



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABI
FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TESIS DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA.

**“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN DOS HÍBRIDOS DE
PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.), CON CUATRO DOSIS NITROGENADAS”**

AUTORES

IDER JAVIER MUÑOZ NIEMES
STEVEN DENILSON TINOCO CALLE

TUTOR

ING. GEORGE ADALBERTO GARCÍA MERA, Msc.

MANABÍ-ECUADOR

2025 (2)

Declaración de autoría de los estudiantes

Nosotros Ider Javier Muñoz Niemes y Steven Denilson Tinoco Calle, de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías, especialidad Agropecuaria, junto con el Ing. George García Mera, Mg como tutor, declaramos de forma libre y voluntaria que el trabajo sobre, “Evaluación del rendimiento productivo en dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) con cuatro dosis nitrogenadas” y las expresiones vertidas son autoría de los abajo firmantes, habiéndose realizado las correspondientes investigaciones con base en bibliografías especializadas, fuentes digitales y revistas científicas.



Ider Javier Muñoz Niemes.

C.I. 1314779248.



Steven Denilson Tinoco Calle

C.I. 1724414956

Certificado del Tutor.

Yo **Ing. George Adalberto García Mera**, en calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología, carrera de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber tutelado, dirigido y revisado el trabajo de titulación bajo la autoría de los estudiantes **Ider Javier Muñoz Niemes** y **Steven Denilson Tinoco Calle**, legalmente matriculados en la carrera Ingeniería Agropecuaria, periodo 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto ***“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO PRODUCTIVO EN DOS HÍBRIDOS DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L.) CON CUATRO DOSIS NITROGENADAS”***.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguiente, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 07 de abril del 2026

Lo certifico,

A handwritten signature in blue ink is written over a light blue grid background. The signature is stylized and appears to be a cursive representation of a name. The grid lines are faint and evenly spaced.

Ing. George García Mera, Mgs.

Agradecimiento.

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a la Universidad Laica Eloy Alfara de Manabí, institución que nos abrió sus puertas y nos brindó la oportunidad de formarnos académica y profesionalmente. A todos los docentes que formaron parte de este proceso, quienes con sus conocimientos, experiencia y dedicación aportaron de manera significativa a nuestra formación. Algunos fueron exigentes y estrictos, pero gracias a ello dejaron enseñanzas valiosas que hoy reconocemos como parte fundamental de nuestro crecimiento. Otros, con su forma de enseñar, lograron despertar en algunos de nosotros un verdadero aprecio por la carrera, y hubo quienes trascendieron el rol de profesor para convertirse en amigos, marcando una huella especial en esta etapa de nuestra vida.

De manera especial, expresamos nuestro profundo agradecimiento al Ing. George García Mera, tutor de esta tesis, quien a lo largo de este proceso fue un apoyo fundamental. Su disposición constante para ayudarnos en cada dificultad, su guía oportuna y su compromiso hicieron posible la culminación de este trabajo. Incluso en momentos complejos, supo respaldarnos y defendernos ante diversas situaciones, demostrando no solo su profesionalismo, sino también su calidad humana.

De igual manera, agradecemos a nuestros compañeros de curso, con quienes compartimos este camino académico. Aunque al final no todos seguimos unidos, cada uno, en su momento, aportó algo importante y dejó enseñanzas que van más allá de lo académico. Asimismo, valoramos profundamente a aquellos compañeros que se convirtieron en verdaderos amigos, con quienes

compartimos experiencias, retos, alegrías e innumerables vivencias. Con ellos, el apoyo mutuo fue constante, haciendo de este recorrido una etapa inolvidable.

Dedicatoria.

Dedico el presente trabajo de tesis, en primer lugar, a Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación.

A mis queridos padre Ider Nicolas Muñoz Zambrano y María Marley Niemes Muñoz, quienes han sido pilar fundamental en mi vida, brindándome su apoyo incondicional, sus consejos y su amor en cada momento, impulsándome siempre a seguir adelante.

A mis hermanas Carmen Monserrate y Alisson Nicolle, por convertirse en mis compañeras de vida, en mi apoyo constante y mi fuente inagotable de ánimo en los momentos difíciles. Este logro también les pertenece, porque han sido parte fundamental de mi crecimiento personal y académico, acompañándome en cada paso de este camino.

Y de manera especial, a mi sobrina, Emilia Monserrate, quien con su alegría y ternura ha sido una inspiración para no rendirme y seguir luchando por mis metas.

A todos ustedes, gracias por creer en mí.

Con cariño y gratitud, Ider Javier Muñoz Niemes

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida, la sabiduría y la fortaleza necesarias para superar cada obstáculo en este camino. Gracias por guiar mis pasos, iluminar mi mente y no dejarme rendir en los momentos de dificultad.

Dedico este logro con todo amor y gratitud a mis padres, Frangil Gustavo Tinoco Vivanco y Marcia Lisbet Calle Ulloa, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración, apoyo y fortaleza a lo largo de este proceso. Gracias por sus sacrificios, por creer en mi incluso en los momentos más difíciles y por enseñarme con sus ejemplos el valor del esfuerzo y la perseverancia. Este triunfo también es suyo.

Steven Denilson Tinoco Calle

Contenido

Resumen.	11
Abstract.	13

1. Marco teórico.	15
1.1. Origen.	15
1.2. Distribución Taxonómica.	16
1.3. Generalidades del pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.).	17
1.4. Características nutricionales del pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.).	18
1.5. Morfología del pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.).	20
1.5.1. Sistema radicular.	20
1.5.2. Tallo.	21
1.5.3. Hojas.	21
1.5.4. Flores.	21
1.5.5. Fruto.	21
1.5.6. Semillas.	22
1.6. Fertilización nitrogenada en <i>Capsicum annuum</i> L.	22
1.6.1 Tipos de fertilizantes nitrogenados utilizados.	22
1.6.2. Dosis recomendadas de nitrógeno en el cultivo de pimiento.	23
1.6.3. Consideraciones ambientales de la fertilización nitrogenada.	23
1.7. Estado actual.	23
2. Planteamiento del problema y justificación.	25
2.1. Planteamiento del problema.	25
2.2. Justificación.	26

