



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

INCIDENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL
CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL PIMIENTO (*CAPSICUM ANNUN*
L.)

MENDOZA VEINTIMILLA MARÍA JOSÉ
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

INCIDENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE
EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL PIMIENTO (*Capsicum
annun L.*)

MENDOZA VEINTIMILLA MARÍA JOSÉ
INGENIERA AGRÓNOMA

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

INCIDENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CRECIMIENTO
Y PRODUCCIÓN DEL PIMIENTO (*Capsicum annun L.*)

MENDOZA VEINTIMILLA MARÍA JOSÉ
INGENIERA AGRÓNOMA

GARCIA BATISTA RIGOBERTO MIGUEL

MACHALA, 18 DE DICIEMBRE DE 2020

MACHALA
2020

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

docplayer.es

Fuente de Internet

1%

2

www.bdigital.unal.edu.co

Fuente de Internet

1%

3

www.sqm.com

Fuente de Internet

1%

4

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

5

repositorio.utmachala.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

6

www.sqm-vitas.com

Fuente de Internet

<1%

7

Submitted to Universidad Nacional de Colombia

Trabajo del estudiante

<1%

8

www.scielo.org.mx

Fuente de Internet

<1%

9

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, MENDOZA VEINTIMILLA MARÍA JOSÉ, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado INCIDENCIA DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DEL PIMIENTO (*Capsicum annun L.*), otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 18 de diciembre de 2020



MENDOZA VEINTIMILLA MARÍA JOSÉ
0705208353

DEDICATORIA

Gracias Dios por proporcionarme el conocimiento y la habilidad necesaria para esforzarme siempre por lograr mis metas.

A mis Padres Edwin Mendoza y Lorena Veintimilla con quienes estoy muy agradecida, por ayudarme a cumplir este sueño, y ahora pueden ver los resultados de tanto esfuerzo y dedicación. Gracias por ser mi ejemplo a seguir de lucha y perseverancia y a no rendirme a pesar de las adversidades que me ponga la vida. Hoy estoy aquí por la ayuda de ustedes y sin ustedes no podría haberlo logrado. Gracias por cada minuto de tiempo invertido, son mi mayor ejemplo a seguir y espero algún día llegar a ser un poco de los que ustedes son; unos excelentes padres y sobre todo seres humanos.

A mi querida hermana Nayely Mendoza la cual amo con mi corazón y compartir grandes momentos, por ser esa persona que muestra su amor y apoyo en todo momento como verdaderas hermanas.

A mi mejor amiga Nayelhi Valarezo quien ha sabido apoyarme a través de las dificultades y siempre me ha brindado su ayuda a pesar de cualquier circunstancia, por cada palabra de aliento, por sus consejos y sobre todo por su amistad tan valiosa.

A mis mejores amigos Carlos Ortiz y William Rivera que desde el primer día de clases formamos hemos establecido una valiosa amistad, gracias por ser mi pilar en muchos momentos y son un ejemplo para mí de perseverancia. Los admiro y quiero mucho.

Mendoza Veintimilla, María José

AGRADECIMIENTOS

Gratitud infinita a mis padres y hermana por haberme acompañado en este proceso importante y significativo en mi vida. Ellos han sabido hacer de mis días mucho más felices y llevaderos con todo su apoyo, cariño, comprensión y paciencia.

Agradezco a cada uno de mis docentes, por haber compartido sus conocimientos y experiencias para una mejor enseñanza a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, al Ing. Agr. Diego Villaseñor Ortiz por su aporte técnico y guía para poder realizar esta investigación, al Dr. Rigoberto García Batista por su colaboración y consejos útiles para desenvolverse en mi vida profesional y al Ing. Irán Rodríguez Delgado por su paciencia y dedicación que lo caracteriza como un excelente docente. Gracias a cada uno de ellos quienes han forjado mi camino con mucho cariño y rectitud como docente.

Agradezco de manera especial a mis amigos que me han acompañado durante este proceso de formación, dándome su apoyo y ánimos para nunca desistir.

Mendoza Veintimilla, María José

RESUMEN

El presente ensayo se realizó en áreas de la Granja Experimental Santa Inés, perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, provincia de El Oro, en el periodo comprendido de agosto a diciembre del 2019. Las hortalizas son conocidas por su amplia diversidad, siendo uno de los cultivos más importantes en el mercado, con alrededor de 80.000 has anuales. El pimiento posee diversas características considerables razón por la cual desempeñan un papel importante en la nutrición del ser humano, principalmente por su alto contenido de minerales y vitaminas que son esenciales para la vida. Este cultivo es más popular por ser utilizado en dietas. Así mismo, contribuyen para prevenir determinadas enfermedades, cuya incidencia ha ido aumentando en todo el mundo. Por lo que se debe llevar a cabo una correcta nutrición en el cultivo de pimiento distribuyendo todos los nutrientes esenciales en forma proporcional y balanceada en cantidades adecuadas, teniendo como referencia la curva de absorción de nutrientes para aplicar un fertilizante adecuado para la planta y alcanzar resultados que permitan trascender positivamente a los productos de pimientos con la finalidad de optimizar el rendimiento potencial de nuestra región. De manera que el cultivo alcance las características adecuadas tanto en calidad como en cantidad. El pimiento es conocido por su alta demanda de nutrientes, sobresaliendo el N, el cual es el principal macronutriente responsable del desarrollo de la biomasa y por consiguiente está presente desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo. La no elaboración de un adecuado manejo de fertilización conlleva a bajos rendimientos por hectárea de este cultivo y a su vez una baja calidad en su producción. El objetivo de este experimento fue evaluar la aplicación de fertilizante nitrogenado mineral y sus características agroproductivas en el cultivo de pimiento. El diseño experimental fue de bloques completamente al azar, con tres repeticiones, con cuatro dosis crecientes de N mineral (0-225-450-675 kg N ha⁻¹). Las variables que se registraron y analizaron en el estudio son las siguientes características: materia seca (g), altura del tallo (cm), diámetro del tallo (mm), CCM-200 (nm), largo del fruto (cm), ancho del fruto (mm), peso del fruto (g) y rendimiento (kg ha⁻¹). Se aplicó el 30% del N total durante la primera etapa de desarrollo, el 50% durante la segunda etapa y el 20% durante la etapa final. Esto se realiza mediante tres aplicaciones cada 10 días lo que representa una duración de 30 días por etapas fenológicas. La toma de datos se realizó al finalizar cada etapa a los 37, 67 y 97 días

después del trasplante (DDT). Para los datos de acumulación de materia seca se obtuvo el mayor peso a los 97 días con una dosis de 675 kg N ha⁻¹ de 54.1 g; mientras que para la variable clorofila se obtuvo el mayor valor registrado en la misma etapa con un promedio 106.3, unidades CCM-200. Para los datos de rendimiento el mayor peso se registró a los 97 días con el tratamiento cuatro con un total de 2 572, 5 kg ha⁻¹.

Palabras Claves: Fertilizante nitrogenado mineral, CCM-200, dosis crecientes, etapas.

SUMMARY

This trial was conducted in areas of the Santa Inés Experimental Farm, belonging to the Technical University of Machala, El Oro province, in the period from August to December 2019. Vegetables are known for their wide diversity, being one of the most important crops in the market, with about 80,000 has per year. Bell pepper has several considerable characteristics that play an important role in human nutrition, mainly because of its high content of minerals and vitamins that are essential for life. This crop is more popular because it is used in diets. Likewise, they contribute to prevent certain diseases, whose incidence has been increasing all over the world. Therefore, it is necessary to carry out a correct nutrition in the cultivation of peppers, distributing all the essential nutrients in a proportional and balanced way in adequate quantities, having as a reference the absorption curve of nutrients to apply an adequate fertilizer for the plant and to reach results that allow to transcend positively the bell pepper products with the purpose of optimizing the potential yield of our region. So that the crop achieves the right characteristics both in quality and quantity. Bell pepper is known for its high demand of nutrients, standing out the N, which is the main macronutrient responsible for the development of biomass and therefore is present from the early stages of development of the crop. The lack of an adequate fertilization management leads to low yields per hectare of this crop and at the same time a low quality in its production. The objective of this experiment was to evaluate the application of mineral nitrogen fertilizer and its agrop productive characteristics in bell pepper cultivation. The experimental design was of completely randomized blocks, with three repetitions, with four increasing doses of mineral N (0-225-450-675 kg N ha⁻¹). The variables that were recorded and analyzed in the study are the following characteristics: dry matter (g), stem height (cm), stem diameter (mm), CCM-200 (nm), fruit length (cm), fruit width (mm), fruit weight (g) and yield (kg ha⁻¹). The application was 30% of total N during the first stage of development, 50% during the second stage and 20% during the final stage. This is done through three applications every 10 days which represents a duration of 30 days per phenological stage. Data were collected at the end of each stage at 37, 67 and 97 days after transplantation (DDT). For the data of dry matter accumulation, it was obtained the highest weight at 97 days with a dose of 675 kg N ha⁻¹ of 54.1 g; while for the chlorophyll variable, it was obtained the highest value registered in the same stage with an average of 106.3, CCM-200 units. For the

performance data, the highest weight was registered at 97 days with the treatment four with a total of 2 572, 5 kg ha⁻¹.

Keywords: Mineral nitrogen fertilizer, CCM-200, increasing doses, stages

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	14
2	MARCO TEÓRICO	17
2.1	Origen	17
2.2	Taxonomía	17
2.3	Descripción Botánica	18
2.4	Etapas fenológicas del pimiento	19
2.5	Época de siembra	20
2.6	Manejo del cultivo	20
2.6.1	Poda	20
2.6.2	Tutorado	21
2.6.3	Aporcado	21
2.6.4	Control de arvenses	21
2.6.5	Riego	21
2.7	Condiciones Agroclimáticas	22
2.7.1	Temperatura	22
2.7.2	Humedad Relativa	22
2.7.3	Luminosidad	22
2.7.4	Suelo	22
2.7.5	pH	23
2.8	Requerimientos nutricionales	23
2.9	Curva de absorción de nutrientes del cultivo de pimiento	24
2.10	Fertilización	24

2.11	Resultados del proceso nutricional sobre características de desarrollo del cultivo de pimiento	25
2.12	Productos de nutrición vegetal para cada nutriente	26
2.13	Nitrógeno	27
2.13.1	Urea	27
2.13.2	Nitrato	27
2.13.3	Fósforo	28
2.13.4	Potasio	28
2.13.5	Calcio	29
2.14	Fertilizantes NPK	29
2.15	Cosecha	29
2.16	Rendimiento	30
2.17	Relación Beneficio- Costo (B/C)	30
3	MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1	Localización y caracterización del área de estudio	32
3.1.1	Ubicación geográfica de la zona de estudio	32
3.1.2	Características climáticas de la zona	32
3.1.3	Características del suelo	33
3.2	Diseño experimental	33
3.2.1	Tratamientos	34
3.2.2	Croquis del experimento	35
3.2.3	Especificidades del diseño	36
3.3	Manejo del experimento	36
3.3.1	Materiales y herramientas	36
3.3.2	Equipos	36
3.3.3	Preparación del área de estudio y siembra	37

3.3.4	Material vegetal	37
3.4	VARIABLES A MEDIR	37
3.5	Procedimiento estadístico	41
3.6	Análisis económico de los tratamientos	42
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1	Materia seca	44
4.2	Altura del tallo	45
4.3	Diámetro del tallo	47
4.4	Clorofila (CCM-200)	49
4.5	Número de frutos	52
4.6	Largo del fruto	54
4.7	Ancho del fruto	54
4.8	Peso del fruto	55
4.9	Rendimiento	57
4.10	Análisis económico de los tratamientos	58
5	CONCLUSIONES	59
6	BIBLIOGRAFÍA	60
7	ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rendimiento estimado de N, P, K, Ca y Mg absorbido por el cultivo de pimiento en el ciclo de crecimiento para 100 t ha ⁻¹ .	24
Tabla 2. Principales formas de nitrógeno en el fertilizante.	26
Tabla 3. Cantidad sugerida de amonio para prevenir BER (Podredumbre apical del pimiento)	27
Tabla 4. Descripción del perfil del suelo en el sitio de estudio.	33
Tabla 5. Factor de estudio en kg ha ⁻¹ y en g planta ⁻¹ en los diferentes porcentajes y etapas del experimento.	34
Tabla 6. Aplicación de fertilizantes en g planta ⁻¹ en las diferentes etapas	34
Tabla 7. Costos de producción para una hectárea de pimiento MARCATO F1	42
Tabla 8. Costo de cada tratamiento en dólares	58
Tabla 9. Relación Beneficio/Costo	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio. Software SASplanet.	32
Figura 2. Croquis del diseño experimental, El autor.	35
Figura 3. Evaluación del diámetro del tallo, El autor.	38
Figura 4. Peso de biomasa del cultivo, El autor.	39
Figura 5. Evaluación del peso del fruto en gramos, El autor.	39
Figura 6. Conteo de números de frutos, El autor.	40
Figura 7. Evaluación de la longitud del fruto, El autor.	40
Figura 8. Evaluación del ancho del fruto, El autor.	41
Figura 9. Acumulación de materia seca en plantas de pimiento híbrido MARCATO F1 con diferentes niveles de N.	44
Figura 10. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre la materia fresca durante todo su periodo vegetativo.	45
Figura 11. Acumulación del largo del tallo en plantas de pimiento híbrido MARCATO F1 con diferentes niveles de N.	46
Figura 12. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el largo de tallo durante todo su periodo vegetativo.	47
Figura 13. Acumulación del diámetro del tallo en plantas de pimiento híbrido MARCATO F1 con diferentes niveles de N.	48
Figura 14. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el diámetro del tallo durante todo su periodo vegetativo.	49
Figura 15. Correlación entre la dosis creciente de N y unidades CCM-200. ***Significativo a 5% de probabilidad para el Test F.	50
Figura 16. Acumulación de la clorofila (CCM) en plantas de pimiento híbrido MARCATO F1 con diferentes niveles de N.	51
Figura 17. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre la clorofila (CCM) durante todo su periodo vegetativo.	52
Figura 18. Acumulación del número de frutos en plantas de pimiento híbrido MARCATO F1 con diferentes niveles de N.	53
Figura 19. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el número de frutos durante todo su periodo vegetativo.	53

Figura 20. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el largo de frutos durante todo su periodo vegetativo.	54
Figura 21. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el ancho de frutos durante todo su periodo vegetativo.	54
Figura 22. Acumulación del peso del fruto en plantas de pimiento híbrido MARCATO F1 con diferentes niveles de N.	55
Figura 23. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el peso del fruto durante todo su periodo vegetativo.	56
Figura 24. Efectos de la aplicación de Dosis crecientes de N sobre el rendimiento en kg ha ⁻¹ de pimiento híbrido Marcato F1.	57

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Limpieza y preparación del terreno.	67
Anexo 2. Instalación del sistema de riego.	67
Anexo 3. Preparación de letreros de tratamiento y bloque.	68
Anexo 4. Semilla de pimiento MARCATO F1.	68
Anexo 5. Plántulas de pimiento MARCATO F1.	69
Anexo 6. Trasplante de pimiento MARCATO F1.	69
Anexo 7. Toma de datos en el tratamiento testigo.	70
Anexo 8. Medición del diámetro del tallo con el implemento pie de rey y clorofila con CCM-200.	70
Anexo 9. Inicio de floración del cultivo de pimiento.	71
Anexo 10. Etapa de producción del cultivo de pimiento.	71
Anexo 11. Aplicación de insecticida.	72
Anexo 12. Procesamiento de muestras mediante el laboratorio.	72
Anexo 13. Peso y procesamiento de materia seca en pimiento MARCATO F1.	73
Anexo 14. Cosecha de frutos de pimiento MARCATO F1.	73
Anexo 15. Largo y ancho del pimiento MARCATO F1.	74
Anexo 16. Peso del fruto de pimiento MARCATO F1.	74

1 INTRODUCCIÓN

Las hortalizas son muy utilizadas debido a que son uno de los cultivos más populares e importantes en el mercado, cultivando alrededor de 80.000 ha anuales. Estas desempeñan un papel esencial en la nutrición del ser humano, principalmente porque su alto contenido de minerales y vitaminas son utilizados en dietas (Pérez et al., 2000).

Los vegetales se incorporaron en la alimentación del hombre desde su primera etapa de evolución, razón por lo que estos poseen importantes micronutrientes esenciales para la vida. Así mismo, contribuyen sustancias para prevenir determinadas enfermedades, cuya incidencia ha ido aumentando en todo el mundo (Alfonso & Martines, 2002).

Las principales especies de este género son tomate, papa y tabaco, está compuesta con alrededor de 22 especies silvestres y 5 especies nativas, entre las más conocidas están: “*capsicum annum, capsicum baccatum, capsicum pubescens*” (Bruneton, 2013).

El pimiento (*Capsicum annum* L.) es un vegetal que corresponde a la familia de las *Solanaceae*, considerado como una de las hortalizas más conocidas (Bosland & Vostava E. J., 2000). En cuanto a su arquitectura, corresponde a una hortaliza de crecimiento simpodial: los tallos y ramas se forman de sectores en cuyos nudos se encuentran sus hojas y flores. Contienen abundante área floreal la cual son de forma elíptica, con el ápice agudo y la base asimétrica con variaciones entre especies (Vacas, 2008). Una de las características más destacables de este cultivo es sus valores superiores en vitaminas A y C razón por la cual es utilizado en dietas (FAO, 2009).

Según la FAO (2020) el cultivo de pimiento es originario de América del Sur, cultivado en diferentes países como China, México, India, Turquía, España y Estados Unidos. Por consiguiente, su producción a nivel mundial es de 36,771,482 t, las cuales están distribuidas en un área total de 1,990,423 ha. En el Ecuador, se producen aproximadamente 8,180 t en 2,142 ha en producción. Sin embargo, la deficiente investigación y desarrollo tecnológico en esta área, hace que su producción no esté sustentada en trabajos de relevancia que contribuyan científicamente a la adopción de adecuadas prácticas agrícolas.

