2000. Chile pimiento (en línea). Revista Electrónica Infoagro. Consultado 6 oct 2007. Disponible en: <http://www.infoagro.com>
10. Lapichino, G *et al.* 1991. Etapas de germinación de semillas y crecimiento radicular. Reproducción adventicia. 26:594–596.
11. Luna, FE. 2006. Proceso de extracción y beneficiado de semilla híbrida de tomate (*Lycopersicom esculentum* Miller) para la exportación en la empresa De Rruiter San Pedro, S.A. San Pedro Pinula, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. 122 p.
12. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2007. Ficha del chile pimiento en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 5 set 2007. Disponible en: web: <http://www.maga.gob.gt>
13. Nahla, V *et. al.* 1991. Propagación de los cortes del vástago de cultivos herbáceos rizógenos de la agrobacteria. *Hortscience* 26:1058–1060.

14. Rojas, G. 1993. Fisiología vegetal aplicada. 4 ed. México, Interamericana Mc.graw-Hill. 275 p.
15. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimientos de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda AIBrra. 1000 p.
16. Velásquez, T. 1991. Rooting and acclimatization of micropropagated *Vitis lambrusca* Delaware. Hortscience 26:586–589.
17. \_\_\_\_\_. 2005. Tipos de reguladores de vegetales (en línea). Revista de Biología. Consultado 5 set 2007. Disponible en: [http://www.biologia.edu.ar/plantas/reguladores vegetales2005/tipos\\_de\\_reguladoresvegetales.htm](http://www.biologia.edu.ar/plantas/reguladores_vegetales2005/tipos_de_reguladoresvegetales.htm)
18. \_\_\_\_\_. 2006. Auxinas (en línea). US. Consultado 5 set 2007. Disponible en: <http://www.efn.uncor.edu/dep/biologia/intrbiol/auxinas.htm>

## 2.10 ANEXOS



**Figura. 14. A.** Plántulas de chile pimienta variedad codificada Tarian(testigo, dosis 3000 ppm AIB Y 3500 ppm AIB.)



**Figura. 15. A.** Plántulas de chile pimienta variedad codificada Tarian(testigo, dosis 4000,4500 Y 5000 ppm AIB.)



**Figura. 16 A.** Plántulas de chile pimiento variedad codificada Tarian en formación ascendente (testigo, 3000, 3500, 4000, 4500 y 5000 ppm AIB).



**Figura. 17 A.** Plántulas de chile pimiento variedad codificada Tarian en formación (testigo, 3000, 3500, 4000, 4500 y 5000 ppm AIB).



**Figura. 18.A.** Raíces de las plántulas de chile pimiento variedad codificada Tarian a los 40 días (testigo).



**Figura. 19.A.** Raíces de las plántulas de chile pimiento variedad codificada Tarian a los 40 días (3000 ppm. AIB).



**Figura. 20.A.** Raíz de las plántulas de chile pimiento variedad codificada Tarian a los 40 días (3500 ppm. AIB).



**Figura. 21.A.** Raíz de las plántulas de chile pimienta variedad codificada Tarian a los 40 días (4000 ppm. AIB).



**Figura. 22.A.** Raíz de las plántulas de chile pimienta variedad codificada Tarian a los 40 días (4500 ppm. AIB).



**Figura. 23.A.** Raíz de las plántulas de chile pimienta variedad codificada Tarian a los 40 días (5000 ppm. AIB).



**CAPÍTULO III**  
**INFORME DE SERVICIOS**  
**REALIZADOS EN LA EMPRESA PRODUCTORA DE SEMILLAS HIBRIDAS**  
**DE RUITER SAN PEDRO S.A., AGUA ZARCA, SAN PEDRO PINULA,**  
**JALAPA**

The image features a large, semi-transparent watermark of the coat of arms of the state of Coahuila de Zaragoza. The coat of arms is circular and contains a central figure holding a staff, surrounded by various heraldic symbols including a castle, a lion, and a crown. The Latin motto "CÆTERA QUÆ ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACCIDENTIA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the emblem.

### 3.1 PRESENTACIÓN

En el diagnóstico del Ejercicio Profesional Supervisado llevado a cabo en la empresa De Ruitter San Pedro S.A., la cual se dedica a la producción y comercialización de materiales genéticos mejorados, como chile pimiento (*Capsicum annum*), pepino (*Cucumis sativus*) y tomate (*Lycopersicon esculentum*); se determinó una adecuada evaluación de los parámetros aceptables de producción para los tres cultivos antes mencionados, siendo producidos mediante un sistema de explotación de cultivos protegidos, es decir bajo ciertas condiciones de manejo controladas (riego, aireación, fertilización, manejo fitosanitario, etc.), pero se observó que existe deficiencias en cuanto al control, por lo que se plantearon servicios tendientes a contribuir a mejorar esta situación.

El principal problema detectado fue el de una producción dispareja de plantas dentro de las áreas destinadas para ello, viéndose reflejadas en una marcada diferencia entre plantas producidas dentro del mismo invernadero e incluso dentro de cada línea (surco). Para lo cual fue necesario hacer una toma de las principales variables que pudieran haber estado incidiendo en esta producción desuniforme, siendo dichas variables tomadas las siguientes: volumen de agua aplicado en cuatro líneas de invernadero en tres puntos de toma por línea (mangueras), muestreo de riego de goteros, muestreo de suelo (humedad, temperatura, conductividad eléctrica y pH), conductividad eléctrica y pH del agua, fisiología de las plantas en los puntos de muestreo y pruebas de germinación, en los mismos, de la semilla de los frutos en producción. También se implementó un sistema mecanizado de pulverización de pacas de peat-moss en el área de propagación, contribuyendo de esta manera a hacer un uso eficiente de los recursos disponibles en el lugar.

Otro aspecto descuidado fue la falta de un sistema de bioseguridad, debido a que había entrada y salida de personas sin control, lo que implica un riesgo alto de contaminación de las áreas de producción y que inciden en una calidad de producto con muy poca o ninguna inocuidad, por lo que se implementó un método de prevención. Se construyó una infraestructura adecuada siendo esta: túneles de aspersion para el ingreso del personal a la empresa, arco de desinfección vehicular y trampas de insectos al contorno de la finca.

## **3.2 SERVICIO 1: Monitoreo de los factores que inciden en el crecimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*), y pepino (*Cucumis sativus*), bajo condiciones de invernadero.**

### **3.2.1 OBJETIVO**

Evaluar los factores que inciden en el crecimiento de los diferentes cultivos establecidos en los invernaderos 3 y 6, con el propósito de llevar a cabo los ajustes e implementar las medidas más adecuadas para mitigar las condiciones adversas que se pudieran estar presentando.

### **3.2.2 METODOLOGÍA**

Se realizó la toma de las variables de los factores que muy probablemente estuvieron provocando una producción variable en los invernaderos, dichas variables fueron: volumen de agua aplicado a cuatro líneas (surcos) de invernadero en tres puntos de toma por línea (mangueras), muestreo de riego de goteros, muestreo del suelo (conductividad eléctrica, pH, humedad y temperatura), conductividad eléctrica y pH del agua, fisiología de las plantas en los puntos de muestreo y pruebas de germinación de los puntos de muestreo de la semilla de los frutos en producción.

Se describen ahora cada una de estas variables medidas con las que se recomendaron las medidas más pertinentes a tomar.

#### **A. Volumen de agua de cuatro líneas del invernadero en tres puntos de gotero por manguera.**

Se tomó cuatro líneas al azar de los invernaderos 3 y 6, luego cada línea fue dividida en tres puntos: inicio (extremos de los invernaderos), medio (parte media de la línea) y final (parte posterior a la calle del invernadero), identificadas con bandas de nylon (2).

Se tomaron tres cubetas por líneas para cada punto de muestreo, con un total de doce cubetas por invernadero, para captar el agua y determinar el volumen de riego en un día para los tres puntos de estudio. Se utilizaron dos beacker, uno de 500 ml y otro de 100 ml.

Esto para saber el volumen exacto que existe de agua por cubeta en cada punto de muestreo y de esta forma saber qué punto es mayor o menor captador, etc.

Se estuvieron anotando otras referencias que pudieran influir en la correcta toma de datos de campo. La toma de datos se hizo dos veces por semana, durante 4 semanas que duró el estudio (2).

Puede observarse en la figura 24 la situación encontrada durante el diagnóstico, por lo que se determinó poder evaluar el volumen de agua emitido por el sistema de riego y corregir los posibles defectos en el mismo:



**Figura 24.** Puede observarse la desuniformidad en el fondo de la línea (surco) por lo cual se determinó evaluar el sistema de riego.

### **B. Muestreo de riego por goteros**

Se tomaron diez cubetas para este caso, se tomaban cada vez que se realizaba esta prueba la selección de punto de muestreo era al azar, totalmente por gotero para poder comparar si los reguladores de los goteros aun se encontraban en buen estado.

Siempre se utilizaron en este caso dos beacker, de 100 y 500 ml. para comprobar si los goteros de los diferentes puntos de línea emitían la misma cantidad de volumen por riego. El programa de riego de los invernaderos maneja un rango de riego emitido realizado de 110 a 115 ml, esto es fundamental ya que si los goteros no mantienen este rango la manguera se encuentra con efectos defectuosos al emitir el riego. El tiempo que se realizaba esta actividad fue de una vez por semana por 4 semanas (3).

### **C. Muestreo de suelo**

#### **a. Conductividad eléctrica (CE) y pH.**

Se tomaron las cuatro líneas ya identificadas con los puntos internos dentro de las líneas de estudio. Se tomaba una muestra de suelo con un barreno a una profundidad de 25 cm, por línea y por sub-divisiones de las líneas para luego homogenizar por puntos ya sea final, medio e inicio. Se utilizaron tres beacker para cada solución pasta, por lo que contaba la empresa con un medidor de pH y un conductímetro, cada solución pasta se hizo con una relación 2:1, es decir dos partes de suelo y una de agua, para luego realizar la toma de datos correspondiente por punto asignado. La toma de datos se realizaba una vez por semana (2).

#### **b. Porcentaje de humedad (Porcentaje)**

Se utilizaron doce bolsas plásticas para llevar al laboratorio la muestra, la cual era extraída del suelo con barreno a una profundidad de 25 cm. Se identificaba cada muestra para luego homogenizar y determinar qué punto de muestreo presentaba mayor porcentaje de humedad y si coincidía con el punto mayor de volumen de agua.

La fórmula utilizada para determinar el porcentaje de humedad en cada punto muestreado fue:

$$\frac{\text{peso húmedo} - \text{peso seco}}{\text{peso húmedo}} * 100 = \text{Porcentaje de humedad}$$

Esta se realizó una vez por semana, por un periodo de 4 semanas (2).