3. Pregunta de investigación.	27
3.1. Pregunta principal.	27
4. Hipótesis.	27
4.1. Hipótesis alternativa (HA).	27
4.2. Hipótesis nula (H0).	27
5. Objetivos.	27
5.1. Objetivo General.	27
5.2. Objetivos Específicos.	27
6. Metodología.	28
6.1. Ubicación del lugar de la investigación.	28
6.2. Características edafoclimáticas del área de la investigación.	28
6.3. Factores de estudio.	29
6.4. Tratamientos.	29
6.5. Variables de estudio.	30
6.6. Diseño experimental.	30
6.7. Datos por tomarse.	31
6.8. Manejo Experimental.	32
6.8.1. Obtención de los híbridos.	32
6.8.2. Sistema de riego.	32
6.8.3. Trasplante.	33

6.8.4. Control de malezas.	33
6.8.5. Control de plagas.	34
6.8.6. Programa de fertilización.	34
6.8.7. Toma de muestras.	35
6.8.8. Costos.	36
7. Resultados y discusiones	37
7.1. Resultados	37
7.1.1. Resultado número de frutos	37
7.1.2. Resultados peso de frutos.	40
7.1.3. Resultado tamaño de fruto.	42
7.1.4. Rendimiento productivo del cultivo.	45
7.2. Discusión.	46
8. Conclusiones y recomendaciones.	48
8.1. Conclusiones.	48
8.2. Recomendaciones.	49
Bibliografía.	51
Anexos.	54

Índice de tablas.

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de <i>Capsicum annuum</i> L.....	17
Tabla 2. Generalidades del pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	17
Tabla 3. Composición nutricional y funcional del pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	19
Tabla 4. Dosis recomendada	23
Tabla 5. Condiciones edafoclimáticas.....	28
Tabla 6. Combinaciones de tratamientos	29
Tabla 7. Costos de producción	36

Índice de figuras.

Ilustración 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio “Finca Experimental Lodana”	28
Ilustración 2. Número de Frutos.....	40
Ilustración 3. Peso de frutos (g)	42
Ilustración 4. Tamaño de fruto	44
Ilustración 5. Rendimiento (t.h-1).....	46

Resumen.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la productividad de dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) (Coach y Salvador) bajo la aplicación de cuatro dosis de nitrógeno (0;4,5;5,5 y 6,5 g/planta), con el fin de determinar la mejor combinación para optimizar el rendimiento del cultivo. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo

factorial 2x4 y cuatro repeticiones, evaluándose variables como numero de frutos, peso promedio y tamaño de fruto.

El análisis de varianza mostro diferencias altamente significativas ($p \leq 0,05$) para los factores híbridos, dosis de nitrógeno y su interacción en todas las variables estudiadas. En cuanto a número de frutos, el mayor valor se obtuvo con el hibrido Coach en la dosis de 6,5 g/planta, alcanzando 77,25 frutos, superando al resto de tratamientos. De manera similar, para el tamaño de fruto, el híbrido Coach con 6,5 g/planta presentó el mayor valor (19,66), evidenciando una mejor respuesta a dosis altas de nitrógeno. En la variable peso de fruto, el tratamiento Coach con 6,5 g/planta también registró el valor más alto con 102,82 g, diferenciándose estadísticamente del resto.

En conclusión, el híbrido Coach mostró un mejor comportamiento agronómico en comparación con Salvador, especialmente bajo la dosis de 6,5 g/planta, la cual permitió maximizar la productividad del cultivo. Se recomienda el uso de esta combinación para obtener mayores rendimientos en condiciones similares a las del estudio.

Palabras clave: Capsicum annuum L., fertilización nitrogenada, productividad del cultivo, híbridos “Coach” y “Salvador”, dosis de nitrógeno.

Abstract.

The objective of this study was to evaluate the productivity of two pepper hybrids (Coach and Salvador) under four nitrogen doses (0; 4.5; 5.5 and 6.5 g/plant), in order to determine the best combination to optimize crop yield. A completely randomized design with a 2×4 factorial arrangement and four replications was used. The evaluated variables included a number of fruits, average fruit weight, and fruit size.

The analysis of variance showed highly significant differences ($p \leq 0.05$) for hybrid, nitrogen dose, and their interaction in all studied variables. Regarding the number of fruits, the highest value was obtained with the Coach hybrid at 6.5 g/plant, reaching 77.25 fruits, outperforming the other treatments. Similarly, for fruit size, the Coach hybrid at 6.5 g/plant recorded the highest value (19.66), showing a better response to higher nitrogen doses. For fruit weight, the same treatment (Coach with 6.5 g/plant) presented the highest value with 102.82 g, being statistically different from the others.

In conclusion, the Coach hybrid showed better agronomic performance compared to Salvador, especially at the nitrogen dose of 6.5 g/plant, which maximized crop productivity. This combination is recommended to achieve higher yields under similar conditions.

Keywords: pepper, hybrids, nitrogen, yield, fertilization.

1. Marco teórico.

1.1. Origen.

El pimiento es una de las especies más cultivada mundialmente, apreciada por su diversidad morfológica y alto valor nutricional. La selección de híbridos adecuados y una adecuada nutrición nitrogenada son claves para maximizar el rendimiento y calidad del fruto.

El género *Capsicum*, de la familia de las solanáceas, tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América principalmente en países como México, Perú y Bolivia. En el siglo XV fue introducido a Europa y luego al resto del mundo. Este género tiene cerca de 30 especies, de ellas unas diez son cultivadas para el consumo humano y el resto son silvestres con flores de colores púrpura y blancos. Hasta ahora la clasificación de este género ha sufrido numerosas modificaciones investigadores y botánicos; la mayoría de ellos atribuyen el origen del género *Capsicum* a Centroamérica y al área andina central con los países ya mencionados, desde donde se extendió a México, siempre con climas con condiciones favorables para su establecimiento (CENTA, 2018).

Estudios filogenéticos y arqueobotánicos indican que su domesticación ocurrió hace más de 6.000 años en Mesoamérica, desde donde se difundió hacia otras regiones (Kraft et al., 2014). Durante el siglo XV, tras el contacto de Europa y América, el pimiento fue introducido en el continente europeo por los exploradores españoles, desde donde rápidamente se dispersó hacia Asia y África, adaptándose a diferentes condiciones agroclimáticas (Andrews, 1995). En la actualidad, el cultivo de *Capsicum annuum* L. se ha extendido en muchas partes del mundo donde el clima es templado o tropical, lo que demuestra que puede adaptarse sin mayores problemas a diferentes condiciones y formas de producción. A nivel mundial, países como China, México, Turquía, Indonesia, España e India están entre los que más producen, siendo China el que ocupa el primer lugar (FAOSTAT, 2023).