Pongamos por caso los países que se encuentran cerca de nuestro territorio siendo los principales potenciadores productores en América del Sur obteniendo los siguientes

rendimientos: Chile con 77.2178 t, Argentina con 22.7386 t, Colombia con 63.724 t, Bolivia con 28.820 t y Perú con 15.8861 t (FAO, 2020).

Particularmente en el pimiento, los rendimientos se ven afectados por: escasos estudios sobre cultivares, el poco empleo o mal empleo de la tecnología; elevados costos de producción, planes de fertilización basados en metodologías inadecuadas y la falta de asesoría técnica para los agricultores.

Ugarte et al. (2007) señalan que la correcta nutrición del cultivo de pimiento denota la distribución de los complementos fundamentales de modo proporcional y de manera equilibrada, teniendo como referencia la curva de desarrollo del cultivo con la finalidad de optimizar su rendimiento potencial. De manera que este alcance las propiedades de producción ideales en términos de cantidad y calidad.

Basándonos en la curva de absorción de nutrientes podemos suministrar el fertilizante adecuado para el cultivo a la perfección y conseguir resultados que permitan trascender positivamente a los productos de pimiento de nuestra región. La no elaboración de un adecuado manejo de fertilización conlleva a bajos rendimientos por hectárea de este cultivo y a su vez la baja calidad (Bertsch, 2003).

Este cultivo se distingue por un elevado requerimiento de sustancias nutritivas, entre ellos sobresale el N que es el esencial macronutriente responsable de la creación de biomasa, por lo que aparece desde la primera etapa de crecimiento del cultivo (Berríos Ugarte, 2007).

Ugarte et al. (2007) señalan que, debido al reducido tiempo de filtración de nitrógeno, se emplea como fertilizante el cual está pronto a la disponibilidad del cultivo, preferiblemente en estado de nitrato, esta es la manera en la que la planta prefiere asimilarlo.

Los fertilizantes derivados del nitrato son los siguientes: nitrato de potasio, nitrato de magnesio, nitrato de calcio y nitrato de amonio. El nitrato de amonio se emplea en bajas proporciones en especial en invernaderos producto de esto se puede monitorizar el valor del pH en la zona de las raíces y en sistema de fertirriego al campo abierto como nitrogenado total. La urea es la menos preferida debido a su baja eficiencia.

La forma básica de comercializar nitrógeno a través de fertilizantes es en urea, amonio y nitrato, una vez que ingresan a la solución del suelo, serán sometidos a diferentes procesos (SQM (Sociedad Química Minera), 2013).

La comprensión limitada del equilibrio de nutrientes del cultivo de pimiento ha provocado una grave disminución en la explotación de producción de la planta. Esto conduce

a un desequilibrio nutricional, que suele ocurrir cuando la dosis de nutrientes se calcula incorrectamente (Ugarte et al., 2007).

Por lo tanto, es importante conocer la cantidad de nutrientes de intereses fisiológicos que son absorbidas por la planta en el transcurso de su desarrollo vegetativo. En función de los argumentos expuestos anteriormente, el objetivo general de este trabajo de investigación es:

- Evidenciar el efecto de dosis crecientes de fertilizante nitrogenado, sobre parámetros agroproductivos del cultivo de pimiento (*Capsicum annun L.*) bajo un sistema productivo mineral.

Además de los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la influencia de dosis crecientes de nitrógeno en parámetros morfoagronómicos (altura del tallo, diámetro del tallo, materia seca y CCM).
- Evidenciar la incidencia de dosis crecientes de nitrógeno sobre parámetros productivos (número de frutos, largo del fruto, ancho del fruto, peso del fruto y rendimiento).

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Origen

Según la FAO (2020) el cultivo de pimiento es procedente de América del Sur específicamente en los países de Bolivia y Perú. Colón lo trajo al viejo mundo durante su primer viaje en el año 1493 el siglo XVI. El cultivo de pimiento se ha extendido en España y desde allí se ha distribuido a otras partes de Europa y de la tierra. Posee varios cultivares que están distribuidos a partir del sur de los Estados Unidos incluso Colombia o el norte del Perú.

Los países productores de pimiento más grandes del mundo son los pertenecientes a la cuenca mediterránea (Turquía, España, Italia) conjuntamente con China teniendo en primer lugar como uno de los países a nivel mundial con un superior incremento dentro de este rubro alcanzando 12,354,832.48 t producidas aproximadamente (FAO, 2020).

Al igual que otras especies hortícolas esta se incorporó de manera muy rápida al elenco de los productos saborizantes debido a su amplia variedad y aproximadamente todos los cultivares se incluyeron en el nombre *Capsicum annum* L. (Balcaza, 1996).

Debido a su sabor picante, inicialmente se confundió con la pimienta (*Piper nigrum*), por lo que se llamó “pimiento” en español y “pepper” en inglés. La denominación universal de “ají” es oriundo de antillano y mientras que el nombre de “chile” es procedente a partir de los nombres de los pueblos indígenas en estas zonas (Fornaris, 2015).

2.2 Taxonomía

Según Godoy (2018), la descripción taxonómica del cultivo de pimiento es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida, Asteridae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae, Solanoideae

Tribu: Capsiceae

Género: *Capsicum*

Especie: *Capsicum annum* L.

Nombre común: Pimiento

2.3 Descripción botánica

Según F.H.C. (2002) el cultivo de pimiento es una planta herbácea anual con un gran número de raíces adventicias cuya función es absorber los nutrientes y así a su vez alimentar a la planta. Posee hojas enteras en forma de oval, lanceoladas con bordes regulares y peciolo corto. Sus flores son blancas y parecen ser solitarias en cada sección. Los frutos son de forma muy variable, son de diverso tamaño y su color varía de una variedad a otra.

Aldana (2001), realiza una descripción botánica del pimiento más completa, en lo cual indica que:

Es un cultivo herbáceo que posee un tallo rígido y con varias ramificaciones, su largo varía según la especie y está entre los rangos de 0.5 a 1 m. Posee una raíz axonomorfa y profunda de 70-120 cm de altura. Sus hojas son ovaladas, alargadas, con coloración verde-oscuras y con bordes enteros; con flores de color blanco presentado flores aisladas en cada nudo de la rama, rara vez divididas en 2 o 3. El cáliz posee un aspecto acampanada y consta de cinco pétalos verdes; la corola está envuelta por 5 pétalos blancos, rara vez color lavanda. Sus estambres están insertos con la base de la corola, con anteras ovaladas de color azul o violeta

Se puede encontrar una variedad de autores hablando sobre la botánica del pimiento, pero en esencia la descripción es similar dado que la mayoría indican que es una planta herbácea perenne, de diferente tamaño, que posee raíces pivotantes y numerosas raíces adventicias, con un tallo erecto y de crecimiento limitado, con flores solitarias en cada nudo, y emite dos o tres ramificaciones principales y éstas continuarán ramificándose hasta el final de su ciclo, convirtiéndose esta en la descripción más concreta de todas.

Según Solórzano (2019) la altura del pimiento en la variedad Magaly oscila con una medida de 18.67 cm, siendo diferente a la variedad de Lycal con 16.96 cm. A su vez el diámetro del tallo en la variedad Magaly medido por un calibrador digital milimétrico, posee un tallo de mayor grosor, con 8.34 mm de diámetro, a diferencia de la variedad Lycal la cual registró un promedio de 7.62 mm de diámetro del tallo a los 25 días después de la siembra.

El pimiento posee un fruto con 2-4 lóculos, los cuales tienen una cavidad inferior con roturas evidentes. La fruta varía en forma y tamaño, pero generalmente se dividen en forma redonda y alargadas, con pesos que van desde unos pocos gramos hasta 100 gramos o más (los pesos más bajos siendo principalmente los cultivares de frutas picosas, mientras que los pesos más grandes corresponden a frutos dulces) (DESARROLLOAGROPECUARIO, 1994).

Según Villota (2014) indica que el número de frutos de pimiento en los híbridos Quetzal y Salvador para diferentes dosis crecientes de N, con dosis de 180 kg N ha⁻¹ presenta un resultado de 9 frutos por planta. Al igual que estas variedades presentaron un largo del fruto en el híbrido Quetzal de 15.28 cm y en el híbrido Salvador de 16.09 cm con un diámetro de 5.78 cm y 5.36 cm respectivamente a cada híbrido.

2.4 Etapas fenológicas del pimiento

La fenología percibe la investigación de distintos sucesos biológicos asociados con determinadas fases y su enlace con el entorno en el que suceden. En la fase ontogenia de las plantas, perciben una variación visible e invisible, que está relacionada con el genotipo en el entorno de desarrollo y la interrelación entre ellos. Ante esto, podemos observar resultados que indican la complejidad de las interrelaciones, que pueden provocar que diferentes especies responden de manera distinta (Mundarain & Cañizares, 2005).

Es fundamental conocer la fenología de un cultivo para llevar un adecuado manejo (Soto Ortiz & Silvertooth, 2008; Soto Ortiz et al., 2006).

Desde un enfoque climatológico, estos fenómenos juegan un papel importante ya que es el fundamento del análisis de variación, debido a diferentes causas: biológicos, climáticos, agronómicos, económicos, etc. Una de las principales importancias de las etapas fenológicas es que nos indican el requerimiento de una fertilización precisa para un cultivo o el empleamiento de sustancias hormonales específicas (Cautin & Augusti, 2005).

Teniendo en cuenta que para especificar el crecimiento de la planta, es fundamental establecer la finalidad de distintos protocolos ; por lo que esto incluye la identificación de las fases de crecimiento y el pronóstico del tiempo de duración de ciertos rangos de temperatura (Soto Ortiz & Silvertooth, 2008; Soto Ortiz et al., 2006; Wurr et al., 2002).

Por ejemplo en el género *Capsicum* spp., Torres (1995) señaló que existen solo cuatro estados fenológicos: emergencia, crecimiento vegetativo, floración y fructificación.

A diferencia de USDA (2003) el cual manifiesta el tiempo de las fases de desarrollo de acuerdo al intervalo de tiempo entre etapas específicas, la cual requiere de la fuente del cultivo (siembra directa o trasplante; a su vez cita tres fases principales: 1) 50 % desde la siembra hasta el trasplante 2) 75 % del trasplante hasta el cuajado de fruto y 3) 100 % desde el cuajado hasta la producción.

2.5 Época de siembra

El tiempo de labranza de los cultivos de pimiento fluctúa según su variedad, condiciones agroclimáticas, etc. Con la finalidad de poder crear los almácigos en bandejas de germinación de poliestireno con un ancho de 5 cm por alvéolo. Se recomienda sembrar con una mezcla de 85-90% de turba con la finalidad de lograr una buena esponjosidad del sustrato. La temperatura promedio para una adecuada germinación oscila entre 24°C a 25°C y con una humedad relativa es de 85-90%. Las temperaturas por encima o por debajo de la indicada producirán una germinación menos homogénea. Cuando las plantas alcancen de 4 a 5 hojas verdaderas después de unos 50 días en el semillero, serán trasplantadas (Condés Rodríguez, 2017).

Tomando como ejemplo los pimientos dulces, el período de plántula se limita a los 34 a 40 días (tiempo trasplante) después de la siembra, a pesar de ello la planta debe contar con una altura de 12 a 15 cm, el tallo tiene 5-7 mm de ancho y contiene de cuatro a cinco hojas (Mundarain & Cañizares, 2005).

2.6 Manejo del cultivo

2.6.1 Poda

El empleo de poda en pimiento es una práctica cultural que se usa con frecuencia debido a que esta ayuda a obtener: producción con mejores características comerciales, propicia el crecimiento de plantas fuertes y aireación en las plantas. Este manejo tiene como objetivo dar visibilidad a los frutos entre el follaje y protegerlo de la radiación excesiva que provoca la luz solar. Por lo tanto también ayuda a incrementar la aireación en la parte inferior de la planta evitando así la humedad excesiva que puede provocar enfermedades en el futuro (Condés, 2017).

El tipo de poda más frecuente que se utiliza en el manejo de este cultivo es la poda formación la cual es fundamental en cultivares tempranas de pimiento, esta posee un elevado número de tallo a las posteriores. Con esta poda, el objetivo es dejar dos o tres tallos más resistentes para soportar el peso del fruto. Teniendo en cuenta que se debe dejar las flores y hojas unido a la planta, realizando la poda de los tallos laterales a una altura de 25-30 cm. Por lo tanto, esto debe continuar hasta que se realice la cosecha (Jurado, 1999). A pesar de las

recomendaciones anteriores, la poda se requiere según los cultivares de pimiento de eso depende si pueden ser más o menos frecuentes e intensas.

2.6.2 Tutorado

El tutorado se basa en sostener la verticalidad de la planta mediante su desarrollo. Esta actividad se realiza a través de guías o según el método elegido por el técnico. En el campo se suele usar con más frecuencia el tutorado tradicional el cual consiste en colocar hilos de polipropileno uniéndose de forma horizontal a diferentes alturas sujetando el peso de la planta entre ellos. Otra opción de tutorado es el modelo holandés, que se basa en que cada uno de los tallos elegidos desde el inicio del recorte del suelo este será conectado por una línea vertical directo a la planta a medida que se vaya desarrollando. En comparación con el tutorado tradicional, esta variante requiere de una mayor inversión manual (Giacconi & Escaff G.M., 1993; Urrestarazu et al., 2002).

2.6.3 Aporcado

Según Infoagro (2015), esta labor implica cubrir parte de la base de la planta con suelo para fortalecerla y promover su desarrollo radicular. En la arena se debe retrasar lo más posible para evitar quemaduras por sobrecalentamiento del mismo.

2.6.4 Control de arvenses

Es necesario controlar las malezas en el cultivo de pimiento, debido a que este evita la proliferación de plagas y enfermedades. Las consecuencias que puede traer si no se realiza a tiempo esta actividad es: reduce el rendimiento de cultivo, calidad del producto, pérdidas económicas, etc. Las malezas compiten con el pimiento esencialmente por agua, nutrientes y luz. El bajo rendimiento depende de las especies de malezas que ataquen al cultivo y a su vez la densidad población que está vinculada directamente con la etapa del ciclo de la planta. El tiempo decisivo de competencia de arvenses inicia desde el trasplante hasta cinco semanas después (Agricultural Experiment Station, 2005).

2.6.5 Riego

Aldana (2001) manifiesta que, el requerimiento adecuado de agua para una excelente producción está entre los rangos de 600 y 1250 mm anuales.

Navarra Agraria (2004) manifiesta que, luego de regar la plantación y asegurar que el sistema radicular de las plantas sea fuerte, es fundamental minimizar en lo debido posible los riegos, con la finalidad que el cultivo pueda examinar una amplia profundidad del suelo; de esta forma las raíces serán más fuertes y extensas.

2.7 Condiciones Agroclimáticas

2.7.1 Temperatura

Según Suquilanda (2001), la temperatura promedio del pimiento oscila entre los 22°C a 28°C. El cultivo se vuelve muy vulnerable a bajas temperaturas debidas a que estas incitan la creación de frutos a una inferior dimensión, lo que puede ocasionar: alteraciones, baja calidad de polen y un menor cuajado de frutos.

Para Gamayo (2011), la temperatura del cultivo de pimiento es más exigente que la del cultivo de tomate. Este autor indica que no soporta temperaturas por debajo de 8°C o 10°C aproximadamente ya que esto ocasiona que las plantas no puedan desarrollarse provocando: enanismo y endurecimientos; lo que a su vez interviene directamente en la producción del cultivo ya que producto de esto se excede el cuajo de frutos pequeños y de muy mala calidad.

2.7.2 Humedad Relativa

El cultivo de pimiento demanda de una HR en su periodo de crecimiento superior al 70%. Sin embargo, en periodo de floración y cuajado de fruto requiere de una HR óptima que está entre el 50-70%. Teniendo en cuenta si se presentan humedades relativas superiores a los rangos establecidos tiende a provocar enfermedades. Si existe una menor humedad relativa produce frutos azotados, también se le llama “soleado” (Navarra Agraria, 2004).

2.7.3 Luminosidad

Navarra (2004), indica que, desde el punto de vista de la luz, los requisitos de plantación de pimiento son muy altos especialmente en el período de crecimiento y floración.

2.7.4 Suelo

El cultivo de pimiento requiere de un suelo con excelentes características, principalmente que tenga alto contenido de materia orgánica y la disponibilidad absoluta de los complementos fundamentales para un óptimo crecimiento. El suelo que mejor se adapta a

este cultivo es el areno-arcilloso absorbente y profundo, que conservan alto contenido de agua (Silva, Menechella, Wagner y Vidal, 1982).

Seymoer (1999), indica que el pimiento también puede cultivarse en distintas clases de suelo, no obstante es muy estricto que este requiera una buena estructura y fertilidad. Debido a esto los resultados varían según el tipo de suelo donde este sea cultivado, si este presenta un buen drenaje superficial e interno se obtendrá una excelente producción al futuro. Por lo que los suelos más recomendados son arenosos y arenosos-arcillosos.

2.7.5 pH

El cultivo de pimiento requiere de un suelo arenoso o areno-arcilloso el cual debe contener buen drenaje con un pH de 6,0 7,5, lo que simboliza una categoría extensa (Torres Serrano, 2002).