### **c. Temperatura del suelo**

La empresa cuenta con un termómetro de suelo con el cual se realizó la toma de datos de los tres puntos internos dentro la línea. El termómetro se insertaba al lado del tallo de la planta para corroborar la temperatura más cercana a su área radicular. Esta medición se realizó una vez por semana, durante 4 semanas (2).

### **D. Conductividad eléctrica (CE) y pH del agua**

Se realizó con los mismos recipientes utilizados para la determinación de volumen de agua aplicado en tres puntos de cada línea (surco). Se utilizó el respectivo medidor de pH y conductímetro. Este dato fue tomado una vez por semana, por 4 semanas (2).

### **E. Fenología de la plantas**

Se les hizo la medición a las mismas plantas de los puntos donde se midió el volumen de agua aplicado en tres puntos de cada línea (surco). En esta fase se utilizó un metro, regla y una forcícula para medir con mayor facilidad el tamaño de las hojas, número de hojas, tamaño de entrenudo y número de frutos. La toma de datos se realizaba a las mismas hojas, entrenudos y frutos para realmente saber que tamaño había sido el que había crecido durante el intervalo de la siguiente medición. Esta toma de datos se realizaba una vez por semana, por un total de 4 semanas (2).

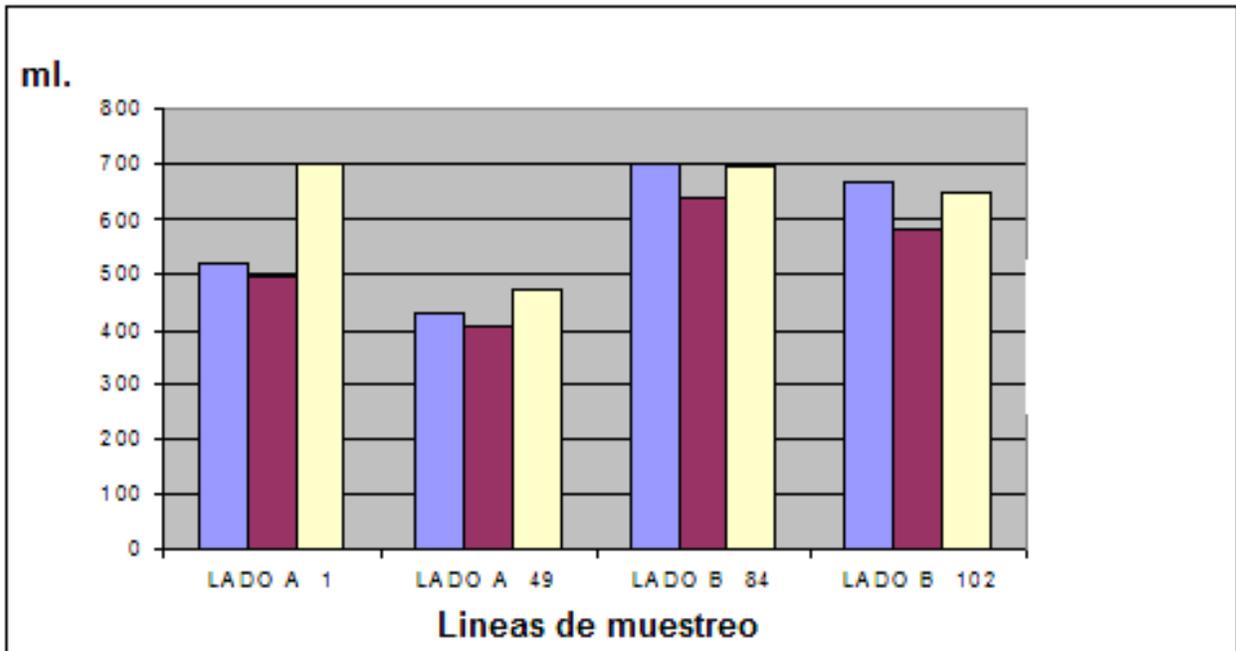
### **F. Prueba de germinación**

Se recolectaron frutos, de las plantas marcadas desde el principio de la toma de datos al momento de la cosecha. Se cosecharon la misma cantidad de frutos de las tres fases internas de las líneas ya marcadas. Se identificaron las cajas del invernadero al área de procesamiento. Posteriormente se extrajo la semilla de cada fruto y se separaba por lugar muestreado/línea, se lavaba y se secaba para luego realizar la siembra. Ya sembrada la semilla seleccionada se esperó a que saliera del cuarto de germinación y se hizo un conteo de semillas germinadas y de esta forma determinar qué punto obtuvo el mayor porcentaje en germinación (2):

### 3.2.3 RESULTADOS

#### A. Volumen de agua de cuatro líneas del invernadero en tres puntos de gotero por línea (manguera).

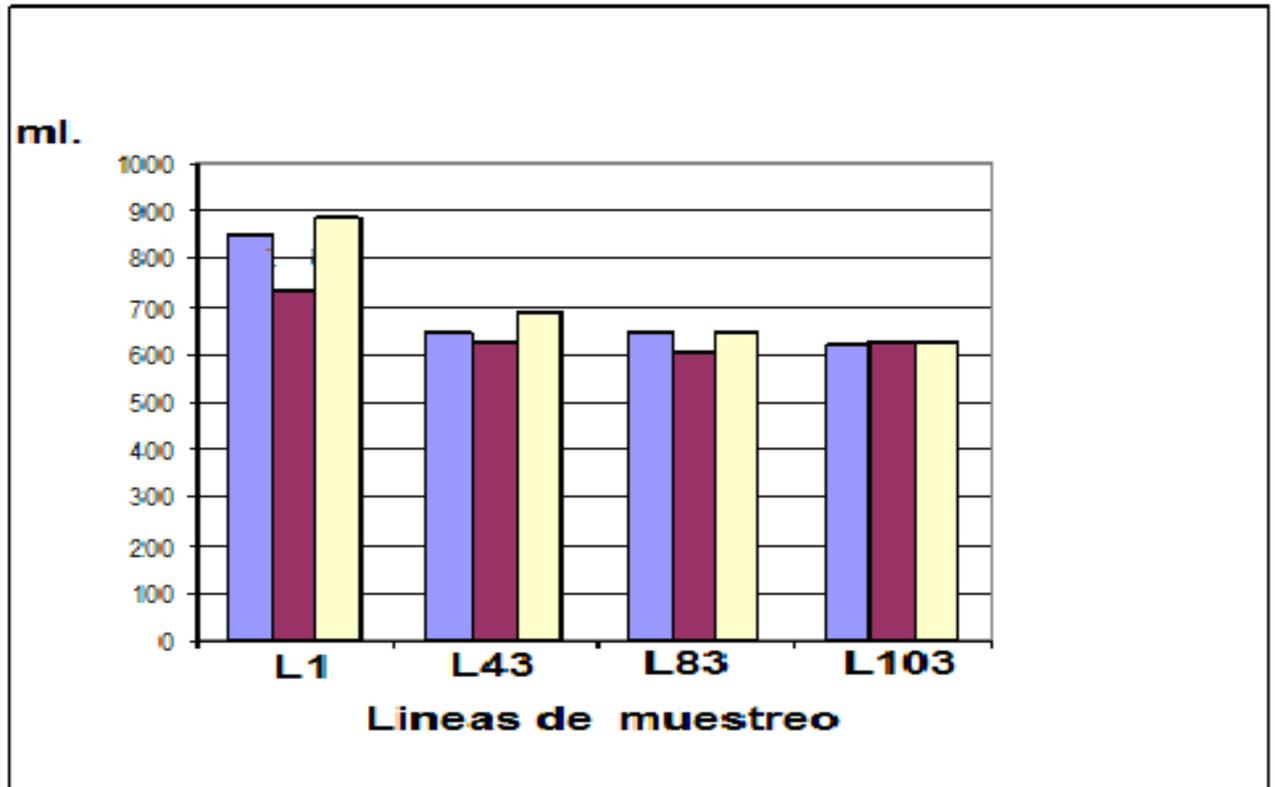
Se tabularon y graficaron los datos de los invernaderos 3 y 6, siendo los resultados obtenidos una prueba de que existen problemas en el sistema de riego ya que la aplicación de agua no es homogénea, a pesar de que cuentan con un sistema de riego compensado. Se muestra la figura 25 la medición promedio del volumen de agua emitido en los tres puntos de cada surco (en la grafica véase: LADO)



**Figura 25.** Comparación de los volúmenes de agua de riego aplicados de 4 líneas muestreadas dentro del invernadero 3.

Para el invernadero 6 se pudo apreciar un comportamiento muy similar al anterior, es decir al invernadero 3 (ver figura 26), a excepción que la línea 103 mantuvo el volumen de agua parejo al ser emitido el riego. La cantidad mayor que existía en los extremos de los surcos produjo un mayor crecimiento de las plantas en ese sector y las de la parte media, una diferencia marcada de tamaño en cuanto a los extremos.

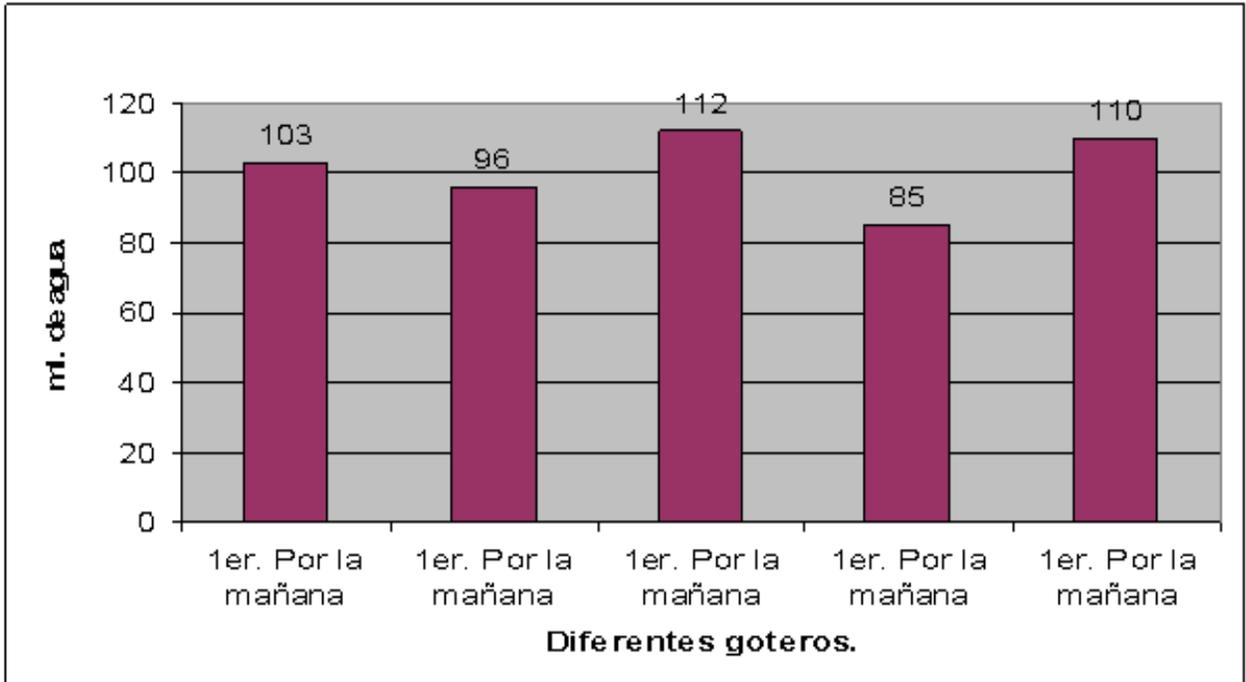
Con respecto al número de frutos las líneas se comportaron bastante uniforme a pesar de las diferencias de riego, existió variación entre líneas únicamente en el área foliar.