En México existe mucha variedad de pimientos, donde exportan distintos tipos, tanto dulces como picantes (Aguilar-Meléndez et al., 2009). En Europa, España y Italia también tienen un papel importante, sobre todo con producción destinada al consumo fresco y a la exportación (Bosland & Votava, 2012). De tal modo que la presencia del *Capsicum annuum* L. en tantos lugares ha permitido que existan muchas formas y tipos.

1.2. Distribución Taxonómica.

Capsicum annuum L. es una especie perteneciente al reino Plantae, dentro del cual se clasifica como una planta angiosperma, es decir, con flores y semillas protegidas por un fruto. Forma parte del orden Solanales y de la familia Solanaceae, un grupo botánico de gran importancia económica y alimentaria que incluye otras especies relevantes como el tomate (*Solanum lycopersicum*), la papa (*Solanum tuberosum*) y la berenjena (*Solanum melongena*) (Olmstead et al. 2008).

Dentro de la familia Solanaceae, el género *Capsicum* agrupa a los ajíes y pimientos, y se estima que incluyen más de 35 especies. *Capsicum annuum* L. es una de las cinco especies domesticadas y es la más cultivada a nivel global por su versatilidad en sabor, forma y color (Boslan & Votava, 2012).

Esta especie se caracteriza por ser una planta herbácea o subleñosa, generalmente anual o perenne en condiciones en condiciones tropicales. Su morfología, genética y diversidad química, especialmente en cuanto a la producción de capsaicinoides, ha sido objeto de numerosos estudios tanto taxonómicos como agronómicos. Su amplia variabilidad fenotípica ha llevado al desarrollo de cultivares tanto dulces como picantes, lo que ha contribuido a su importancia comercial en diferentes regiones del mundo (Pickersgill, 2007).

Tabla 1. Clasificación Taxonómica de *Capsicum annuum* L.

Categoría	Clasificación
Reino	Plantae
División	Tracheophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	Capsicum
Especie	<i>Capsicum annuum</i> L

1.3. Generalidades del pimiento (*Capsicum annuum* L.).

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) constituye uno de los cultivos hortícolas de mayor relevancia a nivel mundial debido a su importancia económica y alimentaria. Sus frutos se consumen ampliamente en estado fresco y procesado, además de emplearse como condimento y materia prima en la industria alimentaria. Asimismo, el cultivo de pimiento representa una fuente de ingresos significativa para los productores hortícolas en diversas regiones del mundo (Carvalho Lemos et al., 2019).

Además, en las variedades picantes, los frutos contienen capsaicinoides, compuestos responsables del sabor picantes, que también tienen propiedades medicinales y se utilizan en la industria farmacéutica y cosmética (Reyes-Escogido et al., 2011).

Tabla 2. Generalidades del pimiento (*Capsicum annuum* L.).

Característica	Descripción
Nombre científico	<i>Capsicum annuum</i> L.

Familia	Solanaceae
Origen	Mesoamérica
Tipo de planta	Herbácea, Perenne
Tipo de fruto	Baya hueca, de colores y formas variables
Usos principales	Alimentación, condimento, medicina, etc.
Nutrientes destacados	Vitamina C, carotenoides, fenoles, capsaicinoides
Importancia económica	Alta, cultivo global

Fuente: Elaboración propia con datos de Consumer (2020).

1.4. Características nutricionales del pimiento (*Capsicum annuum L.*).

El pimiento es ampliamente valorado no solo por su versatilidad culinaria, sino también por su notable perfil nutricional. Este fruto, consumido tanto en su forma dulce como picante, se destaca por ser bajo en calorías y rico en compuestos bioactivos, lo que lo convierte en un alimento funcional con beneficios importantes para la salud humana (Howard et al. 2010).

Entre los compuestos bioactivos más destacados del pimiento se encuentran la vitamina C, los carotenoides y los compuestos fenólicos, los cuales poseen una importante capacidad antioxidante. La vitamina C contribuye al fortalecimiento del sistema inmunológico y a la protección de las células frente al daño oxidativo, mientras que los carotenoides aportan beneficios nutraceuticos asociados a la salud humana. (Villa-Rivera & Ochoa-Alejo, 2020)

Además, tiene carotenoides, como la capsantina, el caroteno y la luteína, sobre todo cuando los frutos ya están rojos o bien maduros. Estos compuestos son los que le dan ese color característico, pero no solo cumplen esa función, también aportan beneficios para la salud, ya que ayudan a prevenir problemas cardiovasculares y algunos tipos de cáncer (Deepa et al., 2007).

De igual manera, el pimiento se caracteriza por ser una fuente relevante de polifenoles y flavonoides, sustancias que poseen efectos antiinflamatorios, antimicrobianos y antioxidantes. La concentración de estos fitoquímicos varía según el grado de madurez, el tipo de cultivo y las condiciones de crecimiento (Materska & Perucka,2005)

Tabla 3. Composición nutricional y funcional del pimiento (*Capsicum annuum L.*)

Componente nutricional.	Cantidad por 100 g.	% del valor diario recomendado (VR%)	Beneficio principal
Vitamina C	127.7 mg	142%	Potente antioxidante, mejora sistema inmune
Vitamina A	3131 UI	63%	Salud ocular, piel, sistema inmunológico
Vitamina B6	0.29 mg	22%	Función cerebral, metabolismo energético
Vitamina E	1.58 mg	11%	Antioxidante, protección celular
Fibra dietética	2.1 g	8%	Regula glucosa, mejor digestión

Carotenoides totales	~5-15 mg	--	Pigmentos antioxidantes
Capsaicina	0.1-1 mg	--	Termogénico, analgésico

Las cantidades pueden variar según el cultivar, la madurez y condiciones de cultivo (Howard et al., 2002; Deepa et al., 2007). Los carotenoides y polifenoles no tienen valores diarios establecidos, pero son importantes por sus propiedades antioxidantes y protectoras frente a enfermedades crónicas (Materska & Perucka, 2005).

1.5. Morfología del pimiento (*Capsicum annuum* L.).

El pimiento es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia Solanácea, que presenta una morfología típica de especies cultivadas herbáceas o subarborescentes. Su desarrollo y características morfológicas pueden variar dependiendo de la variedad, condiciones ambientales y prácticas de cultivo (Bossland & Votava, 2012).

