



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS**  
**CARRERA AGROPECUARIA**

Trabajo de Integración Curricular  
previa la obtención del Grado  
Académico de Ingeniero  
Agropecuario.

**Proyecto de Investigación:**

“PODA Y HORMONAS VEGETALES EN EL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO  
DEL PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) BAJO CONDICIÓN DE RIEGO POR GOTEO”

**Autor:**

JORGE EDUARDO ESPINEL MINDIOLAZA

**Directora de Proyecto de Investigación:**

Ing. DIANA VERÓNICA VÉLIZ ZAMORA M. Sc.

**Mocache – Los Ríos – Ecuador**

**2023**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Jorge Eduardo Espinel Mindiolaza**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

A handwritten signature in blue ink that reads "Jorge Espinel".

**Jorge Eduardo Espinel Mindiolaza**

**C.I: 1250589304**



## CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

La suscrita, **M. Sc Diana Verónica Véliz Zamora**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante **Jorge Eduardo Espinel Mindiolaza**, realizó el Proyecto de Investigación titulado “**Poda y hormonas vegetales en el comportamiento agronómico del pimiento (*Capsicum annum* L.) bajo condición de riego por goteo**”, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Diana Verónica Véliz Zamora M. Sc.

**DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

La suscrita, **M. Sc Diana Verónica Véliz Zamora**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “**Poda y hormonas vegetales en el comportamiento agronómico del pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo condición de riego por goteo**” presentado por el estudiante **Jorge Eduardo Espinel Mindiolaza**, de la Carrera **Agropecuaria**, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas, que se ha desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND el cual avala los niveles de originalidad en un 94 % y similitud 6 %, del trabajo investigativo. Válido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

**URKUND**

Documento	<a href="#">Proyecto de Investigación Urkund 10 de sep 2023.docx</a> (D173663850)
Presentado	2023-09-10 12:42 (-05:00)
Presentado por	jorge.espinel2018@uteq.edu.ec
Recibido	dvveliz.uteq@analysis.orkund.com
Mensaje	TESIS <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a> 6% de estas 30 páginas, se componen de texto presente en 13 fuentes.

Ing. Diana Verónica Véliz Zamora M. Sc.

**DIRECTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO  
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS Y BIOLÓGICAS  
CARRERA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“PODA Y HORMONAS VEGETALES EN EL COMPORTAMIENTO  
AGRONÓMICO DEL PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) BAJO CONDICIÓN DE  
RIEGO POR GOTEÓ”

Presentado al Consejo Directivo de Facultad como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Gregorio Humberto Vásquez Montúfar PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Raquel Guerrero Chuez M. Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Marcos Raúl Heredia Pinos M. Sc.

Mocache – Los Ríos – Ecuador

2023

## AGRADECIMIENTOS

El presente agradecimiento va dirigido a todas las personas que han estado presentes en este proceso de enseñanzas y aprendizajes.

Agradezco especialmente a la Ing. Diana Véliz Zamora M. Sc., directora del Proyecto de Investigación, por su magistral guía durante la realización de este proyecto. Y por todos los conocimientos que obtuve bajo su enseñanza.

Al PhD. Camilo Mestanza, por haber contribuido en esta investigación, por sus valiosas sugerencias, opiniones y apoyo para mejorar la realización de esta.

Al Ing. Marlon Monge, por su fundamental contribución en la implementación del sistema de riego por goteo.

A mi hermano, Jean Carlos Espinel, por su incondicional ayuda en las labores de campo.

A Luis Zambrano Zamora, por ser parte importante de esta investigación. Por su dedicación y voluntad de llevar a cabo este proyecto cuando era solo una idea.

A mis amigos; Nurk Galarza, Cori Andrade y Oscar Arreaga.

## **DEDICATORIA**

Esta investigación la dedico a mi querida madre, María Mindiolaza, por su inmenso cariño e incondicional apoyo.

A mi amado padre, Jorge Espinel, pilar de mis valores y motivación, por su acompañamiento y enseñanzas.

A mis hermanos; Diana, Jean Carlos y Jolena. Por darme razones para seguir adelante.

## RESUMEN

En el Ecuador, el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una de las actividades más importantes de la producción hortícola, por lo que las prácticas de manejo son de vital importancia para mejorar la rentabilidad. El objetivo de este proyecto de investigación fue evaluar el efecto de poda y hormonas vegetales sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de pimiento, bajo condición de riego por goteo. La investigación se llevó a cabo en el campus universitario "La María", predios de la Universidad técnica estatal de Quevedo. Se evaluaron dos tipos de poda (poda española y poda holandesa) y hormonas vegetales (con fitohormonas y sin fitohormonas). El diseño experimental fue completamente al azar (DCA) bajo un arreglo factorial con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), número de hojas, fenología (GDA), biomasa (materia fresca y seca), rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y análisis económico. La poda española y la aplicación de fitohormonas (tratamiento EC) demostró mayores parámetros morfofisiológicos en diámetro de tallo (9.28 mm) y número de hojas (58 hojas) a los 69 días después del trasplante (ddt), así también mayor acumulación de biomasa fresca y materia seca. La altura de la planta no mostró diferencias significativas lo que se atribuye al hábito de crecimiento de la variedad de pimiento "Yolo Wonder". Los resultados del registro del régimen térmico indicaron que para la floración (32 ddt) y fructificación (43 ddt) se requirieron 791,25 y 802,75 grados días de desarrollo, respectivamente. El tratamiento ES (poda española sin aplicación de fitohormonas) presentó mayor rendimiento equivalente a  $6707.29 \text{ kg ha}^{-1}$  en dos cosechas productivas, razón por la cual aumentó la relación beneficio/costo con ganancia neta de \$ 6.28.

**Palabras claves:** *Capsicum annuum* L., poda, hormonas vegetales, tiempo térmico.

## ABSTRACT

The objective of this study project was to evaluate the effect of pruning and phytohormones on the growth and development of the bell pepper crop under drip irrigation conditions. The research was carried out at the university campus "La María" of the State Technical University of Quevedo. The effect of two types of pruning (spanish pruning and dutch pruning) and phytohormones (with and without phytohormones) were evaluated. The experimental design was completely randomized (DCA) under a factorial arrangement with four replications. The variables evaluated were: plant height (cm), stem diameter (mm), number of leaves, phenology (GDD), biomass (fresh and dry biomass), yield ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) and economic analysis. Spanish pruning and application of phytohormones (EC treatment) showed higher morpho-physiological parameters in stem diameter (9.28 mm) and number of leaves (58 leaves) at 69 days after planting (dap), as well as higher accumulation of fresh biomass and dry matter. Plant height did not show significant differences, which is attributed to the growth habit of the "Yolo Wonder" bell pepper variety. The results of the thermal regime recording indicated that 791.25 and 802.75 growing degree days (GDD) were required for flowering (32 dap) and fruiting (43 dap), respectively. The ES treatment (Spanish pruning without application of phytohormones) presented a higher yield equivalent to  $6707.29 \text{ kg ha}^{-1}$  in two productive harvests, which also increased the benefit/cost ratio with a net income of \$ 6.28.

**Keywords:** *Capsicum annuum* L., pruning, phytohormones, thermal time.

## TABLA DE CONTENIDO

PORTADA .....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE .....	
COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
TABLA DE CONTENIDO .....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1 Problema de Investigación.....	4
1.1.1 Planteamiento del problema .....	4
1.1.2 Formulación del problema.....	5
1.1.3 Sistematización del problema.....	5
1.2 Objetivos.....	6
1.2.1 Objetivo general .....	6
1.2.2 Objetivos específicos .....	6
1.3 Justificación .....	7
CAPÍTULO II FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
2.1 Marco Conceptual.....	9
2.1.1 Poda .....	9
2.1.2 Fitohormonas .....	9
2.1.3 Fenología .....	9

2.1.4	Grados días de desarrollo (GDD) .....	9
2.1.5	Tiempo térmico (TT) .....	9
2.2	Marco Referencial.....	10
2.2.1	Pimiento ( <i>Capsicum annuum</i> L.).....	10
2.2.2	Clasificación taxonómica .....	11
2.2.3	Descripción botánica .....	11
2.2.4	Variedades .....	12
2.2.5	Requerimientos edafoclimáticos.....	13
2.2.6	Fisiología del crecimiento y desarrollo .....	15
2.2.7	Acumulación de grados días de desarrollo (GDA).....	17
2.2.8	Manejo del cultivo .....	18
2.2.9	Poda .....	19
2.2.10	Hormonas vegetales.....	20
2.2.11	Riego por goteo .....	22
2.2.12	Plagas y enfermedades.....	22
2.2.13	Investigaciones relacionadas .....	23
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		25
3.1	Localización.....	26
3.2	Condiciones Agroclimáticas .....	26
3.3	Tipo de Investigación.....	26
3.3.1	Investigación experimental.....	26
3.4	Fuentes de Recopilación de Información.....	27
3.5	Métodos de Investigación .....	27
3.5.1	Método de observación.....	27
3.5.2	Método deductivo .....	27
3.5.3	Método analítico .....	28
3.6	Factores de Estudio .....	28

3.7	Tratamientos .....	28
3.8	Diseño de la Investigación .....	29
3.9	Esquema de ADEVA .....	30
3.10	Especificaciones de la Parcela Experimental.....	30
3.10.1	Características de la unidad experimental. ....	31
3.11	Manejo del Experimento.....	31
3.11.1	Sistema de riego por goteo .....	32
3.12	Variables Evaluadas.....	34
3.12.1	Altura de planta (cm).....	35
3.12.2	Diámetro de tallo (mm) .....	35
3.12.3	Número de hojas.....	35
3.12.4	Fenología .....	35
3.12.5	Materia fresca (g).....	36
3.12.6	Materia seca (g) .....	36
3.12.7	Rendimiento .....	36
3.12.8	Análisis económico .....	37
3.13	Tratamiento de los Datos .....	37
3.14	Recursos Humanos y Materiales.....	38
3.14.1	Recursos humanos .....	38
3.14.2	Materiales e insumos .....	38
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		39
4.1	Altura de planta (cm) .....	40
4.2	Diámetro de Tallo .....	42
4.3	Número de Hojas .....	44
4.4	Fenología .....	46
4.5	Materia Fresca.....	48
4.6	Materia Seca .....	48

4.7	Rendimiento.....	51
4.8	Análisis Económico .....	53
4.8.1	Costos totales.....	53
4.8.2	Ingresos totales .....	54
4.8.3	Relación beneficio/costo.....	54
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		56
5.1	Conclusiones.....	57
5.2	Recomendaciones .....	58
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA.....		59
6.1	Bibliografía .....	60
CAPÍTULO VII ANEXOS.....		69
7.1	Anexos 1. Analisis de varianza.....	70
7.2	Anexo 2. Fotografías.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clasificación taxonómica del pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L.) .....	11
<b>Tabla 2</b>	Descripción de pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L.) Variedad “Yolo Wonder”.....	13
<b>Tabla 3</b>	Requerimientos edafoclimáticos del pimiento. ....	14
<b>Tabla 4</b>	Requerimientos de temperaturas para pimiento en las distintas fases de desarrollo. ....	14
<b>Tabla 5</b>	Composición y concentración de bioestimulante Nedzyme.....	22
<b>Tabla 6</b>	Condiciones agroclimáticas del Campus universitario “La María”. ....	26
<b>Tabla 7</b>	Tratamientos de la investigación.....	29
<b>Tabla 8</b>	Esquema de ADEVA del experimento .....	30
<b>Tabla 9</b>	Descripción del manejo agronómico de la investigación “Poda y hormonas vegetales en el comportamiento agronómico del pimiento ( <i>Capsicum annum</i> L.) bajo condición de riego por goteo”. ....	31
<b>Tabla 10</b>	Demanda hídrica de pimiento .....	33
<b>Tabla 11</b>	Parámetros para el diseño del sistema de riego. ....	34

<b>Tabla 12</b>	<i>Promedios y coeficientes de variación registrados en la variable altura de planta en el cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo cuatro tratamientos de manejo.</i>	41
<b>Tabla 13</b>	<i>Promedios y coeficientes de variación registrados en la variable diámetro de tallo en el cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo cuatro tratamientos de manejo.</i>	43
<b>Tabla 14</b>	<i>Promedios y coeficientes de variación registrados en la variable número de hojas en el cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo cuatro tratamientos de manejo.</i>	45
<b>Tabla 15</b>	<i>Etapas fenológicas de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) variedad “Yolo Wonder” en función a la acumulación de grados días de desarrollo (GDA). ...</i>	47
<b>Tabla 16</b>	<i>Biomasa Acumulada en el dosel vegetal, sistema radicular y total de plantas pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) a 112 ddt (1027. 25 GDA) bajo cuatro tratamientos de manejo.</i>	50
<b>Tabla 17</b>	<i>Promedios y coeficientes de variación registrados en factores de estudio de la variable rendimiento productivo (<math>\text{kg ha}^{-1}</math>) del cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo cuatro tratamientos de manejo.</i>	51
<b>Tabla 18</b>	<i>Costos de inversión total por hectárea en el cultivo de pimiento bajo el efecto de poda y hormonas vegetales.</i>	53
<b>Tabla 19</b>	<i>Ingresos totales por hectárea en el cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo cuatro tratamientos de manejo</i>	54
<b>Tabla 20</b>	<i>Relación beneficio/costo de los tratamientos de la investigación “Poda y hormonas vegetales en el comportamiento agronómico del pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condición de riego por goteo”.</i>	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<i>Etapas fenológicas del pimiento</i>	15
<b>Figura 2</b>	<i>Esquema de la distribución, dimensión y forma de la parcela experimental usada en el curso de la investigación.</i>	30
<b>Figura 3</b>	<i>Rendimiento del cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) variedad “Yolo Wonder” bajo cuatro tratamientos de manejo.</i>	52

## CÓDIGO DUBLIN

<b>Título:</b>	“Poda y hormonas vegetales en el comportamiento agronómico del pimiento ( <i>Capsicum annuum</i> L.) bajo condición de riego por goteo”			
<b>Autor:</b>	Espinel Mindiolaza Jorge Eduardo			
<b>Palabras claves:</b>	<i>Capsicum annuum</i> L.	Poda	Hormonas vegetales	Tiempo térmico
<b>Fecha de publicación:</b>				
<b>Editorial:</b>	Quevedo- UTEQ “La María”, 2023			
<b>Resumen:</b>	<p>En el Ecuador, el cultivo de pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.) es una de las actividades más importantes de la producción hortícola, por lo que las prácticas de manejo son de vital importancia para mejorar la rentabilidad. El objetivo de este proyecto de investigación fue evaluar el efecto de poda y hormonas vegetales sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de pimiento, bajo condición de riego por goteo. La investigación se llevó a cabo en el campus universitario “La María” predios de la Universidad técnica estatal de Quevedo. Se evaluaron dos tipos de poda (poda española y poda holandesa) y hormonas vegetales (con fitohormonas y sin fitohormonas). El diseño experimental fue completamente al azar (DCA) bajo un arreglo factorial con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de planta (cm), diámetro de tallo (mm), número de hojas, fenología (GDA), biomasa (materia fresca y seca), rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) y análisis económico. La poda española y la aplicación de fitohormonas (Tratamiento EC) demostró mayores parámetros morfofisiológicos en diámetro de tallo (9.28 mm) y número de hojas (58 hojas) a los 69 días después del trasplante (ddt), así también mayor acumulación de biomasa fresca y materia seca. La altura de la planta no mostró diferencias significativas lo que se atribuye al hábito de crecimiento de la variedad de pimiento "Yolo Wonder". Los resultados del registro del régimen térmico indicaron que para la floración (32 ddt) y fructificación (43 ddt) se requirieron 791,25 y 802,75 grados días de desarrollo, respectivamente. El tratamiento ES (Poda española sin aplicación de fitohormonas) presentó mayor rendimiento equivalente a 6707.29 kg ha<sup>-1</sup> en dos cosechas productivas, razón por la cual, además, aumentó la relación beneficio/costo con ganancia neta de \$ 6.28.</p>			
<b>Abstract:</b>	<p>The objective of this study project was to evaluate the effect of pruning and phytohormones on the growth and development of the bell pepper crop under drip irrigation conditions. The research was carried out at the university campus "La Maria" of the State Technical University of Quevedo. The effect of two types of pruning (spanish pruning and dutch pruning) and phytohormones (with and without phytohormones) were evaluated. The experimental design was completely randomized (DCA) under a factorial arrangement with four replications. The variables evaluated were: plant height (cm), stem diameter (mm), number of leaves, phenology (GDD), biomass (fresh and dry biomass), yield (kg ha<sup>-1</sup>) and economic analysis. Spanish pruning and application of phytohormones (EC treatment) showed higher morpho-physiological parameters in stem diameter (9.28 mm) and number of leaves (58 leaves) at 69 days after planting (dap), as well as higher accumulation of fresh biomass and dry matter. Plant height did not show significant differences, which is attributed to the growth habit of the "Yolo Wonder" bell pepper variety. The results of the thermal regime recording indicated that 791.25 and 802.75 growing degree days (GDD) were required for flowering (32 ddt) and fruiting (43 ddt), respectively. The ES treatment (Spanish pruning without application of phytohormones) presented a higher yield equivalent to 6707.29 kg ha<sup>-1</sup> in two productive harvests, which also increased the benefit/cost ratio with a net income of \$ 6.28.</p>			
<b>Descripción:</b>	94 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162			
<b>URI:</b>				

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una de las actividades más importantes de la producción hortícola del Ecuador. Este fruto es catalogado imprescindible en la gastronomía nacional, representando una de las principales preferencias de consumo en la alimentación diaria, junto a otras hortalizas como el tomate y la cebolla.