2.8 Requerimientos nutricionales

Hasta ahora, se han descubierto diecisiete tipos de elementos esenciales enfocados en la nutrición de vegetales superiores, de los cuales C, H y O suponen el 90% al 95% de la materia seca. Las estomas de las hojas son encargadas de absorber el carbono mediante el CO₂ del aire y a su vez fijarlo en la enzima RuBisCo. El hidrógeno se extrae del agua y el oxígeno del O₂ del aire y del agua. Por lo cual se llevan a cabo extensas discusiones al estudiar la fotosíntesis. Existen distintos principios fundamentales para el crecimiento óptimo del cultivo y estos a su vez se localizan en pequeñas cantidades en: tejidos, enzimas y órganos; cada una cumple con un rol importante en los procesos metabólicos, absorbiendo de forma inorgánica y a su vez están disueltos en el medio acuoso del suelo (Marschner, 1995; Mejía de Tafur, 2010; Taiz & Zeiger, 2010).

Este exceso presente en los tejidos vegetales se dividen en fundamentos inferiores (N, P, K, Ca y Mg) y menores (Fe, S, Mn, etc.). Conforme a sus características físicas y químicas podemos encontrar metales (K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo y Ni) y no metales (N, S, P, B y Cl) (Mejía de Tafur, 2010; Taiz & Zeiger, 2010).

Se halla una diferencia a través de la acumulación de minerales en los compuestos del suelo y las necesidades del cultivo. El suelo y ciertos sustratos poseen una elevada acumulación de minerales las cuales no son necesarias en el desarrollo de un cultivo. Algunas

veces estos carecen de ciertos minerales primordiales, razón por la cual el mecanismo de absorción de nutrientes de las plantas debe ser selectivo (Marschner, 1995; Mejía de Tafur, 2010; Taiz & Zeiger, 2010).

2.9 Curva de absorción de nutrientes del cultivo de pimiento

En la tabla 1 podemos encontrar el comportamiento de la absorción N, P, K, Ca y Mg en el suelo durante todo el ciclo de crecimiento y el rendimiento estimado por unidad es de 100 t ha^{-1} (Rincón et al., 1995).

Tabla 1. Rendimiento estimado de N, P, K, Ca y Mg absorbido por el cultivo de pimiento en el ciclo de crecimiento para 100 ton ha^{-1} .

Periodo días	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
	kg/ha/día					kg/ha/periodo				
0-35	0,05	0,009	0,10	0,06	0,025	2	0	3	2	1
35-55	0,35	0,07	0,80	0,35	0,17	7	1	16	7	3
55-70	1,20	0,23	2,25	0,98	0,45	18	3	34	15	7
70-85	1,30	0,23	2,60	0,98	0,41	20	3	39	15	6
85-100	2,60	0,78	4,82	2,80	1,41	39	12	72	42	21
100-120	2,75	0,57	5,50	1,12	1,16	55	11	110	22	23
120-140	3,75	1,08	4,82	1,40	1,00	75	22	96	28	20
140-165	3,15	0,78	4,80	1,68	1,19	79	19	120	42	30
Total/100t						294	73	491	173	111
Total/ton						2,9	0,7	4,9	1,7	1,1
						N	P	K	Ca	Mg
Total/100t						294	32	407	123	67
Total/ton						2,9	0,3	4,1	1,2	0,7

Fuente: Rincón et al.(1995).

2.10 Fertilización

Yuste Pérez (2007) indica que, se tiene que agregar 30-40 t ha^{-1} de estiércol; como abono de fondo se debe emplear 100 kg de nitrógeno (N); 90-150 kg de fósforo (P₂O₅) y 200-300 kg de potasio (K₂O); aplicar 4 veces dentro del área de cobertura, cada aplicación de 40-50 kg de nitrógeno y algo de potasio.

Mata et al., (2010) sugieren que se debe agregar de 5 a 10 t ha^{-1} de abono orgánico independientemente de que sea composta o vermicomposta. En cuanto a los fertilizantes químicos, se recomienda aplicar al suelo entre el 30% y 40% de la fórmula definida según el análisis de suelo anticipado, y el 60% o 70% restante se incorpora al sistema de riego según las necesidades del cultivo.

Tascón (1975) indica que, el requerimiento máximo de fósforo concuerda con la manifestación de la primera flor y por ende con la madurez de la semilla. La filtración de potasio juega un papel decisivo en la madurez temprana, coloración y calidad del fruto, aumentando gradualmente hasta la floración, para luego alcanzar un equilibrio. El cultivo de pimiento posee altos requisitos de nutrición de magnesio, esto hace que aumente su absorción mediante la madurez.

La Fundación de Desarrollo Agropecuario (1994), señala que conforme a la información comercial, la demanda por hectárea de pimiento en suelos de superior e inferior contenido de nutrientes es de 88-114 kg, de nitrógeno, 88 a 176 Kg de P_2O_5 , y la misma cantidad para K_2O .

Aldana (2001) señala que, el cultivo de pimiento tiene una demanda de fósforo y nitrógeno; por lo cual sugiere incorporar estiércol previo al trasplante y fraccionar el nitrógeno durante el trasplante, floración y cosecha.

Turchi (1999) sugiere, agregar nitrógeno entre 140-150 kg, fósforo entre 120-150 kg y potasio 250 kg por hectárea en cada ciclo del cultivo.

Bonilla y Sánchez (1999) sugieren que, en suelos semiáridos, el cultivo de pimiento necesita 40-80 kg de nitrógeno; 40-80 kg de fósforo y 80-60 kg de potasio; en temporada de riego las dosis deben duplicarse; y bajo condiciones del cultivo en invernadero se recomienda 180-330 kg de nitrógeno; 120-220 kg de fósforo y 200-400 kg de potasio.

Moreno et al.(2004) señalan que, la fertilización es el principal encargado para una excelente producción después del riego. Su objetivo principal es restaurar los nutrientes absorbidos para las plantas las cuales son utilizadas como medio para su desarrollo.

2.11 Resultados del proceso nutricional sobre características de desarrollo del cultivo de pimiento

Las versiones de amoniaco afectan la floración. El uso de amonio en la nutrición mejora el proceso de floración. Este elemento generalmente varía los niveles de hormonas vegetales especialmente la citoquinina (CYT) (Marschner, 1995).

Otra característica clave a mencionar es la correlación positiva entre la provisión de fósforo y su creación de flores (Menary & Staden, 1976).

Se encuentra una interacción efectiva, a través de la cantidad de flores en la planta y el nivel de citoquinina al contrario, existe una correlación positiva entre el aporte suficiente de P en la planta y el nivel de citoquinina. Esta información nos proporciona evidencia adicional de que la citoquinina mejora el impacto de P en la producción de flores (Marschner, 1995).

La cantidad de semillas y frutos están directamente vinculados con los siguientes elementos: N (Hassan et al., 1993; Schon et al., 1994), P, B, y Zn (Marschner, 1995).

Se encuentra un corto vínculo entre la medida del fruto y la cantidad de semillas por fruto (Rylski, 1973), y el número de semillas está relacionado con P, Zn y B. C.A

2.12 Productos de nutrición vegetal para cada nutriente

El fertilizante que posee nitrato es: nitrógeno de magnesio, nitrógeno de potasio, nitrógeno de calcio y nitrógeno de amonio. El encargado de controlar el pH en cultivos hidropónicos de pimiento es el nitrógeno amoniacal el cual es proporcionado del nitrato de calcio. Y a su vez el responsable de controlar el pH de la zona radicular del cultivo en pequeños invernaderos es el nitrato de amonio el cual también se encarga de la fertilización a campo abierto interviniendo la fertilización del nitrógeno absoluto. La causa de nitrógeno que es más descartada debido a su alta ineficiencia es la urea (Ugarte et al., 2007)(Tabla 2).

Tabla 2. Principales formas de nitrógeno en el fertilizante.

Forma de N en fertilizante	Nombre común	Fórmula
Nitrato	Nitrato de potasio	KNO_3
	Nitrato de calcio sólido	$(5(Ca(NO_3)_2 \cdot NH_4NO_3) \cdot 10H_2O)$
	Nitrato de calcio líquido	$Ca(NO_3)_2$ en solución
	Nitrato de magnesio	$Mg(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O$

Amonio	Nitrato de amonio	NH_4NO_3
	Ácido nítrico	HNO_3
	Sulfato de amonio	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
	Fosfato mono amónico (MAP)	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
Urea	Fosfato diamonico (DAP)	
	Urea	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
	Fosfato de urea	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{H}_3\text{PO}_4$

Fuente: Ugarte et al., (2007).

2.13 Nitrógeno

El elemento más importante encargado del desarrollo del área foliar es el nitrógeno, el cual debe estar presente desde sus primeras fases vegetativas del cultivo. Debido a que el proceso de absorción de nitrógeno en la planta es muy corto, este debe ser aplicado como fertilizante lo cual debe estar disponible de forma instantánea para el cultivo principalmente en estado de nitrato, esta es la forma en la cual el cultivo la puede asimilar (Ugarte et al., 2007). Se sugiere no emplear más del 20% de nitrógeno total en forma de amonio y principalmente el 80% como nitrato (Tabla 3).

Tabla 3. Cantidad sugerida de amonio para prevenir BER (Podredumbre apical del pimiento)

Sistema de cultivo de Pimiento	Niveles Máximos de NH_4^+ en % de N total	Explicación
Suelo	20	Para evitar BER

Fuente: Voogt(2003).

2.13.1 Urea

Las plantas no pueden absorber de forma directa a la urea. Sin embargo, se ha empleado al suelo y se hidroliza en amonio. Anterior o previo de la hidrólisis se producirá una carencia de nitrógeno mediante la extracción de urea o la volatilización de amonio. La urea es imparcial y por lo tanto no puede ser absorbida por las capas de suelo cargadas. A su vez puede desplazarse de forma muy fácil al borde del bulbo humedecido por el sistema de riego razón por la cual no alcanza a echar raíces (Ugarte et al., 2007).

2.13.2 Nitrato

En el caso del nitrato este es asimilado por las plantas de forma directa una vez que ya sea aplicado al suelo. No exige de ninguna transformación debido a que es soluble en la solución del suelo y de esta manera se enlaza a las raíces muy fácilmente. El uso parcial de fertilizantes con nitratos admite una gestión muy precisa de la distribución de nitrógeno en el cultivo. Este compuesto no es volátil por lo tanto no encontraremos pérdidas por volatilización de amoníaco. Los aniones y cationes poseen una sinergia la cual se debe a la absorción de nutrientes. La transformación de nitrato en aminoácidos ocurre en la hoja a diferencia de la transformación de amonio la cual ocurre principalmente en las raíces, este proceso energético hace que sea un cultivo eficaz, puesto que emplea la potencia solar en el proceso de transformación. El cultivo debe quemar azúcar previamente sintetizada para proporcionar el combustible necesario para su transformación. Esto indica que hay pequeñas cantidades de sacarosa aprovechable con el fin de tener un óptimo desarrollo y fructificación (Ugarte et al., 2007).

2.13.3 Fósforo

INPOFOS (1997) indica que, el fósforo desarrolla una utilidad destacable en el desarrollo de: fotosíntesis, respiración, almacenamiento, transferencia de energía y crecimiento de raíces. Producto de esto se ve reflejado en la mejora de calidad de frutas, hortalizas y granos.

Las plantas asimilan el P cuando el pH es menor de 7 en forma de anión monovalente fosfato H_2PO_4^- y cuando el pH es superior a 7 está en forma de anión divalente HPO_4^- la cual hace que su proceso se menos rápido. Por consiguiente la planta asimila mejor un pH que esté en los rangos de 5.6 a 6.7, lo que conlleva a combinarse con los siguientes elementos: Fe, Al y Ca creando fosfatos no aceptable para el cultivo (Marschner, 1995; Mejía de Tafur, 2010; Taiz & Zeiger, 2010).

2.13.4 Potasio

El potasio (K) desarrolló diferentes funciones en la planta, las más importantes son las siguientes: fotosíntesis, mejora de tejidos, mejor calidad de frutas y mantiene el equilibrio

hídrico de las plantas. A su vez está presente en la actividad de más de 50 sistemas enzimáticos en plantas (Padilla, 2006).

La mayoría de las enzimas son completamente dependientes ya que ésta incita una alteración estructural en las enzimas. La deficiencia de K se debe a la acumulación de hidrocarburos solubles, bajo contenido de almidón y la acumulación de compuestos nitrogenados solubles. Esta reacción de los metabolismos de los carbohidratos se ve directamente relacionada con los altos requerimientos de K^+ de ciertas enzimas uniformes, especialmente piruvato quinasa y fosfofructoquinasa. De manera similar, la integración de almidón depende en gran medida de los cationes monovalentes, y el K es el más eficaz (Marschner, 1995).

2.13.5 Calcio

Padilla (2006) manifiesta que, el calcio (Ca) es un componente de cada célula vegetal de las plantas. La mayor parte del calcio que está presente en las plantas esta como pectato de calcio a lo largo de las paredes celulares de las hojas y los tallos. Estos mecanismos de calcio concentrado condensan y fortalecen las partes de la planta.

El contenido de calcio en la planta oscila entre 0.1% y el 5% mayor de la materia seca. La demanda de monocotiledóneas es inferior a las dicotiledóneas. Este defecto puede identificarse por la manipulación de tejido que tiene un aspecto curvo en la región de meristemo hasta su muerte (Buchanan et al., 2000; Marschner, 1995; Mejía de Tafur, 2010; Taiz & Zeiger, 2010).

2.14 Fertilizantes NPK

Aparte de los fertilizantes binarios para suministrar de forma inmediata, están en el mercado muchas fórmulas con mezclas NPK granuladas y solubles. Estas fórmulas pueden utilizarse como buenos sustitutos de los fertilizantes de empleo rápido debido a que estas abarcan las demandas nutricionales de las plantas en sus diferentes etapas fenológicas. Se pueden agrupar según la relación entre diferentes nutrientes en cada fase de desarrollo o se pueden agrupar según la curva de extracción de distintos cultivos (Ugarte et al., 2007).

2.15 Cosecha

Torres Serrano (2002) señala que, la cosecha empieza cuando los frutos deben alcanzar su alto progreso y un color verde oscuro, este fenómeno sucede a partir de los 80 y 100 días después del trasplante e influye mucho el cultivar y características edafoclimáticas de la región.

Aldana (2001) indica que se puede cosechar la fruta entre los 80-100 días después del trasplante, una vez que este haya alcanzado una coloración verde o rojiza, la producción depende del tipo de cultivar en la cual el promedio es de 12.000 kg ha⁻¹ pero bajo buenas condiciones este puede llegar a 20.000 kg ha⁻¹.

La FNCC (2003) señala que, dependiendo la variedad la recolección de frutos comienza entre los 65 y 100 días, el 25% del primer mes, el 50% del segundo mes y el 25% del tercer mes pueden presentar la siguiente distribución. Por lo tanto, la cosecha depende mucho del tipo de cultivo, el clima y el manejo del cultivo. Los frutos deben ser recogidos durante los 70 a 100 días después del trasplante, generalmente desde la polinización hasta la cosecha verde, comenzando de 44 a 55 días y de 60 a 70 días la cosecha en estado rojo.

Hernández (1992) manifiesta que, los cultivares que se emplean en campo abierto puede tener un periodo de cosecha de 12 a 16 semanas, mientras que las variedades manejadas en invernadero (indefinido) pueden extender su periodo de cosecha hasta 40 semanas.

2.16 Rendimiento

Figuroa y Ramírez (2005) señalan diferentes niveles de nitrógeno en fósforo y potasio para la producción del cultivar híbrido Quetzal en el cantón de Santa Elena donde registraron una dosis de N₁₀₀ P₈₀ K₀ con una altura de 18.78 cm a los 20 días, 54.50 cm a los 40 días y 60.83 cm; la longitud del fruto es de 10 cm; el diámetro del fruto es de 5.41 cm; el peso de fruto es de 87.35 g; el número de frutos por planta es de 15.80 y su rendimiento por planta es de 41.84 t ha⁻¹.

Carranza (2003) manifiesta que, en la región de La Concordia, provincia de Esmeraldas se examinó la interacción de bioles sobre 12 pimientos (*Capsicum annum* L.) en la mosca blanca (*Bemisia tabacci*) y obtuvo los siguientes valores promedios de la variedad

Quetzal: longitud de fruto 11.5 cm, diámetro de fruto 5.8 cm, peso del fruto 35.10 g, frutos por planta 16.9 y su rendimiento de 12.80 t ha⁻¹.

Lituma (2005) manifiesta que realizó una investigación en la zona de Milagro, provincia del Guayas, en lo cual se analizó el efecto de cuatro nematicidas en el híbrido Salvador sobre *Meloidogyne incognita*, la altura de la planta fue de 11.7 cm a los 20 días, de 28 a los 40 días y 59.03 cm a los 60 días, y a su vez obtuvo 9.65 números de frutos por plantas y un rendimiento de 29.11 t ha⁻¹.

Seminis (2005) señala que, el híbrido Salvador manifiesta estas cualidades: largo del fruto 12-14 cm, diámetro del fruto 8-10 cm, peso del fruto 200-230 g y un rendimiento de 35 000 – 40 000 kg ha⁻¹.

2.17 Relación Beneficio- Costo (B/C)

Casilimas et al. (2012) señalan que las normas para la toma de determinación de planes a futuro, donde los beneficios del proyecto están relacionados con el valor presente del mismo costo. Teniendo presente que si el producto de esta correlación es superior a uno, se puede llevar un proyecto beneficioso, sin embargo si este es igual a uno, no afecta si se elabora o no el proyecto. Teniendo en cuenta que si es inferior a uno y los costos de producción son superiores a los ingresos es más factible no realizar el proyecto.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y caracterización del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en la Granja Experimental Santa Inés, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala, provincia de El Oro. En el periodo comprendido de agosto a diciembre del 2019.

3.1.1 Ubicación geográfica de la zona de estudio

El estudio experimental se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas ubicar aquí en texto corrido la latitud, longitud y altitud (Figura 1):



PROVINCIA	CANTÓN
El Oro	Machala
INSTITUCIÓN	GRANJA
	Granja Sta. Inés UTMACH



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio. Software SASplanet.