1.5.1. Sistema radicular.

El sistema radicular de *Capsicum annuum* L. es pivotante, con una raíz principal bien desarrollada que se ramifica en numerosas raíces secundarias finas. Esta arquitectura le permite un buen anclaje y absorción de nutrientes y agua, aunque es sensible a suelos encharcados o compactos (Nave et al., 2019). La mayor parte del volumen radicular se encuentra en los primeros 30-40 cm del suelo.

1.5.2. Tallo.

El tallo del pimiento es erecto, verde y de textura semi-leñosa en su base con crecimiento dicotómico o ramificado. En estado temprano es herbáceo y es el principal eje de crecimiento que sostiene hojas, flores y frutos (Bosland & Votava, 2012).

1.5.3. Hojas.

Las hojas son simples, alternas, de forma ovada a lanceolada, con bordes enteros y un ápice agudo. Presentan una coloración verde variable según la variedad y estado nutricional. Tienen pecíolos largos y una nervadura central prominente. Las hojas jóvenes son más suaves y delgadas, mientras que las más maduras tienen mayor espesor y contenido de clorofila (Pickersgill, 2007).

1.5.4. Flores.

Las flores de *Capsicum annuum* L. son hermafroditas, solitarias, axilares y normalmente de color blanco o verdoso. Cada flor posee cinco sépalos, cinco pétalos, cinco estambres y un pistilo central. La polinización puede ser autógama o entomófila, dependiendo de las condiciones ambientales y presencia de insectos (Andrews, 2015). Las flores aparecen en las axilas de las hojas a lo largo de los nudos del tallo.

1.5.5. Fruto.

El fruto del pimiento es una baya hueca, de forma variable (cónica, globosa, cuadrada, etc.), y con una amplia gama de colores (verde, amarillo, naranja, rojo, morado). Posee una pared externa carnosa (pericarpio) y una placenta central donde se fijan las semillas. Los frutos no picantes carecen de capsaicinoides, mientras que los picantes los concentran en la placenta y las semillas (Reyes et al., 2011). El color del fruto cambia al madurar debido a la acumulación de carotenoides como capsantina y capsorubina.

1.5.6. Semillas.

Las semillas del pimiento son achatadas, reniformes, de color amarillo claro y recubiertas por una testa delgada. Tienen un diámetro de unos 3-5 mm y están en el interior del fruto, fijadas a la placenta. Su viabilidad puede mantenerse por más de dos años si se almacenan en condiciones secas y frescas (Bosland & Votava, 2012).

1.6. Fertilización nitrogenada en *Capsicum annuum* L.

El nitrógeno (N) es uno de los nutrientes más importantes en el cultivo del pimiento, ya que interviene directamente en el desarrollo vegetativo, la síntesis de clorofila, proteínas, y en la producción y calidad de los frutos. Sin embargo, su manejo debe ser preciso para evitar deficiencias o excesos que puedan afectar negativamente el rendimiento y la salud del cultivo (Hochmuth, 2012).

Una adecuada disponibilidad de nitrógeno durante el ciclo del cultivo del pimiento favorece un crecimiento vigoroso, una mayor área foliar, y mejora el número y tamaño de los frutos. No obstante, el exceso de nitrógeno puede inducir un crecimiento vegetativo excesivo, retraso en la floración y una disminución en la calidad del fruto, además de incrementar la susceptibilidad a plagas y enfermedades (Zotarelli et al., 2009).

1.6.1 Tipos de fertilizantes nitrogenados utilizados.

En el cultivo de pimiento, se utilizan tanto fertilizantes nitrogenados de liberación rápida como de liberación controlada. Lo más comunes incluyen:

- Urea (46% N): Alta concentración, rápida solubilidad. Es eficiente si se incorpora al suelo o se aplica con riego por fertirrigación.
- Nitrato de amonio (33-34% N): Combinación de nitrógeno nítrico y amoniacal. Menos volatilización que la urea.

- Nitrato de calcio (15.5% N): Fuente de N nítrico y calcio, ideal para suelo con deficiencia de Ca.
- Sulfato de amonio (21% N): Aporta también azufre, útil en suelos alcalinos.

1.6.2. Dosis recomendadas de nitrógeno en el cultivo de pimiento.

Las dosis de nitrógeno varían según el sistema de producción (campo abierto o invernadero), tipo de suelo, y potencial de rendimiento.

Tabla 4. Dosis recomendada

Sistema de cultivo	Dosis recomendadas de N	Forma de aplicación
Campo abierto	150-250 kg N/ha	Fraccionada: 30%
Invernadero	200-300 kg N/ha	Mediante fertiirrigación

Es recomendable aplicar una dosis base antes del trasplante (20-30%) y el resto en forma fraccionada o vía fertiirrigación, de acuerdo con el estado fenológico del cultivo: crecimiento vegetativo, floración y fructificación (Álvarez et al., 2014).

1.6.3. Consideraciones ambientales de la fertilización nitrogenada.

El uso excesivo de nitrógeno puede causar contaminación del agua por lixiviación de nitratos y emisión de gases de efecto invernadero como el óxido nitroso (N₂O). Por eso es fundamental aplicar buenas prácticas agrícolas, como el ajuste de dosis con base en análisis de suelo y tejido foliar, y el uso de fertilizantes de liberación lenta o inhibidores de nitrificación para mejorar la eficiencia de uso del nitrógeno (Guertal, 2009).

1.7. Estado actual.

Hasta la fecha, no se ha encontrado un registro oficial o publicación académica con el tema de la “Evaluación del rendimiento productivo en dos híbridos de pimiento con cuatro dosis

nitrogenadas en Santa Ana, Manabí, Ecuador” en repositorios universitarios, portales académicos o bases de datos científicas de acceso público.

A pesar de ello, se han encontrado trabajos realizados en la provincia de Manabí donde han utilizado fertilización en el cultivo de *Capsicum annuum* L. Se hizo la evaluación del híbrido Nathalie usando lixiviado de vermicompost como bioestimulante, realizado en Santa Ana, en el Campus “La Teodomira”, donde los resultados fueron favorecedores al usar fertilización orgánica.

También existen trabajos sobre el uso de nitrógeno en cultivos de pimiento desarrollados en otras localidades del país, pero no específicamente en Santa Ana ni con el diseño experimental que involucre dos híbridos y cuatro dosis nitrogenadas, un trabajo de investigación que tiene cierta similitud realizado en otra provincia del país es “*Incidencia de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y producción del pimiento (Capsicum annum L.)*”, realizada en la Universidad Técnica de Machala, que aunque no cuente con el mismo tema se puede usar como referencia para tomar en cuenta las dosis nitrogenadas.