En el Ecuador, en el sector de frutas y hortalizas se ha registrado un incremento en su participación en el desarrollo agrícola del país. Constituyendo una alternativa económica y viable, para los sistemas familiares de producción campesina. El pimiento es una especie que se cultiva en la Costa, especialmente en las provincias del Guayas, Santa Elena, Manabí y en parte de la Sierra, principalmente en el Chimborazo, Loja e Imbabura (1).

Durante mucho tiempo, se ha venido cultivando pimiento a cielo abierto. No obstante, con el desarrollo tecnológico, la información técnica y el mejoramiento de las condiciones de cultivo, actualmente se están implementando métodos de producción bajo invernadero (2). En consecuencia, en los últimos años el enfoque hacia el crecimiento y expansión de la frontera agrícola del cultivo de pimiento se ha visto en auge en el panorama de la producción hortícola de Ecuador (3,4).

Es evidente que las técnicas de manejo que se desarrollan en el cultivo definen el comportamiento agronómico y el rendimiento. Una de las principales técnicas de producción de hortalizas es la realización de podas, sobre todo para mejorar la calidad del fruto y favorecer el crecimiento vegetativo (5). Según López *et al.* (6) la poda genera mayor beneficio ya que las plantas interceptan mayor luz y genera una mayor producción.

Por otra parte, los sistemas de producción hortícola optan por el uso de bioestimulantes o reguladores de crecimiento dentro del manejo de los cultivos. Entre los principales compuestos que regulan los procesos metabólicos de las plantas se encuentran las hormonas vegetales.

Las hormonas vegetales son compuestos claves en el crecimiento y desarrollo de las plantas, y que tienen estrecha relación a procesos relacionados con la defensa a factores bióticos y abióticos.

Dentro de este panorama, las hormonas vegetales son usadas en la agricultura para aprovechar su capacidad como enraizantes, en la germinación de semillas, maduración de los frutos, tolerancia a diversos tipos de estrés y el incremento de la producción (7).

En esta investigación, se propone evaluar la influencia de dos tipos de poda y la aplicación de fitohormonas sobre los parámetros de crecimiento y desarrollo del pimiento, cultivado a cielo abierto bajo condición de riego por goteo. Visto de esta forma, el presente trabajo de investigación pretende orientar sobre cómo estas prácticas de manejo influyen en el comportamiento agronómico de este cultivar.

Con esta investigación se espera lo estimado por Jovicich *et al.* (8), quien indica que al evaluar el efecto de la poda del pimiento se han encontrado rendimientos mayores por planta. Además, un aumento significativo del número de frutos, así como el incremento en peso fresco de la fruta al podar las plantas.

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Problema de Investigación**

### **1.1.1 *Planteamiento del problema***

El pimiento es una de las hortalizas de mayor interés comercial. Por lo que, la rentabilidad del cultivo de pimiento depende principalmente de un alto potencial de rendimiento y calidad por unidad de superficie, que depende específicamente de las técnicas de manejo y las prácticas agrícolas que se determinan en el desarrollo del cultivo.

El eje de la producción depende principalmente del tamaño y peso del fruto, que tiene relación directa con el precio del mercado. El efecto de la poda, como practica de manejo fundamental, puede modificar favorablemente el crecimiento y desarrollo de las plantas de pimiento, en consecuencia, mejora el peso de la fruta. En ausencia de esta, la planta tendrá una producción precoz, limitando su crecimiento y desarrollo en función de generar flores y frutos.

Además, en vista de la búsqueda de mecanismos capaces del mejoramiento de las condiciones del crecimiento vegetal y disminuir los costos de producción, surgen como alternativa el uso de fitohormonas. Las fitohormonas son reguladores de crecimiento vegetal, que permiten controlar de manera específica procesos fisiológicos, de resistencia y productivos de las plantas.

En consecuencia, así es como, en el auge de la tendencia de producción orgánica y sostenible, resaltan las fitohormonas como una solución biotecnológica para el desarrollo de cultivos de manera eficaz. En efecto, optimizar completamente las condiciones de crecimiento de las plantas con el fin de obtener frutos de calidad, disminuyendo los costos de producción, favoreciendo a los productores y la economía rural campesina (9).

## ***Diagnóstico***

El pimiento es uno de los productos hortícolas más demandados por los consumidores. En razón de ello, es oportuno proponer prácticas de interés agronómico que establezcan mejoras en los parámetros de crecimiento y productivos del cultivo. Además, a nivel local existen pocos estudios enfocados en el efecto de la poda sobre el desarrollo de este cultivar, así también, como la descripción de la fenología del pimiento bajo las condiciones agrometeorológicas de la zona del experimento.

## ***Pronóstico***

En virtud de lo mencionado, se espera que, la combinación de la poda y la aplicación de hormonas vegetales, se logre optimizar la producción y el rendimiento del cultivo de pimiento. Esto se logra al favorecer la distribución eficaz de fotoasimilados y biorreguladores en torno a la arquitectura morfológica de la planta.

Las podas propician mayor aireación y menor incidencia de enfermedades aéreas como pudrición del moho gris (*Botrytis cinerea*). Sin embargo, en zonas de prevalencia de enfermedades virales, las podas traen consigo estragos causados por la transmisión de virosis por el uso de herramientas que, dentro de la labor, podrían ser contaminadas.

### ***1.1.2 Formulación del problema***

¿Cuál es el efecto de la poda y aplicación de fitohormonas sobre el crecimiento y desarrollo del pimiento?

### ***1.1.3 Sistematización del problema***

¿Serán diferentes los datos que se obtendrán de las características agronómicas de crecimiento y desarrollo del pimiento (*Capsicum annuum* L.) entre los distintos tratamientos que se evaluarán?

¿Qué efectos producen los tratamientos sobre la producción de biomasa en materia fresca y en materia seca en las plantas de pimiento?

¿Es posible determinar la acumulación térmica de grados días de desarrollo (GDA) de acuerdo a cada etapa fenológica del pimiento?

¿Cuál de los tratamientos dentro del estudio genera mayor rentabilidad?

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo general***

Evaluar el efecto de poda y hormonas vegetales sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de pimiento, bajo lámina de riego.

### ***1.2.2 Objetivos específicos***

- Medir los caracteres agronómicos del pimiento bajo el efecto de poda y hormonas vegetales.
- Estimar la fenología del pimiento bajo las condiciones del experimento.
- Determinar la materia seca de las plantas de pimiento bajo los tratamientos a evaluar.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos del experimento.

### **1.3 Justificación**

El pimiento es uno de los productos hortícolas de mayor consumo a nivel nacional y global. Esto es, a razón de la serie de beneficios que se le atribuyen a su consumo; es un fruto altamente nutritivo, rico en fibra, vitaminas y antioxidantes.

En el Ecuador, el cultivo de pimiento es favorecido por las características geográficas y edafoclimáticas que permiten el desarrollo del cultivo. En vista de esto, el acompañamiento del desarrollo del cultivo con técnicas de manejo adecuado brindaría mejoras en el comportamiento productivo del cultivo.

La poda es una práctica que puede generar mejoras en la calidad del fruto y el rendimiento. Por ello, la realización de podas constituye una de las prácticas culturales de mayor importancia en la mayoría de las producciones hortícolas.

Las fitohormonas también surgen como una alternativa tardía al indiscriminado uso de fertilizantes químicos e inorgánicos, y brindan beneficios totalmente determinantes en el crecimiento de las plantas.

Entre los beneficios de las hormonas vegetales en los procesos fisiológicos de las plantas destacan; mejora el desarrollo vegetativo, potencializa el desarrollo del sistema radicular, traslocación de nutrientes, resistencia tanto a plagas como a enfermedades, asimismo favorece los procesos de floración y fructificación.

Por tal motivo, el presente trabajo consistió en la realización de podas y la aplicación de hormonas vegetales para determinar si el efecto de éstas en el cultivo de pimiento constituyen prácticas que generan mayor desempeño de crecimiento, desarrollo y producción de biomasa. Coadyuvando, con el enfoque de este estudio, a la sustentabilidad y sostenibilidad de las familias rurales. Así también, a grandes productores hortícolas que desempeñan la producción nacional de pimiento.

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1 Marco Conceptual**

### **2.1.1 Poda**

La poda es una práctica cultural que favorece el mantenimiento de especies, pues estimula su crecimiento y permite dirigirlo en una forma determinada (10).

### **2.1.2 Fitohormonas**

Las hormonas vegetales son moléculas señalizadoras que se localizan en los diferentes tejidos de una planta y en cantidades específicas de acuerdo al proceso que regulan (11).

### **2.1.3 Fenología**

La fenología comprende el estudio de los fenómenos biológicos vinculados a ciertos ritmos periódicos o fases y la relación con el clima de la localidad donde ocurre (12).

### **2.1.4 Grados días de desarrollo (GDD)**

Los grados día de desarrollo es una unidad de medida que combina temperatura y tiempo de tal manera que la duración del desarrollo de un ciclo de vida del organismo, o en cualquier etapa o parte del ciclo de vida, disminuye a medida que la temperatura aumenta (13).

### **2.1.5 Tiempo térmico (TT)**

El tiempo térmico se expresa como el número de unidades de calor requeridos para completar el desarrollo (13).

## 2.2 Marco Referencial

### 2.2.1 Pimiento (*Capsicum annuum L.*)

Dentro de la familia *Solanaceae*, se encuentran más de treinta especies del género *Capsicum* denominadas conjuntamente con el nombre de pimientos, chiles o ajíes (14). Sus frutos son ricos en provitamina A, vitamina B, vitamina C, y en minerales como calcio, fósforo, potasio y hierro (15). México es considerado como su centro de domesticación, allí se han encontrado semillas en restos arqueológicos de 6500 a 5000 años AC y, de la misma manera, es donde hoy día se encuentra la mayor diversidad de la especie.

El pimiento es una planta de ciclo anual, la parte comestible es su fruto, este es una baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco). Algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos (16).

En el Ecuador, el pimiento es un cultivo de importancia a nivel socioeconómico, representando la fuente de ingresos de muchos agricultores. El pimiento presenta un buen nivel de adaptación a diferentes climas y pisos altitudinales, sembrándose en la Costa y parte de la Sierra. En el 2017 se dedicaban 1420 ha a este cultivo, con una producción que bordeaba las 6955 toneladas y un rendimiento promedio de 4,58 t ha<sup>-1</sup> (4).

### 2.2.2 Clasificación taxonómica

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica del pimiento (Capsicum annum L.)*

Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Tracheophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Genero	<i>Capsicum L.</i>
Especie	<i>Capsicum annum L.</i>

Fuente: Integrated Taxonomic Information System (17)

### 2.2.3 Descripción botánica

El pimiento es una planta herbácea que se cultiva en forma anual en zonas templadas, aunque puede presentarse como perenne en las áreas tropicales, ya que es sensible a las heladas. Su porte es erguido, con una altura y desarrollo muy variable en relación al cultivar. Si toma gran desarrollo de la parte aérea, se torna decumbente, ya que cae por su peso (18).

**Raíz.** -El sistema radicular del pimiento está formado, en un principio, a los 20 días de la germinación, por una raíz principal, pivotante, delgada con abundantes raicillas, rodeada de una gran cabellera de raíces secundarias y adventicias. La raíz adulta puede llegar a más de un metro de profundidad, según textura del suelo, predominando una fuerte y vigorosa raíz principal pivotante (19).

**Tallo.** - Es de crecimiento limitado o determinado, erecto, frágil, de epidermis brillante, con estrías, a veces, muy pronunciadas longitudinalmente y en otras variedades ligeramente estriadas, como así mismo ramificaciones, de 1,5 cm. de grosor (19).

**Hoja.** - Las hojas son alternadas, simples, de forma ovada o algunas veces casi lanceoladas, y con su punta ahusada o gradualmente estrecha y puntiaguda.

**Flor.** - Las flores son solitarias, de tamaño mediano, ubicadas en las bifurcaciones de las ramificaciones, hermafroditas. El pedicelo o pedúnculo lo puede ser más o menos largo, acostillado, y cada flor está constituida por el cáliz en forma de tubo de color verde, la corola está formada por pétalos de color blanco soldados en la base. El androceo, formado por los estambres, que consta cada uno de un filamento en cuyo extremo lleva una antera con dos lóbulos o tecas, con dos sacos polínicos con los granos de polen (18).

**Fruto.** - El fruto del pimiento es una baya hueca no jugosa en forma de cápsula, en posición abatida, péndula o caída al estar el pedúnculo curvado, lo cual es una ventaja al protegerlos del Sol. Tiene piel lisa, normalmente asurcada y de coloración verde al principio y amarillos o rojos al madurar; a veces, con depresiones y de variadas formas, tamaño y color (19).

**Semillas.** - Amarillentas, de forma lenticular u oval, aplanadas, de superficie lisa, de tamaño y forma diversa constituidas por el endospermo, el embrión y la cubierta. Las semillas están separadas de la carne, concentradas en la parte más gruesa del fruto, insertas en una placenta cónica en forma de huso, unidas a una expansión o prolongación del pedúnculo que penetra en el cáliz (19).

#### **2.2.4 Variedades**

Se utilizan principalmente variedades híbridas, por su gran disponibilidad de semillas de los diferentes tipos de pimientos, por sus elevados rendimientos y adaptación a las condiciones del cultivo protegido. Asimismo, son plantas a las que se le ha incorporado resistencias a una gran variedad de hongos y virus (19).

Según Barrantes (20) dentro de las variedades o híbridos más utilizados están: Natalie, Agronómico, Yolo Wonder, Tropical Irazú, Quetzal.

Ortega *et al.* (2) sostienen que, en el Ecuador se siembran cuatro variedades de pimientos; las variedades Quetzal, Tropical, Irazú y Nathalie son mayoritariamente utilizados por los agricultores.

#### 2.2.4.1 Variedad Yolo Wonder.

Está considerado como una de las variedades dulces, suelen tener frutos grandes cuadrangulares o rectangulares con una depresión basal, caracterizados por un pericarpio grueso de color verde, rojo o amarillo que se destinan generalmente al consumo en fresco y a la industria de la conserva (21). La variedad “Yolo Wonder” presenta mayor rendimiento, un peso promedio de 100 gr, y su fruto es recto, ancho y liso.

**Tabla 2**

*Descripción de pimiento (Capsicum annuum L.) Variedad “Yolo Wonder”.*

<b>Variedad</b>	Yolo Wonder (TMR) (Sweet Pepper)
<b>Madurez</b>	72-75
<b>Habito de la planta</b>	Grande, vertical, 55-60 cm
<b>Forma de fruta</b>	Tipo Vell, 3-4 lóbulos
<b>Tamaño y habito de la fruta</b>	Colgante de 10 x 8 cm
<b>Color de la fruta</b>	Verde oscuro a rojo
<b>Pared de fruta</b>	Grueso

Fuente: BONANZA SEEDS (22)

#### 2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos

La planta de pimiento, durante su ciclo vegetativo, tiene requerimientos edafoclimáticos, del que dependen directamente procesos tales como la transpiración, fecundación, floración y propagación o no de enfermedades (19). Los requerimientos se presentan en la tabla 3 y 4.