3.1.2 Características climáticas de la zona

El sitio de estudio corresponde a un bosque muy seco tropical, con una temperatura promedio de 25°C, una precipitación promedio anual de 600 mm, 2.8 promedio de horas luz y una humedad relativa del 83%. La granja experimental Santa Inés posee un clima seco o cálido con periodos lluviosos cortos y su mayor parte del año presenta déficit hídrico (Cañadas, 1983).

3.1.3 Características del suelo

El suelo que se encuentra en el área experimental presenta las siguientes características taxonómicas: Orden Inceptisol, Suborden: Ustepts, Gran Grupo: Dystrustepts y Subgrupo: Aquic Dystrustepts (Villaseñor et al., 2015) (Tabla 4).

Tabla 4. Descripción del perfil del suelo en el sitio de estudio.

Horizonte	Profundidad del perfil (cm)	Descripción
A (Ap)	0-33	Color Húmedo 10 YR (4/4), Clase Textural Franco Limoso, Densidad Aparente 1.64 (g cm ⁻³), pH (H ₂ O) 6.8; Conductividad Eléctrica 0.26 (dS m ⁻¹), Materia Orgánica 2.20 %
B (Bw)	33-68	Color Húmedo 10 YR (4/6), Clase Textural Franco Limoso, Densidad Aparente 1.34 (g cm ⁻³), pH (H ₂ O) 7.1; Conductividad Eléctrica 0.10 (dS m ⁻¹), Materia Orgánica 0.02 %
C	60+	Color Húmedo 10 YR (4/8), Clase Textural Arenoso, pH (H ₂ O) 7.2; Conductividad Eléctrica 0.02 (dS m ⁻¹), Materia Orgánica 0.01 %

Fuente: Villaseñor et al. (2015).

3.2 Diseño experimental

El diseño experimental empleado fue bloques completamente al azar (DBCA), ya que se presenta la fertilidad del suelo como un factor no controlado, el cual puede afectar los resultados y es necesario minimizar o eliminar su efecto en las variables respuestas.. La

palabra completo en el diseño indica que en cada bloque se asignan todos los tratamientos completamente al azar dentro de cada bloque de forma independiente. De esta forma se reduce y controla la varianza del error experimental ya que cada tratamiento objeto de estudio es aplicado bajo diferentes condiciones y poder alcanzar una mayor precisión. Los tratamientos que se aplicaron en el estudio fueron cuatro dosis diferentes (0-225-450-675 kg N ha⁻¹) de fertilizante nitrogenado mineral (Urea, SFT, MP; SCa), con tres repeticiones para cada dosis que contenían 36 plantas por cada bloque teniendo una densidad poblacional de 108 plantas en total y a su vez los tratamientos se encontraban agrupados de 9 plantas por cada unidad experimental.

3.2.1 Tratamientos

Los tratamientos fueron asignados de forma aleatoria en las unidades experimentales, el cual consistió en diferentes dosis de aplicación de N convencional sobre una base de Urea, SFT, MP y SCa; estas fueron divididas en tres etapas fenológicas, la primera etapa consistió en aplicar el 30% de la dosis, la segunda etapa el 50% y la tercera etapa el 20% del total de N. Esto se realiza mediante tres aplicaciones cada 10 días lo que representa una duración de 30 días por etapas fenológicas (Tabla 5).

Tabla 5. Factor de estudio en kg ha⁻¹ y en g planta⁻¹ en los diferentes porcentajes y etapas del experimento.

	Etapa 1		Etapa 2		Etapa 3	
	kg fertilizante ha ⁻¹	g fertilizante planta ⁻¹	kg fertilizante ha ⁻¹	g fertilizante planta ⁻¹	kg fertilizante ha ⁻¹	g fertilizante planta ⁻¹
T1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
T2	146,74	4,40	244,57	7,34	97,83	2,93
T3	293,48	8,80	489,13	14,67	195,65	5,87
T4	440,22	13,21	733,70	22,01	293,48	8,80
% de N aplicado por etapa del N total.	30%		50%		20%	

Las concentraciones y fuentes de los elementos aplicados fueron las siguientes: P₂O₅ (superfosfato triple) con 50 kg ha⁻¹, K₂O (Muriato de potasio) con 600 kg ha⁻¹ y S (Yeso

Agrícola) con 600 kg ha⁻¹. Se atribuyó el 100% de P₂O₅ se aplicó en la primera etapa, a la vez que el K₂O, y S se repartieron en 30%, 50%, 20% durante las tres etapas (Tabla 6).

Tabla 6. Aplicación de fertilizantes en g planta⁻¹ en las diferentes etapas

Tratamientos	Etapa 1 (g planta ⁻¹)				Etapa 2 (g planta ⁻¹)				Etapa 3 (g planta ⁻¹)				
	ÚREA	SFT	MP	Sca	ÚRE		SF		ÚRE	SF		MP	Sca
					A	T	MP	Sca		A	T		
T1	0	3,2609	9,00	30,0003	0	0	15,00	50,000	0	0	6,000	20,0002	
T2	4,402	3,2609	9,00	30,0003	7,337	0	15,00	50,000	2,935	0	6,000	20,0002	
T3	8,804	3,2609	9,00	30,0003	14,67	0	15,00	50,000	5,869	0	6,000	20,0002	
T4	13,206	3,2609	9,00	30,0003	22,01	0	15,00	50,000	8,804	0	6,000	20,0002	
Total		13,043		120,001	44,02		60,00	200,00	17,60		24,00		
Duración en días por etapa	26,	6	36,00	2	2	0	1	2	9	0	0	80,0008	
		30 días					30 días					30 días	

3.2.2 Croquis del experimento

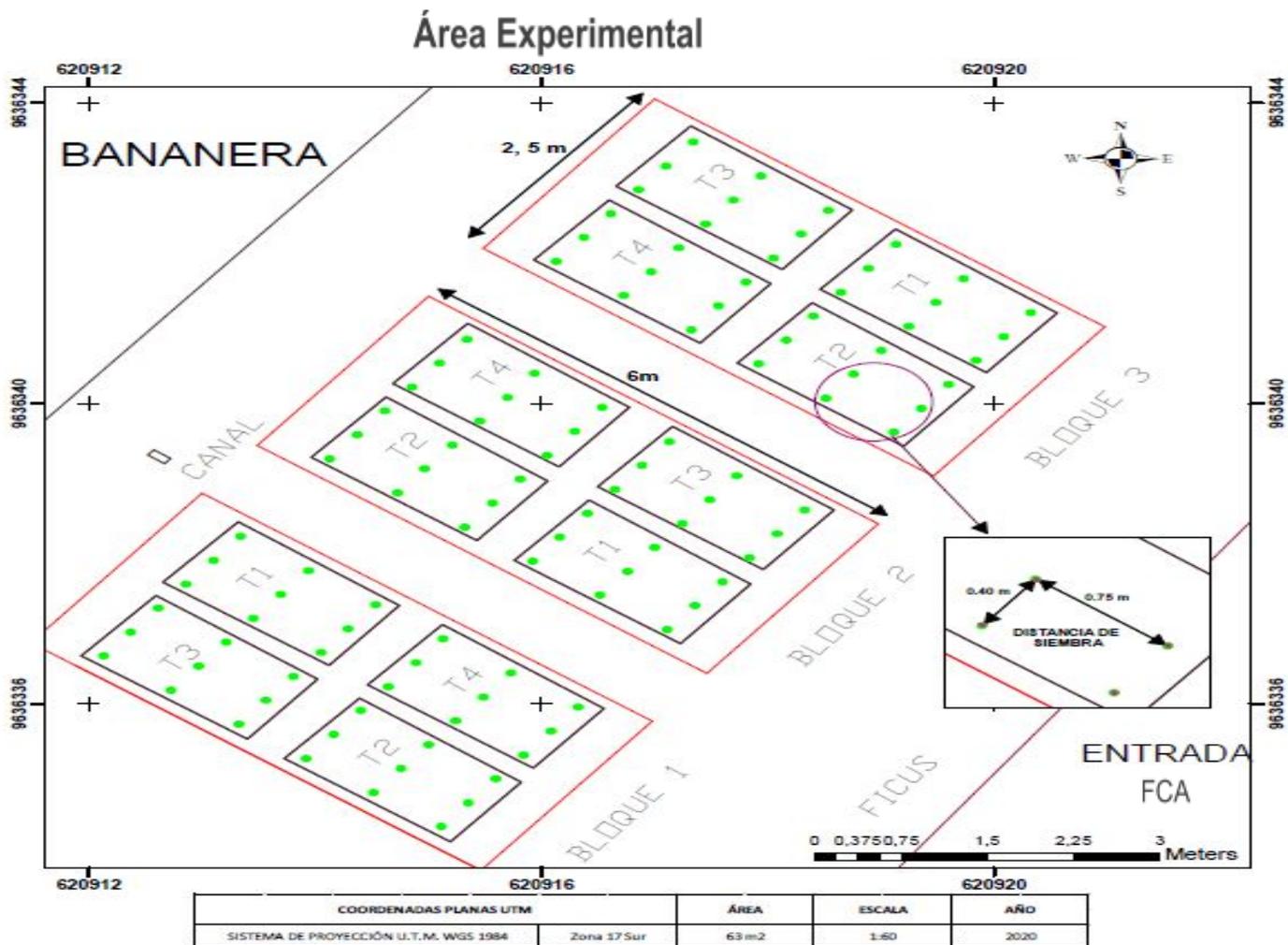


Figura 2. Croquis del diseño experimental

3.2.3 Especificidades del diseño

Número de Tratamientos: 4

Número de Repeticiones: 3

Número de Unidades Experimentales: 9

Tamaño de la parcela total (m²): 63

Distancia entre plantas en (m²) 0.75 y 0.40

Plantas por parcela total (plantas): 108

Plantas por parcela neta (plantas): 36

Forma de la parcela: Rectangular

3.3 Manejo del experimento

3.3.1 Materiales y herramientas

Los materiales utilizados para la gestión del estudio fueron los siguientes:

- Estacas
- Piola
- Rastrillo
- Machete
- Regla
- Martillo
- Azadón
- Pala
- Libreta de apuntes
- Lápiz
- Cinta métrica
- Pie de Rey

3.3.2 Equipos

Los equipos utilizados para la gestión del experimento fueron los siguientes:

- Medidor de clorofila CCM-200
- Balanza
- Estufa

3.3.3 Preparación del área de estudio y siembra

Se procedió a realizar la limpieza del terreno con la ayuda de un machete, luego se preparó el suelo con las siguientes herramientas: pala, azadón y rastrillo (ver anexo 1). Posterior a ello se instaló el sistema de riego por microaspersión (ver anexo 2). Posteriormente se delimitaron los bloques experimentales identificándose con un letrero que fue colocado con la ayuda de un martillo, por consiguiente, se realizaron las divisiones del terreno con cinta métrica y separada uno del otro con piola y estacas, con una área de 63 m². Luego de haber establecido el marco de plantación del cultivo, se designó la siembra del cultivo de pimiento Marcato F1 (ver anexo 3 y 4). Una vez que estas ya emergieron en la bandeja germinadora se realizó el previo trasplante del cultivo a la tercera semana, las cuales fueron designadas a una distancia de siembra de 75 cm entre hilera y 40 cm entre planta (ver anexo 5 y 6). El riego de agua al cultivo se realizó dos veces por semana. Una vez finalizando cada etapa fenológica del cultivo, específicamente cada 37 días se realizó la recolección de datos en las diferentes variables con los equipos: CCM, pie de rey, balanza y estufa; anotando los datos en una libreta de apuntes, este proceso se realizó hasta que el cultivo llegó a su etapa final (ver anexo 7 y 8).

3.3.4 Material vegetal

El cultivar de pimiento utilizado fue Marcato F1, el cual cuenta con las siguientes características (ver anexo 9 y 10):

- Se adapta en cultivos de campo protegidos y abiertos.
- Planta vigorosa con crecimiento continuo
- El fruto posee paredes rectas y lisas
- Fruto de forma cónico con 2-3 lóbulos.
- Fruto de color verde oscuro a rojo.
- Peso promedio del fruto: 220 g.
- Tamaño promedio del fruto: 17-20 cm.

3.4 Variables a medir

- **Altura de la planta (cm)**

Para la medición de la altura de la planta fueron seleccionadas doce plantas al azar por los cuatro diferentes tipos de tratamientos, donde se procedió a realizar la medición de cada una de estas con la ayuda de una regla tomando la medida desde el cuello del tallo hasta la hoja bandera de la planta, esta medición fue expresada en centímetros (Arias, 2016). Esta toma de medidas se realizó finalizando cada etapa fenológica del cultivo.

- **Diámetro del tallo (mm)**

Se procedió a medir el diámetro del tallo principal con la ayuda del instrumento pie de rey, a su vez se tuvo como referencia tomar la medida después del primer entrenudo, la cual fue expresada en milímetros (Arias, 2016) (Figura 3).



Figura 3. Evaluación del diámetro del tallo.

- **Clorofila (CCM-200)**

Se determinó la clorofila foliar a través del medidor de clorofila CCM-200, dicho medidor se encarga de utilizar longitudes de onda central de 655 (rojo) y 940 nm (infrarrojo) y se basa en diferenciar la medición de transmitancia a través de la hoja a evaluar y medir la absorción roja por parte de la clorofila expresada en unidades CCI, cuya finalidad es medir indirectamente los índices de contenido de clorofila de las hojas (Chang & Robinson, 2003). La lectura de esta variable se tomó al final de cada etapa de fertilización en las dos últimas hojas más desarrolladas.

- **Materia seca (g)**

La materia seca de los diferentes órganos de la planta indica el resultado final de una acumulación de procesos (Patrick, 1998). La materia vegetal se secó en estufa a una temperatura de 70°C durante 48 h, por consiguiente se procede a secar y pesar (Godoy Hernández et al., 2009) (Figura 4).



Figura 4. Peso de biomasa del cultivo.

- **Peso de frutos en gramos a la cosecha (g)**

Para establecer el peso del fruto, se consideró los frutos de tres plantas seleccionadas completamente al azar de cada tratamiento al momento de la cosecha, luego se procedió a pesar en una balanza los frutos cuya medición está expresada en gramos (Figura 5).



Figura 5. Evaluación del peso del fruto en gramos

- Número de frutos

Se contabilizaron los frutos de tres plantas seleccionadas al azar en el área útil de cada unidad experimental al momento de cosecha, dicho resultado fue expresado en unidad (Figura 6).



Figura 6. Conteo de números de frutos.

- **Longitud del fruto (cm)**

Se seleccionaron los frutos con su respectivo tratamiento y se procedió a medir con una cinta métrica desde el pedúnculo hasta el ápice del fruto, dicho resultado fue expresado en centímetros (Figura 7).



Figura 7. Evaluación de la longitud del fruto, El autor.

- **Diámetro del fruto (mm)**

Para obtener el diámetro del fruto se tomaron 10 frutos al azar del área útil de cada tratamiento al momento de la cosecha, se midió con el instrumento pie de rey, este resultado fue expresado en milímetros (Arias, 2016) (Figura 8)



Figura 8. Evaluación del ancho del fruto.

- Rendimiento

En el momento de la cosecha, se evaluó el peso promedio de los frutos por parcela mediante la utilización de una balanza. Para establecer esta variable se empleó la siguiente fórmula (Arias, 2016):

$$\text{Número de plantas} = \frac{\text{Unidad de manejo (1 ha)}}{\text{Distancia entre plantas (m)} + \text{Distancia entre hileras (m)}}$$

$$\text{Peso del fruto} = \frac{\text{Número de plantas}}{\text{Número de plantas evaluadas}} \text{ Media del peso del fruto}$$

$$\text{Rendimiento kg.ha}^{-1} = \frac{\text{Peso de Fruto}}{1000 \text{ g}}$$

3.5 Procedimiento estadístico

Las variables del estudio cumplieron con el supuesto de aditividad entre los tratamientos-bloques, sin embargo, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis por medio del programa estadístico SPSS versión 22 de prueba para Windows, con una confiabilidad en la estimación del 95% ($\alpha = 0.05$), al no cumplir los supuestos de normalidad de datos, por lo tanto, se determinaron los diferentes subconjuntos homogéneos a partir de la comparación de pares que realiza dicha prueba estadística.

3.6 Análisis económico de los tratamientos

Área de siembra: El análisis se realizó tomando en cuenta un área total de 10000 m² es decir una hectárea.

Densidad Poblacional: A una distancia de siembra de 0.40 m x 0.75 m se obtuvo un total de 3333.33 plantas ha⁻¹

Producción: la producción obtenida fue de 1,69 kg m² basados en la suma del segundo y tercer muestreo.

Inversión: En la tabla 7, puede observarse la inversión inicial para una hectárea de pimiento Marcato F1, sembrada bajo condiciones de campo. Cuyos datos de la tabla se apoyaron en una investigación experimental en la provincia de Carchi (Bracho Imbaquingo, 2019).

Tabla 7. Costos de producción para una hectárea de pimiento MARCATO F1

Costos de Producción				
Detalle	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor Total

1. Preparación del terreno	3	Horas	\$75	\$ 225
Subtotal				\$ 225
2. Mano de obra				
Trasplante	3	Jornal	\$ 15	\$ 45
Riego	15	Jornal	\$ 15	\$ 225
Fertilización	8	Jornal	\$ 15	\$ 120
Control Fitosanitario	40	Jornal	\$ 15	\$ 600
Cosecha	60	Jornal	\$ 15	\$ 900
Subtotal				\$ 1890
3. Insumos				
Semillas	3333	Plantas	\$0,18	\$ 449,55
Urea		Saco(50 Kg)	\$ 18,99	
Carbonato de Calcio		Saco(50 Kg)	\$ 27,50	
Muriato de Potasio		Saco(50 Kg)	\$ 22,75	
DAP		Saco(50 Kg)	\$ 31,50	
Insecticida	4	Litro	\$ 2,70	\$10,80
Fungicida	2	Kg	\$ 4,00	\$ 8,00
Subtotal				\$ 468,35
4. Costos Indirectos				
Transporte	4	Mes	\$200,00	\$800,00
Sub total				\$800,00
Total				\$3.158,35

Fuente: El autor

Se realizó un análisis económico para determinar cuál es la dosis óptima de fertilización.