Por otra parte, para escoger de mejor manera los híbridos a utilizar, se toma como referencia el estudio titulado “Selección de tres híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) para Puerto La Boca, Ecuador”, realizado por la Universidad Estatal del Sur de Manabí en Jipijapa. Este tipo de trabajos tiene valor porque considera las condiciones propias del lugar, tanto en lo agrícola como en lo social y ambiental, donde la producción del campo es una fuente importante de sustento.

Ante esta situación, poner a prueba el rendimiento de dos híbridos de *Capsicum annuum* L. con diferentes dosis de nitrógeno ayudaría a ver con mayor claridad qué combinaciones funcionan mejor, buscando producir más sin depender de aplicaciones excesivas de fertilizantes. Con ello,

no solo se puede mejorar el ingreso de los productores, sino también evitar daños al suelo y al agua por un uso inadecuado de estos insumos.

2. Planteamiento del problema y justificación.

2.1. Planteamiento del problema.

En el cantón Santa Ana, ubicado en la provincia de Manabí, la agricultura sigue siendo una de las principales fuentes de ingreso para la población. Sin embargo, cuando se trata del cultivo de hortalizas como el *Capsicum annuum* L., todavía se presentan varias dificultades que afectan su desarrollo. Entre ellas se encuentra el uso de fertilizantes basado más en la experiencia que en criterios técnicos, la escasa incorporación de tecnologías en el manejo del cultivo y la limitada información disponible sobre variedades que realmente se adapten a las condiciones propias de la zona. A pesar de que el pimiento es un cultivo con alto potencial comercial y agroindustrial, su rendimiento productivo en la zona continúa siendo bajo debido a prácticas inadecuadas de fertilización, especialmente en lo referente al uso de nitrógeno, nutriente esencial en el desarrollo vegetativo y reproductivo de esta especie.

En la actualidad, los productores del cantón Santa Ana aplican fertilizantes nitrogenados sin conocimientos técnicos o sin correcta dosificación, lo que puede provocar tanto deficiencias como excesos nutricionales, afectando directamente la productividad, la rentabilidad del cultivo y la sostenibilidad del suelo. A esto se suma que, en la zona, casi no hay estudios que expliquen bien cómo reaccionan los distintos híbridos de *Capsicum annuum* L. cuando se aplican diferentes cantidades de nitrógeno, lo que complica bastante tomar decisiones en el manejo del cultivo.

Esta situación también se refleja en lo económico, sobre todo en Santa Ana, provincia de Manabí, donde pequeños y medianos productores dependen directamente de la agricultura para

sostenerse, y cuando no hay conocimiento técnico suficiente, se aprovecha menos el cultivo y se reducen las posibilidades de obtener mejores ingresos.

Por eso, el problema principal está en que no existen estudios que analicen cómo se desarrollan diferentes híbridos de pimiento cuando se manejan con varias dosis de nitrógeno. Frente a esto, se vuelve necesario realizar una investigación que permita encontrar qué combinaciones funcionan mejor.

2.2. Justificación.

Esta investigación se justifica por la necesidad de mejorar la baja productividad del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en Santa Ana. Este estudio generará datos frescos sobre cómo responden dos híbridos de pimiento a diferentes dosis de nitrógeno, bajo las condiciones agroclimáticas locales, lo cual resulta importante si se toma en cuenta que el nitrógeno es un nutriente esencial para el desarrollo del cultivo, pero cuando se aplica sin un manejo adecuado puede terminar afectando los rendimientos e incluso provocar problemas ambientales, como la contaminación del suelo y de las fuentes de agua.

Al mismo tiempo, en Santa Ana, el cultivo de hortalizas puede ayudar a variar la producción, mejorar la disponibilidad de alimentos y mejorar la economía en las zonas rurales, dando más oportunidades de trabajo a quienes viven del campo.

Sin embargo, cuando no se cuenta con información actualizada sobre el manejo de híbridos y el uso de fertilizantes, muchos productores no consiguen los resultados deseados con *Capsicum annuum* L. Por ello, este trabajo busca aportar a la investigación y alternativas para cultivo de pimiento en Manabpi.

3. Pregunta de investigación.

3.1. Pregunta principal.

- ¿Cómo influye la aplicación de distintas dosis de nitrógeno en el rendimiento productivo de dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) bajo las condiciones agroecológicas del cantón Santa Ana, Manabí?

4. Hipótesis.

4.1. Hipótesis alternativa (HA).

Existen diferencias en el rendimiento productivo en dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.), con cuatro dosis de nitrógeno.

4.2. Hipótesis nula (H0).

No existen diferencias en el rendimiento productivo en dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.), con cuatro dosis de nitrógeno.

5. Objetivos.

5.1. Objetivo General.

- Analizar el rendimiento productivo en dos híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.), con cuatro dosis nitrogenadas.

5.2. Objetivos Específicos.

- Establecer cuál es la cantidad de nitrógeno más adecuada para lograr el mayor rendimiento productivo, en los 2 híbridos de pimiento (*Capsicum annuum* L.).

- Evaluar la respuesta de los componentes del rendimiento del cultivo de pimiento, incluyendo número de frutos por planta, peso y tamaño de frutos promedio, ante la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno.

6. Metodología.

6.1. Ubicación del lugar de la investigación.

Este trabajo se realizará en la parroquia Lodana, cantón Santa Ana, provincia de Manabí en la Finca experimental “Lodana”, de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnología, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), con las coordenadas: Latitud Sur: 1° 18’ 33” Longitud Oeste: 80° 38’ 53” y Altitud 47 m.s.m.m (Dices.net 2022).



Ilustración 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio “Finca Experimental Lodana”

6.2. Características edafoclimáticas del área de la investigación.

Tabla 5. Condiciones edafoclimáticas

Parámetros	Promedio
------------	----------

Precipitación media anual	878,9 mm
Humedad relativa	80%
Temperatura media anual	28,5 °C
Heliofanía anual	1385,1 (Horas sol)
Evaporación	1039,9 mm
Topografía	Regular
Textura del suelo	Arcilloso-limoso
pH	<7

Fuente: Elaboración propia con datos del INAMHI (2025).

6.3. Factores de estudio.

Factor (A): Híbridos de pimiento.

- **A1:** Híbrido Coach.
- **A2:** Híbrido Salvador.

Factor (B): Dosis de nitrógeno.

- **B1:** Testigo 0 (Sin dosis nitrogenada)
- **B2:** Dosis de Urea de 4,5 g/Planta.
- **B3:** Dosis de Urea de 5,5 g/Planta.
- **B4:** Dosis de Urea de 6,5 g/Planta.