**Figura 26.** Comparación de los volúmenes de agua de riego aplicados de 4 líneas de muestreo dentro del invernadero 6.

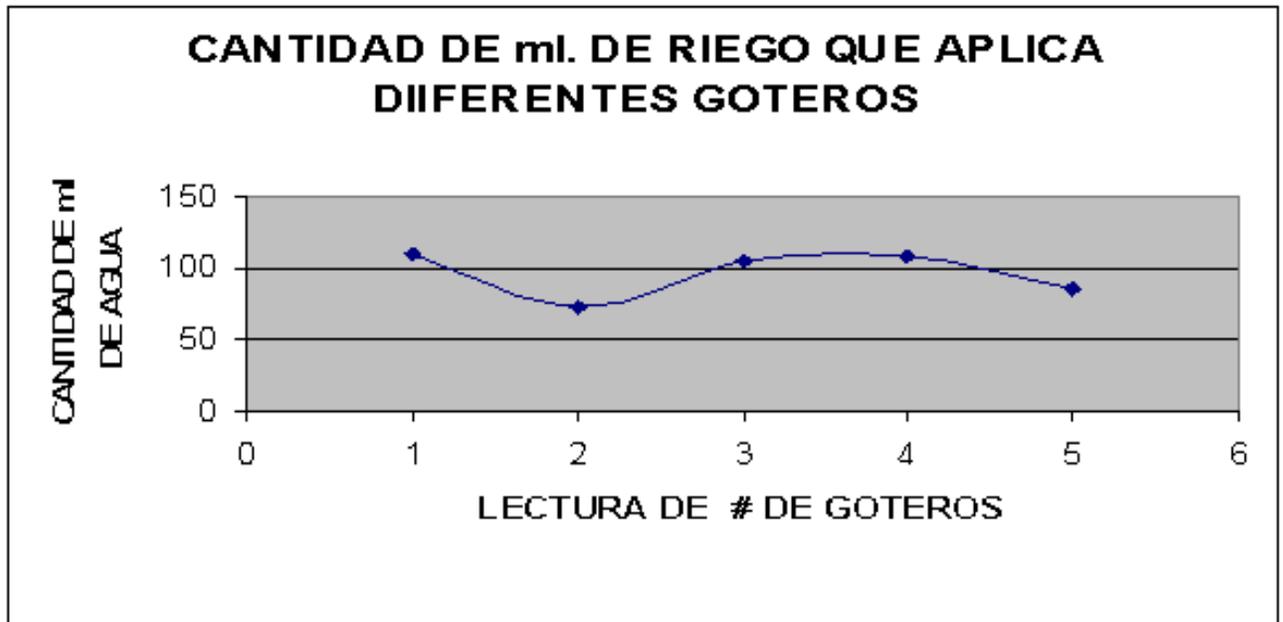
### **B. Muestreo de riego por goteros**

Los resultados en esta prueba para los invernaderos 3 y 6 muestran un comportamiento variado, por lo que los volúmenes no son homogéneos en cantidad de agua para el riego localizado a cada una de las plantas. Estas se encuentran fijadas a un lugar y sujetas a la disponibilidad de agua en el mismo. Aún variaciones muy pequeñas en la disponibilidad de agua, pueden tener consecuencias importantes en la distribución de la cobertura vegetal, ya sea mayor o menor, como en este caso, el que se aprecia en la siguiente figura 27.



**Figura 27.** Muestreo por gotero del volumen emitido en el invernadero 6.

Se presenta la figura 28, en la que puede apreciarse el comportamiento del volumen emitido por gotero en el invernadero 3, el cual es igualmente similar al del invernadero 6 presentado previamente:



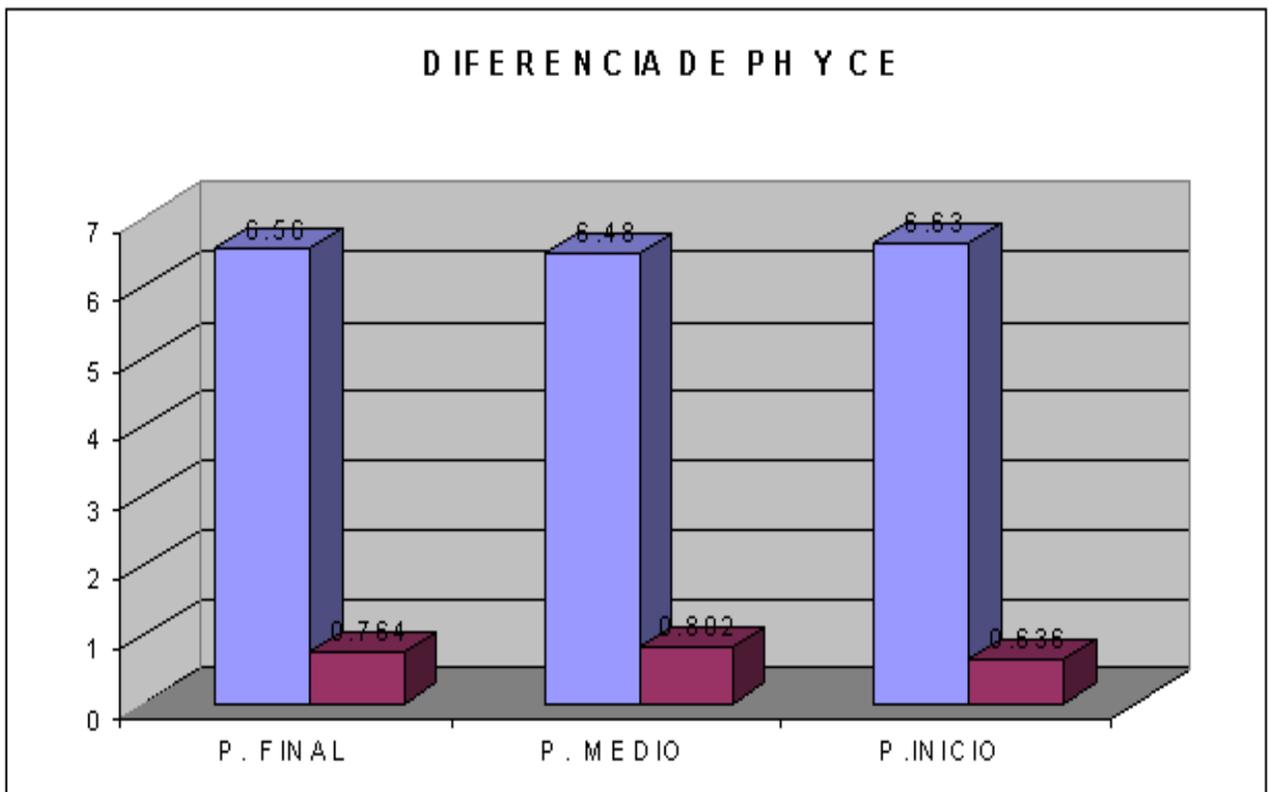
**Figura 28.** Muestreo por gotero del volumen emitido en el invernadero 3

### C. Muestreo de suelo

#### a. Conductividad eléctrica (CE) y pH.

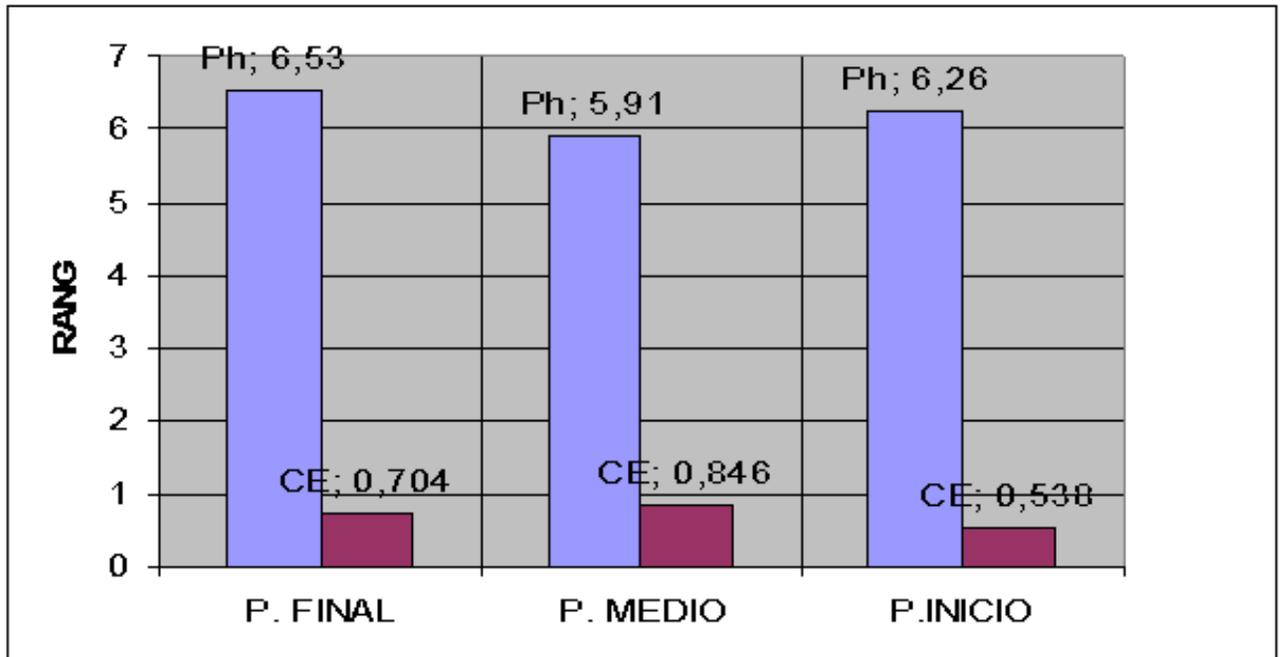
El muestreo de suelo que se realizó en ambos invernaderos dio como resultado el mismo efecto al momento de graficar los datos, notándose que el pH del suelo es bajo en ambos invernaderos, en el punto medio de cada línea y la conductividad eléctrica (C.E.), también surgió un mismo efecto en el punto medio al ser tomada la C.E. y graficar los datos se obtuvo una respuesta mayor en el punto medio, esto debido a la acumulación de sales en ese punto, ya que esa parte de la línea se emite menor cantidad de agua, por lo que hay menor cantidad de sales lavadas por el riego, menor humedad y son puntos que visualmente se caracterizan con manchas de tonalidad blancas.