Según Campoverde et al. (2019) cuando la relación costo beneficio (B/C) es mayor a 1, los beneficios superan los costos, es decir es factible realizar una fertilización Nitrogenada Mineral; pero cuando B/C es igual a 1 quiere decir que los beneficios son igual a los costos, en otras palabras no hay ganancia, por otra parte cuando B/C es menor a 1 no es factible realizar el proyecto ya que los beneficios son mayores a los costos.

$$B/C = \frac{\text{Ingreso bruto}}{\text{Costo total}}$$

Donde B/C = relación Beneficio- Costo

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación están en base a los tres muestreos realizados:

4.1 Materia seca

Las diferentes dosificaciones de fertilizante mineral ocasionaron un efecto sobre la materia seca, mostrando diferencias significativas en los primeros 37 días donde la dosis de 0 kg N ha⁻¹ expresó un peso de 0.5 g siendo estadísticamente diferente a las dosis de 225 y 450 kg N ha⁻¹ las cuales manifestaron un peso de 2.2 g no presentando diferencias significativas, a su vez la dosis de 675 kg N ha⁻¹ manifestó un peso de 2.5 g. Al cabo de transcurrir los 67 días el comportamiento de la materia seca con dosis de 0 kg N ha⁻¹ presenta diferencias estadísticas, expresando un peso de 4.7 g siendo diferentes las dosis 225, 450 y 675 kg N ha⁻¹, expresando un peso de 14.6, 18.4 y 24.7 g respectivamente. Al concluir los 97 días del desarrollo del cultivo el comportamiento de la materia seca fue diferentemente estadístico de todos los tratamientos en la dosis de 0 kg N ha⁻¹. No obstante no presentaron diferencias significativas la dosis de 450 y 675 kg N ha⁻¹ expresando un peso de 48.2 y 54.1 g respectivamente. A su vez la dosis de 225 y 675 kg N ha⁻¹ fueron estadísticamente diferentes expresando un peso de 36.2 y 54.1 g. Lo que coincide con Valle (2010) donde presentó un peso seco de 11.5 y 14.4 g de peso seco de tallo por planta y por hojas obtuvo pesos de 20.3, 25.06 g, teniendo un promedio de peso seco entre tallo y hojas de 31.8 y 39.46 g respectivamente (Figura 9).

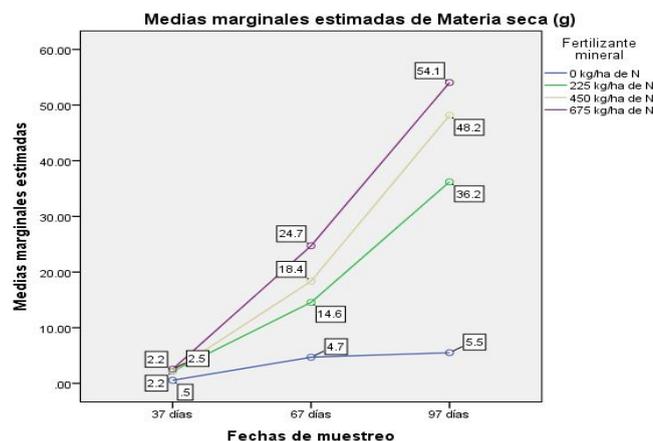


Figura 9. Acumulación de materia seca en plantas de pimienta híbrido MARCATO F1 con diferentes niveles de N.

En la figura 10 se aprecia los efectos de la aplicación de dosis creciente de N sobre la materia fresca durante todo su periodo vegetativo. Se crean 3 subconjuntos homogéneos. La dosis de 0 kg N ha⁻¹ es la que tiene menor peso de materia seca, y es diferente estadísticamente, que crean otro subconjunto homogéneo. Las diferentes letras difieren estadísticamente para p-valor<0,05.

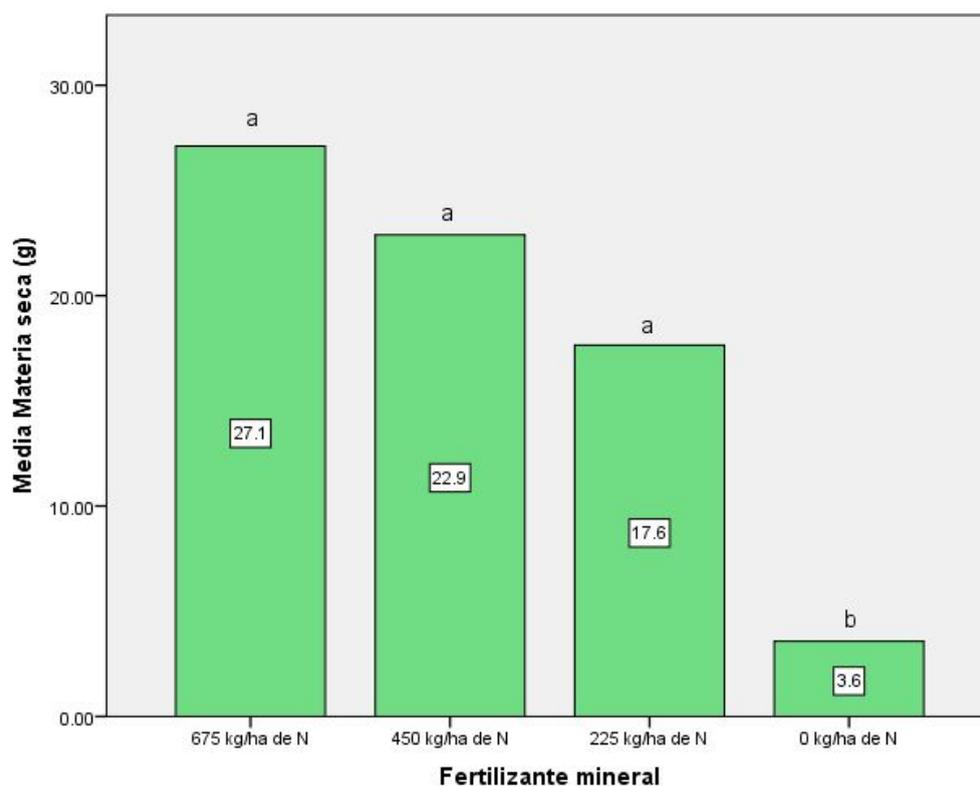


Figura 10. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre la materia fresca durante todo su periodo vegetativo.

4.2 Altura del tallo

En la etapa inicial presentó una altura de 14.1 cm con dosis de 0 kg N ha⁻¹, la cual manifestó la medida más baja mostrando diferencias significativas, sin embargo las dosis de 225 y 450 kg N ha⁻¹ no presentaron diferencias estadísticas expresando medidas similares de 17.2 cm y 17.4 cm, a diferencia de la dosis de 675 kg N ha⁻¹ la cual fue la de mayor impacto en su etapa inicial donde aparece las primeras hojas verdaderas esto ocurrió al cabo de 37 días desde la siembra. En la segunda etapa el comportamiento del nitrógeno sobre el largo del tallo en la dosis de 0 kg N ha⁻¹ expresó un altura de 34.1 cm, siendo estadísticamente diferente

con la dosis 225, 450 y 675 kg N ha⁻¹ las cuales expresaron una altura de 48.5 cm, 52.7 cm y 66.3 cm respectivamente, no obstante la dosis que presentó mayor impacto fue la de 675 kg N ha⁻¹. Este suceso ocurrió desde el apareamiento de las primeras hojas verdaderas hasta el inicio de la floración el pimiento, el cual tuvo una duración de 67 días. En la etapa final del cultivo cumpliendo 97 días de desarrollo, el comportamiento del nitrógeno en planta en la dosis de 0 kg ha⁻¹ expresó una altura de 36.6 cm siendo estadísticamente diferente de la dosis 225, 450 y 675 kg N ha⁻¹ expresando una altura 68.4 cm, 70.5 cm y 71.5 cm. Lo que coincide con Aldana (2001), el cual señala que los rangos de crecimiento del cultivo de pimiento son de 0.5 a 1 m. Al igual que Solórzano (2019) la altura del pimiento en la variedad Magaly oscila con una medida de 18.67 cm, siendo diferente a la variedad de Lycal con 16.96 cm (Figura 11).

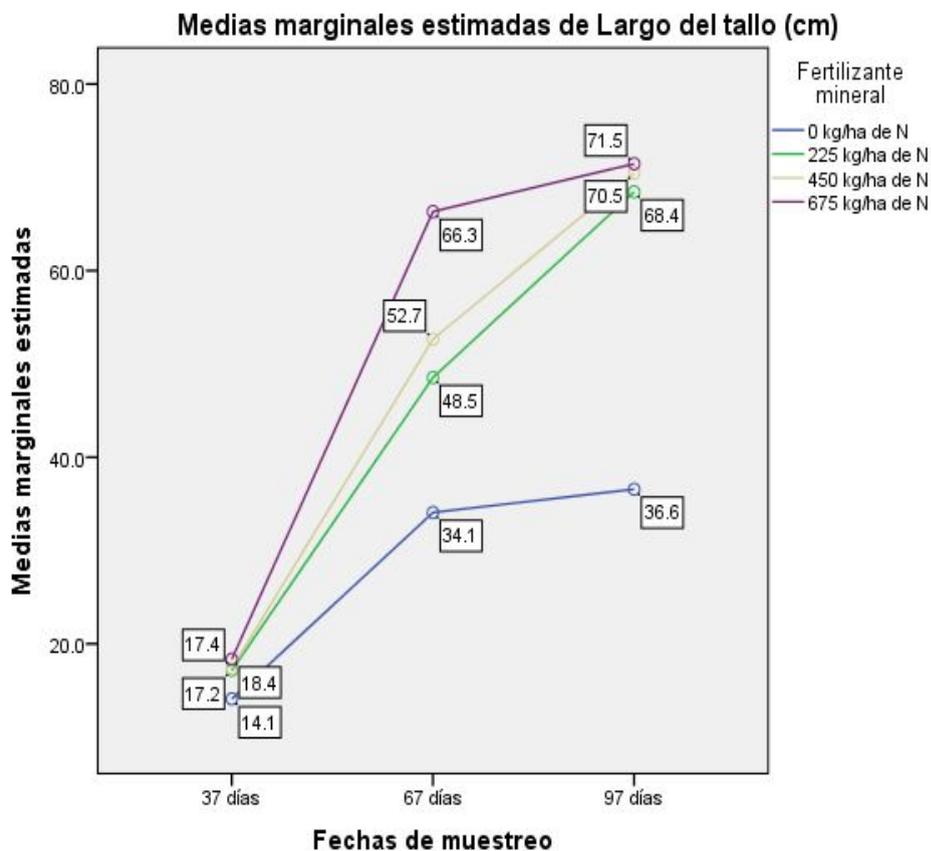


Figura 11. Acumulación de la altura del tallo en plantas de pimiento híbrido MARCATO F1 con diferentes niveles de N.

Se crean 3 subconjuntos homogéneos. La dosis de 0 kg N ha⁻¹ manifiesta la menor altura de la planta durante cada etapa vegetativa y es diferente estadísticamente de las dosis restantes las mismas que comparten un mismo grupo estadísticamente. Sin embargo, la dosis de 675 kg N ha⁻¹ fue la que obtuvo el mejor resultado en el comportamiento del crecimiento del cultivo. Las diferentes letras difieren estadísticamente para p-valor<0,05 (Figura 12).

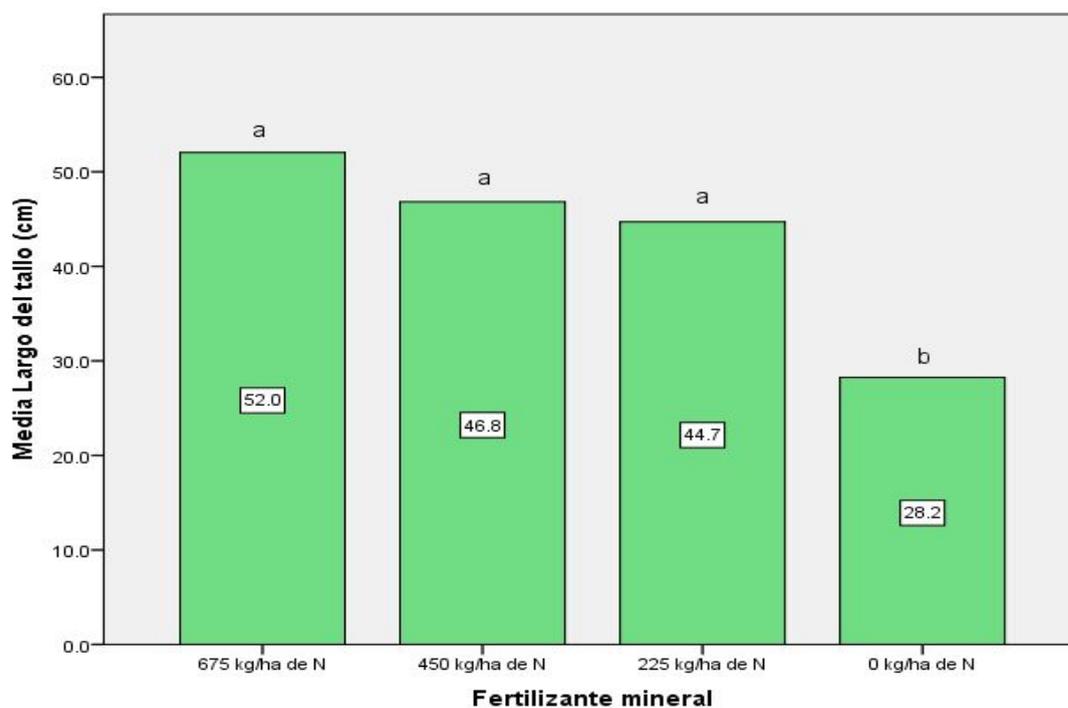


Figura 12. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre la altura del tallo durante todo su periodo vegetativo.

4.3 Diámetro del tallo

En la etapa inicial el cultivo presentó un diámetro de tallo de 3.1 mm con dosis de 0 kg N ha⁻¹, el cual manifestó la medida más inferior mostrando diferencias significativas, no obstante la dosis 450 y 675 kg N ha⁻¹ no presentaron diferencias estadísticas expresando medidas similares de 5.3 mm y 5.4 mm, sin embargo la dosis de 250 kg N ha⁻¹ es estadísticamente diferente de las otras dosis, este suceso ocurrió al cabo de 37 días desde la siembra. En la segunda etapa el comportamiento del nitrógeno con la dosis de 0 kg ha⁻¹ expresó un medida del diámetro de tallo de 5.9 mm, siendo estadísticamente diferente con la dosis 225, 450 y 675 kg N ha⁻¹ las cuales expresaron un diámetro de 7.6 mm 8.4 mm y 9.6 mm respectivamente, no obstante la dosis que presentó mayor impacto fue la de 675 kg N

ha⁻¹. Este suceso ocurrió desde el apareamiento de las primeras hojas verdaderas hasta el inicio de la floración el pimiento, el cual tuvo una duración de 67 días. En la etapa final del cultivo cumpliendo 97 días de desarrollo, el comportamiento del nitrógeno en planta en la dosis de 0 kg N ha⁻¹ expresó un diámetro de 6.2 mm siendo estadísticamente diferente de la dosis 225, 450 y 675 kg N ha⁻¹ expresando una diámetro de 12.6 mm, 13.3 mm y 14.4 mm, no obstante las dosis de 450 y 675 kg N ha⁻¹ no muestran diferencias significativas. Diferenciándose este para los tratamientos de 0 y 225 kg N ha⁻¹ quienes demostraron ser el diámetro más bajo. Estos resultados pueden contrastarse con Solórzano (2019) el cual indica una diámetro del tallo en la variedad Magaly medido por un calibrador digital milimétrico, posee un tallo de mayor grosor, con 8.34 mm de diámetro, a diferencia de la variedad Lycal la cual registró un promedio de 7.62 mm (Figura 13).

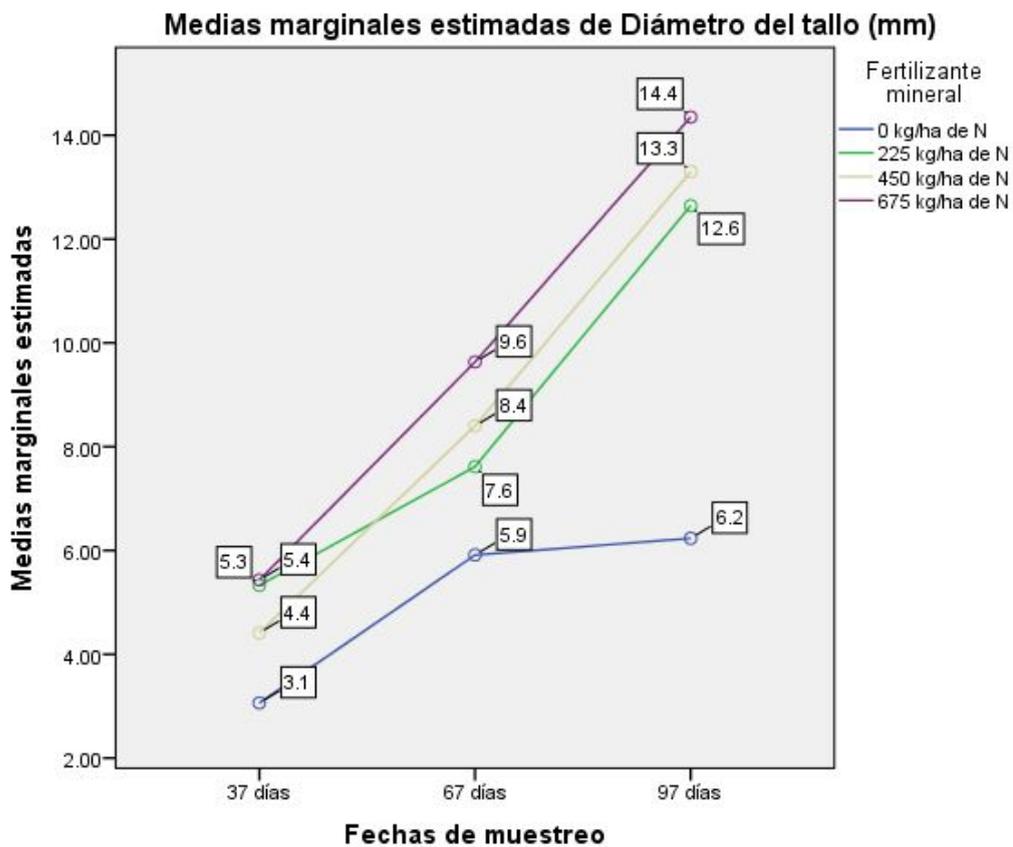


Figura 13. Acumulación del diámetro del tallo en plantas de pimiento híbrido MARCATO F1 con diferentes niveles de N.