6.4. Tratamientos.

Tabla 6. Combinaciones de tratamientos

Tratamientos	Híbridos	Dosis de Nitrógeno
A ₁ B ₁	Coach	0 g/Planta

A ₁ B ₂	Coach	4,5 g/Planta
A ₁ B ₃	Coach	5,5 g/Planta
A ₁ B ₄	Coach	6,5 g/Planta
A ₂ B ₁	Salvador	0 g/Planta
A ₂ B ₂	Salvador	4,5 g/Planta
A ₂ B ₃	Salvador	5,5 g/Planta
A ₂ B ₄	Salvador	6,5 g/Planta

6.5. Variables de estudio.

- Número de frutos producidos en cada tratamiento.
- Peso promedio de los frutos en cada tratamiento.
- Promedio de los frutos en cada tratamiento.

6.6. Diseño experimental.

En el presente trabajo de investigación se pretende utilizar un diseño completamente al azar (DCA), el cual permitirá evaluar los tratamientos bajo condiciones homogéneas. Se ha establecido un arreglo factorial 2x4, correspondiente a 8 tratamiento, con 4 repeticiones por tratamiento, lo que dio un total de 32 unidades experimentales.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el Análisis de Varianza, con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre tratamientos. En los casos en que se detecten diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$), se aplicara la Prueba de Tukey para la comparación de medias, utilizando un nivel significancia del 5%.

6.7. Datos por tomarse.

En la siguiente investigación, la recolección de datos es fundamental para analizar y entender los futuros resultados. Las variables seleccionadas permitirán evaluar de forma clara la producción y la calidad de los frutos en cada tratamiento.

Entre las variables a evaluar se encuentra el **número de frutos por planta**, el cual será considerado como un indicador directo del rendimiento potencial. Este dato permitirá analizar la capacidad productiva de cada tratamiento, en función cuajado y desarrollo de frutos, así como el efecto de las diferentes dosis de nitrógeno en los dos híbridos.

Se considerará el **peso de los frutos**, que será expresado en gramos (g), como una variable clave para tener un estimado del rendimiento en cuanto a la biomasa de los frutos y su calidad comercial. Esta variable permitirá evaluar el desarrollo y llenado de los frutos, que son los de los factores que influyen con su valor en el mercado.

Por otra parte, se evaluará el **tamaño de frutos**, medido en centímetros (cm), como un dato complementario para determinar la calidad física de los frutos. Mediante esta variable se podrá analizar el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento y desarrollo estructural de los frutos, considerándose un aspecto importante en la aceptación comercial.

En conjunto, estas variables (número de frutos, peso y tamaño) permitirán generar información confiable para comprar el desempeño de los diferentes tratamientos, lo cual facilita la selección de la mejor combinación entre híbrido y dosis de nitrógeno. Así, los datos obtenidos aportarán de manera significativa al logro de los objetivos planteados en la investigación.

6.8. Manejo Experimental.

6.8.1. Obtención de los híbridos.

En esta investigación se decidió usar dos híbridos muy conocidos y utilizados por los agricultores ecuatorianos, como lo son el “**Coach**” y “**Salvador**”, los cuales fueron adquiridos en un vivero de la empresa “**Proagritec**” que está ubicado en la ciudad Ambato, esta empresa es especialista en todo lo que son plántulas de híbridos de hortalizas, lo que quiere decir que cuenta con la certificación de los materiales genéticos.

6.8.2. Sistema de riego.

En la investigación se usó el sistema de riego por cinta de goteo, el cual es muy recomendado para el cultivo de pimiento por su alta eficiencia en el aprovechamiento de agua. Este sistema permite suministrar el recurso hídrico de manera directa a la zona radicular de la planta, evitando pérdidas por evaporación y optimizando el uso del agua.

La cinta de goteo se considera una de las alternativas más adecuadas para el cultivo de pimiento, ya que esta especie requiere un suministro constante y controlado de humedad en el suelo. Una vez el agua se distribuye de manera uniforme, las plantas crecen de manera más uniforme, se mejora la formación de los frutos y, como resultado, la producción presenta mejores condiciones de calidad. En el manejo del riego del cultivo de *Capsicum annuum* L., lo más conveniente es regar todos los días o cada dos días, según el clima y el tipo de suelo, con tiempos que van entre una y dos horas por jornada.

De igual forma, este manejo debe ajustarse según la etapa del cultivo, aumentando la cantidad de agua durante fases como la floración y el llenado de frutos, donde la demanda hídrica es mayor. También conviene realizar el riego en las primeras horas de la mañana o al finalizar la tarde, momentos en los que la evaporación es menor, lo que permite aprovechar mejor el agua aplicada y evita que las plantas sufran estrés por falta de humedad.

6.8.3. Trasplante.

Antes del trasplante de las plántulas de pimiento, el sistema de riego ya se encontraba en funcionamiento desde una semana previa. Durante ese periodo, se activó el riego con el fin de facilitar la germinación de todas las malezas que se encontraban en el área donde se llevaría a cabo la investigación, y así aplicar un producto preemergente para el control de las malezas. Previo al establecimiento del cultivo, las plántulas permanecieron un día sin riego en el semillero, con el objetivo de favorecer la firmeza del cepellón y facilitar la extracción de las raíces; mientras que el suelo del área definitiva recibió riego constante al punto de saturación, garantizando condiciones adecuadas de humedad para reducir el estrés de la implantación. El trasplante se llevó a cabo en horas tempranas de la mañana, aprovechando condiciones ambientales favorables para la adaptación de las plántulas. Al momento de establecer las plantas y sus medidas de siembra (1m entre plantas X 0.5cm entre hilera), se realizó la aplicación de un fungicida y un insecticida como medida preventiva.

6.8.4. Control de malezas.

Para manejar malezas, se aplicó una aplicación de Glifosato una semana antes del establecimiento del cultivo, con el sistema de riego en funcionamiento, para estimular la germinación de malezas y eliminarlas mediante la acción del herbicida. Se hizo de forma manual para evitar daños en las plantas. No obstante, cerca de las cinco semanas después de la siembra, fue necesario aplicar nuevamente glifosato, ya que las lluvias favorecieron un rebrote de las malezas.

Antes de usar el herbicida, se realizó limpieza del terreno con la idea de disminuir el riesgo de que el producto entrara en contacto directo con el cultivo. Además, durante la fumigación se utilizó una campana en la bomba, que actuó como barrera física para evitar la dispersión del producto y proteger directamente al cultivo de posibles daños.