Se presenta ahora la figura 29, en la que puede verse tanto el pH y conductividad eléctrica medida en los tres puntos (inicio, final y medio) para cada una de las líneas en el invernadero 3:



**Figura 29.** pH y conductividad eléctrica (CE) del suelo en el invernadero 3.

De igual forma se presenta para el invernadero 6 la conductividad eléctrica y el pH medidos, siendo los resultados muy similares a los obtenidos en el invernadero 3, por lo que puede deberse a que se trata del suelo característico de la región, dicho resultado puede verse en la siguiente figura 30:

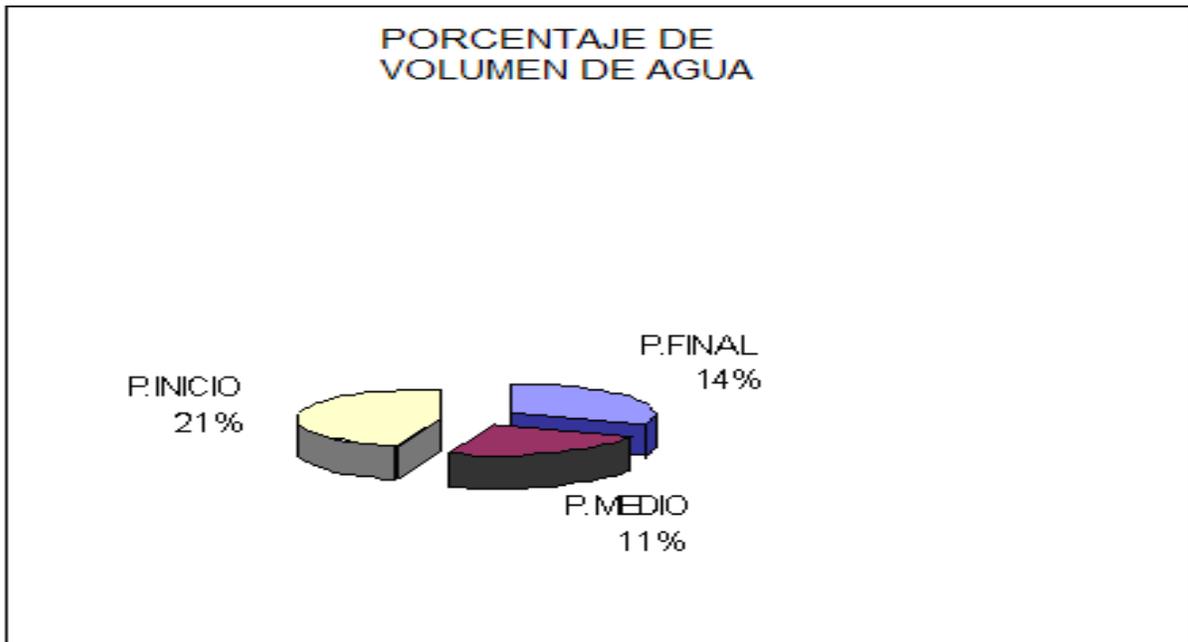


**Figura 30.** pH y conductividad eléctrica (CE) del suelo en el invernadero 6.

#### **b. Porcentaje de humedad del suelo**

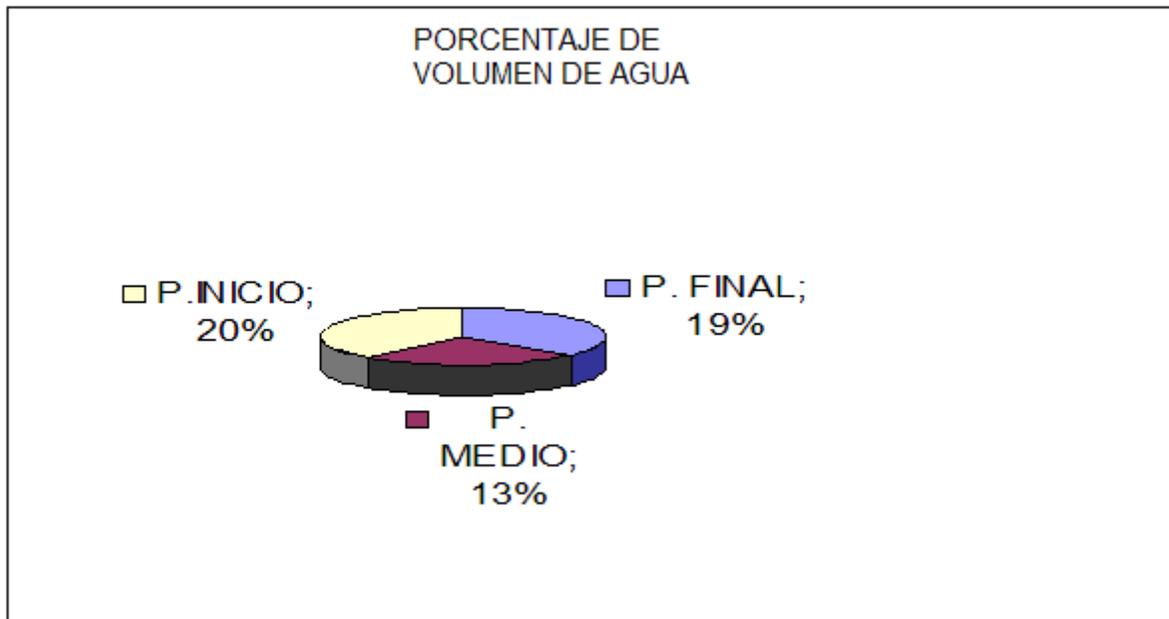
Al igual que en las anteriores variables estudiadas se determinó que en los extremos existe mayor humedad y es mayor en el punto de muestreo del inicio, luego el final con un porcentaje notable en ambos invernaderos y el punto con menor cantidad de humedad fue el de la parte de en medio, que es donde las plantas tienden a tener su área foliar de un menor tamaño que la de los extremos y que la emisión de agua aportada por cada gotero no es la correcta como se menciona anteriormente el riego es totalmente compensado, pero los resultados obtenidos nos indica que el sistema de riego no está emitiendo los volúmenes correctos por cada gotero.

El porcentaje de humedad medido en el invernadero 3 se puede observar en la siguiente figura 31:



**Figura 31.** Porcentaje de humedad medido en el suelo del invernadero 3.

Puede verse una tendencia similar a la del invernadero 3 para el invernadero 6, debido a que se trata del mismo tipo de suelo, en la figura 32 puede verse los resultados obtenidos para la humedad:

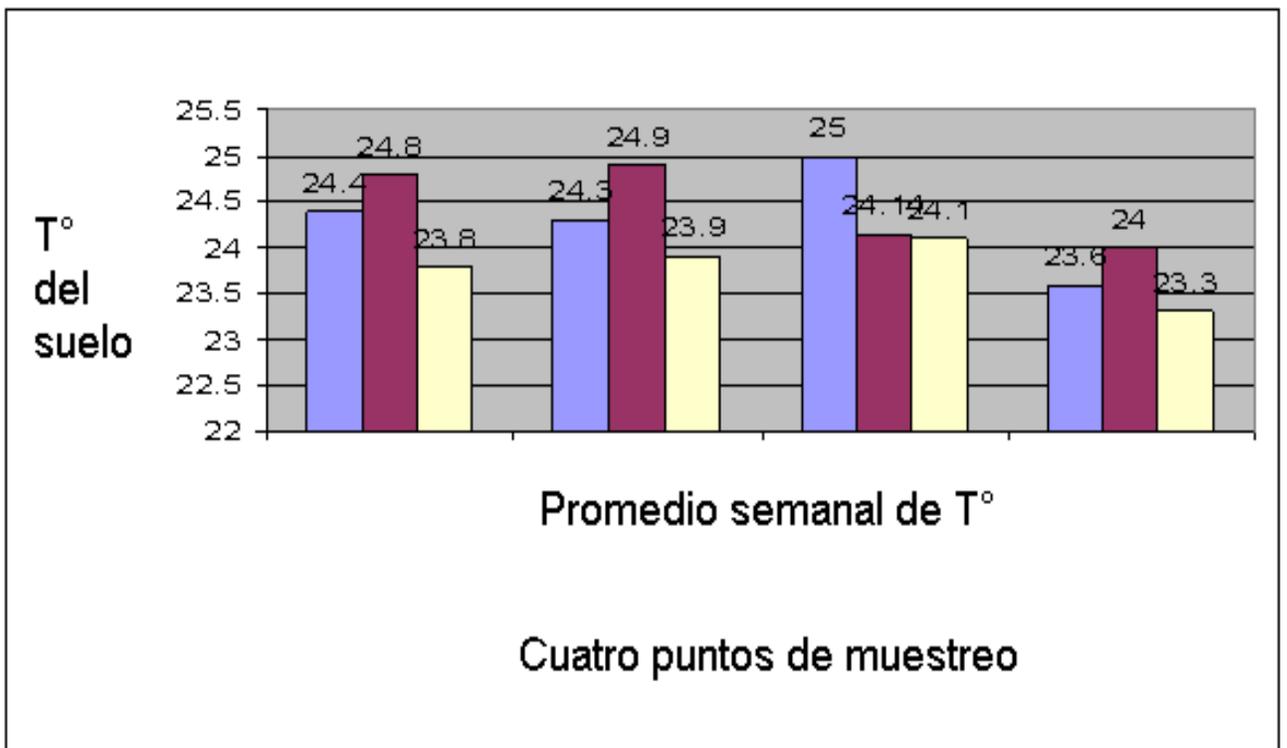


**Figura 32.** Porcentaje de humedad en el suelo del invernadero 6.

**c. Temperatura del suelo de los puntos de muestreo.**

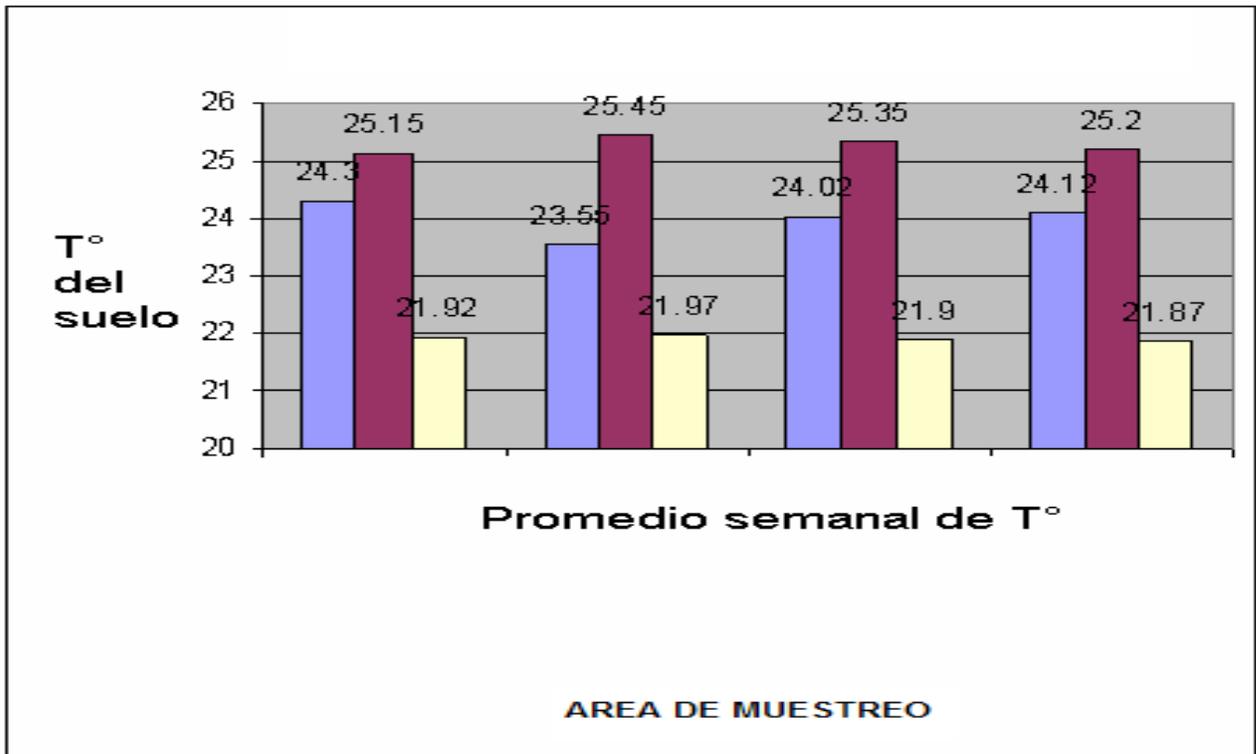
La temperatura dió como resultado que en el inicio se obtuvo en ambos invernaderos una temperatura menor que en los otros dos puntos evaluados, debido a que ahí existe la mayor emisión de riego.

En el punto de muestreo, al final de la línea, se determinó que la temperatura es también baja, debido a que ahí también se tiene mayor caudal de riego en comparación de la parte media de las mangueras, en la figura 33 puede apreciarse de forma gráfica los resultados obtenidos para esta variable medida:



**Figura 33.** Temperatura del suelo del invernadero 3.

Puede observarse que fue la parte media de las líneas las que presentaron una mayor temperatura con respecto a los otros dos puntos, siendo para el invernadero 6 un comportamiento muy similar, que se muestra en la figura 34.



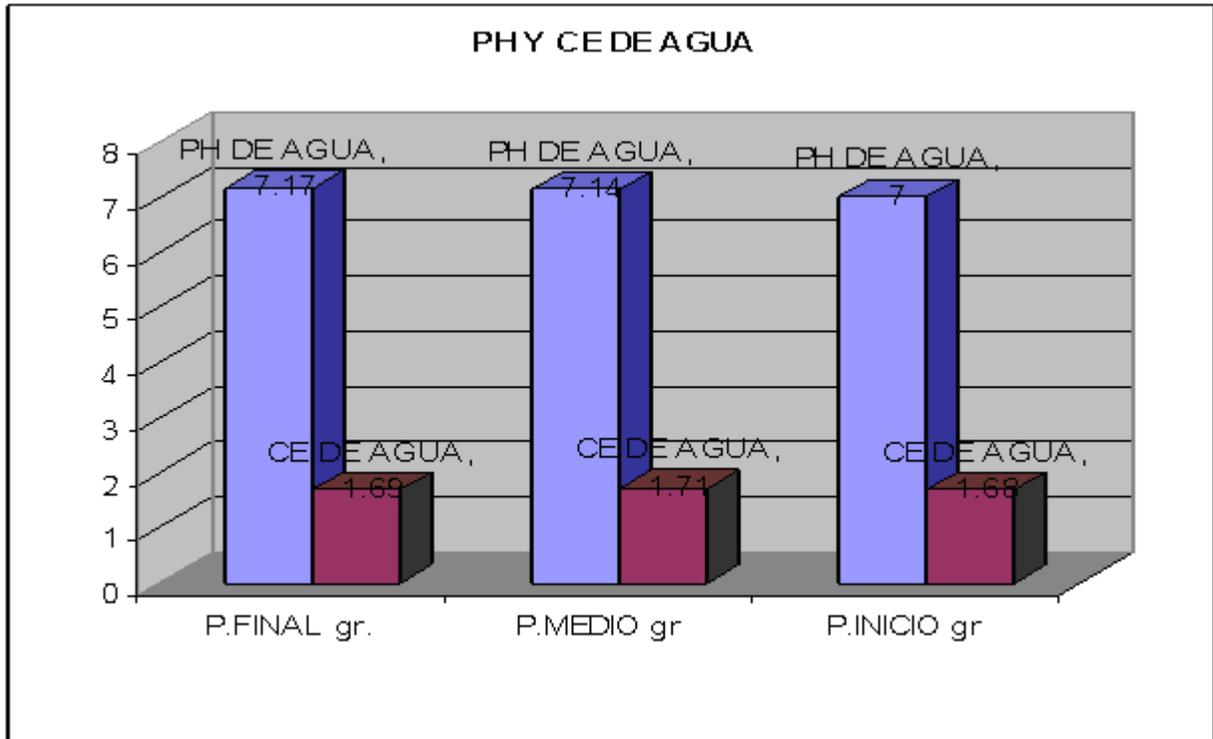
**Figura 34.** Temperatura del suelo del invernadero 6.

#### **D. Conductividad eléctrica (CE) y pH del agua**

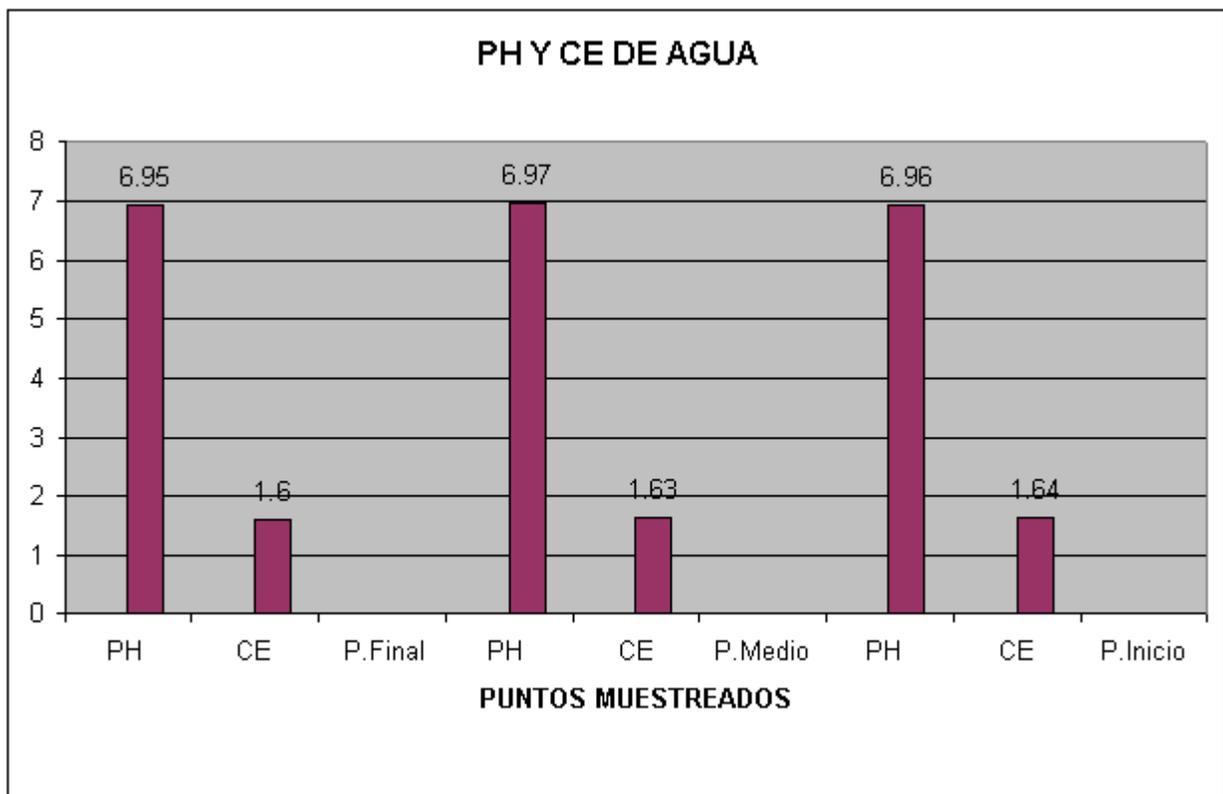
El pH del agua utilizada para el riego de los invernaderos fue supervisada diariamente dentro de los silos por aparatos sofisticados, por lo que ésta si se encuentra dentro de los rangos permitidos por la Empresa, al igual que la conductividad eléctrica en el agua, este factor si se encuentra bajo el margen permitido, por lo tanto, no se encontró problema al estudiar esta variable, por lo que el agua al ser emitida por cada gotero y al ser evaluada, tenían las características que las plantas necesitaba.

En cuanto al pH para ambos invernaderos, este se encuentra alrededor de 7, por lo que es un indicador aceptable, ya que los insumos agregados tales como productos fitosanitarios y fertilizantes no afectan significativamente en la calidad del agua de riego y por lo tanto, a la producción obtenida en ambas infraestructuras.