Los efectos de la aplicación de dosis creciente de N sobre el diámetro del tallo durante todo su periodo vegetativo manifestaron dos subconjuntos homogéneos. El subconjunto b

declara el menor diámetro del tallo, y es diferente estadísticamente del a. La dosis de 675 kg N ha⁻¹ fue la que obtuvo el mayor resultado y no presentó diferencias significativas con las dosis de 225 y 450 kg N ha⁻¹ las mismas que representaron el subconjunto b. Letras diferentes difieren estadísticamente para p-valor<0,05 (Figura 14).

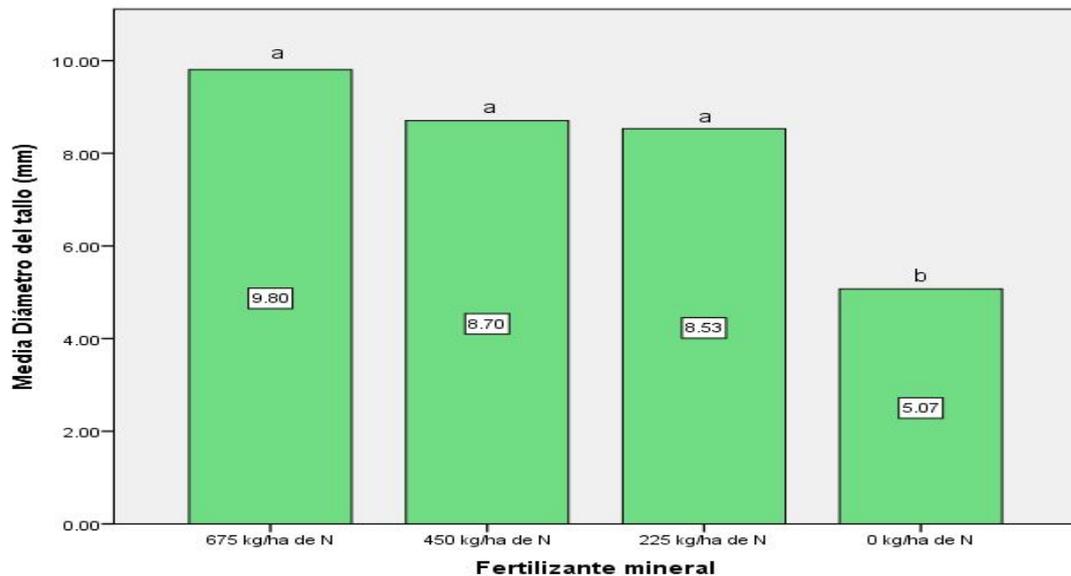


Figura 14. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el diámetro del tallo durante todo su periodo vegetativo.

4.4 Clorofila (CCM-200)

Los resultados para los valores del medidor de clorofila CCM-200 tomados al completar el ciclo de N, se adecuaron a una ecuación cuadrática y mostrando una correlación altamente significativa ($r^2 = 0.96$) con una confiabilidad en la estimación del 95% ($\alpha = 0.05$), a través de las dosis crecientes de N y las unidad CCM-200 (Figura 15), estos resultados son similares a los reportados por Callejas et al. (2013) quienes evaluaron el contenido de clorofila sobre vides variedad Red Globe a partir de cantidades de CCM-200 con una alta correlación ($r^2 = 0.93$) y Cervantes et al. (2020) quienes reportaron una regresión polinómica con una correlación $r^2 = 0.73$ entre las diferentes dosis crecientes de N aplicada. Al igual que Ramírez et al. (2013) quienes realizaron un estudio en café donde encontraron una correlación directa entre las lecturas relativas de clorofila alcanzadas con un medidor de clorofila y los valores de clorofila y N de la superficie foliar determinados en el laboratorio. Previo a esto se admitieron el uso de este medidor de clorofila como herramienta para la

determinación temprana de deficiencia de nitrógeno en café, y señalar los valores a considerar cuando se utiliza el mismo equipo.

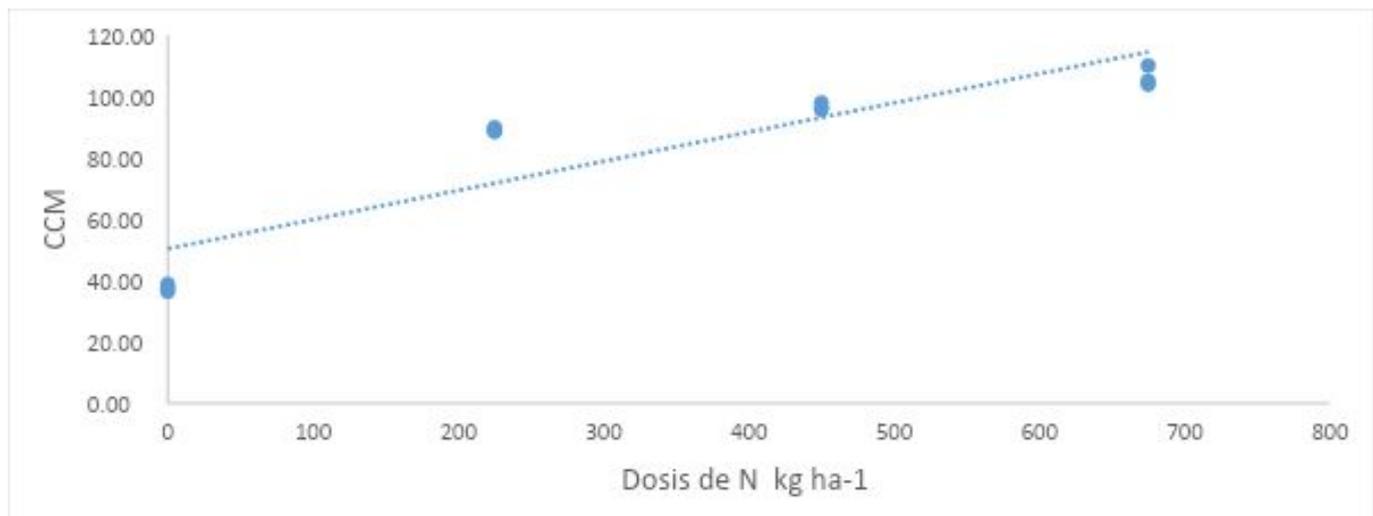


Figura 15. Correlación entre la dosis crecientes de N y unidades CCM-200.

***Significativo a 5% de probabilidad para el Test F.

El comportamiento de la clorofila en su primera etapa inicial presentó 14.1 nm la dosis de 0 kg N ha⁻¹, el cual manifestó la medida más inferior mostrando diferencias significativas, no obstante la dosis 450 y 675 kg N ha⁻¹ no presentaron diferencias estadísticas expresando medidas muy próximas de 22.9 nm y 24 nm, pese a que la dosis de 250 kg N ha⁻¹ presentó 21.1 nm fue diferente estadísticamente de las dos última dosis de nitrógeno señaladas, la toma de este valor ocurrió al cabo de 37 días desde la siembra. En la segunda etapa el comportamiento del nitrógeno con la dosis de 0 kg N ha⁻¹ expreso un valor de 26.9 nm siendo estadísticamente diferente con la dosis 225, 450 y 675 kg N ha⁻¹ las cuales expresaron valores de 83.2 nm, 89 nm y 101.4 nm, no obstante la dosis de 675 kg N ha⁻¹ fue la que presentó mayor impacto en el cultivo. Este suceso tuvo una duración de 67 días. En la etapa final del cultivo cumpliendo 97 días de desarrollo, el comportamiento del nitrógeno en planta en la dosis de 0 kg N ha⁻¹ expreso un valor de 37.6 nm siendo estadísticamente diferente de la dosis 225, 450 y 675 kg N ha⁻¹ expresando un valor de 89.1 mm, 96.7 nm y 106.3 nm, no obstante las dosis de 450 y 675 kg N ha⁻¹ no muestran diferencias significativas. Diferenciándose este para ambos casos de los tratamientos de 0 y 225 kg N ha⁻¹ quienes

demonstraron tener menos contenido de clorofila. Lo que coincide con Chang y Robinson (2003) los cuales indican que, la finalidad del CCM-200 es medir indirectamente los índices de contenido de clorofila de las hojas (Figura 16).

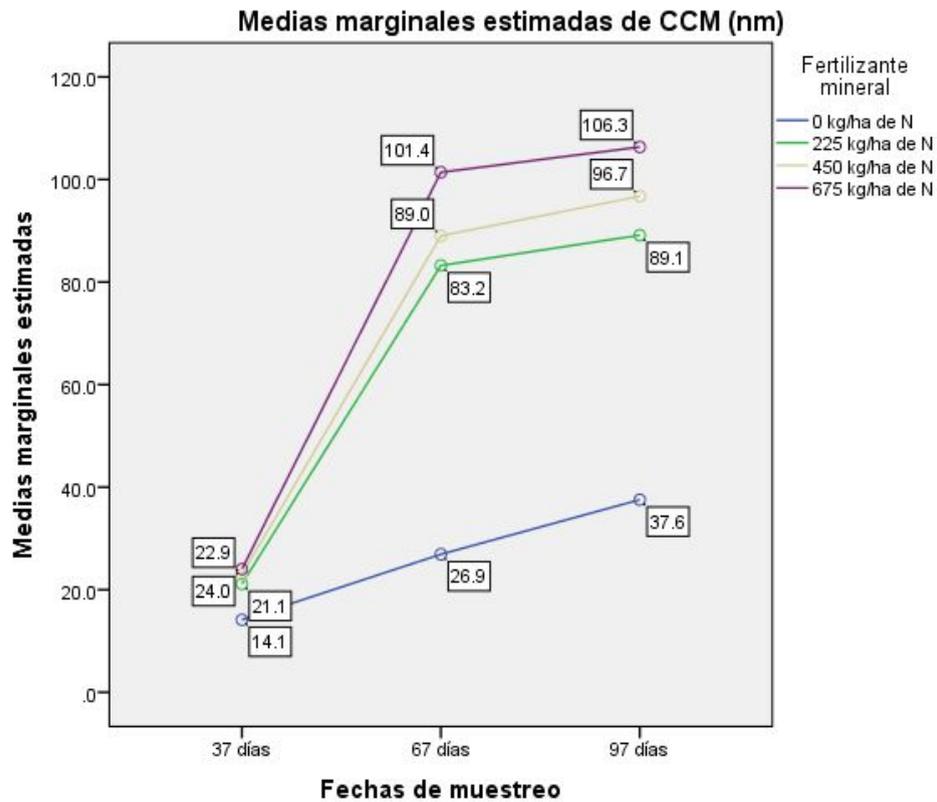


Figura 16. Acumulación de la clorofila (CCM) en plantas de pimiento híbrido MARCATO F1 con diferentes niveles de N.

Los diferentes niveles de fertilizante no tuvieron efecto en los valores obtenidos de clorofila. Se crean 2 subconjuntos homogéneos. La dosis de 0 kg N ha⁻¹ es la que tiene menor peso contenido de clorofila, y es diferente estadísticamente de las demás dosis quienes representan el subconjunto a. El subconjunto no presentó diferencias significativas entre los resultados obtenidos a partir de las dosis crecientes de N. Letras diferentes difieren estadísticamente para p-valor<0,05 (Figura 17).

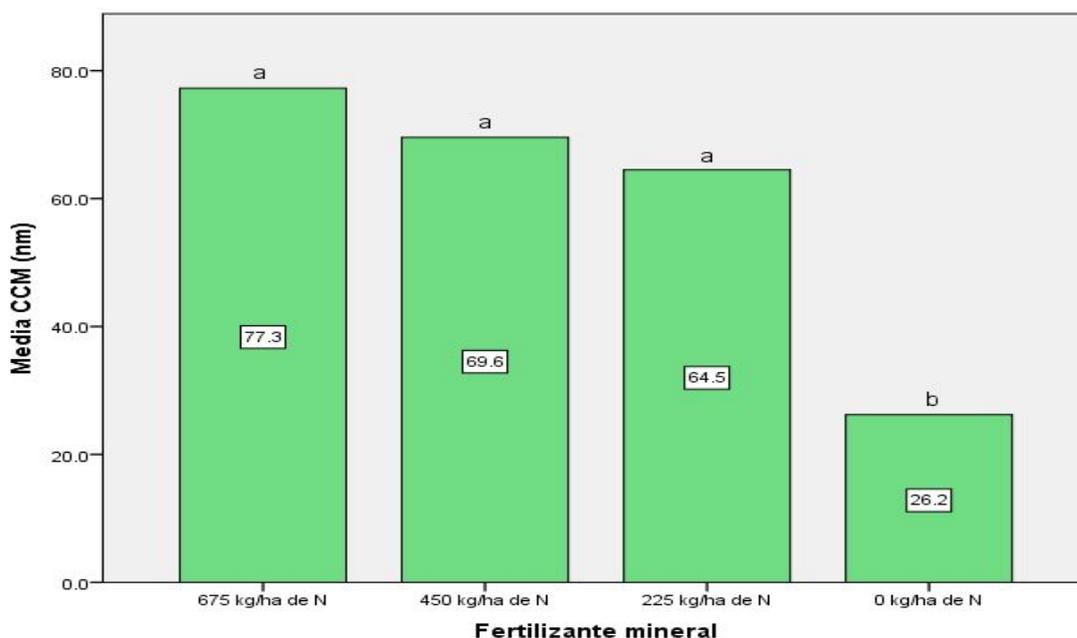


Figura 17. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre la clorofila (CCM) durante todo su periodo vegetativo.

4.5 Número de frutos

El cultivo de pimiento en su etapa inicial no presentó frutos en ninguna de sus dosis aplicadas de 0, 225, 450 y 675 kg N ha⁻¹. El número de frutos se pudo evidenciar en la segunda etapa de cultivo donde este suceso ocurrió a los 67 días de desarrollo mostrando diferencias significativas en la dosis de 0 kg N ha⁻¹ la cual manifestó 1 fruto en el cultivo, sin embargo la dosis de 450 y 675 kg N ha⁻¹, no presentaron diferencias estadísticas manifestando 7 y 8 número de frutos por cada dosis señalada; no obstante la dosis de 225 y 675 kg N ha⁻¹ fueron estadísticamente diferentes en el números de frutos durante esa etapa. En la última etapa del cultivo ya alcanzado los 97 días se evidencio en la dosis de 0 kg N ha⁻¹ se evidencia 1 fruto el cual fue el mismo número de frutos que a los 67 días por lo que no presentó diferencias significativas, siendo estadísticamente diferente de la dosis 225 y 450 kg N ha⁻¹ manifestando 5 y 6 frutos; la dosis que más impacto tuvo en la última etapa fue la de 675 kg N ha⁻¹ con un total de 8 frutos. Lo que coincide con Villota (2014) quien obtuvo 9 frutos por planta de pimiento en los híbridos Quetzal y Salvador para diferentes dosis crecientes de N, con dosis de 180 kg N ha⁻¹ (Figura 18).

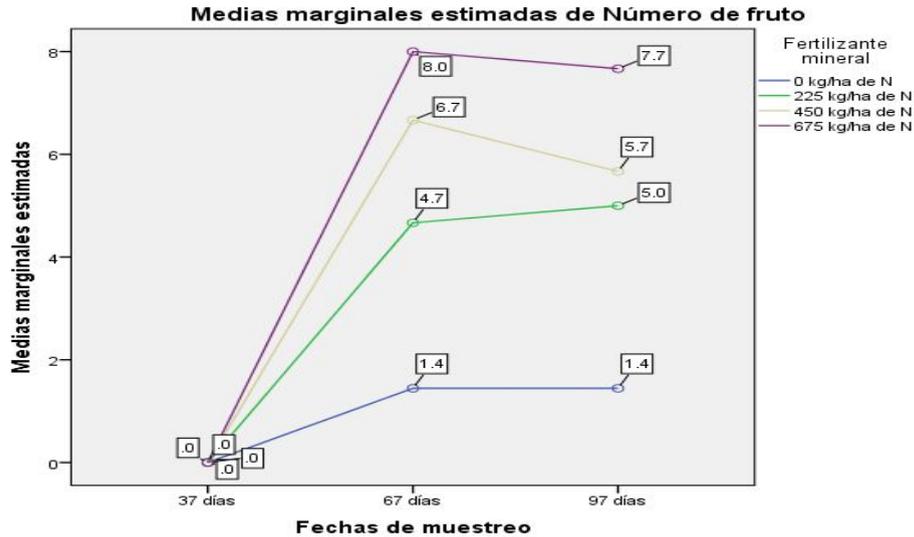


Figura 18. Acumulación del número de frutos en plantas de pimiento híbrido MARCATO F1 con diferentes niveles de N.