6.8.5. Control de plagas.

En el manejo de plagas, previo al establecimiento del cultivo se realizó la aplicación de un producto a base de fosetil de aluminio, el cual fue incorporado directamente en los hoyos de siembra esto con el objetivo de proteger el sistema radicular del cultivo desde el inicio.

Adicionalmente, durante el establecimiento de las plántulas, se aplicó un agroquímico el cual es un insecticida-nematicida cuya composición incluye benfuracarb y naphtha-petroleum distillates, con la finalidad de prevenir el ataque plagas en la parte del tallo y hojas del cultivo.

A los ocho días después del establecimiento, se realizó una segunda aplicación de “Nakar”, debido a la presencia de larvas conocidas comúnmente como gusano blanco o gallina ciega (*Diloboderus abderus*), las cuales ya habían afectado a un número reducido de plantas. Sin embargo, al no observarse una mejora significativa en el control de esta plaga, se realizó una nueva aplicación ocho días después, utilizando el producto cuya composición incluye clorpirifos y cipermetrina, en combinación con, un surfactante y adherente a base de nonylphenol ethoxylated, que favorece la eficacia del producto al mejorar su fijación y cobertura. Esta aplicación permitió reducir y controlar la población del gusano blanco.

Posteriormente, una vez controlada la plaga, se estableció un manejo preventivo mediante aplicaciones semanales de la combinación de los productos, ya que este producto presenta menos agresividad para el cultivo, por lo que resulta adecuado para prevenir y controlar la aparición de plagas como gusano blanco, trips y mosca blanca.

6.8.6. Programa de fertilización.

El programa de fertilización se inició a los 14 días después del establecimiento en campo de las plántulas. Se optó por esperar este intervalo de tiempo con el fin de que las plantas superaran el estrés causado por el trasplante y que el sistema radicular alcanzara un mayor desarrollo, favoreciendo así una mejor absorción y aprovechamiento del fertilizante aplicado.

La segunda fertilización se realizó a los 26 días del establecimiento del cultivo, lo que corresponde al 10 de febrero de 2026, etapa en la cual las plantas empezaron con la etapa de floración. Seguidamente, la tercera y última fertilización se efectuó el 14 febrero, fecha en la que las flores ya habían dado lugar a la formación de frutos, los cuales, aunque aún estaban en desarrollo, ya eran claramente visibles.

Cabe señalar que el programa de fertilización se basó exclusivamente en la aplicación de nitrógeno, en concordancia con los objetivos de la investigación.

6.8.7. Toma de muestras.

Para realizar la toma de datos correspondiente a la variable número de frutos por planta, se realizó el conteo individual de todos los frutos presentes en cada planta evaluada. La información obtenida fue registrada de manera sistemática en tablas previamente diseñadas para su posterior análisis.

En lo referente a la variable tamaño de fruto, se seleccionaron 50 frutos representativos por cada tratamiento, los cuales fueron considerados como muestra para evitar la medición total de la producción cosechada. Esta variable fue determinada utilizando una cinta métrica flexible, obteniendo los valores expresados en centímetros, los cuales fueron igualmente registrados en tablas de control.

Para la variable de peso de fruto, se utilizaron los mismos 50 frutos seleccionados anteriormente para la medición del tamaño, esto se hizo con el propósito de mantener consistencia en las muestras y asegurar la confiabilidad de los datos. La medición se realizó con una balanza digital, obteniendo los valores expresados en gramos que también se registraron en las tablas de control.

6.8.8. Costos.

Para la ejecución del presente estudio, se realizó un registro de los costos asociados del manejo del cultivo, incluyendo sistema de riego, insumos, fertilizantes, mano de obra y otros materiales utilizados durante el ciclo productivo. Esta información permitió estimar el gasto total requerido para la implementación del ensayo.

Tabla 7. Costos de producción

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Plántulas			
Hibrido Coach	200	\$0.20	\$40.00
Hibrido Salvador	200	\$0.15	\$30.00
Sistema de riego			
Con. Inicial	32	\$0.19	\$6.08
Caucho 16mm	32	\$0.15	\$4.80
Codo 50x90°	4	\$0.95	\$3.80
Cinta de riego	1	\$86.83	\$86.83
Con. Cinta de riego	32	\$0.25	\$8.00
Adap. 50x1	1	\$1.98	\$1.98
Adap. 63x2	2	\$2.99	\$5.98
Codo 50x45°	1	\$0.95	\$0.95
Filtro disco 2'	1	\$27.90	\$27.90
Llave 50	1	\$4.89	\$4.89
Oatey ¼	1	\$5.25	\$5.25
Reductor buje 63x50	2	\$1.47	\$2.94
Tapón sold 1 ½	1	\$1.28	\$1.28

Comentado [FC1]: EL COSTO DE PRODUCCION DEBERIA SER CONSIDERADO UN OBJETIVO ESPECIFICO, SE SUGIERE AÑADIRLO

Tubo 50x0.8	8	\$6.85	\$54.8
Insumos.			
Glifosato	1	\$6.20	\$6.20
Brocha	2	\$2.53	\$5.06
Nakar	1	\$19.50	\$19.50
Bo-kun	1	\$4.67	\$4.67
Agral 90	1	\$19.50	\$19.50
Kg de urea	6	\$0.70	\$4.20
Viáticos.			\$100.00
Total.			\$444.61

7. Resultados y discusiones

7.1. Resultados

7.1.1. Resultado número de frutos

Como se observa en el gráfico 2, el análisis de la variable “número de frutos” se realizó mediante el análisis de varianza, considerando los factores híbridos, dosis de nitrógeno y su interacción. Los datos del ensayo muestran que el modelo estadístico respondió de manera adecuada, ya que presentó un nivel de significancia muy alto ($p < 0,0001$). Además, el coeficiente de variación ($CV = 5,87\%$) indica que el experimento se manejó con buena precisión, sin presentar grandes diferencias entre las plantas evaluadas.

Al analizar los factores, se observa que el tipo de híbrido tuvo una influencia clara en la producción de frutos del cultivo de *Capsicum annuum* L., ya que se encontraron diferencias

marcadas entre los materiales estudiados ($p < 0,0001$), lo que demuestra que no todos se comportan de la misma manera bajo las mismas condiciones. Algo similar ocurre con la fertilización nitrogenada, donde también se encontró un efecto muy evidente ($p < 0,0001$), confirmando que la cantidad de nitrógeno aplicada tiene un papel directo en la cantidad de frutos que produce el cultivo de *Capsicum annuum* L.