Los resultados de forma gráfica pueden verse en las figura 35 y 36, a continuación:



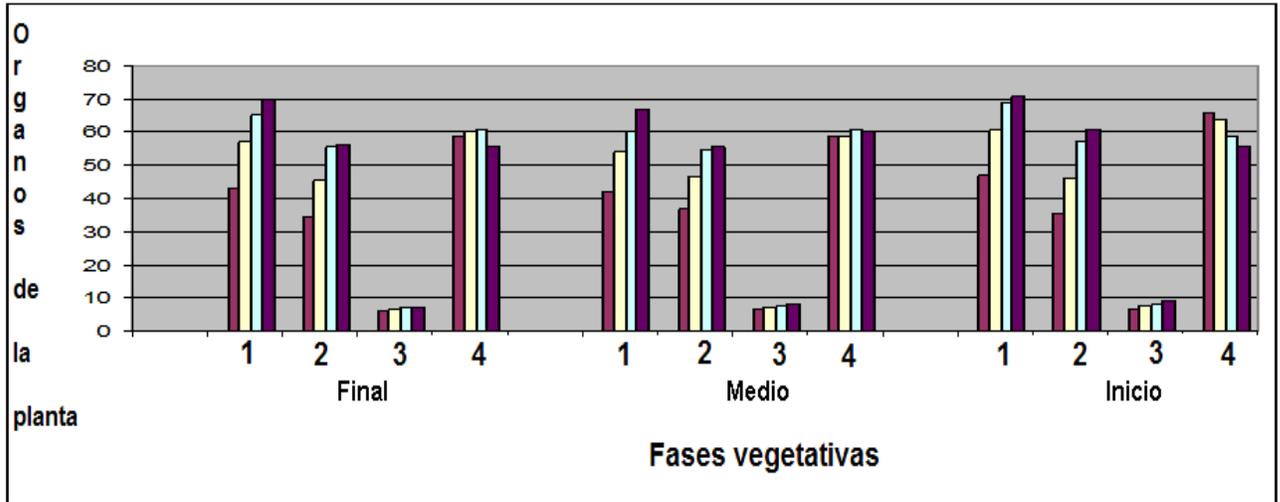
**Figura 35.** pH y conductividad eléctrica del agua invernadero 3.



**Figura 36.** pH y conductividad eléctrica del agua invernadero 6.

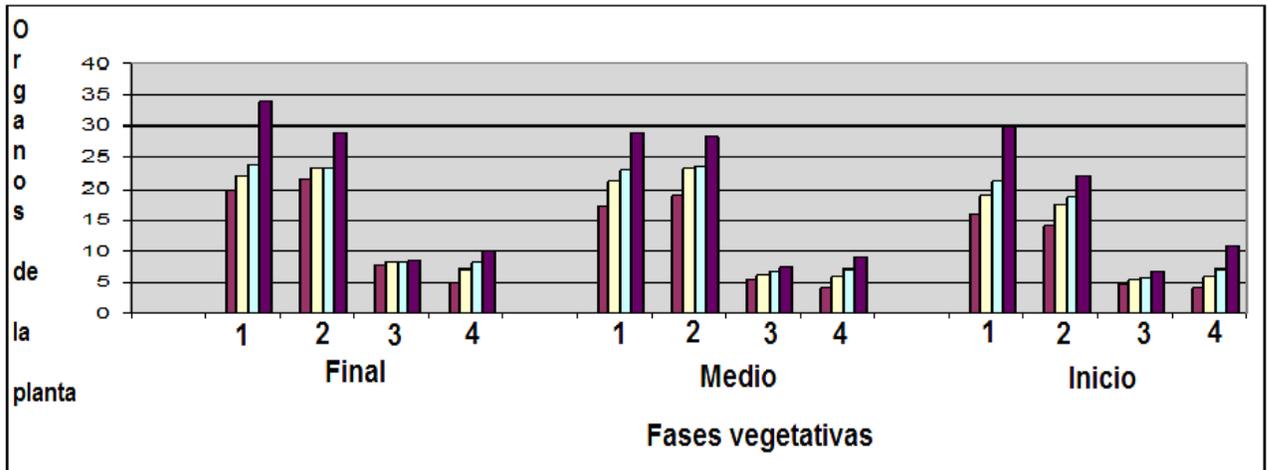
**E. Fenología de la plantas**

Los datos tomados son: tamaño de las hojas (1), número de hojas (2), tamaño de entrenudo (3) y número de frutos (4). La figura 37 muestra el resultado por semana de la medición de estas variables:



**Figura 37.** (1) Número de hojas, (2) tamaño de la hoja, (3) tamaño entrenudo (4) número de frutos, para el invernadero 3.

Así mismo para el invernadero 6 se tomaron los mismos datos durante 4 semanas para poder observar el comportamiento de las plantas, tal como puede apreciarse en la figura 38:



**Figura 38.** (1) Número de hojas, (2) tamaño de la hoja, (3) tamaño entrenudo (4) número de frutos, para el invernadero 6.

Puede observarse en la figura 39 la toma de datos que se estuvo realizando para poder evaluar el crecimiento de las plantas, siendo esta una actividad importante de llevar a cabo para cultivos que reflejan sus características genéticas en los aspectos medidos en este servicio.



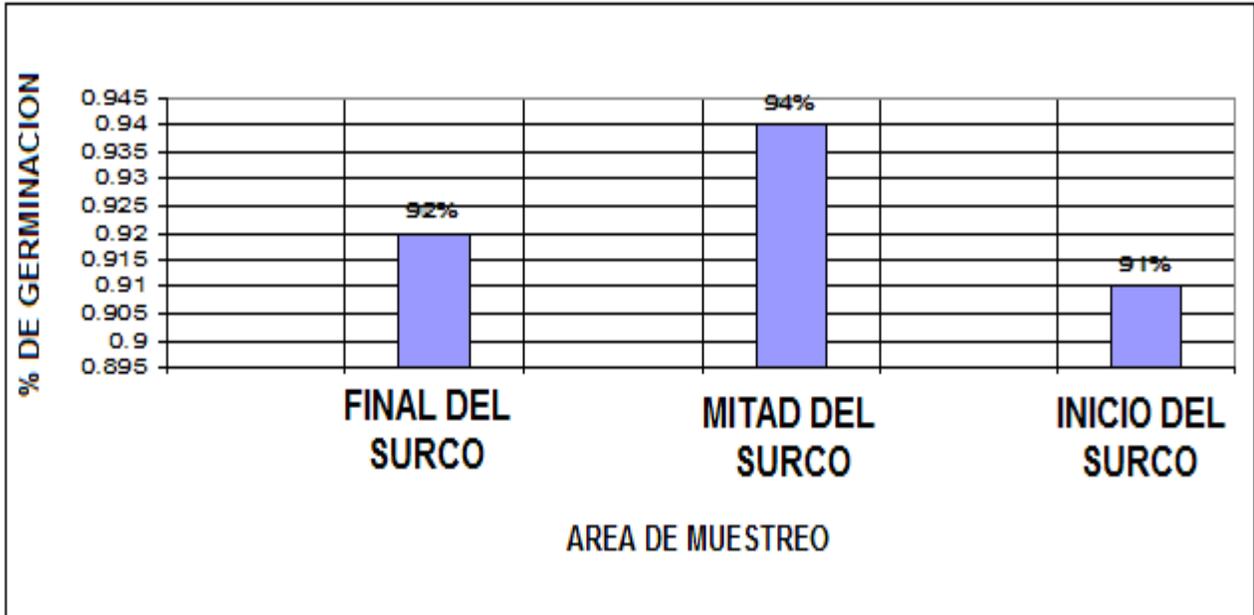
**Figura 39.** Toma de datos para determinar la fenología de las plantas de tomate evaluada.

#### **F. Prueba de germinación**

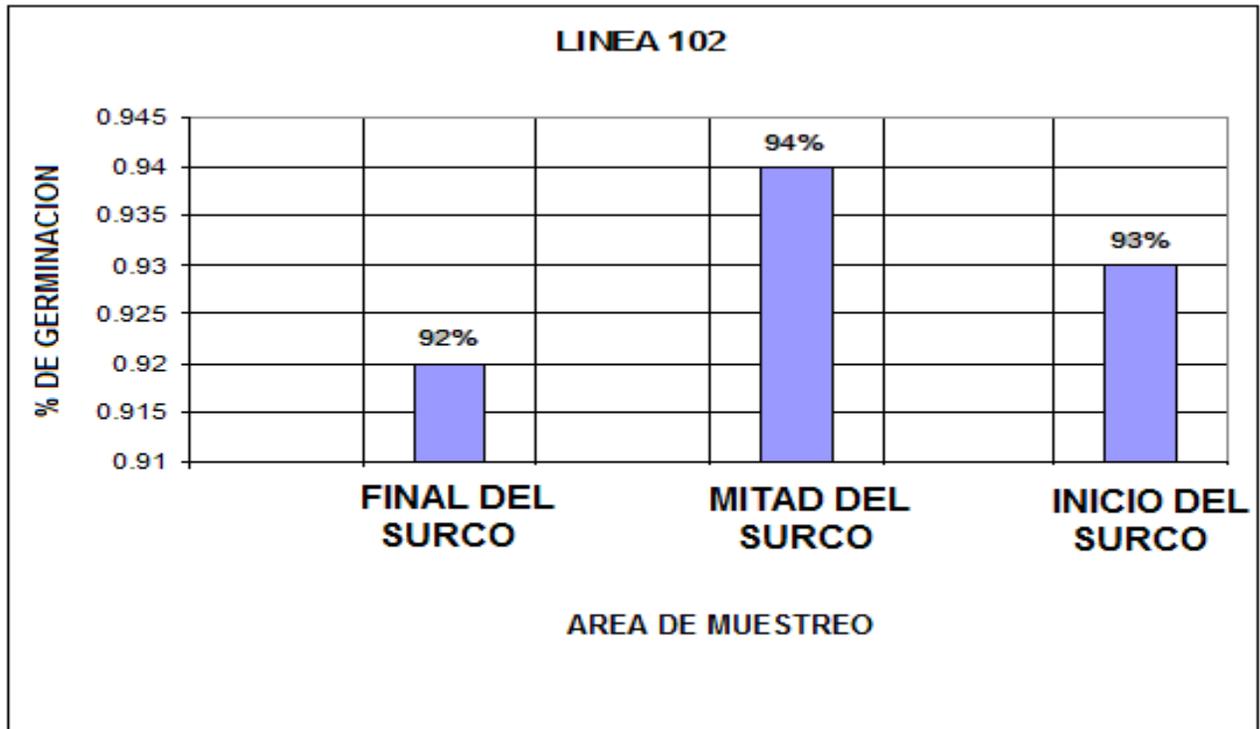
Se puede considerar esta prueba como confiable, es decir que reflejó de una manera representativa las condiciones favorables existentes en el invernadero 3 para poder llevar a buen término la producción de pilones y plantas para obtención de frutos y semillas, considerándose los resultados obtenidos muy aceptables, ya que todos los puntos muestreados están por encima del 90Porcentaje de germinación, siendo esto una clara ventaja de la condiciones que se poseen en el lugar de producción.