Los resultados obtenidos para la cantidad de número de frutos mostraron diferencias significativas (p -valor $<0,05$) siendo el subconjunto b el de menor cantidad de frutos, sin embargo, no existen diferencias estadísticas entre el tratamiento 0 y 225 kg N ha⁻¹ teniendo un subconjunto ab, diferente estadísticamente de la dosis de 450 y 675 kg N ha⁻¹ (a). En la figura 19 se observa el efecto de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el número de frutos durante todo su periodo vegetativo.

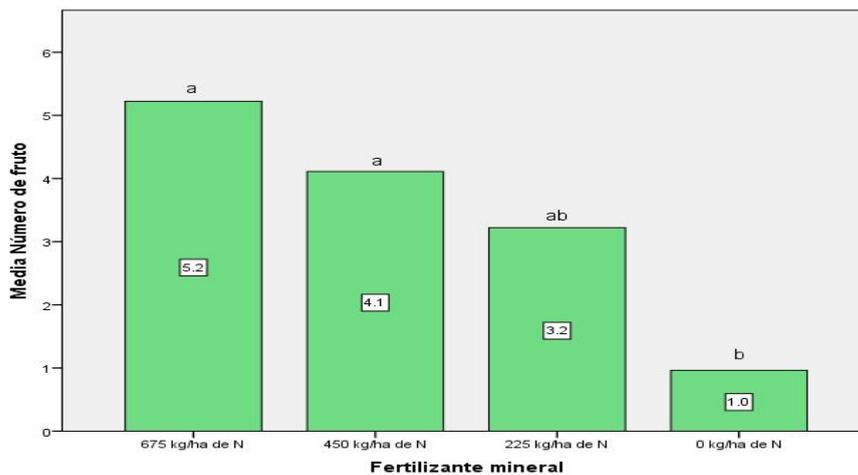


Figura 19. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el número de frutos durante todo su periodo vegetativo.

4.6 Largo del fruto

En cuanto al largo del fruto, el análisis estadístico manifiesta que no existen diferencias significativas, presentando un solo subconjunto homogéneo. Todas las dosis representan el mismo subconjunto (a) en los diferentes niveles de N durante todo su periodo vegetativo (Figura 20).

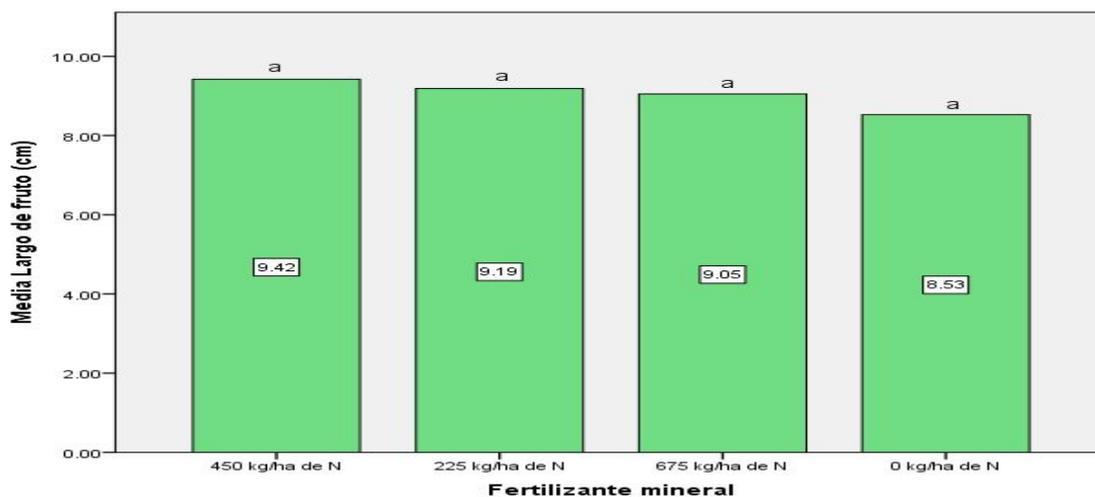


Figura 20. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el largo de frutos durante todo su periodo vegetativo.

4.7 Ancho del fruto

Los resultados obtenidos del ancho del fruto no mostraron diferencias significativas, presentando un solo subconjunto homogéneo en los diferentes niveles de N durante todo su periodo vegetativo (Figura 21).

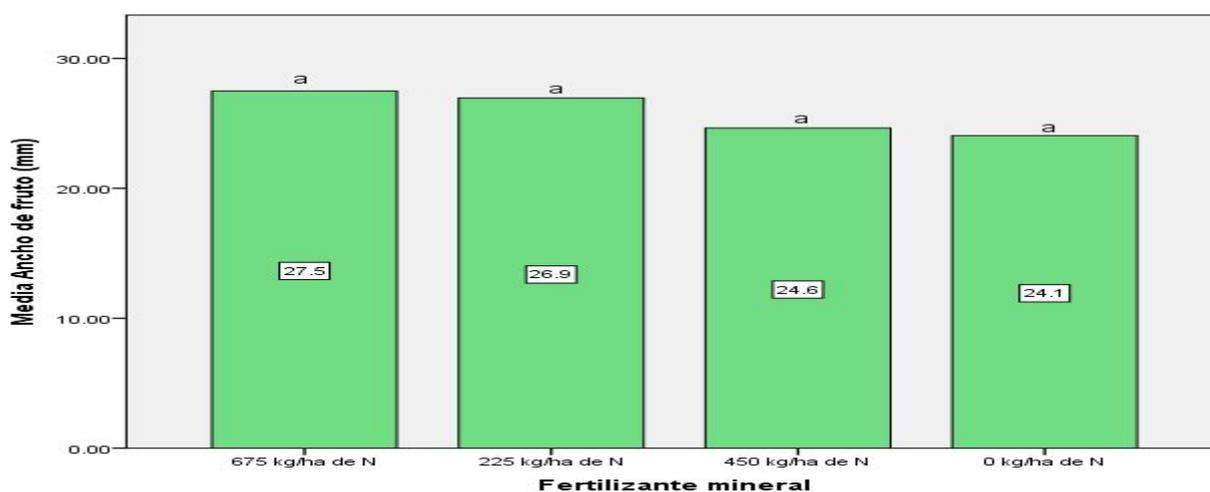


Figura 21. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el ancho de frutos durante todo su periodo vegetativo.

4.8 Peso del fruto

A los 37 días el cultivo de pimienta no presentó frutos en ninguna de sus dosis aplicadas 0, 225, 450 y 675 kg N ha⁻¹. Esta variable se evaluó a los 67 días del segundo muestreo manifestando diferencias significativas en la dosis de 0 kg N ha⁻¹ con un peso de 52.2 g, no obstante en la dosis de 450 y 675 kg N ha⁻¹, no presentaron diferencias estadísticas manifestando un peso de 296.2 y 354.8 g; a su vez la dosis 225 y 675 kg N ha⁻¹ fueron estadísticamente diferentes presentando un peso de 114.8 y 354.8 g. A los 97 días el comportamiento del cultivo con la dosis de 0 kg N ha⁻¹ presentó un peso de 84.8 g manifestando diferencias estadísticas de la dosis 225 450 y 675 kg N ha⁻¹, sin embargo se demostró que la incidencia de la dosis de 450 y 675 kg N ha⁻¹ no presentan diferencias estadísticas reflejando un peso de 308.9 y 339.7 g, a diferencia de la dosis de 225 y 675 kg N ha⁻¹ quienes demostraron que presentan diferencias estadísticas con un peso de 204.8 y 339.7 g. Según la Fundación de Desarrollo Agropecuario (1994) la fruta del pimienta varía en forma y tamaño con pesos que van desde unos pocos gramos hasta 100 gramos o más dependiendo del tipo del cultivar que se siembre (Figura 22).

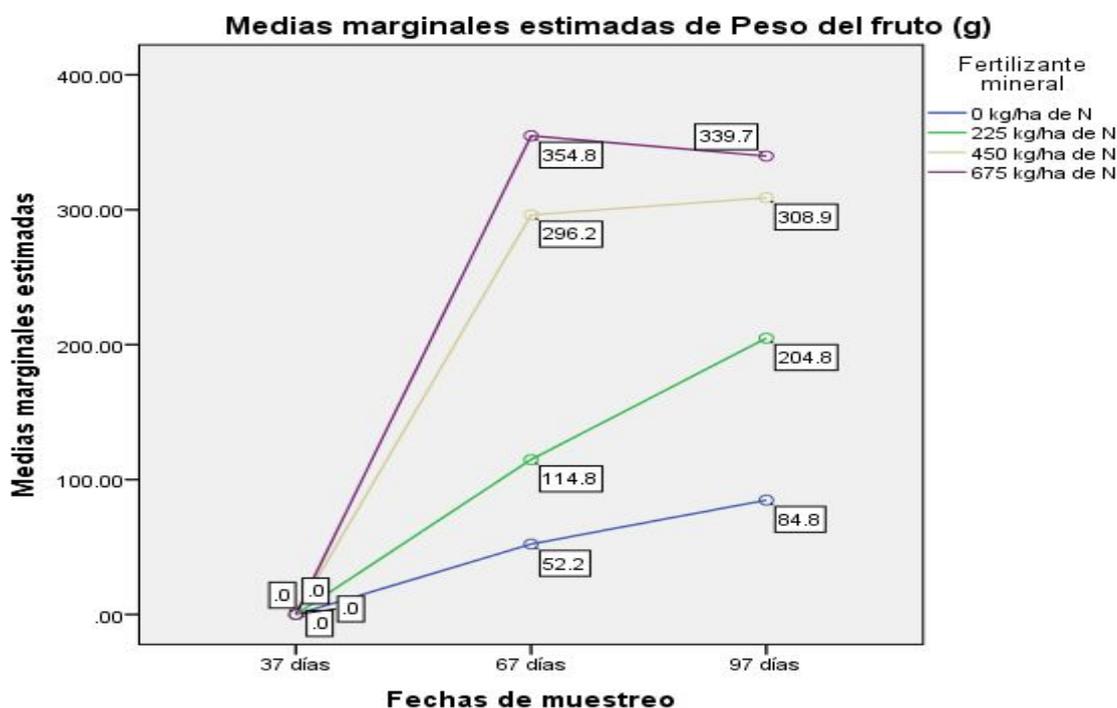


Figura 22. Acumulación del peso del fruto en plantas de pimienta híbrido MARCATO F1 con diferentes niveles de N.

Los resultados obtenidos por la cantidad de número de frutos mostraron diferencias significativas (p valor= 0,05) siendo la dosis de 0 kg N ha⁻¹ perteneciente al subconjunto b la que presentó el menor peso del fruto, sin embargo, se refleja un subconjunto homogéneo AB con la dosis de 0 y 225 kg N ha⁻¹ demostrando que no existen diferencias estadísticas y es diferente estadísticamente de la dosis A (450 y 675 kg N ha⁻¹). En la figura 23 podemos observar el efecto de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el peso del fruto durante todo su periodo vegetativo.

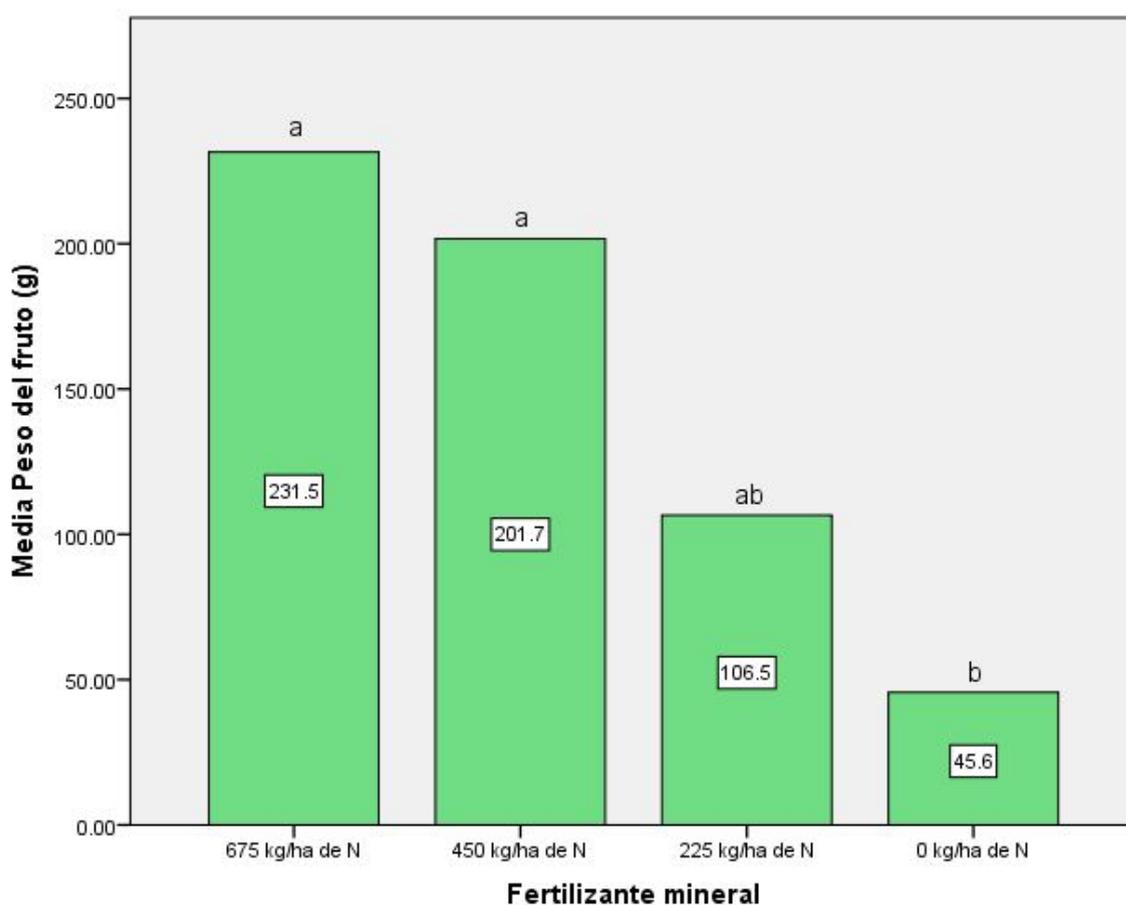


Figura 23. Efectos de la aplicación de dosis crecientes de N sobre el peso del fruto durante todo su periodo vegetativo.

4.9 Rendimiento

En la figura 24 se muestra el comportamiento del rendimiento en función de las dosis de N ha⁻¹. Puede observarse las diferencias estadísticas entre la dosis de 0 kg N ha⁻¹ con las dosis de 450 y 675 kg N ha⁻¹, sin embargo se crea un subconjunto homogéneo AB con la dosis 0 y 225 kg N ha⁻¹ demostrando que la aplicación de N no obtuvo diferencias estadísticas en fertilizantes ni dosis alcanzando resultados de 507.2 kg ha⁻¹ y 1 1083, 7 kg ha⁻¹. El rendimiento por hectárea aumentó mientras se aumentaron las dosis de N. El mayor rendimiento se obtuvo cuando se aplicó la mayor cantidad de N. A partir de la dosis de 675 kg N ha⁻¹ alcanzando resultados de 2 572, 5 kg ha⁻¹. Diferenciándose este para ambos casos de los tratamientos de 0 y 225 kg N ha⁻¹ quienes demostraron ser los rendimientos más bajos. Estos resultados difieren de Lituma (2005) quien alcanzó un rendimiento de 29.11 t ha⁻¹. A su vez también Seminis (2005) señala que, el híbrido Salvador posee un rendimiento de 35 000 – 40 000 kg ha⁻¹. Sin embargo, ambos coinciden en que el rendimiento aumenta en función de que aumenta el nivel de N.

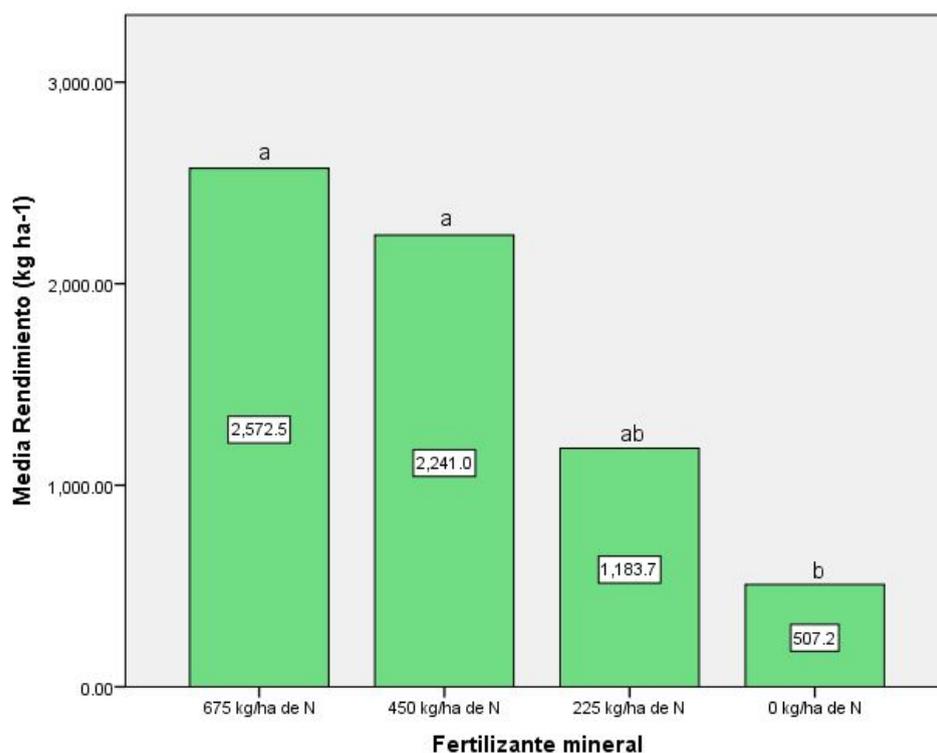


Figura 24. Efectos de la aplicación de Dosis crecientes de N sobre el rendimiento en kg ha⁻¹ de pimiento híbrido Marcato F1.