**Tabla 3***Requerimientos edafoclimáticos del pimiento.*

<b>Factor Edafoclimático</b>	<b>Requerimientos</b>		<b>Referencia</b>
<b>Suelo</b>	<i>Tipo de suelo</i>	<i>pH</i>	Martínez
	Franco-arenoso	6.5 - 7	Calbimonte <i>et al.</i> (16)
<b>Precipitación</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Problemas</b>	Barrantes (20)
	600 - 1200 mm	Precipitaciones muy fuertes pueden inducir a la caída de flores, malformación y pudrición de frutos	
<b>Humedad</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>Problemas</b>	Del Pino, Mariana (18)
	50% y el 70%	Si es muy elevada, favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y dificulta la fecundación	
<b>Luminosidad</b>	Las especies <i>Capsicum</i> son exigentes en luminosidad durante todo el ciclo vegetativo y la falta de luz provoca ahilamiento, entrenudos largos y tallos débiles.		Di Fabio, Amanda <i>et al.</i> (23)

Elaborado por: Espinel 2023

**Tabla 4***Requerimientos de temperaturas para pimiento en distintas fases de desarrollo.*

<b>Fase de cultivo</b>	<b>Temperatura Óptima</b>	<b>Temperatura mínima</b>	<b>Temperatura Máxima</b>
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20-25 (día)	15	32
	16-18 (noche)		
Floración y fructificación	26 (día)	18	35
	18-20 (noche)		

Fuente: Berríos Ugarte *et al.* (24)

## 2.2.6 Fisiología del crecimiento y desarrollo

La fenología comprende el estudio de los fenómenos biológicos vinculados a ciertos ritmos periódicos o fases y la relación con el ambiente donde ocurren (25). Para describir el crecimiento y desarrollo de los cultivos, es necesario determinar las funciones o tasas de diferentes procesos. Estos incluyen la identificación de fases y etapas distintivas del desarrollo, así como la predicción de la duración de éstas para determinados regímenes de temperatura (25).

En el caso de *Capsicum* spp. se indica solamente cuatro fases fenológicas: emergencia, séptima hoja, floración y madurez. La duración de las etapas fenológicas se basa en el periodo que transcurre entre fases específicas, que depende del origen de las plantas (siembra directa o trasplante) (25).

Dentro de este marco, en relación a la fenología se definen tres grandes etapas: 1) 50% desde la siembra hasta el trasplante, 2) 75% trasplante a amarre de fruto y 3) 100% del amarre de fruto a la cosecha o fin de ésta (25).

### Ilustración 1

*Etapas fenológicas del pimiento*



EMERGENCIA	SÉPTIMA HOJA	BOTÓN FLORAL	FLORACIÓN	FRUCTIFICACIÓN	MADURACIÓN
Aparecen los cotiledones por encima del suelo.	Aparece la séptima hoja verdadera.	Aparece el primer botón floral.	Se observan las primeras flores en las plantas.	Momento en que se notan los primeros frutos.	El fruto adquiere la forma, tamaño y color típico de la variedad.

**Nota:** Tomado de *Manual de Observaciones Fenológicas* (pág. 34) de Yzarra *et al.* (26)

### **2.2.6.1 Germinación.**

La aparición de la radícula es el evento que evidencia la germinación de la semilla. Varios factores como temperatura, agua, oxígeno y presencia de luz influyen para que una semilla germine o no. El estado de plántula comprende el periodo desde la emergencia y alargamiento del hipocótilo hasta la caída de los cotiledones (25).

### **2.2.6.2 Crecimiento vegetativo.**

El pimiento además de tener una germinación “lenta”, también presenta una baja tasa de crecimiento durante el desarrollo de la plántula. La temperatura de crecimiento de base para pimiento (*Capsicum annuum* L.) es de 13 °C. Presenta hojas más finas, con una baja producción del área foliar debido a este motivo (18,27).

El estado de plántula de pimiento queda delimitado entre los 35 y 40 días después de la siembra, tiempo requerido para ser trasplantada. Sin embargo, el trasplante debe realizarse cuando las plántulas tengan de 12 a 15 cm de alto, con un tallo de 5 a 7 mm de grosor y entre cuatro a cinco hojas, lo que ocurre entre 18 y 28 días (25).

El trasplante depende de la temperatura ambiental y de la conformación que la plántula presente para ese momento, es decir, de la cantidad de reservas del embrión, capacidad fotosintética y de la genética de las mismas (25).

### **2.2.6.3 Floración.**

La inducción a floración se produce por factores internos y externos de la planta; el factor externo que determina la diferenciación floral es la temperatura (18). Con la aparición de la primera flor se inicia la bifurcación del tallo principal, originándose lo que se denomina horqueta o cruz. La polinización es principalmente autógena, aunque puede presentar distintas situaciones entre la autogamia y la alogamia (18).

#### **2.2.6.4 Fructificación.**

El pimiento emite una gran cantidad de flores, de las cuales una mínima proporción cuaja, ya que, en esta especie, la caída de flores es un fenómeno frecuente. La maduración de los frutos se produce a los 120 - 180 días después del trasplante, dependiendo de las condiciones climáticas de la época después de la plantación. La temperatura diurna óptima para el crecimiento del fruto es de 21 °C (18).

#### **2.2.7 Acumulación de grados días de desarrollo (GDA)**

En los trópicos, la temperatura es la variable ambiental con mayor influencia en el crecimiento y desarrollo de los cultivos (28). Los efectos de la temperatura varían con el desarrollo del cultivo y la fenología, es por ello que, algunas plantas presentan diferentes rangos de temperatura adecuados para cada una de sus fases de desarrollo (27).

Según indica Hoyos *et al.* (29), el conocimiento de la duración exacta de las fases de desarrollo y su interacción con los factores ambientales, es esencial para alcanzar los máximos rendimientos en las plantas cultivadas, ya que determinan factores como la absorción de nutrientes y el llenado de frutos que inciden directamente sobre la productividad del cultivo.

En la predicción de las etapas de crecimiento y desarrollo de los cultivos, uno de los métodos más ampliamente utilizado, es la acumulación de la temperatura media por encima de una temperatura base ( $T_b$ ), conocido como tiempo térmico, grados días de crecimiento o desarrollo (GDD), unidades de calor o tiempo fisiológico (13).

El tiempo térmico se define como la cantidad de grados días necesarios para finalizar un determinado proceso de desarrollo o fase fenológica (13). El uso de los GDD permite medir los requerimientos de calor asociados a las etapas fenológicas del cultivo, lo que a su vez permite predecir cuándo ocurrirá una determinada etapa de la planta conociendo las temperaturas diarias (28).

### 2.2.8 Manejo del cultivo

**Preparación del suelo.** - La finalidad de la preparación del suelo es proporcionar a la planta un medio propicio para el desarrollo de la raíz, mejorando la aireación y la estructura del suelo (30).

**Sustrato para semillero.** - Berrones *et al.* (30) recomienda utilizar un sustrato especial, cuidando que tenga las siguientes características: capacidad de aireación 10 a 20%, capacidad de retención de agua de 70 a 80%, agua fácilmente disponible mayor al 20%.

**Siembra.** - La siembra se la realiza en bandejas de alvéolos, y utilizando sustratos enriquecidos con fertilizantes; lo que, además de propiciar plántulas sanas y mejor nutridas, permite mejorar el aprovechamiento de las semillas con respecto al almácigo tradicional.

**Trasplante.** - El trasplante es recomendable realizarlo por la tarde para evitar en lo posible el estrés hídrico de la plántula (30). En las zonas templadas, el trasplante se realiza a los setenta días y en las regiones tropicales a los 45 días posteriores a la siembra, cuando las plantas han alcanzado de 10-15 cm de altura y tienen de 4 a 6 hojas (23).

**Aporcado.** - La aporca en pimiento es una práctica que consiste en cubrir con tierra la parte del tallo principal de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular (31). Los aporques alejan la humedad del cuello de la planta, evitando el ataque de hongos y además facilita la formación de raíces adventicias y el anclaje de la planta (23).

**Tutorado.** - Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida, ya que los tallos del pimiento se parten con mucha facilidad. Las plantas en casa malla son más tiernas y alcanzan una mayor altura, por ello se emplean tutores que faciliten las labores de cultivo y aumente la ventilación (30).

### **2.2.9 Poda**

La poda se considera como una forma de reducir la competencia de los órganos de una misma planta, para regular el balance entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo, induciendo la remoción de sustancias de reserva e incrementando la disponibilidad de agua y nutrientes para el vástago (5).

Tiene como finalidad controlar el crecimiento de la planta y por lo tanto la calidad del fruto, así como acortar el ciclo del cultivo (5). Las podas se realizan de acuerdo a la edad y condiciones de la planta. Existen tres tipos de podas: de forma, de mantenimiento y de rejuvenecimiento (6).

**Poda de formación.** - Hasta formada la primera cruz o bifurcación, se van eliminando todas las brotaciones que nacen en el fuste o tallo principal de la planta, al objeto de formar un tronco potente y favorecer el crecimiento y desarrollo de las ramas portadoras de frutos. Si no se suprimen dichos brotes, la planta puede sufrir retraso en el desarrollo (19).

**Aclareo de flores y frutos.** - Va dirigida a eliminar las flores que aparezca en la primera cruz o los frutos recién cuajados en las primeras cruces y haya excesivo número con el objetivo de obtener frutos de mayor tamaño, uniformes y más precoces. Asimismo, aquellos frutos dañados por plagas o enfermedades y los muy pequeños (19).

#### **2.2.9.1 Poda holandesa y poda española en pimiento.**

La poda es una práctica cultural frecuente que ayuda a la obtención de producciones de mayor calidad comercial (31), el desarrollo del cultivo del pimiento está controlado por un patrón de poda con el objetivo de concentrar la producción en las ramificaciones más vigorosas (32). Varios autores en diversos estudios han establecido dos sistemas de poda de vital relevancia en pimiento; la poda holandesa y la poda española (8,33–35).

En el sistema español los tallos y las ramas laterales no se podan, lo que permite que la planta desarrolle un dosel con 2 a 4 tallos principales y ramas laterales en la planta (8). Mientras que, la poda holandesa consiste en dirigir la planta a dos guías, eliminando posteriormente una de las dos bifurcaciones en que se va dividiendo cada rama (33).

Con la poda española se logra un ahorro del 75% de los costos de mano de obra, en comparación con la poda holandesa; sin embargo, con la poda holandesa a veces se logra producir frutos de chile dulce con mayor calidad (tamaño del fruto uniforme, mayor grosor del pericarpio) que con la poda española (35).

### **2.2.10 Hormonas vegetales**

Una hormona vegetal o fitohormona es un compuesto producido internamente por una planta, que ejerce su función en muy bajas concentraciones y cuyo principal efecto se produce a nivel celular, cambiando los patrones de crecimiento de los vegetales y permitiendo su control (9). Borjas Ventura *et al.* (7) señalan que entre los principales compuestos que regulan los procesos metabólicos de las plantas son:

**Auxinas.** -Las auxinas se encuentran en la planta en mayores cantidades en las partes donde se presentan procesos activos de división celular, lo cual se relaciona con sus funciones fisiológicas asociadas con la elongación de tallos y coleóptilos, formación de raíces adventicias, inducción de floración, diferenciación vascular, algunos tropismos y promoción de la dominancia apical (36).

**Citoquininas.** - Las citocininas son hormonas esenciales en el accionar de varios procesos vinculados al crecimiento y desarrollo de las plantas y relacionados a la acción de varios genes (37). Este grupo de fitohormonas es considerado el responsable de los procesos de división celular.

Entre los que se encuentran la formación y crecimiento de brotes axilares, la germinación de semillas y la maduración de cloroplastos. Favorecen la diferenciación celular y también el control de varios procesos vegetales como el retardo de la senescencia y en la transducción de señales (36).

**Giberelinas (GAs).** - El efecto más notable de las giberelinas (GAs) es inducir crecimiento en altura, en muchos casos atribuibles a GA1 endógena. GAs promueven el desarrollo súbito de inflorescencias y la floración en muchas plantas. Las giberelinas inducen la germinación en semillas en condiciones de dormancia, además promueven el desarrollo de muchos frutos e inducen partenocarpia (37).

**Etileno.** - Dentro de sus funciones fisiológicas más investigadas, se encuentran las relacionadas con la abscisión de hojas, marchitamiento de flores, maduración de frutos y otros procesos relacionados con el envejecimiento, pues se plantea su participación en la degradación de clorofila y peroxidación de lípidos de membranas (36).

**Acido abscísico.** - El ácido abscísico (ABA) es un sesquiterpenoide particularmente importante en la respuesta a estrés y desempeña un papel importante en procesos fisiológicos, cuyos efectos varían dependiendo del tejido y estado de desarrollo de la planta (36).

El ABA cumple un papel importante en la regulación de las relaciones hídricas, por su relación determinante en la respuesta de las células guarda estomáticas y en el mantenimiento del crecimiento radical durante el déficit hídrico (36).

#### ***2.2.10.1 Bioestimulante Nedzyme.***

Nedzyme es un producto bioestimulante de uso agrícola a base de citoquininas, giberelinas, y auxinas; es un bio activador fisiológico orgánico que puede ser utilizado en cualquier tipo de cultivo (38). La composición y concentración del producto Nedzyme se presenta en la Tabla 5.

**Tabla 5***Composición y concentración de bioestimulante Nedzyme.*

<b>Concentración</b>		<b>Composición</b>	
Ácido naphthalen acético	0.0103 % p/v	Datos físicos	
Ácido indolbutírico	0.170 % p/v	Formulación:	Líquido soluble (SL)
Ácido fólico	0.19 % p/v	Solubilidad:	Soluble en agua
Ácido giberélico	0.180 % p/v	Densidad:	1.03 g/mL
Cisteína	0.12 % p/v		
Zeatina	0.09 % p/v		

Fuente: Nederagro (38)

### **2.2.11 Riego por goteo**

Consiste en la conducción del agua a través de mangueras plásticas con orificios (goteros) distribuidos en el surco que humedecen la zona radicular con una dosis de agua controlada. La cantidad de agua utilizada es relativamente poca, pero su inversión inicial es alta (20).

La alta frecuencia de aplicación y el bajo caudal cerca de la raíz moja sólo parte del suelo y no se almacena agua en el terreno, proporcionando a la planta las necesidades hídricas en forma puntual y continua. Este sistema de irrigación mantiene un porcentaje de humedad a nivel radicular muy cercano a la capacidad de campo, reduciéndose la evapotranspiración al localizarse el agua alrededor del tronco de la planta, evitando los encharcamientos (19).

### **2.2.12 Plagas y enfermedades**

#### **2.2.12.1 Plagas.**

Chirinos *et al.* (39) enfatiza que los principales problemas entomológicos señalados para el cultivo de pimiento en el Ecuador son los áfidos (*A. gossypii* y *Myzus persicae* Sulzer), las especies de ácaros, *Polyphagotarsonemus latus* Banks y *Tetranychus urticae* Koch.

Así mismo, Lozano-Fernández *et al.* (40) indican que los insectos plaga de mayor incidencia en el cultivo de pimiento son, en su orden; trips, ácaros, *Copitarsia* sp. y áfidos. Además, su importancia en *Capsicum* radica en que son vectores de enfermedades.

#### **2.2.12.2 Enfermedades.**

En un estudio realizado por Escalona *et al.* (41), donde se encontraron problemas de marchitez, pudrición del cuello y la raíz en los cultivos de pimentón (*C. annuum* L.), los cuales se hallaron asociados a los hongos *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora* sp. y las bacterias *Ralstonia solanacearum* y *Erwinia* sp.

#### **2.2.13 Investigaciones relacionadas**

Monge-Pérez (33) en el año 2016 se realizó un estudio titulado “Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del pimiento cuadrado (*Capsicum annuum* L.) cultivado bajo invernadero en Costa Rica”. En el cual evaluó el efecto de dos tipos de poda (española y holandesa) y tres densidades de siembra (2,60; 3,25 y 3,90 plantas/m<sup>2</sup>) sobre el rendimiento y la calidad del pimiento cuadrado cv. Vikingo. Donde encontró que con la poda española se obtuvo un mayor rendimiento total (76,35 t ha<sup>-1</sup>) y comercial (67,35 t ha<sup>-1</sup>) que con la poda holandesa.