El cultivo utilizado para realizar esta prueba fue tomate, habiendo sido desinfectada adecuadamente la semilla e igualmente el suelo para brindarle las condiciones más propicias que permitieran alcanzar el máximo porcentaje de germinación posible. Para los tres puntos (inicio, medio y final) puede observarse un porcentaje de germinación mayor al 90Porcentaje, lo cual es un indicador de que si existen condiciones propicias para llevar a

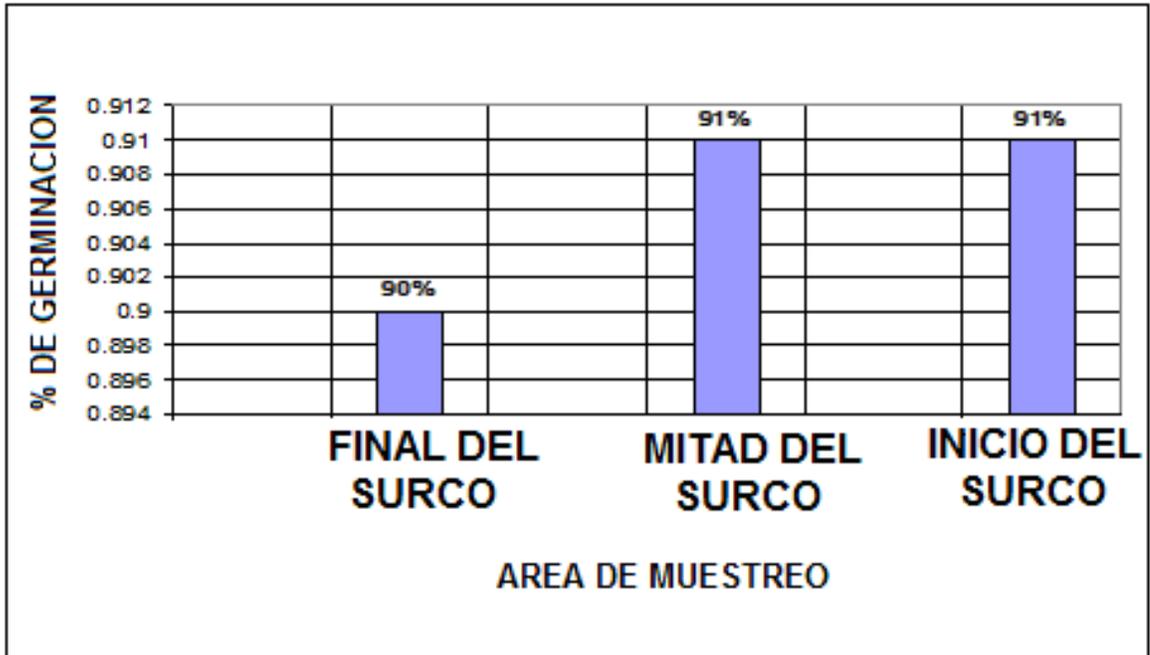
cabo esta actividad. Las figuras 40, 41, 42 y 43 muestran los resultados obtenidos para cada una de las 4 líneas (surcos) en cuanto al porcentaje de germinación se refiere:



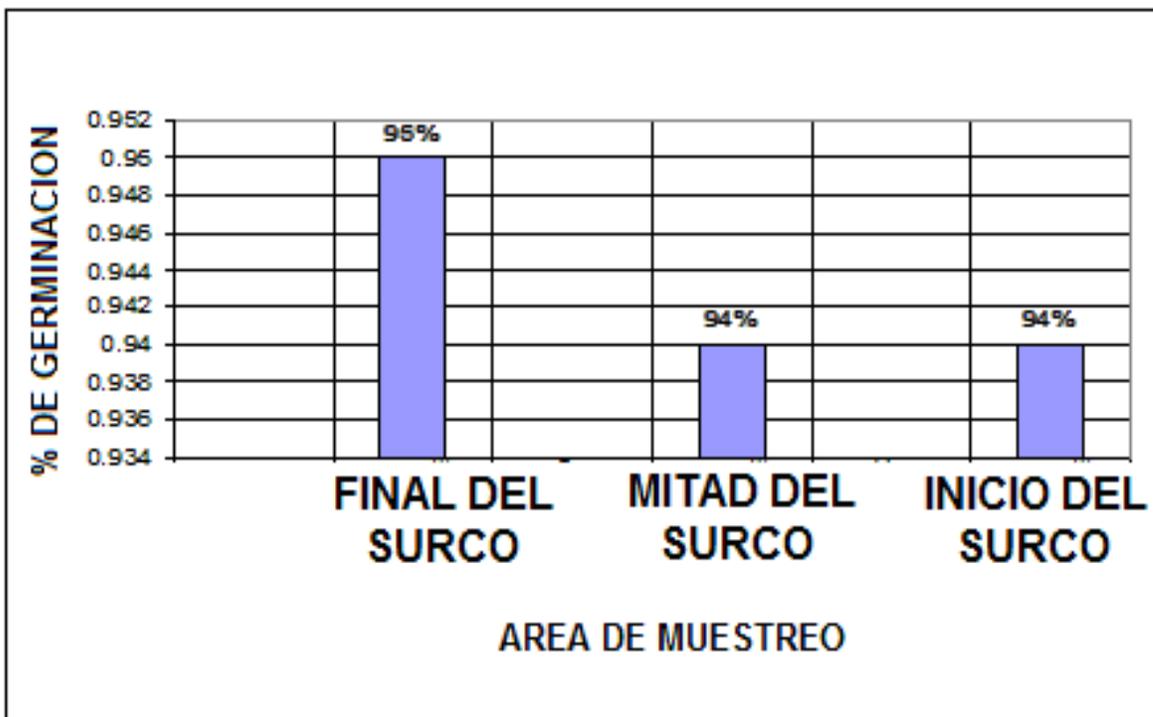
**Figura 40.** Porcentaje de germinación para la línea 1 en el invernadero 3.



**Figura 41.** Porcentaje de germinación para la línea 102 en el invernadero 3.



**Figura 42.** Porcentaje de germinación para la línea 84 en el invernadero 3.



**Figura 43.** Porcentaje de germinación para la línea 49 en el invernadero 3.

### **3.2.4 EVALUACIÓN**

Para la implementación del presente servicio se puede decir que alrededor de un 85% de los factores que inciden en la producción de primera calidad se cumplen a cabalidad en el lugar, lo que indica la implementación adecuada de técnicas agronómicas apropiadas tales como: preparación del suelo, desinfección del área de producción, fertilización, manejo fitosanitario, riego adecuado, producción precisa de semillas para la comercialización y consecuentemente el posicionamiento del mercado regional de la empresa.

Es importante dar seguimiento a las evaluaciones tal como la realizada en el presente servicio, y dentro de las principales recomendaciones hechas a los directivos de la institución fue precisamente realizar investigaciones específicas y periódicas, tomando en cuenta de que se trata de inversiones y no gastos, para determinar de la manera más precisa las condiciones en las que se desarrolla el proceso de producción y con las mismas tomar las decisiones más pertinentes.

### **3.3 SERVICIO 2: Mecanización del proceso de pulverización de pacas de sustrato peatmoss BM 1 de Berger, como aporte para hacer eficiente el uso de los recursos disponibles en el proceso de trasplante de plántulas en el área de propagación.**

#### **3.3.1 OBJETIVO**

Llevar a cabo la conversión de una mezcladora de concreto hacia un sistema que permita mecanizar el proceso de pulverización de sustrato que es utilizado en los invernaderos de propagación de la empresa.

#### **3.3.2 ANTECEDENTES**

Anteriormente la empresa realizaba la actividad de pulverización de peat-moss en el suelo, empleando 5 personas por cada dos pacas destruidas, utilizando un tiempo promedio de 30 minutos, además de una cantidad de agua en exceso debido a la forma de aplicación (manguera).

La situación encontrada durante el diagnóstico realizado fue la siguiente: se pulverizaban las pacas en mesas con capacidad para tres de las mismas, luego eran pulverizadas por un número de 4 a 5 individuos empleando un tiempo de 25 a 30 minutos con un volumen de agua relativamente excesivo para llevar a cabo esta actividad.

Como propuesta planteada en el diagnóstico se decide la conversión de una mezcladora de cemento para poder implementar el proceso de pulverización de pacas de peat-moss BM1 de Berger, con este mecanismo se pretende utilizar de aquí en adelante 3 cubetas de agua (20 litros/cubeta) con un total de 60 litros por paca con un tiempo de 5 minutos por paca, siendo esto una innovación significativa en el proceso de producción.

### **3.3.3 METODOLOGÍA.**

Para llevar a cabo la mecanización del proceso de pulverización de pacas de peat-moss se implementó la siguiente metodología (2).

- a. Se determinó poder darle otro uso a la mezcladora de concreto, la cual había sido abandonada debido a que no se requería su uso para el cual estaba destinada.
- b. Reacondicionamiento de la mezcladora de concreto en una máquina pulverizadora para la producción de peat-moss para la propagación de material vegetal.
- c. Ubicación de la máquina pulverizadora en el área de propagación.
- d. Puesta de funcionamiento de la máquina.

### **3.3.4 RESULTADOS**

Los resultados obtenidos en la implementación del presente servicio se presentan a continuación:

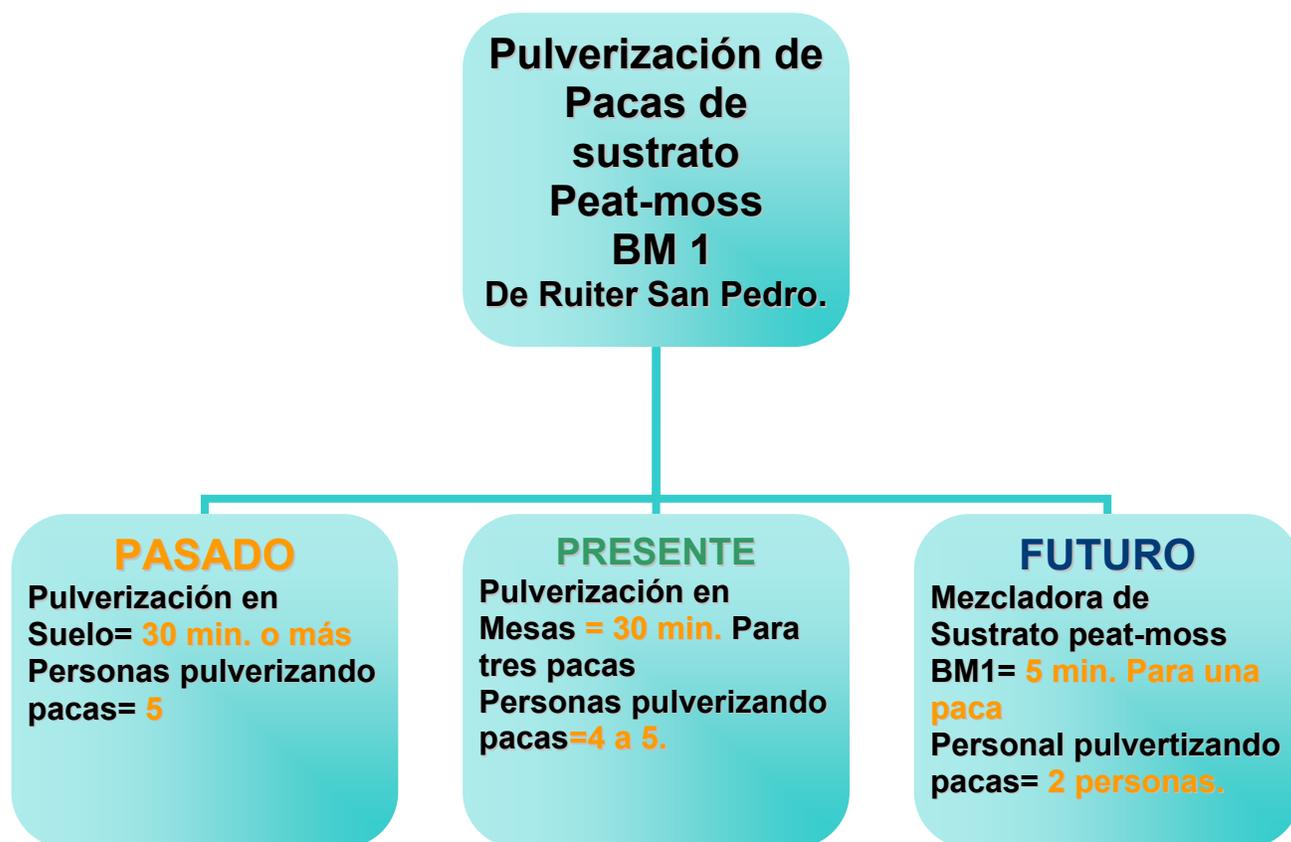
- a. Reacondicionamiento de la mezcladora de concreto en una máquina pulverizadora para la producción de peat-moss para la propagación de material vegetal.

- Se procedió a limpiar y pintar la mezcladora de concreto.
  - Se hicieron los cambios pertinentes de toda parte defectuosa de la máquina.
  - Incorporación de un motor eléctrico.
  - Armado de todas las partes para ser llevada al invernadero de propagación.
- b. Ubicación de la máquina pulverizadora en el área de propagación.
- Se ubicó la máquina en el área de propagación y al ser esta movable se colocó en un punto estratégico dentro del invernadero, ya que su estructura es pesada.
- c. Se puso en funcionamiento la máquina para evaluar su desempeño y poder llevar a cabo el proceso de pulverización de sustrato.
- Se coloca un plástico bajo la mezcladora antes de hacerla funcionar para no desperdiciar el sustrato procesado al caer fuera de ésta.
  - Se coloca bajo la paca de peat-moss una regla a lo ancho de la paca para luego ser partida por un cuchillo la mitad de la paca y como está compactada no se destroza y la regla poco a poco se sube para hacer de una paca dos partes iguales o sea partir la paca por la mitad y obtener dos mitades y de esta forma es más fácil el ingreso de la paca a la mezcladora
  - Tomando en cuenta que entre menos pese mejor y encima del plástico que está debajo de la máquina para no desperdiciar nada de la paca.
  - Se introducen las dos partes iguales de peat-moss y 20 litros de agua se hace funcionar la mezcladora.

- Al encender la máquina se espera 30 segundos mientras se acomoda el movimiento y luego se da un giro de 90 grados, después se deja un minuto en esta posición y luego se da otro giro de la misma forma hacia el otro costado durante un minuto más para luego vaciarlo dentro de un balde grande.
- Anteriormente durante cada vuelta se aplican 20 litros por cada vuelta de derecha a izquierda cada giro de 90 grados.
- Para obtener el peat-moss ya homogéneo con el agua, se lleva 4 minutos para su elaboración y 60 litros de agua.
- Un minuto más se toma para trasladar con la ayuda de un trocker el baño lleno de peat-moss (una paca) al lugar donde se realiza el llenado de macetas o bolsas dentro del invernadero. Para hacer un total de 5 minutos de actividad por paca.
- Para llenar con peat-moss la mezcladora solamente lo hace una persona, para aplicar agua lo hace la misma persona, el que maneja la mezcladora y lleva el trocker al lugar donde se realiza el llenado es otra persona para hacer un total de 2 persona para la pulverización de pacas.
- Tres pacas son pulverizadas en 15 minutos automatizando el trabajo y haciendo que el resto del personal realice otras actividades necesarias en otra área.

### **3.3.5 EVALUACIÓN**

En resumen se puede apreciar en la figura 44 la situación anterior encontrada, es decir la forma en la que se desarrollaba la actividad de pulverización cuando la empresa recién inició sus operaciones, luego la situación encontrada en el diagnóstico y posteriormente una proyección de cómo se tendrá el nuevo proceso de pulverización, con la implementación del presente servicio, el cual se puede decir que ayudó significativamente a mejorar este aspecto, ya que el mismo se hallaba deficiente.



**Figura 44.** Síntesis del proceso de pulverización, antes, situación encontrada durante el diagnóstico del EPS y una proyección en base a lo que actualmente se realiza, (pulverizadora mecánica)

### **3.4 SERVICIO 3: Servicios no planificados.**

#### **3.4.1 OBJETIVO**

Apoyar las actividades, procesos y circunstancias eventuales que se presentarán durante el desarrollo del ejercicio profesional supervisado, como parte del compromiso y vocación de servicio por parte del estudiante en proceso de formación profesional.

#### **3.4.2 METODOLOGÍA.**

Para llevar a buen término todo el proceso de producción del material vegetal para comercialización de la semilla, en la empresa de Ruitter, se brindó el apoyo oportuno y pertinente en las circunstancias eventuales y de logística que se AIBn presentando, con el fin de mejorar los procesos. Toda acción a implementar fue debidamente consultada, consensuada y avalada por parte de los directivos de la empresa (1).

Los tres servicios no planificados realizados son: implementación de trampas para muestreo de mosca blanca, *Bemisia tabaci*, mantenimiento del sistema de fertiriego y construcción de infraestructura para la bioseguridad. Se presentan ahora los tres servicios no planificados (1).

#### **3.4.3 RESULTADOS**

##### **A. Implementación de trampas para muestreo.**

Debido a que existe un área destinada a la producción de plantas padres y madres (con las cuales se realizan las mejoras genéticas) dentro de los invernaderos, y teniendo antecedentes de la presencia de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), siendo la presencia del virus transmitida por dicho vector un tanto elevada, sin llegar a causar problemas severos, pero para prevenir una infestación masiva y un consecuente daño grave a la plantación se propuso la colocación de trampas y poder determinar así la presencia del virus y su correlación con la presencia de este factor negativo en el lugar. Las figuras 45 y 46 muestran las trampas colocadas en el lugar mencionado:



**Figura 45.** Colocación de trampas para monitoreo de la mosca blanca, (*Bemisia tabaci*).



**Figura 46.** Detalle de las trampas para capturar el insecto vector del virus del tomate.

### **B. Mantenimiento del sistema de fertirriego.**

Debido a un deterioro importante en el sistema conductor de insumos líquidos para el área de invernaderos de propagación, provocado por la acumulación de sales minerales y contacto directo con el sol, ya que pasando por alto un adecuado manejo de estos instrumentos, se procedió a reajustar, reparar, reemplazar y reubicar algunas partes y en otros casos mangueras completas, del invernadero 1 y 12. Todo esto orientado para preservar por más tiempo en mejores condiciones el sistema completo y así llevar a cabo el proceso productivo de manera más eficiente (1).

Las figuras 47 y 48 muestran una comparación del estado en el que se encontró el sistema y luego como resultó después de implementar las medidas ya mencionadas:



**Figura 47.** Estado en el que se encontró el sistema de fertirriego.



**Figura 48.** Estado en el que se dejó el sistema de fertirriego para un mayor tiempo de vida.

### **C. Construcción de infraestructura para la bioseguridad.**

Entendiendo como bioseguridad aquellas acciones orientadas a garantizar la inocuidad de los frutos, semillas, pilones etc. en el área de producción, empaque y transporte, se propuso la construcción de dos áreas de desinfección, siendo la primera destinada para los vehículos que ingresaran a la empresa De Ruitter San Pedro, con lo cual se evitará de ahora en adelante la posible contaminación significativa con agentes infecciosos que puedan incidir en la calidad de la producción de semillas de alta calidad del lugar. La segunda estructura es un túnel de desinfección del personal que tiene contacto directo con toda persona que ingresa a la empresa, siendo asperjado de los pies a la cabeza (3).

La figura 49 muestra el arco de desinfección para vehículos que ingresan a la finca.



**Figura 49.** Arco de desinfección para vehículos que ingresan a la empresa

También puede apreciarse la construcción del túnel de desinfección para el personal, en la figura 50:



**Figura 50.** Túnel de desinfección para el personal.

#### **3.4.4 EVALUACIÓN**

En los servicios no previstos ya presentados, se tuvo un cumplimiento del 100%, ya que en la medida que iban presentándose las diferentes situaciones fueron abordadas con los mismos, además se implementaron estrategias apropiadas para mitigar los efectos adversos que estos estaban o pudieran provocar.

Se puede decir que en términos generales se apoyó de la manera más adecuada las eventualidades y necesidades que fueron surgiendo durante el desarrollo del EPS en la finca de producción, por lo que se hicieron las recomendaciones de acuerdo a planes emergentes para solventar cualquier situación no prevista y que siempre se cuente con personal dispuesto a colaborar.

### 3.5 BIBLIOGRAFÍA

1. Alvizures Ardón, PA. 2004. Estudio de evaluación de impacto ambiental para la construcción de invernaderos y producción de semillas de hortalizas de tomate (*Lycopersicum sculentum*), chile pimiento (*Capsicum* sp.), pepino (*Cucumis sativus*), melón (*Cucumis melo*) y berenjena (*Solanum melongena*) de la empresa De Ruiters San Pedro, S.A. Guatemala. 48 p.
2. De Ruiters San Pedro S.A., GT. 2004. Hojas de instrucciones. San Pedro Pinula, Jalapa, Guatemala, De Ruiters San Pedro S.A., Departamento de Producción y Proceso de Semillas. 2 p.
3. Norma ISO 9001:2000. 2000. Sistemas de gestión de la calidad, requisitos: traducción oficial en español. Ginebra, Suiza, Secretaría Central de ISO. 205 p.