4.10 Análisis económico de los tratamientos

Los resultados obtenidos se pueden apreciar en la tabla 8 y 9. La tabla 8 nos muestra los diferentes costos incurridos en cada uno de los tratamientos estudiados (USD).

Tabla 8. Costo de cada tratamiento en dólares

Tratamiento	Precio (\$)
T1	3,65
T2	4,70
T3	4,85
T4	5,00

El tratamiento más costoso resultó ser el tratamiento cuatro (T4) donde se aplicó la mayor dosis de N. La tabla 9 muestra los resultados obtenidos de la relación beneficio/costo en el estudio realizado.

Tabla 9. Relación Beneficio/Costo

Descripción	T1	T2	T3	T4
Precio de una caja de pimienta (25 Libras)	19,60	19,60	19,60	19,60
Costo de producción de una caja de pimienta	12,38	12,38	12,38	12,38
Costo de tratamiento	3,65	4,70	4,85	5,00
Costo Total de una Planta de pimienta	16,03	17,08	17,23	17,38
B/C	1,22	1,15	1,14	1,13

Los resultados obtenidos en la relación beneficio/costo muestra que el más favorable fue el tratamiento cuatro (T4), lo cual coincide con los resultados obtenidos al valorar el rendimiento agrícola (kg ha^{-1}).

5 CONCLUSIONES

- Al aplicar la mayor dosis de nitrógeno (675 kg ha^{-1}) se obtuvo mejores resultados en las variables materia seca, CCM-200, altura del tallo, diámetro del tallo, número de frutos, peso de frutos y rendimiento.
- Los contenidos de materia seca se incrementaron en la medida que aumentó el tiempo (días), obteniéndose mayores resultados a los 67 días de desarrollo, con promedio de 24.7 g, mientras que a los 97 días se alcanzó un promedio de 54.1 g, ambos con dosis de 675 kg ha^{-1}
- La producción de frutos por planta, así como sus características de longitud, diámetro y peso se incrementa al aplicar la mayor dosis de nitrógeno, generando el más alto rendimiento con $2\,572,5 \text{ kg ha}^{-1}$.
- El mejor tratamiento resultó el T4 considerando las siguientes variables evaluadas así como su relación costo/beneficio.

6 BIBLIOGRAFÍA

Agricultural Experiment Station, U. of P. R. (Mayagüez C. (2005). Conjunto Tecnológico para la Producción de Pimiento: Tipos ‘cubanelle’ y ‘campana. In Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas, Estación Experimental Agrícola. <https://books.google.com.ec/books?id=8XTyNwAACAAJ>

Agriculture USDA. (2003). Processing Chile Pepper Pilot Loss Adjustment Standards Handbook 2004 and Succeeding Crop Years. Washington, D.C., 9–13.

Aldana, A. H. (2001). Producción Agrícola. In Enciclopedia Agropecuaria Terranova.

Aldana, H. (2001). Enciclopedia Agropecuaria Terranova. Producción Agrícola 2, 1, 304–306.

Alfonso, M., & Martines, R. (2002). Aplicaciones de Brasinoesteroides y Azotobacter Chococun en pepino y pimiento en condiciones de cultivo protegido. INIFAT, Resúmenes INCA XIII Congreso Científico, La Habana, 105.

Arias Montes, R. A. (2016). RESPUESTA AGRONÓMICA DE CULTIVO DE PIMIENTO (*Capsicum annum*) CON LA APLICACIÓN DE ABONOS ORGÁNICOS FOLIARES Y EDÁFICOS. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3548/1/T-UTC-00825.pdf>

Balcaza, L. (1996). Fertilización de Pimiento. Inta, 114–120.

Berrios Ugarte, M. E. (2007). Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad pimiento. SQM.

Bertsch, F. (2003). Absorción de nutrimentos por los cultivos.

Bosland, P. W., & Vostava E. J. (2000). Peppers: Vegetable and Spice Capsicum.

Bracho Imbaquingo, J. E. (2019). Análisis de la rentabilidad del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) bajo invernadero en el Sector Piquer, Cantón Mira, Provincia del Carchi [UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6398/E-UTB-FACIAG-ING AGRON-000156.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bruneton, J. (2013). Estructura de la capsaicina y sus aplicaciones para el dolor. Tesis de Maestría en Fotoquímica.

Buchanan, B., Gruissem, W., & Jones, R. (2000). Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists, Rockville, 1367.

Callejas, R., Kania, E., Contreras, A., Peppi, C., & Morales, L. (2013). Evaluación de un método no destructivo para estimar las concentraciones de clorofila en hojas de variedades de uva de mesa. *Idesia (Arica)*, 31(4), 19–26. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292013000400003

Campoverde C, A. E. Chungata Jiménez, K. E., Vite Cevallos, H. A., & Barrezueta Unda, S. (2019). Perfil socioeconómico y ambiental de la Asociación Agraria Bananera fincas de El Oro. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 2(2), 182–190.

Cañadas, L. (1983). El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Mag-Pronareg.

Carranza Cedeño, R. (2003). Efecto de la materia orgánica fermentada sobre la susceptibilidad de 12 cultivares de pimiento (*Capsicum annum* L) a la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), en la zona de la Concordia. Universidad Agraria del Ecuador.

Casilimas Díaz, H. A., Gil Castañeda, R., Villagrán, E., & Arias Rodríguez, L. A. Fuentes Quintero, L. S. Bojacá Aldana, C. R. (2012). Manual de producción de pimentón bajo invernadero. [Repositorioslatinoamericanos.Uchile. https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2249141](https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/2249141)

Cautin, R., & Augusti, M. (2005). Phenological growth stages of the cherimoya tree (*Annona cherimola* Mill.). *Scientia Horticulturae* 105, 491–597.

Cervantes Alava, A. R., Cañar Sigcha, L., Villaseñor Ortiz, D., & Maldonado Mora, T. (2020). Efecto de la interacción del nitrógeno con el potasio sobre la intensidad de la clorofila en el cultivo del banano. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(2), 192–198.

Chang, S., & Robinson, D. (2003). Nondestructive and rapid estimation of hardwood foliar nitrogen status using the SPAD-502 chlorophyll meter. *Forest Ecology and Management*, 331–338. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=3326689&pid=S0718-3429201300040000300007&lng=es

Condés Rodríguez, L. F. (2017). Pimiento, In: cultivos hortícolas al aire libre. Maroto B. JV & Baixauli S.C. Eds, Serie Agricultura España, 471–507. <http://www.publicacionescajamar.es/pdf/series-tematicas/agricultura/cultivos-horticolos-al-aire-libre-2.pdf>

DESARROLLOAGROPECUARIO, F. DE. (1994). El cultivo del pimiento (ají dulce). In *Boletín técnico* № 20 (p. 12). Santo Domingo – RD.

FAO. (2020). FaoStat. Producción/Rendimiento de Chiles, Pimientos Picantes, Pimientos (Verdes) En Mundo.

FAO Diversification booklet. (2009). Growing Vegetables for Home and Market.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2003). El Cultivo de pimentón (6 edición). Manizales, Colombia:

Figuroa Suárez, M., & Ramirez González, G. (2005). Evaluación de varias dosis de nitrógeno en el rendimiento del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L) híbrido Quetzal en la zona de Sinchal, Cantón Santa Elena, Provincia del Guayas. Universidad estatal Península de Santa Elena.

Fornaris, G. (2015). Características de la planta de pimiento. Conjunto Tecnológico Para La Producción de Pimiento: Tipos ‘Cubanelle’ y ‘Campana,’ 3(Estación Experimental Agrícola), 5.

<http://136.145.11.14/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/PIMIENTO-Características-de-la-Planta-v2005.pdf>

Fundación Hogares Juveniles, C. (2002). Manual Agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Editorial Quebecor World Bogotá, SA, 26-44.

Gamayo, J. (2011). El cultivo protegido de pimiento. Pimientos. Compendios de Horticultura, 9, 33–37.

Giaconi, M. V., & Escaff G.M. (1993). No Title. Cultivo de Hortalizas, Editorial Universitaria, S. A. Santiago de Chile, 220.

Godoy Hernández, H., Castellanos Ramos, J. Z., Alcántar González, G., Sandoval Villa, M., & Muñoz Ramos, J. D. J. (2009). Efecto del injerto y nutrición de tomate sobre rendimiento, materia seca y extracción de nutrimentos. *Terra Latinoamericana*, 27(1), 01–09. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-57792009000100001&script=sci_arttext

Gregorio Godoy-Hernández. (2018). Clasificación y propiedades del pimiento (*Capsicum annum* L.).

Hassan, S. A., Gerber, J. M., Splittstoesser, W. E., & Barrow., N. J. (1993). Influence of nitrogen at transplanting on growth and yield potential of pepper. *Kluwer Academic Publishe, Plant Nutr*, 573–576.

Hernández, T. (1992). Manual del cultivo de Dulce para exportaciones en fresco. Quito, Ecuador: PROEXANT.

Infoagro. (2015). Infoagro. www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm/

INPOFOS. (1997). Manual Internacional de fertilidad de Suelos, Versión en Español. Orlando, USA: Research Education.

- Jurado, A. (1999). El cultivo del pimiento en el poniente almeriense. Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos. Caja Rural, 57–87.
- Lituma Calle, J. (2005). Efecto de los nemátocidas nemaneeen, econem, nematron y NET-X; sobre *Meloidogyne incógnita* en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L), en la zona de milagro, Provincia del Guayas. Universidad Agraria del Ecuador.
- Marschner, H. (1995). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. Academic Press, New York, NY, USA, 889.
- Mata, V. H., Vázquez, G. E., Ramírez, M. M., & P.J., P. (2010). Fertirrigación de chile serrano con riego por goteo en el sur de Tamaulipas (Campo Expe). Libro Técnico No. 2.
- Mejía de Tafur, M. S. (2010). Conceptos sobre Fisiología de Absorción y Funciones de los Minerales en la Nutrición de Plantas. In Universidad Nacional de Colombia.
- Menary, R. C., & Staden., J. van. (1976). Effect of phosphorus nutrient and cytokinins on flowering in the tomato *Lycopersicon esculentum* Mill. Aust. J. Plant Physio, 201–205.
- Moreno Valencia, M. M.; Moreno Valencia, A.; Ribas Elcorobarrutia, F.; Cabello Cabello, M. J. (2004). El cultivo del pimiento. Agricultura. Revista Agropecuaria, 479–480.
- Mundarain, M. C. S., & Cañizares, A. (2005). Fenología del crecimiento y desarrollo de plántulas de ají dulce (*Capsicum frutescens* L.). Revista Científica UDO Agrícola, 5(1), 62–67.
- Navarra Agraria. (2004). Guía del cultivo del pimiento en invernadero. 4.
- Padilla, W. G. (2006). Nutricion mineral de cultivos. Grupo Clínica Agrícola de Ecuador. <https://silo.tips/download/nutricion-mineral-de-cultivos>
- Patrick, J. W. (1998). Assimilate partitioning in relation to crop productivity. Hort Science, 23.
- Pérez, T., Miriam, N., & Alfonso, J. (2000). Efecto de bioestimuladores cubanos en la producción y calidad en dos variedades de tomate. La Habana (UNAL),(INCA), 30.
- Ramírez, V. H., Moreno, A. M., & López, J. C. (2013). Evaluación temprana de la deficiencia del nitrógeno en café y aplicaciones.
- Rincón, L., Sáez, J., & Balsalobre, E. (1995). Crecimiento y absorción de nutrientes del pimiento grueso bajo invernadero. Investigación Agraria, Vol.10 (1), 47–59.
- Ruano Bonilla, S., & Sánchez Trescastros, I. (1999). Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. In Barcelona (pp. 627–629).

Rylski, I. (1973). Effect of night temperature on shape and size of sweet pepper. (*Capsicum annuum* L.). 98:149-152.

Schon, M. K., Compton, M. P., Bell, E., & Burns, I. (1994). Nitrogen concentrations affect pepper yield and leachate nitrate-nitrogen from rockwool culture. *HortScience*, 1139-1142. <https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/29/10/article-p1139.xml>

Seed, S. (2005). Detalle de productos. Hortalizas. Caprika.

SEYMOER, J. (1999). El horticultor autosuficiente. Guía práctica ilustrada para la vida en el campo. <https://odepa.cl/handle/20.500.12650/55718>

Silva, F; Menechella, R; Wagner, O; Vidal, A. (1982). Cultivo de pimiento análisis de costos y evaluación económica de una hectárea. <https://books.google.com.ec/books?id=EtUqAAAAYAAJ&pg=PP15&dq=cultivo+de+pimiento&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiQ1cPh3t3RAhVFQYKHFvTAYcQ6AEIG%0ADAA#v=onepage&q=cultivo%2520de%2520pimiento&f=false>

Solórzano Cedeño, A. E. (2019). Efecto de quitosano, hongos micorrízicos y ácidos húmicos sobre el crecimiento y desarrollo en variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones protegidas [Quevedo-UTEQ]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3848>

Soto Ortiz, R., & Silvertooth, J. C. (2008). A Crop Phenology Model for Irrigated New Mexico Chile (*Capsicum annuum* L.) Type Varieties. College of Agriculture and Life Sciences. The University of Arizona., 104–112.

Soto Ortiz, R., Silvertooth, J. C., & Galadima, A. (2006). Crop Phenology for Irrigated Chiles (*Capsicum annuum* L.) in Arizona and New Mexico. College of Agriculture and Life Sciences. The University of Arizona, <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1419/contents.h>.

SQM (Sociedad Química Mineral). (2013). Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad pimiento. Http://Www.Sqm.Com/Portals/0/Img/Tablas_cultivo/Pimiento/SQMCrop_Kit_Pepper_L-ES.Pdf.

Suquilanda, M. (2001). Revista cultivos controlados. Vol. 3 No 5 Mayo 2001, 8.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology* 5 th ed. Sinauer Associates Inc. Publishers.

Tascón, E. (1975). Pimiento: Material de enseñanza para cultivos tropicales. Estación Experimental “Portoviejo” de INIAP, 8.

Torres R., E. (1995). *Agrometeorología*. Ed. Trillas., 68-80,106-113.

Torres Serrano, C. (2002). Manual Agropecuario. Tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente. Quebecor World, 714–715.

Turchi, A. (1999). Biblioteca práctica del horticultor. Guía práctica de horticultura. In Barcelona [España] : Ediciones CEAC, S.A. (p. 236). http://biblioteca.unach.edu.ec/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=8417

Ugarte, M. B., Belmar, C. A., & Holwerda, H. T. (2007). Guía de Manejo de Nutrición Vegetal de Especialidad Pimiento. Http://Www.Sqm-Vitas.Com/Portals/0/Pdf/CropKits/SQM-Crop_Kit_Pepper_L-ES.Pdf, 104. <https://doi.org/10.1093/acref/9780192803511.013.0949>

Urrestarazu, G. M., Castillo, J. E., & Salas, M. D. . (2002). Cultivo de pimiento: técnicas culturales y calidad.

Vacas Cruz Omar. (2008). Hortalizas y condimentos andinos una delicia al paladar. *Nuestra Ciencia*(8), 40–43.

VALLE, M. J. C. (2010). Acumulación de biomasa, crecimiento y extracción nutrimental (*Capsicum annum* L.). Universidad Autónoma Chapingo.

Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la provincia de El Oro. *Revista Científica Cumbres*, 8. <file:///C:/Users/User/13-11-2019/Downloads/ART-0080-Characterización-física-y-clasificación-taxonómica-de-algunos-suelos.pdf>

Villota, J. (2014). COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annum* L.) CON TRES NIVELES DE NITRÓGENO”. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

Voogt, W. (2003). Nutrition management in soil and soil-less culture in The Netherlands: towards environmental goals. *Proc Int Fert Soc & Dahlia Greidinger Symposium “Nutrient, Substrate and Water Management in Protected Cropping Systems.”* 225–250.

Wurr, D. C. E. ., Fellows, J. R. ., & Phelps, K. (2002). Crop Scheduling and Prediction - Principles and Opportunities with Field Vegetables. *Advances in Agronomy* 76, 201–234.

Yuste Perez, M. P. (2007). Biblioteca de la agricultura. In Barcelona (España). IDEA BOOKS. (p. 762). <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=juiga.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=000885>

7 ANEXOS



Anexo 1. Limpieza y preparación del terreno.



Anexo 2. Instalación del sistema de riego.



Anexo 3. Preparación de letreros de tratamiento y bloque.



Anexo 4. Semilla de pimiento MARCATO F1.



Anexo 5. Plántulas de pimiento MARCATO F1.



Anexo 6. Trasplante de pimiento MARCATO F1.



Anexo 7. Toma de datos en el tratamiento testigo.



Anexo 8. Medición del diámetro del tallo con el implemento pie de rey y clorofila con CCM-200.



Anexo 9. Inicio de floración del cultivo de pimiento.



Anexo 10. Etapa de producción del cultivo de pimiento.



Anexo 11. Aplicación de insecticida.



Anexo 12. Procesamiento de muestras mediante el laboratorio.



Anexo 13. Peso y procesamiento de materia seca en pimiento MARCATO F1.



Anexo 14. Cosecha de frutos de pimiento MARCATO F1.



Anexo 15. Largo y ancho del pimiento MARCATO F1.



Anexo 16. Peso del fruto de pimiento MARCATO F1.