En el estudio “Estimación de índice de área foliar y rendimiento de chile poblano cultivado en invernadero” realizado por Mendoza Pérez *et al.* (42) en el año 2017, donde el objetivo fue estimar el IAF de chile poblano (*Capsicum annuum* L.) con un interceptómetro y comparar los resultados con el método destructivo; además, analizar la relación que existe entre el IAF y el rendimiento del cultivo. El experimento consistió en tres tratamientos (T): T1 (dos tallos), T2 (tres tallos) y T3 (sin poda). Los resultados indicaron que el máximo IAF se presentó en floración, que corresponde a los 2,096 grados día desarrollo (GDA) con 0.93, 1.2 y 2.75 para T1, T2 y T3. Donde al aumentar el número de tallos por planta incrementó el IAF, el rendimiento y número de frutos; sin embargo, el tamaño de frutos disminuyó.

Martínez Gutiérrez *et al.* (32) en el año 2021 realizaron una investigación titulada “Efecto de la densidad de plantación y la poda en el chile huacle en invernadero” donde el objetivo fue evaluar la producción y calidad en función del manejo cultural de la poda y la densidad de la plantación. Obtuvieron que la mayor densidad de plantación incrementó significativamente el índice de área foliar, el rendimiento y producción de materia seca total de fruto, mientras que los parámetros de calidad de fruto no se vieron afectados. Además, las plantas podadas a 4 tallos no se afectaron en altura ni en grosor de tallo respecto a las sin poda; además, el índice de área foliar fue menor en la poda a dos brazos y no varió con la poda de 4 tallos y sin poda; y, por último, que el mayor rendimiento se obtuvo con las plantas a 4 tallos.

En la investigación realiza por Freire Magallón (43) en el año 2020 titulada “Evaluación de fitohormonas comerciales en el desarrollo y producción del pimiento (*Capsicum annuum* L.)”, donde el objetivo fue determinar el efecto de tres tipos de fitohormonas en el desarrollo y producción del pimiento, como alternativas que permitan mejorar los niveles de productividad de cultivo. Se concluyó que Eco hormonas (fitohormona comercial) aplicada en una dosis alta ( $0.75 \text{ L ha}^{-1}$ ) mejora las características de diámetro, longitud, peso del fruto y sobre todo se obtuvo una mayor producción en el cultivo de pimiento, sobre las demás fitohormonas en estudio.

Aydin *et al.* 2022 (44) en su investigación “Efectos de diferentes sistemas de poda sobre la calidad y el rendimiento del fruto en pimientos california wonder (*Capsicum annuum* L.) cultivados en cultivo sin suelo” donde determinar los efectos de cuatro métodos de poda (sin poda, poda de dos, tres y cuatro tallos) sobre algunos parámetros de crecimiento, rendimiento y calidad del fruto en pimiento (*Capsicum annuum* L.). Los resultados indicaron que las aplicaciones de poda, dejando dos, tres y cuatro ramas en las variedades de pimiento, aumentaron significativamente la altura de la planta, el peso fresco de la planta y el diámetro del tallo en comparación con las plantas no podadas. Así también, el rendimiento total por planta se redujo en comparación con las plantas no podadas, excepto por la poda de cuatro ramas.

**CAPÍTULO III**  
**METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1 Localización

La investigación se llevó a cabo en el Campus Universitario “La María”, predios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en el km 7 ½, vía Quevedo - El Empalme, Cantón Mocache, provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica es 1° 3’ 18’’ de latitud sur y 79° 25’ 24’’ de longitud oeste. Esta se realizó a una altura de 77,60 metros sobre el nivel de mar, el ensayo tuvo una duración de cuatro meses.

### 3.2 Condiciones Agroclimáticas

**Tabla 6**

*Condiciones agroclimáticas del Campus universitario “La María”.*

<b>Parámetros</b>	<b>Promedios</b>
Temperatura mínima (°C)	20.8
Temperatura máxima (°C)	29.3
Humedad relativa (%)	84
Insolación (horas)	1.8
Radicación (MJ/m <sup>2</sup> /día)	11.7
Precipitación (mm/año)	3229.3
Zona ecológica	Bosque húmedo tropical

Fuente: Datos promedio de INAMHI Estación Pichilingue (45)

Elaborado por: Espinel 2023

### 3.3 Tipo de Investigación

#### 3.3.1 *Investigación experimental*

La presente investigación se realizó a través del método experimental, dentro de la cual se determinó el efecto de la poda y fitohormonas bajo una condición de riego por goteo sobre el comportamiento de crecimiento y desarrollo del pimiento.

Dentro de la investigación se evaluó variables de crecimiento, fenología y biomasa con la finalidad de obtener resultados que permitieron establecer la eficacia de los tratamientos en la producción de pimiento.

### **3.4 Fuentes de Recopilación de Información**

- **Primerias:** La información primera se obtuvo de los datos obtenidos en el trabajo realizado en campo.
- **Secundarias:** Es la información bibliográfica que se consiguió por medio de revisión de literatura referente a la temática en estudio; libros, revistas científicas, tesis, documentos web, etc.

### **3.5 Métodos de Investigación**

#### ***3.5.1 Método de observación***

La observación fue un proceso clave para evaluar el crecimiento y desarrollo de las plantas de pimiento (altura de planta, desarrollo de biomasa del dosel vegetal, etc.) bajo el efecto de la poda y la aplicación de hormonas vegetales.

#### ***3.5.2 Método deductivo***

La investigación se fundamentó a partir de una serie de observaciones previas que se rigen en base a principios de la fisiología vegetal y producción de cultivos. Razón por lo que la presente investigación permitió determinar el efecto de la poda y fitohormonas sobre el comportamiento agronómico del pimiento.

### **3.5.3 Método analítico**

El método analítico se enfoca en la lógica empírica y la experimentación directa, por lo que, la medición del desarrollo del estudio en las plantas de pimiento fue a través de toma de datos de las variables en campo que permitieron establecer una base de recopilación de evidencia propia del estudio.

### **3.6 Factores de Estudio**

- **Factor A: Poda**

**A1:** Poda Holandesa

**A2:** Poda Española

- **Factor B: Fitohormonas**

**B1:** Sin Fitohormonas

**B2:** Con Fitohormonas

### **3.7 Tratamientos**

En la investigación se estudiaron cuatro tratamientos; constituidos en la realización de podas y la aplicación de fitohormonas, mismos a los que se realizaron cuatro repeticiones. Los tratamientos que se utilizaron se presentan en la Tabla 7.

Se evaluó el efecto de plantas de pimiento bajo el efecto de dos tipos de poda. La poda holandesa consiste en dirigir a la planta a dos guías, la eliminación del primer fruto de la primera bifurcación, y los chupones o yemas axilares a los 37 días después del trasplante. Mientras que, en los tratamientos con poda española, las plantas tuvieron un crecimiento libre sin ninguna intervención.

Las dosificaciones de la fitohormona Nedzyme (Nederagro) fueron las mismas propuestas por el fabricante (0.25 L ha<sup>-1</sup>), y se aplicó la misma dosificación a todos los tratamientos que estaban influenciados bajo su efecto, con una frecuencia de aplicación de ocho días, luego de la intervención de la poda.

**Tabla 7**

*Tratamientos de la investigación.*

<b>Tratamientos</b>	<b>Tipo de Poda</b>	<b>Fitohormonas</b>	<b>Repeticiones</b>
T1	Española	Sin Fitohormonas	4
T2	Española	Con Fitohormonas	4
T3	Holandesa	Sin Fitohormonas	4
T4	Holandesa	Con Fitohormonas	4

Elaborado por: Espinel 2023

### **3.8 Diseño de la Investigación**

La investigación se realizó bajo un modelo de Diseño Completamente al Azar (DCA) usando un arreglo factorial 2x2, donde el factor A abarcó la poda, mientras que, el factor B la aplicación de fitohormonas. Establecido mediante el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

En consecuencia, se determinaron los tratamientos, de forma que, sea posible la evaluación del efecto individual de los factores de estudio, y también el resultado de la interacción de los mismos. Se establecieron 16 parcelas experimentales, con un total de 16 plantas, considerando 8 plantas útiles por cada tratamiento dentro el ensayo, donde se evaluó el efecto de los factores sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de pimiento.

### 3.9 Esquema de ADEVA

El esquema del análisis de varianza de los tratamientos que intervienen en la investigación se lo presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 8**

*Esquema de ADEVA del experimento*

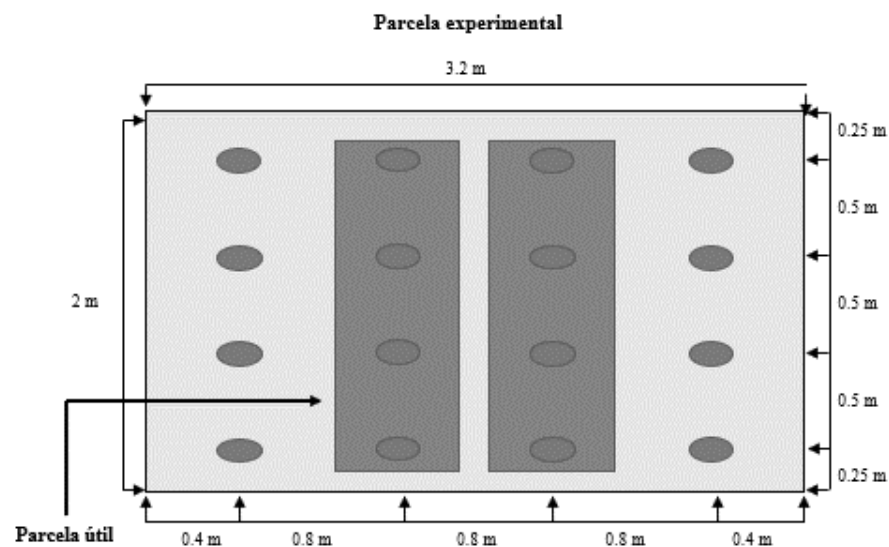
Fuente de variación	Formula	Grados de libertad
Efecto A	a-1	1
Efecto B	b-1	1
Efecto AB	(a-1) (b-1)	1
Error	ab (n-1)	12
Total	abn-1	15

Elaborado por: Espinel 2023

### 3.10 Especificaciones de la Parcela Experimental

**Figura 2**

*Esquema de la distribución, dimensión y forma de la parcela experimental usada en el curso de la investigación.*



Las parcelas experimentales de la investigación en campo tuvieron una dimensión de 2 x 3.2 m. La distancia de siembra usada fue de 0.50 m entre plantas y 0,8 m entre hilera, teniendo así, 16 plantas por parcela experimental, dentro de las cuales se consideró a 8 plantas de las hileras centrales como plantas útiles (Figura 2).

### 3.10.1 Características de la unidad experimental.

Número de tratamientos:	4
Número de repeticiones:	4
Número de unidades experimentales por parcela:	8
Número de plantas por tratamiento:	16
Dimensiones de cada subparcela:	3.2 m x 2 m
Distancia entre plantas:	0.5
Distancia entre hileras:	0.8
Separación entre parcela:	1.0 m
Población:	256
Área útil de parcela:	3.2 m <sup>2</sup>
Área total del experimento:	173.8 m <sup>2</sup>
Total de plantas útiles en el ensayo:	128

### 3.11 Manejo del Experimento

#### Tabla 9

*Descripción del manejo agronómico de la investigación “Poda y hormonas vegetales en el comportamiento agronómico del pimiento (Capsicum annuum L.) bajo condición de riego por goteo”.*

<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
<b><i>Preparación del suelo</i></b>	De acuerdo a la densidad de plantación se realizaron hoyos de 50 centímetros de profundidad en el sitio de la planta, se colocó tamo de arroz, cal agrícola, fertilizante granulado, turba y se mezcló. Se hizo una desinfección del suelo con insecticida, fungicida y bactericida.

<b><i>Semillero</i></b>	Las semillas se germinaron en bandejas plásticas de 32 alveolos con turba “ <i>Pindstrup substrate</i> ”. Las semillas fueron tratadas con Vitavax (Fungicida sistemático y protector de semillas).
<b><i>Trasplante</i></b>	El trasplante se realizó cuando las plantas tenían de 3 - 5 hojas (34 días después de la siembra) en condición de campo abierto.
<b><i>Aplicación de fitohormonas</i></b>	Se aplicó la fitohormona Nedzyme (Nedeagro S.A.) a concentración 0.25 L ha <sup>-1</sup> de manera foliar.
<b><i>Fertilización</i></b>	En la siembra se aplicó Abono completo 10-30-10, Novatec (Fertilizante granulado) y “Mas raíz” (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ). En el crecimiento vegetativo urea. En la floración se aplicó Evergreen, para el aporte de macro y micro minerales, por aspersión foliar.
<b><i>Control plagas y enfermedades</i></b>	Se controló la presencia de mosca blanca y áfidos con la aplicación de insecticida Bala (0.8 L ha <sup>-1</sup> ). Y el control fitosanitario preventivo con el uso de Phyton. Se presentó un brote de <i>Phytophthora capsici</i> que se controló con Captan y el efecto de las fitohormonas.
<b><i>Cosecha</i></b>	La primera cosecha fue a los 58 ddt., y la segunda a los 79 ddt., de las cuales se evaluó el rendimiento productivo.

---

Elaborado por: Espinel 2023

### ***3.11.1 Sistema de riego por goteo***

En el desarrollo y producción de pimiento el agua es el principal factor determinante, por lo tanto, interviene y favorece el desempeño de la planta en todas sus etapas fenológicas; germinación, desarrollo vegetativo, fructificación y cosecha. Por esta razón, las consideraciones de las necesidades hídricas son fundamentales en el transcurso del cultivo.

## Necesidades hídricas del cultivo.

Para la recopilación de la información climática para el aporte de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) se usó el programa Cropwat 8.0 y Climwat 2.0 de la FAO, a partir de datos climatológicos de la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Con estos valores se calculó el diseño agronómico de riego, influenciado por el clima, tipo de suelo y cultivo.

Para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo (ET<sub>c</sub>) se utilizó la ET<sub>o</sub> y el coeficiente del cultivo (K<sub>c</sub>) correspondiente a cada etapa del cultivo de pimiento. Asimismo, para la obtención del coeficiente del cultivo (K<sub>c</sub>) se utilizó el “Estudio de riego y drenaje de la FAO” (46) presentado en la Tabla 10.

La lámina de riego se calculó usando el software Tlaloc v1.0 en base a la información recopilada acorde a la relación planta-suelo-atmósfera. Los datos obtenidos se presentan en la Tabla 10. De acuerdo a la demanda hídrica del cultivo, la lámina de riego empleada en el sistema de riego por goteo fue la adecuada para cubrir las necesidades propias de la planta.

En la Tabla 11 se presentan los parámetros considerados para el diseño del sistema de riego del cultivo de pimiento variedad “Yolo Wonder”. Con estos parámetros se construyó el balance hídrico del suelo, mismo que permite reponer el agua absorbida y mantener la estructura del suelo a capacidad de campo.

**Tabla 10**

*Demanda hídrica de pimiento*

Etapa	ET <sub>o</sub> (mm/día)	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub> (mm)	Días por etapa	Riegos por etapa	Lámina de riego (mm)		
						eficiencia 90%		
						Día	Etapa	Ciclo
Desarrollo	2.71	0.70	1.62	32	15	4.33	64.95	
Media	2.71	1.05	2.86	26	12	7.59	91.08	214.53
Final	2.71	0.9	2.44	20	9	6.50	58.5	

Elaborado por: Espinel 2023

**Tabla 11***Parámetros para el diseño del sistema de riego.*

<b>RELACIÓN CLIMA-PLANTA</b>	
ET <sub>o</sub> (mm/día)	2.71
K <sub>c</sub>	1.05
ET <sub>c</sub> (mm/día)	2.86
<b>SUELO FRANCO ARCILLOSO</b>	
Profundidad del sistema radicular (m)	0.30
Infiltración básica (mm/h)	13
PAR (%)	40
<b>SISTEMA DE RIEGO</b>	
Distancia entre emisores (m)	0.50
Distancia entre laterales (m)	0.80
Intervalo de riego (días)	1
Lamina de riego ajustada (mm)	6.83
Lamina bruta (mm)	7.59
Hora de riego	1 hora
Eficiencia (%)	90

Elaborado por: Espinel 2023

**Descripción del sistema de riego**

Se utilizó un sistema de riego por goteo, donde para cada línea regante se utilizó mangueras de 1/2 pulgada. Cada línea tenía goteos autocompensados separados cada 50 cm y un gasto de 2.2 L hora<sup>-1</sup>. Se aplicó riego durante todo el ciclo del cultivo, los días lunes, miércoles y viernes. Con un volumen de riego de 2140 m<sup>3</sup> durante el ciclo de cultivo en campo de 112 días.

**3.12 Variables Evaluadas**

Las variables evaluadas en el cultivo se describen a continuación:

### **3.12.1 Altura de planta (cm)**

Consistió en medir la altura de la planta a partir de las primeras hojas cotiledonares hasta la parte más alta de la misma, determinada según la etapa de crecimiento. Para este fin se usó una regla o flexómetro. Se evaluaron ocho plantas por parcela experimental, a los 15, 30, 45 y 67 días después del trasplante.

### **3.12.2 Diámetro de tallo (mm)**

La medición del diámetro del tallo de cada planta, se realizó por debajo de las hojas cotiledonares, con el uso de un calibrador pie de rey. Se evaluaron ocho plantas por parcela experimental, a los 15, 30, 45 y 67 días después del trasplante.

### **3.12.3 Número de hojas**

Se contabilizó el número de hojas dispuestos en dosel de la planta. Para esto, se realizó el conteo del número de hojas a ocho plantas por parcela experimental, evaluando esta variable a los 15, 45 y 67 días.

### **3.12.4 Fenología**

Se registró y evaluó cada etapa fenológica, así como las unidades diarias de calor, para determinar la acumulación térmica de las plantas de Pimiento variedad “Yolo Wonder” en las condiciones agroclimáticas y de manejo recibidas en el lugar del experimento. El cálculo de los grados días fue estimado basado a la ecuación estándar o método simple usada por Rommel León, *et al.* 2019 (28) según la siguiente Ecuación:

$$Tm = \left( \frac{T \text{ max} + T \text{ min}}{2} \right); DD \equiv \sum_{l=1}^N (Tm - Tb)$$

Donde:

Tm: Temperatura media (°C).

Tmin: Temperatura mínima (°C).

Tmax: Temperatura máxima (°C).

n: número de días.

Tb: temperatura base (°C).

DD: Grados días.

### **3.12.5 *Materia fresca (g)***

Se extrajeron tres plantas de pimiento por parcela experimental, posteriormente, se lavaron las raíces para quitar el excedente del suelo. Posteriormente, se separó la parte radicular de la parte aérea de las plantas obtenidas por tratamiento, y se pesó la muestra.

### **3.12.6 *Materia seca (g)***

Las plantas que se obtuvieron de cada parcela se cortaron en pedazos pequeños, separando el sistema radicular de la parte aérea, y se colocaron en una funda papel previamente identificada. En laboratorio, las muestras fueron colocadas en la estufa a 70 °C durante cinco días hasta llegar a peso constante y después se pesaron.

### **3.12.7 *Rendimiento***

Para esta variable se realizó el peso total de los frutos de las plantas de pimiento bajo los distintos tratamientos por parcela experimental, y se estimó el rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$kg\ ha^{-1} = \frac{Rendimiento\ por\ parcela\ util\ (kg) \times 1\ ha\ (10000\ m^2)}{Area\ de\ la\ parcela\ util\ (m^2)}$$

### **3.12.8 Análisis económico**

Para el análisis económico se consideró los costos totales y los ingresos. Los costos totales son todos los valores utilizados para la ejecución de las operaciones relacionadas con la siembra, costos de la aplicación de insumos, y cosecha registrados por cada tratamiento. Mientras que, para los Ingresos se considera el peso obtenido de los frutos por parcela experimental útil de cada tratamiento, representado en  $\text{kg ha}^{-1}$ , considerando el precio oficial de venta del pimiento en el mercado.

La relación beneficio/ costo se obtiene a partir de la diferencia entre la utilidad neta y los costos totales por tratamiento, y sirve para estimar el tratamiento de mayor utilidad económica, establecido según la siguiente ecuación:

$$\text{Relación beneficio/ costo} = \frac{\text{Ingresos netos}}{\text{Costos totales}}$$

### **3.13 Tratamiento de los Datos**

Los datos obtenidos de las variables en estudio fueron organizados, tabulados y esquematizados con el uso de softwares, que permitieron el análisis, procesamiento y evaluación de los resultados.

Para todas las variables se realizó un análisis estadístico de varianza (ADEVA), mientras que, para la comparación de medias, se usó la prueba estadística de rangos múltiples de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Además, se usó InfoStat (Software estadístico) versión libre, para el análisis y tratamiento de los datos.

### **3.14 Recursos Humanos y Materiales**

#### **3.14.1 Recursos humanos**

- Jorge Eduardo Espinel Mindiolaza (Autor del proyecto de investigación).
- Diana Verónica Véliz Zamora (Directora del proyecto de investigación).

#### **3.14.2 Materiales e insumos**

A continuación, se detallan los materiales, equipos e insumos que se utilizaron en el curso y desarrollo de la investigación:

##### **Materiales**

- Piola
- Libreta de campo
- Marcadores
- Balanza digital

##### **Herramientas**

- Machete y tijeras de podar
- Instrumentos de medida (flexómetro, cinta métrica, regla y calibrador pie de rey)
- Motoguadaña
- Estacas
- Bomba de fumigar

##### **Material vegetal**

- Semillas de pimiento variedad “Yolo Wonder”.

##### **Insumos químicos**

- Bioestimulante Nedzyme (Nedeagro)
- Insecticidas agrícolas
- Fungicidas comerciales
- Herbicidas comerciales

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1 Altura de planta (cm)

Los resultados del análisis de varianza indican que no se observó significancia estadística entre factores e interacciones en la variable altura de planta a los 15, 30, 45 y 67 días después del trasplante (ddt) en pimiento (*C. annuum* L.) tal como se muestra en la Tabla 12.

Este resultado se atribuye al hábito de crecimiento de la variedad “Yolo Wonder” (47) y la condición de crecimiento a campo abierto (48). Así mismo, se debe a que en el cultivo de pimiento el crecimiento vegetativo se alterna con el reproductivo (49). En la literatura revisada, la altura de plantas de *C. annuum* bajo el efecto de la poda varían entre cultivares.

Según manifiesta Kesumawati *et al.* (50) las plantas con poda española (sin poda) presentan un crecimiento superior ya que no se interviene en su dominancia apical, por lo tanto, solo se centra en el crecimiento de brotes apicales, mientras que, la hormona auxina proporciona el crecimiento óptimo de yemas apicales. Sin embargo, dichos argumentos difieren a los resultados encontrados en esta investigación, debido a que entre cultivares de *C. annuum* las características de hábito de crecimiento que presentan son diferentes.

En relación con lo descrito, Sánchez (51) reporta alturas similares con respecto a la variedad Yolo Wonder, siendo el de menor altura frente a otros materiales. Es decir, el desarrollo vegetal, especialmente la altura de la planta, se da en orden preciso a la información genética de cada variedad o híbrido, lo que se relaciona intrínsecamente a lo encontrado en esta investigación.

La altura de planta no mostró significancia bajo el efecto del bioestimulante, lo que difiere a resultados encontrados por Magallón Freire (43) que, usando un producto de similar composición de fitohormonas, encontró que altas concentraciones (en dosis de 0.75 L ha<sup>-1</sup>) tuvieron un efecto positivo en los parámetros crecimiento de pimiento híbrido Mirella. Lo que se relaciona a lo expuesto por Mahmood, *et al.* (47) al manifestar que el efecto de los bioestimulantes sobre los parámetros de crecimiento vegetativo es proporcional a sus concentraciones.

**Tabla 12**

*Promedios y coeficientes de variación registrados en la variable altura de planta en el cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.) bajo cuatro tratamientos de manejo.*

Factores	Altura de planta (cm)			
	Antes de la Poda		Después de la poda	
	15 días	30 días	45 días	67 días
<b>Poda</b>				
Española	10.73 a	19.08 a	24.88 a	29.38 a
Holandesa	10.23 a	18.81 a	24.11 a	29.28 a
p-valor	0.5510	0.8745	0.6739	0.9321
<b>Hormonas</b>				
Con Fitohormona	10.90 a	18,95 a	24.06 a	28.31 a
Sin Fitohormona	10.05 a	18.94 a	24.93 a	30.34 a
p-valor	0.3176	0.9940	0.6344	0.1035
<b>Interacción</b>				
ES	10.83 a	19.58 a	26.38 a	30.83 a
EC	10,63 a	18.58 a	23.38 a	27.90 a
HS	9.28 a	18.30 a	23.48 a	28.73 a
HC	11.18 a	19.33 a	24.75 a	29.83 a
p-valor	0.2220	0.5455	0.2499	0.4365
$\bar{X}$	10.48	18.95	24.50	29.33
CV %	15.56	17.18	14.44	7.84

Promedios con letras semejantes no son estadísticamente diferentes (Tukey  $p > 0,05$ )

**Nota.** ES: Poda española sin fitohormonas, EC: Poda española con fitohormonas, HS: Poda holandesa sin fitohormonas, HC: Poda holandesa con fitohormonas.

**Elaborado por:** Espinel 2023

## 4.2 Diámetro de Tallo

En la variable diámetro de tallo no se encontró diferencias significativas entre tratamiento a los 30 después del trasplante según la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $P \geq 0.05$ ), sin embargo, se encontró significancia estadística a los 67 días después del trasplante (ddt), destacando el tratamiento HC (poda holandesa con aplicación de fitohormonas) frente al tratamiento HS (poda holandesa sin aplicación de fitohormonas), con valores promedios de 9.35 mm y 8.25 mm, respectivamente, en pimiento (*C. annuum*) variedad “Yolo Wonder” (Tabla 13).

Los valores obtenidos en esta investigación en la variable diámetro de tallo son similares parcialmente con los reportados por Jara Silva (52), autor que informa medias de 11,37 mm en la variedad “Yolo Wonder” a condición de campo abierto a los 80 días después del trasplante. El grosor del tallo es un parámetro de crecimiento que depende estrechamente a la edad fisiológica de la planta, y que es indiferente a la condición de cultivo (53).

De acuerdo al crecimiento vegetativo de la especie se considera el grosor del tallo es un indicador de vigor y fortaleza en las plantas (54), ya que refleja de manera directa la acumulación de fotosintetizados, mismos que pueden translocarse a los vertederos (raíces, hojas inmaduras y frutos).

La poda estimula el desarrollo del grosor del tallo, Aydin *et al.* (44) encontraron que el diámetro de tallo fue mayor en sistema de poda de dos y tres ramas. Sin embargo, el efecto de la poda sobre el grosor del tallo varía entre cultivares, sistemas de poda y condición del cultivo. Lo que se relaciona según lo demostrado por Martínez *et al.* (32) al no encontrar diferencias entre las plantas sometidas a poda y sin poda. Asimismo, Kesumawati *et al.* (50) indican tallos más gruesos en plantas de pimiento (*C. annuum*) sin poda y con poda de raíces.

Respecto al factor Fitohormonas a los 67 días después del trasplante se observó diferencias significativas entre la aplicación de hormonas vegetales con 9.31 mm y sin la aplicación de las mismas con 8.71 mm.

Esta respuesta se atribuye a que las auxinas tienen capacidad para inducir la formación y elongación de tallos a nivel vegetal, así pues, en relación con las citoquininas, debido a su alta complementariedad, estimulan el crecimiento y desarrollo vegetal (9), es decir, con la aplicación del bioestimulante se logra un tallo grueso que permite soportar la parte aérea sin doblarse en las condiciones de campo abierto (54).

**Tabla 13**

*Promedios y coeficientes de variación registrados en la variable diámetro de tallo en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo cuatro tratamientos de manejo.*

Factores	Diámetro de tallo (mm)	
	Antes de la Poda	Después de la poda
	30 días	67 días
<b>Poda</b>		
Española	6.03 a	9.23 a
Holandesa	5.89 a	8.80 a
p-valor	0.6267	0.1243
<b>Hormonas</b>		
Con Fitohormona	6.08 a	9.31 a
Sin Fitohormona	5.84 a	8.71 b
p-valor	0.4055	0.0379
<b>Interacción</b>		
ES	6.08 a	9.18 ab
EC	5.98 a	9.28 ab
HS	5.60 a	8.25 b
HC	6.18 a	9.35 a
p-valor	0.2440	0.0757
$\bar{X}$	5.96	9.01
CV %	9.25	5.71

Promedios con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey  $p \leq 0,05$ )

**Elaborado por:** Espinel 2023

### 4.3 Número de Hojas

En la Tabla 14 se observa los promedios de la variable número de hojas a los 15 ddt, antes de la intervención de poda, y a los 45 y 67 ddt, después de la intervención de poda. A los 15 ddt no se encontraron diferencias significativas en el número de hojas, esto se debe a que las plantas tenían una tendencia de crecimiento homogéneo.

No obstante, a los 67 días después del trasplante, según la prueba estadística de rangos múltiples de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), si se presentaron diferencias significativas. En este aspecto se destacó el tratamiento EC con mayor número de hojas con un total de 58 hojas, sobre los tratamientos ES con 37 hojas, tratamiento HC con 42 hojas y sobre el tratamiento HS con 37 hojas.

Dentro de este marco, la mayor cantidad de follaje en el dosel vegetal lo tienen las plantas con poda española, debido a que no hay ninguna intervención en la disminución de ramas. Esto, por el contrario, no sucede en la poda holandesa, en la cual el número de hojas y tallos disminuyó. Respecto a lo mencionado, resultados similares fueron encontrados por Martínez Gutiérrez *et al.* (32) quienes estudiaron el efecto de la densidad de plantación y la poda sobre el desarrollo vegetativo en chile huacle (*Capsicum annuum* L.).

Mendoza Pérez *et al.* (42) indican que, a mayor número de tallos y hojas mayor es el área foliar. Es decir, que a mayor follaje las plantas de pimiento logran mayor aprovechamiento de la radiación fotosintéticamente activa. Sin embargo, al pico de crecimiento la interceptación solar que llega bajo el dosel es escasa. Este resultado guarda relación con lo encontrado por Cruz *et al.* (55) quienes presentaron que las plantas sin poda alcanzaron mayor área foliar por planta, sin embargo, la cantidad de superficie fotosintética fue menor.

En cambio, con la poda holandesa ocurre lo contrario, pues al haber menor número de hojas las plantas forman menor área foliar, esta condición es positiva si se implementa una densidad poblacional estrecha ya que se permite una óptima interceptación de la radiación fotosintéticamente activa y menor competencia entre plantas por luz (34).

En esta variable el factor fitohormonas no presentó significancia estadística, lo que se puede atribuir a que el efecto de las hormonas vegetales sobre el crecimiento está dado en función a la dosis de aplicación y a la etapa fenológica de la planta.

Según indica Kesumawati *et al.* (50) la poda estimula a la hormona auxina para que crezcan yemas laterales o ramificadas. Aun así, este resultado no se logró en las plantas del experimento, lo que se puede asociar intrínsecamente a la edad fisiológica en la que se intervino con la poda, siendo esta a los 37 días después del trasplante (412,75 GDA).

**Tabla 14**

*Promedios y coeficientes de variación registrados en la variable número de hojas en el cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.) bajo cuatro tratamientos de manejo.*

Factores	Número de hojas/planta		
	Antes de la poda	Después de la poda	
	15 DDT	45 DDT	67 DDT
<b>Poda</b>			
Española	8 a	42 a	53 a
Holandesa	8 a	32 b	40 b
p-valor	>0.999	0.0183	0.0048
<b>Hormonas</b>			
Con fitohormona	8 a	38 a	50 a
Sin fitohormona	7 a	36 a	43 a
p-valor	0.1974	0.5192	0.0582
<b>Interacción</b>			
ES	8 a	41 a	49 ab
EC	8 a	43 a	58 a
HS	7 a	31 a	37 b
HC	8 a	34 a	42 b
p-valor	0.3809	0.9424	0.4690
$\bar{X}$	7.75	37.13	46.5
CV%	14.42	18.38	14.42

Promedios con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey  $p \leq 0,05$ )

**Elaborado por:** Espinel 2023

#### 4.4 Fenología

En la Tabla 15 se muestra la descripción fenológica del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad “Yolo Wonder” bajo el efecto de la poda y la aplicación de fitohormonas en condición de crecimiento a campo abierto, bajo las condiciones agroclimáticas del cantón Mocache, provincia de Los Ríos.

Las etapas fenológicas en función a la acumulación de grados días (GDA) se describen a continuación: la fase inicial fue la germinación registrada a los 7 días desde la siembra, donde se requiere 75.5 GDA para este propósito. La emergencia fue dada a los 12 días con 244.75 GDA. Además, el registro térmico establecido logró determinar que, para el trasplante, con la aparición de quinta hoja verdadera, se requiere 412,75 GDA. Así también, para la floración, dada a los 32 ddt, se requiere 791,25 GDA; acorde los 43 ddt, la fructificación se alcanzó con valores de niveles de acumulación térmica de 802.75 a 900 GDA. Para alcanzar la madurez comercial de los frutos de la primera cosecha fueron necesarios 1149,25 GDA.

Los efectos de la temperatura son de vital importancia en la tasa de crecimiento, desarrollo fenológico y en la duración de cada fase del ciclo del pimiento (56). Moreno Pérez *et al.* (25) muestran resultados similares, estimando la emergencia, en promedio generales, a los 18 días después de la siembra, la floración a los 33 ddt; y, días a la fructificación a los 44 ddt. Valores que concuerdan con los obtenidos en la investigación, aunque el comportamiento fenológico depende específicamente de la variedad, el clima y la condición de cultivo.

De la misma forma, Ramírez (57) registró la acumulación de 757.4 grados días desde el trasplante hasta la primera cosecha, calculado sobre una base de 10 °C. Asimismo, Carvalho *et al.* (58) encontraron que, a pesar de que se difiera en la cronología en función del tiempo de este estudio, los valores con respecto a la acumulación térmica requerida para algunas etapas fueron similares; donde para primer, segundo y tercer ciclo productivo requirieron 433, 733 y 1116 GDA, respectivamente.

Así mismo, los valores presentados concuerdan a los encontrados por Guaymasí *et al.* (59) al reportar que, para la floración del primer racimo en pimiento se requiere una acumulación termina de 356 GDA, y para fructificación del primer racimo 425 GDA, a los 61 y 68 días respectivamente. Estos resultados se deben a que, aunque las temperaturas y días pueden variar, el tiempo fisiológico permanece relativamente constante (60).

En efecto, la acumulación de unidades calor durante las diferentes etapas de desarrollo de especies de *Capsicum* muestra diferencia entre tipos de pimiento (25). Esta respuesta fisiológica se asocia a que, aunque cada material genético tienda a presentar características muy específicas, lo que mayormente influye en el desarrollo vegetativo y reproductivo es la temperatura del aire y su relación sobre el nivel de acumulación térmica alcanzada.

En ese mismo contexto, aunque la acumulación de grados días de desarrollo para las diferentes etapas fenológicas es relativamente constante e independiente de la fecha de siembra, cada híbrido, variedad o cultivar de la especie, puede tener valores específicos (29).

**Tabla 15**

*Etapas fenológicas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” en función a la acumulación de grados días de desarrollo (GDA).*

DDS	DDT	Tm	Tb	°Gd día	GDA DDS	GDA DDT	Fenología
1		25,75	13,00	12,75	12,75		Siembra
6		25,00	13,00	12	75,5		Germinación
12		24,00	13,00	11	150,25		Emergencia
34	1	24,50	13,00	11,5	412,75	11,5	Trasplante
49	16	25,25	13,00	12,25	438,75	37,50	7ma hoja (40%) 6ta hoja (60%)
65	32	27,25	13,00	14,25	791,25	390,00	Floración
76	43	24,50	13,00	11,50	802,75	401,50	Fructificación
91	58	27,00	13,00	14,00	1149,25	748,00	1er Cosecha
112	79	26,75	13,00	13,75	1428,5	1027,25	Fin del ciclo de producción

**Nota.** DDS: Días después de la siembra, DDT: Días después del trasplante, Tm: Temperatura media, Tb: temperatura base, °Gd: Grados días, GDA: Grados días acumulados.

**Elaborado por:** Espinel 2023

#### **4.5 Materia Fresca**

Con respecto a la variable peso fresco aéreo y total de las plantas de pimiento a los 79 días después del trasplante (1027.25 GDA) se presentaron diferencias estadísticas entre interacciones y factores (Tabla 16) de acuerdo a la prueba estadística de Tukey. El tratamiento ES (poda española con aplicación de fitohormonas) mostró mayor acumulación de materia fresca en el dosel vegetal con un valor de materia fresca total de 612.25 g, difiriendo significativamente de los tratamientos ES, HC y HS con 436.75 g, 398.75 g y 390.25 g respectivamente. El peso fresco del sistema radicular no presentó diferencias significativas.

La importancia del análisis del peso fresco de los cultivos radica en la determinación cuantitativa del contenido de agua presente en los tejidos y órganos (61). Con la poda española se consigue mayor peso fresco, debido a la mayor cantidad de follaje que se genera por planta, así también, la capacidad fotosintética que determina el incremento de la biomasa y que influye el aumento de los parámetros morfológicos.

Las hormonas vegetales no influyeron un efecto en la acumulación de materia fresca en la planta, según Kozlova *et al.* (62) la capacidad de las fitohormonas para inducir o promover el crecimiento y producción de biomasa depende de la dosis.

#### **4.6 Materia Seca**

En cuanto a la distribución de materia seca aérea, radicular y total en la planta de pimiento (*C. annuum*) a los 79 días después del trasplante (1027. 25 GDA) presentada en la Tabla 16 se observa que los tratamientos mostraron diferencias significativas según la prueba estadística de Tukey, donde el tratamiento EC destacó con un valor promedio de materia seca total de 83.93 g, seguido del tratamiento ES con 65.08 g, el tratamiento HS con 61.10 g y, por último, el tratamiento HC con 59.20 g.

Según Ardila *et al.* en la fase vegetativa, la biomasa en términos de materia seca se acumula principalmente en el follaje (más del 50% de la biomasa de la planta), mientras que, en la fase reproductiva, se presenta un aumento porcentual de ésta en los tallos y, por último, en el periodo productivo, se presenta una redistribución parcial de la materia seca foliar, entre las hojas, las flores y los frutos (63).

Al comparar estas evidencias con lo encontrado, la mayor acumulación de materia seca en el tratamiento EC (poda española con fitohormonas) esta influenciada bajo la redistribución y producción de fotosintatos que, además, influyeron en el desarrollo de los parámetros morfofisiológicos como el desarrollo del grosor del tallo y dosel vegetal.

Cruz *et al.* (55) en su estudio encontraron que la mayor acumulación de biomasa se alcanzó en las plantas de pimiento sin poda observada desde los 70 hasta los 120 días después de la siembra, misma se asoció a la predominante área foliar generada por plantas bajo ese efecto. Así mismo, Sánchez del Castillo *et al.* (34) reportaron que con plantas podadas a la cuarta ramificación aumentó el peso seco por planta debido al desarrollo del dosel vegetal.

Así pues, en una planta la distribución de materia seca entre los diferentes órganos es el resultado final de un conjunto ordenado de procesos metabólicos y de transporte que gobiernan el flujo de asimilados a través de un sistema de relación fuente/sumidero (64). Las actividades involucradas en este proceso no son aisladas o estáticas y pueden cambiar constantemente en el transcurso del desarrollo fenológico de la planta.

La acumulación y distribución de biomasa en los vegetales son características genotípicas fácilmente afectadas por el ambiente (efectos del aire, la energía solar, el agua y el macroclima o microclima en el que se desarrolla la especie vegetal) y su interacción (61,64). Así, la proporción de biomasa asignada a hojas, tallos y raíces en cada momento del desarrollo, depende de la cinética de crecimiento y de la tasa de distribución, que están gobernadas por el área foliar, clima y disponibilidad de nutrientes (64).

De la misma forma, González *et al.* (61) manifiestan que existen una serie de factores inherentes a la planta que determinan notablemente la producción y la acumulación de materia seca entre los que se encuentran la edad fisiológica de la planta, la distribución de fotoasimilados, la variedad y los contenidos hídricos y nutritivos del suelo.

**Tabla 16**

*Biomasa acumulada en el dosel vegetal, sistema radicular y total de plantas pimiento (Capsicum annuum L.) a 112 ddt (1027. 25 GDA) bajo cuatro tratamientos de manejo.*

Factores	Biomasa en el dosel vegetal, sistema radicular y total de plantas de pimiento ( <i>Capsicum annuum</i> L.) a 79 ddt (1027. 25 GDA)					
	Materia fresca (g/planta)			Materia seca (g/planta)		
	Aérea	Raíz	Total	Aérea	Raíz	Total
<b>Poda</b>						
Española	482.50 a	42.00 a	524.50 a	67.41 a	7.09 a	74.50 a
Holandesa	358.88 b	35.75 b	394.50 b	54.16 b	5.99 b	60.15 b
p-valor	0.0159	0.0423	0.0128	0.0301	0.0168	0.0245
<b>Hormonas</b>						
Con fitohormona	466.63 a	38.88 a	505.50 a	65.13 a	6.64 a	71.56 a
Sin fitohormona	374.75 a	38.88 a	413.50 a	56.45 a	6.44 a	63.09 a
p-valor	0.0599	>0.9999	0.0609	0.1333	0.6228	0.1547
<b>Interacción</b>						
ES	395.75ab	41.00 a	436.75 ab	58.00 ab	7.08 a	65.08 ab
EC	569.25 a	43.00 a	612.25 a	76.83 a	7.10 a	83.93 a
HS	353.75 b	36.75 a	390.25 b	54.90 ab	6.20 a	61.10 ab
HC	364.00 b	34.75 a	398.75 b	53.43 b	5.78 a	59.20 b
p-valor	0.0898	0.4813	0.0851	0.0840	0.5806	0.0876
$\bar{X}$	420.69	38.88	459.50	60.79	6.54	67.33
CV%	21.03	14.16	19.37	17.72	12.12	16.57

Promedios con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey  $p \leq 0,05$ )

**Elaborado por:** Espinel 2023

#### 4.7 Rendimiento

En relación al rendimiento del primer ciclo productivo (primera y segunda cosecha) del cultivo de pimiento (*C. annuum* L.) variedad “Yolo Wonder”, el factor poda (Tabla 17) y las interacciones (Figura 3) presentaron diferencias significativas según la prueba estadística de rangos múltiples de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). El tratamiento ES registró mayor rendimiento con un promedio de 6707.29 kg ha<sup>-1</sup>, estadísticamente diferente en relación a las demás interacciones; donde los tratamientos EC, HC, HS obtuvieron rendimientos de 4828.23 kg ha<sup>-1</sup>, 4675.63 kg ha<sup>-1</sup> y 4013.42 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Tabla 17**

*Promedios y coeficientes de variación registrados en factores de estudio de la variable rendimiento productivo (kg ha<sup>-1</sup>) del cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.) bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Factores</b>	<b>Rendimiento kg ha<sup>-1</sup></b>
<b>Poda</b>	
Española	5767.76 a
Holandesa	4344.52 b
p-valor	0.0069
<b>Hormonas</b>	
Con fitohormona	4751.93 a
Sin fitohormona	5360.36 a
p-valor	0.1897
$\bar{X}$	5056.14
<b>CV%</b>	17.31

Promedios con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey  $p \leq 0,05$ )

El rendimiento aumentó en las plantas con poda española, debido al mayor número de tallos y hojas que permiten mayor número de frutos por planta y maximiza la relación dinámica “fuente-sumidero”, es decir, se consigue mayor cantidad hojas maduras con capacidad de suplir la demanda de carbohidratos de los frutos en desarrollo, efectos en el amarre y el rendimiento final.

Varios autores han descrito rendimientos mayores ( $\text{kg m}^{-2}$  y  $\text{ton ha}^{-1}$ ) con la poda española asociada a mayor número tallos y área foliar misma que permite una mejor eficiencia fotosintética de la planta y producción de fotoasimilados para el llenado de frutos (33,34,42,44,65).

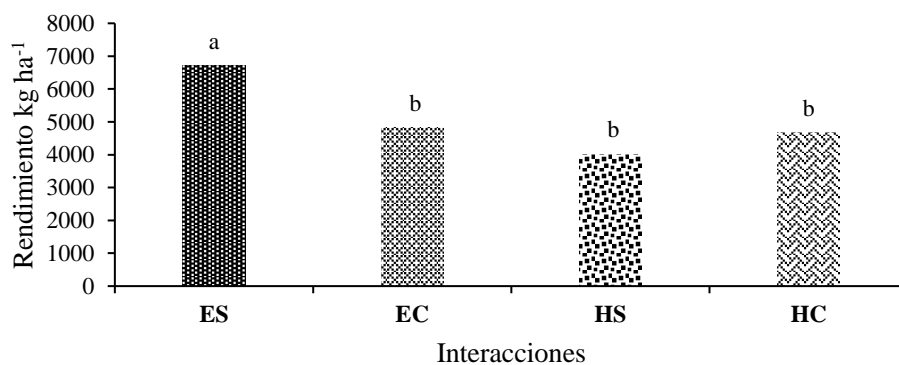
No obstante, otros investigadores han encontrado resultados diferentes, donde establecen que la producción por unidad de superficie tiende a aumentar en medida del incremento proporcional de la densidad poblacional y la poda holandesa (34,55), ya que el ajuste de la densidad de plantación tiene un efecto significativo sobre el rendimiento.

El rendimiento encontrado es característico de la variedad Yolo Wonder. Sánchez (51) indica que la variedad “Yolo Wonder” presenta características productivas relativamente bajas, en relación al rendimiento, frente a otros cultivares de pimiento.

En esta investigación el efecto de las fitohormonas no fue significativo en la productividad del pimiento, este resultado se atribuye a la dosis baja que se aplicó. De acuerdo a los antecedentes presentados, la dosis de las fitohormonas influye sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo en gran medida. Magallón Freire (43) encontró que el mejor efecto de los bioestimulantes a base de fitohormonas sobre el rendimiento de pimiento esta dado en función de aplicación de dosis medias ( $0.5 \text{ L ha}^{-1}$ ) y altas ( $0.75 \text{ L ha}^{-1}$ ).

### Figura 3

*Rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad “Yolo Wonder” bajo cuatro tratamientos de manejo.*



**Elaborado por:** Jorge Espinel

## 4.8 Análisis Económico

### 4.8.1 Costos totales

En la Tabla 18 se presenta los costos totales por hectárea de los cuatro tratamientos empleados en la investigación. Los menores costos totales de inversión se obtuvieron con el tratamiento ES con \$ 855.28 dólares, en contraste con el tratamiento HC el cual presentó el mayor costo de producción con \$ 1042.78 dólares, esto se debe a que con la poda holandesa se incrementa el costo de la mano de obra, adicional al precio del bioestimulante.

**Tabla 18**

*Costos de inversión total por hectárea en el cultivo de pimiento bajo el efecto de poda y hormonas vegetales.*

<b>Costos por hectárea</b>					
<b>Materiales</b>	<b>Prec. unit.</b>	<b>ES</b>	<b>EC</b>	<b>HS</b>	<b>HC</b>
Semillas Agrosad	2.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Turba Pindstrup S	49.00	49.00	49.00	49.00	49.00
Tamo de arroz (saco)	0.75	20.00	20.00	20.00	20.00
<b>Insumos</b>					
Glifosad	8.94	8.94	8.94	8.94	8.94
Gramilaq 400	13.44	13.44	13.44	13.44	13.44
Vitavax	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Bala 55	27.00	64.80	64.80	64.80	64.80
Python	48.50	48.50	48.50	48.50	48.50
Novatec saco (50 kg)	68.00	34.00	34.00	34.00	34.00
Urea (50 kg)	32.50	130.00	130.00	130.00	130.00
10-30-10 (50 kg)	35.00	175.00	175.00	175.00	175.00
Bioestimulante					
Nedzyme (1 L)	25.00	-	37.50	-	37.50
Evergreen	26.60	26.60	26.60	26.60	26.60
Mas raíz	7.00	10.5	10.5	10.5	10.5
<b>Mano de obra</b>	15.00	270.00	360.00	330.00	420.00
<b>Costos totales USD</b>	-	855.28	982.78	915.28	1042.78

#### 4.8.2 Ingresos totales

Para el cálculo de ingresos totales se usó el boletín de precios mayoristas nacional propuesto por Ministerio de Agricultura y Ganadería, en el cual, durante la segunda quincena de agosto, el mercado de Pichincha ofertó el saco de 14.63 kg en 13.58 dólares. Por consiguiente, se determinó los ingresos en relación a los sacos obtenido hectárea, resultado de cada tratamiento evaluado.

Por cuanto lo mencionado, en la Tabla 19 se muestra los ingresos totales por tratamiento, donde el mayor ingreso por hectárea lo obtuvo el tratamiento ES con un total de \$ 6225.91, seguido del tratamiento EC con \$ 4481.71 y el tratamiento HC con \$ 4340.06. El menor ingreso lo presentó el tratamiento HS con \$ 3725.38.

**Tabla 19**

*Ingresos totales por hectárea en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo cuatro tratamientos de manejo*

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimientos kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Rendimientos saco (14.63 kg) ha<sup>-1</sup></b>	<b>Precio por saco (14.63 kg)</b>	<b>Ingresos totales</b>
ES	6707.29	458.5	13.58	6225.91
EC	4828.23	330.0	13.58	4481.71
HS	4013.42	274.3	13.58	3725.38
HC	4675.63	319.6	13.58	4340.06

#### 4.8.3 Relación beneficio/costo

En función de los costos totales de inversión y los ingresos totales por tratamiento, se estableció la relación beneficio /costo (Tabla 20). Así pues, el tratamiento ES muestra una relación de beneficio/costo de \$ 6.28, la cual es mayor en comparación con los demás tratamientos, seguida del tratamiento EC con \$ 3.56. Por el contrario, los tratamientos HC y HS presentaron menor relación beneficio/costo con valores de \$ 3.16 y \$ 3.07, respectivamente.

**Tabla 20**

*Relación beneficio/costo de los tratamientos de la investigación “Poda y hormonas vegetales en el comportamiento agronómico del pimiento (Capsicum annuum L.) bajo condición de riego por goteo”.*

<b>Tratamiento</b>	<b>Ingresos totales</b>	<b>Costos totales</b>	<b>Ingresos netos</b>	<b>Relación B/C</b>
ES	6225.91	855.28	5370.63	6.28
EC	4481.71	982.78	3498.93	3.56
HS	3725.38	915.28	2810.10	3.07
HC	4340.06	1042.78	3297.28	3.16

Monge Pérez (33) y Jovicich *et al.* (8) han descrito que con la poda holandesa se genera un ahorro en las labores de poda y mantenimiento que incluso llega a representar un ahorro del 75% de la mano de obra.

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

- El tratamiento EC, bajo la influencia de poda española y fitohormonas, demostró mayores parámetros morfofisiológicos en diámetro de tallo y número de hojas a los 69 ddt. No obstante, la altura de planta no mostró diferencias significativas entre tratamientos.
- El registro del régimen térmico permitió establecer la descripción fenológica de pimiento (*Capsicum annuum* L.) variedad “Yolo Wonder” bajo las condiciones agroclimáticas del cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Lo que permite considerar la respuesta bioclimática de la especie, coadyuvando a las consideraciones y criterios de producción dentro de la zona.
- Se logró determinar, a partir del análisis de materia fresca y seca de las plantas de pimiento, que el Tratamiento EC presentó mayores valores en estos parámetros. Visto de esta forma, la poda española y la aplicación de hormonas vegetales influyen en la predominante acumulación de biomasa en el dosel vegetal, relacionado a mayor producción de fotoasimilados que contribuyen a las relaciones fuente/sumidero.
- En relación al análisis económico, el tratamiento que presentó mayor relación beneficio/costo fue el tratamiento ES, con ganancia neta de \$ 6.28. La poda española permite mayor producción asociada al mayor número de hojas y ramas, así mismo los costos de producción son relativamente bajos.

## 5.2 Recomendaciones

- Determinar el efecto del bioestimulante Nedzyme a dosis altas ( $0.75 - 1 \text{ L ha}^{-1}$ ) y su influencia en el desarrollo vegetativo y la acumulación de biomasa.
- Estimar la fenología de otras variedades o híbridos de pimiento en función a la acumulación de grados días de desarrollo (GDA) que permitan el reconocimiento de la respuesta bioclimática de diferentes materiales de una misma especie bajo la zona agroclimática de Mocache.
- Evaluar la rentabilidad de la poda española y poda holandesa en ciclos productivos largos.

**CAPÍTULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1 Bibliografía

1. Chuquitarco Esmeraldas VA, Raura Rodriguez JL, Gavilánez Buñay TC, Luna Murillo RA. Experiencias productivas con pimiento (*Capsicum annuum* L.) con abonos orgánicos en el subtrópico del Ecuador. Ciencia Latina Revista Multidisciplinar [Internet]. 2021 [citado el 8 de julio de 2023];5(4):4311–21. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/622/813>
2. Ortega JG, Cajape EE, Velázquez RV, Campana WN, Piguave CC. Selección de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annum* L.) para puerto la boca, ecuador. unesum - Ciencias Revista Científica Multidisciplinaria [Internet]. el 4 de enero de 2022 [citado el 8 de julio de 2023];6(2):63–72. Disponible en: <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/628>
3. Guato Caiza MJ. Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) a las condiciones agroclimáticas de la comunidad la Clementina, parroquia Pelileo, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua [Tesis de Pregrado]. [Cevallos]: Universidad técnica de Ambato; 2017.
4. Cedeño Solórzano C, Torres García A, Héctor Ardisana EF. Respuestas de crecimiento, contenido de clorofila y rendimiento a la aplicación de lixiviado de vermicompost de estiércol bovino en el pimiento (*Capsicum annum* L. híbrido Quetzal). La Técnica: Revista de las Agrociencias [Internet]. 2020 [citado el 8 de julio de 2023];11–20. Disponible en: <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/latecnica/article/view/2264/2909>
5. Ponce-Valerio JJ, Aureliano Peña-Lomelí ;, Felipe Sánchez-Del-Castillo ¶ ;, Juan ;, Rodríguez-Pérez E, Mora-Aguilar R, et al. Evaluación de podas en dos variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa brot. ex horm.*) cultivado en campo. Rev Chapingo Ser Hortic [Internet]. 2011 [citado el 8 de julio de 2023];17(3):151–60. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v17n3/v17n3a7.pdf>
6. López Juárez SA, Sol Sánchez A, Córdova Ávalos V, Gallardo López F. Efecto de la poda en plantaciones de cacao en el estado de Tabasco, México. Rev Mex De Cienc Agric [Internet]. el 15 de febrero de 2016 [citado el 8 de julio de 2023];7(14):2807–15. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342016001002807&lng=es&nrm=iso](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016001002807&lng=es&nrm=iso)

7. Borjas-Ventura R, Julca-Otiniano A, Alvarado-Huamán L. Las fitohormonas una pieza clave en el desarrollo de la agricultura The plant hormones, an important component of the agriculture development Editado por: Selva Andina Research Society. Journal of the Selva Andina Biosphere ® Bolivia All rights reserved. 2020;
8. Jovicich E, Cantliffe DJ, Stoffella PJ. Fruit Yield and Quality of Greenhouse-grown Bell Pepper as Influenced by Density, Container, and Trellis System. American Society for Horticultural Science [Internet]. enero de 2004 [citado el 8 de julio de 2023];507–13. Disponible en: <https://journals.ashs.org/horttech/view/journals/horttech/14/4/article-p507.xml>
9. Alcantara-Cortes JS, Acero Godoy J, Alcántara Cortés JD, Sánchez Mora RM. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. Nova [Internet] [Internet]. febrero de 2019 [citado el 8 de julio de 2023];17(32):109–29. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-24702019000200109&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200109&lng=en)
10. Basave Villalobos E, Cetina Alcalá VM, López López MÁ, Ramírez Herrera C, Trejo C, Conde Martínez V, et al. La poda aérea como práctica cultural en vivero para *Caesalpinea coriaria* (Jacq.) Willd. Rev Mex Cienc For [Internet]. el 1 de enero de 2021 [citado el 8 de julio de 2023];12(63):138–52. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322021000100138&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322021000100138&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
11. Porta H, Jiménez-Nopala G. Papel de las hormonas vegetales en la regulación de la autofagia en plantas. TIP Revista Especializada en Ciencias [Internet]. 2019 [citado el 8 de julio de 2023];22:1–11. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v22/1405-888X-tip-22-e160.pdf>
12. Mundarain S, Coa M, Cañizares A. Fenología del crecimiento y desarrollo de plántulas de ají dulce (*Capsicum frutescens* L.). Revista Científica UDO Agrícola [Internet]. 2005 [citado el 8 de julio de 2023];5(1):62–7. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2221603&info=resumen&idioma=SPA>
13. Ferrer Reyes M, Roque Rodés R, Lamelas Felipe Alberto González Marrero C. Relación entre el tiempo térmico acumulado durante el gran periodo de crecimiento con los rendimientos agrícolas de la caña de azúcar. Centro Agrícola [Internet]. 2016

- [citado el 8 de julio de 2023];43(4):73–8. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v43n4/cag10416.pdf>
14. Bartolomé García T, Coletto Martínez JM, Velázquez Otero R. Historias de las plantas II: La historia del pimiento. En: Historias de las plantas II: La historia del pimiento. 2015. p. 241–54.
  15. Elizondo Cabalceta E, Monge Pérez JE. Caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento (*Capsicum annuum*) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. InterSedes [Internet]. el 22 de abril de 2017 [citado el 8 de julio de 2023];18(37):129–54. Disponible en: [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-24582017000100129&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-24582017000100129&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
  16. Martínez Calbimonte SD, Muggeridge JD, de Souza JV, Carvajal LM, Jeréz F, Sánchez ME. Manual para el Cultivo de Hortalizas: Parte Especial [Internet]. Louvain Cooperation. Tarija: Organización Espenza Bolivia; 2016 [citado el 8 de julio de 2023]. Disponible en: <https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-01/83-Manual%20para%20el%20Cultivo%20de%20Hortalizas.pdf>
  17. Integrated Taxonomic Information System. Report. [citado el 8 de julio de 2023]. ITIS - Report: *Capsicum* L. Disponible en: [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=30491#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=30491#null)
  18. Del Pino M. Curso de horticultura y floricultura guía didáctica: cultivo y manejo del pimiento (*Capsicum annuum* L.). Universidad Nacional de la Plata. 2018;
  19. Reche Mármol J. Cultivo del Pimiento dulce en invernadero [Internet]. Junta de Andalucía. Sevilla: Servicio de Publicaciones y Divulgación,; 2010 [citado el 14 de julio de 2023]. 193. Disponible en: [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo\\_Pimiento\\_Invernadero.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160265Cultivo_Pimiento_Invernadero.pdf)
  20. Barrantes Jaikel LF. Manual a recomendaciones en el Cultivo de chile, pimentón o ají (*Capsicum* sp.). Mesén M, Ramírez L, editores. San José, Costa Rica: Instituto de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria; 2010. 28.
  21. Ezziyyani M. El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*) en la región de Murcia y los efectos nocivos del uso de bromuro de metilo (II). EUBACTERIA. :22–5.
  22. Bonanza Seeds. Sweet Pepper / Poivron / Pimiento [Internet]. [citado el 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.bonanzaseeds.com/bonanza-sweet-pepper-paivron-pimiento-es.php>

23. Di Fabio A, Lozaya Gloria E, Dos Santos-Olivera Filipe. Producción y manejo de cultivo de pimiento [Internet]. [citado el 22 de julio de 2023]. Disponible en: <https://intercoonecta.aecid.es/Gestin%20del%20conocimiento/0029-3%20Cultivo%20de%20pimientos.pdf>
24. Berríos Ugarte ME, Arredondo Belmar C, Tjalling Holwerda H. CropKit Guía de Manejo de Nutrición Vegetal de Especialidad: Pimiento [Internet]. SQM S.A. 2007 [citado el 22 de julio de 2023]. 14–28 p. Disponible en: <https://universidadagricola.com/wp-content/uploads/2018/05/Nutricion-Vegetal-en-pimiento.pdf>
25. Moreno Pérez E, Mora Aguilar R, Sánchez del Castillo F, García-Pérez V. Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivados en hidroponía. Rev Chapingo Ser Hortic. 2011;XVII:5–18.
26. Yzarra Tito WJ, López Ríos FM. Manual de observaciones fenológicas. Perú; 2009.
27. Chaves Barrantes NF, Gutiérrez-Soto MV. Respuestas al estrés por calor en los cultivos. I. Aspectos moleculares, bioquímicos y fisiológicos. Agron Mesoam. 2017;28(1):237–53.
28. Igor R, Pacheco L, Correa Álvarez EM, Luis J, Ferrer R, Arias Bonilla H, et al. Accumulation of degree days and their effect on the potential yield of 15 eggplant (*Solanum melongena* L.) accessions in the Colombian Caribbean. Rev Fac Nac Agron Medellín [Internet]. 2019 [citado el 22 de julio de 2023];72(3):8917–26. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame>
29. Hoyos Garcia D., Morales Osorio JG, Chavarria H, Montoya AP, Correa Londoño M, Jaramillo Villegas S. Acumulación de Grados-Día en un Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) en un Modelo de Producción Aeropónico. RevFacNalAgrMedellín. 2012;65(1):6389–98.
30. Berrones Morales M, Garza Urbina E, Vázquez García E, Méndez Aguilar R. Producción de pimiento morrón en casa-malla para el sur de Tamaulipas [Internet]. INIFAP. Centro de Investigación Regional del Noreste, editor. Villa Cuauhtémoc; 2013 [citado el 22 de julio de 2023]. 17–31 p. Disponible en: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/942.pdf>
31. Álvarez F, Pino MT. Aspectos generales del manejo agronómico del pimiento en Chile [Internet]. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago; 2018 [citado el 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.cgtrader.com/3d-models/plant/>

32. Martínez-Gutiérrez GA, Langlé-Argüello LA, Urrestarazu M, Escamirosa-Tinoco C, Hernández-Tolentino M, Morales I. Efecto de la densidad de plantación y la poda en el Chile huacle en invernadero. *Idesia (Arica)*. septiembre de 2021;39(3):69–74.
33. Monge Pérez JE. Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del pimiento cuadrado (*Capsicum annuum* L.) cultivado bajo invernadero en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. 2016;29(2):125–36.
34. Sánchez del Castillo F, Moreno-Pérez EC, Reséndiz-Melgar RC, Colinas-León MT, Rodríguez Pérez JE. Producción de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) en ciclos cortos. *Agrociencia* [Internet]. el 16 de mayo de 2017 [citado el 28 de julio de 2023];51(4):437–46. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952017000400437&lng=es&tlng=es](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000400437&lng=es&tlng=es)
35. Monge Pérez JE, Loría Coto M. Producción de chile dulce (*Capsicum annuum*) en invernadero: efecto de densidad de siembra y poda. *Posgrado y Sociedad*. 2018;16(2):19–38.
36. Melgarejo LM. Experimentos en fisiología vegetal. Primera. Melgarejo LM, editor. Universidad Nacional de Colombia; 2010. 38–62 p.
37. Jordán M, Casaretto J. Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. En: *Fisiología Vegetal*. La Serena: F.A. Squeo & L. Cardemil, eds.; 2006. p. 2–26.
38. Nedeagro S.A. Ficha Técnica Bioestimulante Nedzyme [Internet]. [citado el 28 de julio de 2023]. Disponible en: <https://nederagro.com/wp-content/uploads/2021/07/NEDZYME.pdf>
39. Chirinos DT, Castro R, Cun J, Castro J, Peñarrieta S, Solis L, et al. Insecticides and agricultural pest control: the magnitude of its use in crops in some provinces of Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* [Internet]. 2020 [citado el 28 de julio de 2023];21(1):1276. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v21n1/0122-8706-ccta-21-01-00084.pdf>
40. Lozano Fernández J, Orozco Orozco LF, Grisales Vásquez NY. Comportamiento agronómico de cultivares de pimentón (*Capsicum annuum* L.) cultivados en campo abierto y en condiciones protegidas. *Terra latinoamericana*. abril de 2022;50(e1459):2–16.
41. Escalona Y, Rodríguez D, Contreras N, Jiménez N. Patógenos del suelo en el cultivo de pimentón en la zona baja del Municipio Jiménez, Estado Lara, Venezuela. *Bioagro*

- [Internet]. 2006 [citado el 28 de julio de 2023];18(1):003–13. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612006000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612006000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
42. Mendoza-Pérez C, Ramírez-Ayala C, Ojeda-Bustamante W, Flores-Magdaleno H. Estimation of leaf area index and yield of greenhouse-grown poblano pepper. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas* [Internet]. junio de 2017 [citado el 11 de agosto de 2023];9(1):37–50. Disponible en: [www.chapingo.mx/revistas/inagbi](http://www.chapingo.mx/revistas/inagbi)
  43. Magallon Freire RV. Evaluación de fitohormonas comerciales en el desarrollo y producción del pimiento (*Capsicum annuum* L.) [Internet] [Tesis de Pregrado]. [Quevedo]: Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2020 [citado el 1 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7056b3e4-e095-4388-9f2b-9bf81befeace/content>
  44. Aydin A, Başak H, Çetin AN. Effects of Different Pruning Systems on Fruit Quality and Yield in California Wonder Peppers (*Capsicum annuum* L.) Grown in Soilless Culture. *MJAVL Sciences*. el 7 de marzo de 2022;12(I):2022.
  45. INAMHI. Anuario Meteorológico: Servicio Meteorológico. 2023 [citado el 1 de agosto de 2023]. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Disponible en: <https://www.inamhi.gob.ec/>
  46. Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. [Internet]. Roma: Estudio FAO riego y drenaje 56; 2006 [citado el 1 de noviembre de 2023]. 89–134 p. Disponible en: <https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>
  47. Mahmood N, Abbasi NA, Hafiz IA, Ali I, Zakia S. Effect of biostimulants on growth, yield and quality of bell pepper Cv. Yolo Wonder. *Pak J Agri Sci* [Internet]. 2017 [citado el 1 de agosto de 2023];54(2):311–7. Disponible en: <http://www.pakjas.com.pk>
  48. Chatterjee R, Sen A, Mahanta S, Thirumdasu R kiran, Mal D. Performance of off season bell pepper (*Capsicum annuum* L.) under different growing condition, transplanting dates and pruning level. G. Balint, Antala B, Carty C, Mabieme JMA, Amar IB, Kaplanova A, editores. *Journal of Applied and Natural Science* [Internet]. el 20 de junio de 2018 [citado el 1 de agosto de 2023];10(3):826–30. Disponible en: <https://journals.ansfoundation.org/index.php/jans/article/view/1721/1637>

49. Patiño-Torres AJ, Jaimez Arellano RE. Relación fuente-fuerza de la demanda en el aborto de estructuras reproductivas, tasa fotosintética y rendimiento en *Capsicum annuum*. Agrocienca [Internet]. 2016 [citado el 1 de agosto de 2023];50(5):649–64. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v50n5/1405-3195-agro-50-05-649.pdf>
50. Kesumawati E, Amalia R, Fitrizal, Rahmawati M. Effect of pruning type on old seedling of chili pepper (*Capsicum annuum* L.) plants to the growth and yield. IOP Conf Series: Earth and Environmental Science . 2021;667:1–11.
51. Sánchez Mosquera JV. Comportamiento morfo-productivo de diferentes cultivares de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en la Parroquia La Victoria [Internet] [Tesis de Pregrado]. [Machala]: Universidad Técnica de Machala; 2021 [citado el 19 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16568/1/TTUACA-2021-IA-DE00034.pdf>
52. Jara Silva JF. Evaluación de tres variedades de pimiento (*Capsicum annuum*), con dos densidades de siembra bajo invernadero, en el cantón Cascales, provincia de Sucumbíos. [Internet] [Tesis de Pregrado]. [Santo Domingo]: Universidad tecnológica Equinoccial Sede Santo Domingo; 2015 [citado el 11 de agosto de 2023]. Disponible en: [https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20340/1/7832\\_1.pdf](https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/20340/1/7832_1.pdf)
53. Alemán Pérez RD, Domínguez Brito J, Rodríguez Guerra Y, Soria Re S, Torres Gutiérrez R, Vargas Burgos JC, et al. Indicadores morfofisiológicos y productivos del pimiento sembrado en invernadero y a campo abierto en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana. Revista Centro Agrícola [Internet]. enero de 2018 [citado el 11 de agosto de 2023];45(1):14–23. Disponible en: <http://cagricola.uclv.edu.cu>
54. Fraile Robayo AL, Álvarez Herrera JG, Deaquiz Oyola YA. Efecto de las giberelinas en la propagación de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo diferentes sustratos enriquecidos con fertilizante. Ciencias hortícolas. 2012;6(1):41–54.
55. Cruz Huerta N, Ortiz Cereceres J, Sánchez del Castillo F, Mendoza Castillo M del C. Biomasa e índices fisiológicos en chile morrón cultivado en altas densidades. Revista Fitotecnia Mexicana [Internet]. julio de 2005 [citado el 11 de agosto de 2023];28(3):287. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/610/61028313.pdf>
56. Vidal J, Budeguer R, Alderete G, Romero E, Rodríguez Rey J, Amado Bas Nas MS. Influencia del régimen térmico en el desarrollo foliar del pimiento (*Capsicum annuum*

- L.) cultivado en campo Resumen. Horticultura Argentina [Internet]. 2010 [citado el 19 de agosto de 2023];29(69):13–7. Disponible en: <https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/influencia-del-regimen-termico-en-el-desarrollo-foliar-del-pimiento-capsicum-annuum-l-cultivado-en-campo.html>
57. Ramírez Luna Fernando. Respuesta ecofisiológica del pimiento morrón a la frecuencia de fertirriego y al volumen de suelo sustituido por perlita en la zona radicular de la planta [Internet] [Tesis de Maestría en Ciencias en Agroplasticultura]. [Saltillo, Coahuila]: Centro de investigación en química aplicada; 2020 [citado el 1 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/635/1/Tesis%20MAP%20Fernando%20Ram%c3%adrez%20Luna-2020.pdf>
  58. Carvalho DF, Duarte De Oliveira A, Alves Pereira JB. Ajuste de modelos para estimativa do índice de área foliar e acúmulo de biomassa do pimentão em função de graus-dias. Semina: Ciências Agrárias, Londrina [Internet]. 2011 [citado el 19 de agosto de 2023];32(3):971–82. Disponible en: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/48386/1/S1462-Alexsandra.pdf>
  59. Guaymasí D, Garbi M, Morelli G, Martínez S. Días y tiempo térmico a floración y fructificación en solanáceas cultivadas en invernadero en La Plata. Horticultura Argentina [Internet]. 2018 [citado el 19 de agosto de 2023];37(92):34–41. Disponible en: <https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/dias-y-tiempo-termico-a-floracion-y-fructificacion-en-solanaceas-cultivadas-en-invernadero-en-la-plata.html>
  60. Parra-Coronado A, Fischer G, Chaves-Cordoba B. Tiempo térmico para estados fenológicos reproductivos de la Feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret). Acta Biolo Colomb [Internet]. 2015 [citado el 19 de agosto de 2023];20(1):163–73. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-548X2015000100017&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2015000100017&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
  61. González Aguiar D, Álvarez Hernández U, Lima Orozco R. Acumulación de biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado caupí - sorgo. Revista Centro Agrícola [Internet]. abril de 2018 [citado el 19 de agosto de 2023];45(2):77–82. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n2/cag11218.pdf>
  62. Kozlova TA, Hardy BP, Krishna P, Levin DB. Effect of phytohormones on growth and accumulation of pigments and fatty acids in the microalgae *Scenedesmus quadricauda*. Algal Res. el 1 de noviembre de 2017;27:325–34.

63. Ardila GH, Fischer G, García JC. La poda de tallos y racimos florales afecta la producción de frutos de lulo (*Solanum quitoense* var. *septentrionale*). Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas [Internet]. el 12 de agosto de 2015 [citado el 19 de agosto de 2023];9(1):24–37. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2011-21732015000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732015000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
64. Llanos HB, Rosa Del Castillo Gutiérrez C, Cárdenas MG. Análisis de crecimiento funcional, acumulación de biomasa y translocación de materia seca de ocho hortalizas cultivadas en invernadero. Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales: La Paz. junio de 2015;2(1):76–86.
65. Orozco-Orozco LF, Lozano-Fernández J. Effect of pruning on the *Capsicum annum* L. yield under two environments. Agronomía Mesoamericana [Internet]. 2022 [citado el 29 de agosto de 2023];33(1). Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/44253/48312>

## **CAPÍTULO VII ANEXOS**

## 7.1 Anexos 1. Analisis de varianza

**Tabla 1**

*Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 15 días después del trasplante (ddt) de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	1.00	1	1.00	0.38	0.5510
Fitohormonas	2.89	1	2.89	1.09	0.3176
Poda*Fitohormonas	4.41	1	4.41	1.66	0.2220
Error	31.89	12	2.66		
Total	40.19	15			

**Tabla 2**

*Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 30 ddt de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	0.28	1	0.28	0.03	0.8745
Fitohormonas	6.2E-04	1	6.2E-04	5.9E	0.9940
Poda*Fitohormonas	4.10	1	4.10	0.39	0.5455
Error	127.12	12	10.59		
Total	131.50	15			

**Tabla 3**

*Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 45 ddt de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	2.33	1	2.33	0.19	0.6739
Fitohormonas	2.98	1	2.98	0.24	0.6344
Poda*Fitohormonas	18.28	1	18.28	1.46	0.2499
Error	150.01	12	12.50		
Total	173.59	15			

**Tabla 4**

*Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 67 ddt de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	0.04	1	0.04	0.01	0.9321
Fitohormonas	16.40	1	16.40	3.11	0.1035
Poda*Fitohormonas	3.42	1	3.42	0.65	0.4365
Error	63.39	12	5.28		
Total	83.25	15			

**Tabla 5**

*Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo a los 15 ddt de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	0.01	1	0.01	0.03	0.8584
Fitohormonas	0.11	1	0.11	0.62	0.4450
Poda*Fitohormonas	0.28	1	0.28	1.63	0.2262
Error	2.03	12	0.17		
Total	2.42	15			

**Tabla 6**

*Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo a los 30 ddt de plantas de pimienta (Capsicum annuum L.) variedad "Yolo Wonder" bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	0.08	1	0.08	0.25	0.6267
Fitohormonas	0.23	1	0.23	0.74	0.4055
Poda*Fitohormonas	0.46	1	0.46	1.50	0.2440
Error	3.64	12	0.30		
Total	4.40	15			

**Tabla 7**

*Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo a los 45 ddt de plantas de pimienta (Capsicum annuum L.) variedad "Yolo Wonder" bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	0.25	1	0.25	1.05	0.3247
Fitohormonas	0.06	1	0.06	0.26	0.6170
Poda*Fitohormonas	0.56	1	0.56	2.37	0.1494
Error	2.85	12	0.24		
Total	3.72	15			

**Tabla 8**

*Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo a los 67 ddt de plantas de pimienta (Capsicum annuum L.) variedad "Yolo Wonder" bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	0.72	1	0.72	2.73	0.1243
Fitohormonas	1.44	1	1.44	5.44	0.0379
Poda*Fitohormonas	1.00	1	1.00	3.78	0.0757
Error	3.18	12	0.26		
Total	6.34	15			

**Tabla 9**

*Análisis de varianza de la variable número de hojas a los 15 ddt de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	0	1	0	0	>0.9999
Fitohormonas	2.25	1	2.25	1.86	0.1974
Poda*Fitohormonas	1.00	1	1.00	0.83	0.3809
Error	14.50	12	1.21		
Total	17.75	15			

**Tabla 10**

*Análisis de varianza de la variable número de hojas a los 45 ddt de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	342.25	1	342.25	7.45	0.0183
Fitohormonas	20.25	1	20.25	0.44	0.5192
Poda*Fitohormonas	0.25	1	0.25	0.01	0.9424
Error	551.00	12	45.92		
Total	913.75	15			

**Tabla 11**

*Análisis de varianza de la variable número de hojas a los 67 ddt de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	756.25	1	756.25	16.92	0.0014
Fitohormonas	196.00	1	196.00	4.38	0.0582
Poda*Fitohormonas	25.00	1	25.00	0.56	0.4690
Error	536.50	12	44.71		
Total	1513.75	15			

**Tabla 12**

*Análisis de varianza de la variable Peso fresco del dosel vegetal de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” registrada a los 79 ddt bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	61132.56	1	61132.56	7.81	0.0162
Fitohormonas	33764.06	1	33764.06	4.31	0.0599
Poda*Fitohormonas	26650.56	1	26650.56	3.40	0.0898
Error	93924.25	12	7827.02		
Total	215471.44	15			

**Tabla 13**

*Análisis de varianza de la variable Peso fresco del sistema radicular de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” registrada a los 79 ddt.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	156.25	1	156.25	5.16	0.0423
Fitohormonas	0.00	1	0.00	0.00	>0.9999
Poda*Fitohormonas	16.00	1	16.00	0.53	0.4813
Error	363.50	12	30.29		
Total	535.75	15			

**Tabla 14**

*Análisis de varianza de la variable Peso fresco total de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” registrada a los 79 ddt bajo cuatro tratamientos.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	67600.00	1	67600.00	8.54	0.0128
Fitohormonas	33856.00	1	33856.00	4.28	0.0609
Poda*Fitohormonas	27889.00	1	27889.00	3.52	0.0851
Error	95033.00	12	7919.42		
Total	224378.00	15			

**Tabla 15**

*Análisis de varianza de la variable Peso seco aéreo de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” registrada a los 79 ddt bajo cuatro tratamientos de manejo*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	702.25	1	702.25	6.05	0.0301
Fitohormonas	301.02	1	301.02	2.59	0.1333
Poda*Fitohormonas	412.09	1	412.09	3.55	0.0840
Error	1392.78	12	116.06		
Total	2808.14	15			

**Tabla 16**

*Análisis de varianza de la variable Peso seco del sistema radicular de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” registrada a los 79 ddt bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	4.84	1	4.84	7.71	0.0168
Fitohormonas	0.16	1	0.16	0.25	0.668
Poda*Fitohormonas	0.20	1	0.20	0.32	0.5806
Error	7.54	12	0.63		
Total	12.74	15			

**Tabla 17**

*Análisis de varianza de la variable Peso seco total de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” registrada a los 79 ddt bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	823.69	1	823.69	6.61	0.0245
Fitohormonas	287.30	1	287.30	2.31	0.1547
Poda*Fitohormonas	430.56	1	430.56	3.46	0.0876
Error	1494.38	12	124.52		
Total	3035.83	15			

**Cuadro 18**

*Análisis de varianza de la variable Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) de plantas de pimiento (Capsicum annuum L.) variedad “Yolo Wonder” registrada a los 79 ddt bajo cuatro tratamientos de manejo.*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Poda	8102448.39	1	8102448.39	10-57	0.0069
Fitohormonas	1480736.09	1	1480736.09	1.93	0.1897
Poda*Fitohormonas	6458027.80	1	6458027.80	8.43	0.0132
Error	9195053.26	12	766254.44		
Total	25236265.54	15			

## 7.2 Anexo 2. Fotografías

### Fotografía 1

Sistema de riego por goteo



### Fotografía 2

Trasplante



### Fotografía 3

Registro de datos a los 15 ddt



### Fotografía 4

Parcelas experimentales



### Fotografía 5

Plantas de pimienta a los 30 ddt.



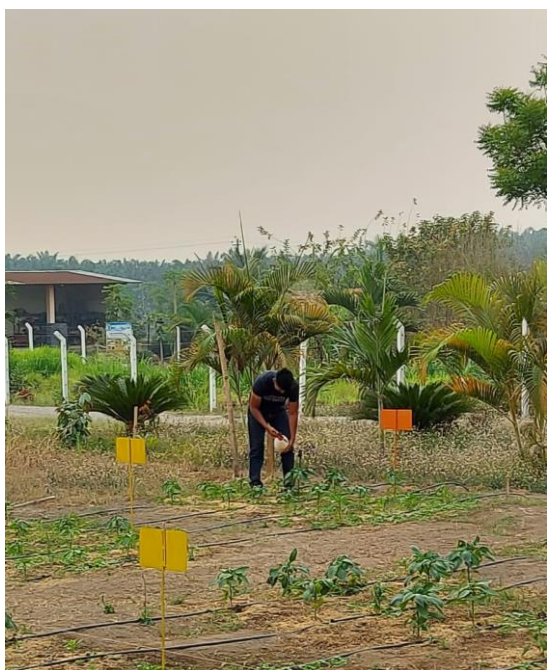
### Fotografía 6

Realización de poda española



### Fotografía 7

Aplicación de fitohormonas



### Fotografía 8

Floración



### Fotografía 9

Cosecha



### Fotografía 10

Determinación de peso seco