Ahora bien, al observar cómo se combinan ambos factores, se encontró que la interacción entre híbrido y dosis de nitrógeno también tiene importancia ($p = 0,0133$). Esto quiere decir que el comportamiento del cultivo no depende solo de cada factor por separado, sino de cómo se relacionan entre sí; en otras palabras, una misma dosis de nitrógeno no genera el mismo efecto en todos los híbridos, por lo que es necesario analizar cada combinación de manera puntual para entender mejor los resultados.

Tomando en cuenta esa interacción, se compararon los promedios con la prueba de Tukey al cinco por ciento de error, lo que permitió ver con mayor claridad cuáles tratamientos tuvieron mejor desempeño. A partir de esta comparación se identificaron diferencias entre las combinaciones, organizándose en grupos según su nivel de producción.

Entre los resultados, destacó el híbrido H1 llamado Coach junto con la dosis más alta de nitrógeno, equivalente a 6,5 gramos por planta, ya que alcanzó el mayor número promedio de frutos, con 77,25, ubicándose en el nivel más alto y superando de forma evidente a los tratamientos con menor rendimiento en el cultivo de *Capsicum annuum* L.

En contraste, las combinaciones H2D1 (40,75), H1D1 (43,00), H2D2 (43,25) se ubicaron en el grupo estadístico inferior (A), mostrando los menores valores en número de frutos y sin diferencias significativas entre ellas. Asimismo, se observaron tratamientos intermedios como H1D2 (54,50) y H2D3 (55,50), que pertenecen al grupo (B), evidenciando un incremento progresivo en el número de frutos conforme aumenta la dosis de nitrógeno.

Por otra parte, las combinaciones H1D3 (68,75), H2D4 (70,75) y H1D4 (77,25) se ubicaron en grupos superiores (C y D), reflejando los mayores valores de producción. También se debe considerar que en algunos tratamientos se repitieron letras dentro de la agrupación estadística, como pasó con H2D4, lo que indica que ese tratamiento no se diferencia claramente de otros que están en ambos grupos. Esto quiere decir que su comportamiento queda en un nivel intermedio, sin ubicarse ni entre los valores más altos ni entre los más bajos en cuanto al número de frutos.

Por otro lado, en los resultados se aprecia una tendencia clara, ya que el número de frutos aumenta conforme se incrementa la dosis de nitrógeno en el cultivo. Este comportamiento se nota con mayor fuerza en uno de los materiales evaluados, el cual alcanzó los valores productivos más altos cuando se trabajó con las dosis más elevadas, lo que sugiere una mejor respuesta a niveles mayores de fertilización en el cultivo de *Capsicum annuum* L.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº Fruto	32	0,95	0,94	5,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5576,72	7	796,67	71,95	<0,0001
Hibrido	552,78	1	552,78	49,92	<0,0001
Dosis	4877,84	3	1625,95	146,84	<0,0001
Hibrido*Dosis	146,09	3	48,70	4,40	0,0133
Error	265,75	24	11,07		
Total	5842,47	31			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,79282

Error: 11,0729 gl: 24

Hibrido	Dosis	Medias	n	E.E.
H2	D1	40,75	4	1,66 A
H1	D1	43,00	4	1,66 A
H2	D2	43,25	4	1,66 A
H1	D2	54,50	4	1,66 B
H2	D3	55,50	4	1,66 B
H1	D3	68,75	4	1,66 C
H2	D4	70,75	4	1,66 C D
H1	D4	77,25	4	1,66 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ilustración 2. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el número de frutos obtenidos en InfoStat.

7.1.2. Resultados peso de frutos.

Para la variable peso de fruto, el análisis mostró mediante el Análisis de Varianza, considerando los factores híbridos, dosis de nitrógeno y su interacción. Los resultados obtenidos muestran que el modelo fue altamente significativo ($p < 0,0001$), con un coeficiente de determinación ($R^2=0,98$), lo que indica que el 98% de la variabilidad observada en el peso del fruto es explicada por los factores evaluados. Asimismo, el coeficiente de variación ($CV= 3,45$), lo que refleja una adecuada confiabilidad de los datos obtenidos.

En cuanto a los factores principales, se observaron diferencias altamente significativas para el factor híbrido ($p < 0,0001$), lo que indica que los genotipos evaluados presentan un comportamiento diferente en relación con el peso del fruto. De igual manera, el factor dosis de

nitrógeno mostro un efecto altamente significativo ($p < 0,0001$), evidenciando que las diferentes cantidades de nitrógeno aplicadas influyen de manera directa sobre esta variable productiva.

Por otra parte, la interacción híbrido x dosis resulto significativa ($p = 0,0373$), lo que indica que la respuesta del peso del fruto depende de la combinación específica entre el híbrido y la dosis de nitrógeno aplicada. Este resultado sugiere que no es adecuado analizar los factores de manera independiente, sino que es necesario evaluar las combinaciones de ambos para una correcta interpretación.

Debido a la significancia de la interpretación, se procedió a analizar la comparación de medias mediante la Prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%. Al revisar los datos, se notan diferencias claras entre los tratamientos, los cuales se agruparon según su nivel de respuesta. Entre todos, el híbrido H1 conocido como Coach, junto con la dosis más alta de nitrógeno D4 de 6,5 gramos por planta, fue el que alcanzó el mayor peso promedio por fruto, con 102,82, ubicándose en el nivel más alto y mostrando un mejor comportamiento frente a las demás opciones en el cultivo.

En cambio, la combinación correspondiente al híbrido H2 (Salvador) sin aplicación de nitrógeno (D1: 0 g/planta) presentó el valor más bajo (53,05 g), quedando en el grupo inferior. Entre estos dos extremos, el resto de los tratamientos mostró valores intermedios, lo que deja ver una tendencia donde el peso del fruto aumenta conforme se incrementa la dosis de nitrógeno, especialmente en el comportamiento del híbrido H1 dentro del cultivo de *Capsicum annuum* L.

Por otro lado, también se identificaron tratamientos que comparten las mismas letras dentro de la agrupación estadística, lo que indica que entre ellos no hay diferencias claras. Este tipo de resultado suele presentarse cuando los valores obtenidos son muy cercanos entre sí, por lo que estadísticamente no se pueden separar como distintos.

Estos resultados confirman la importancia de una adecuada interacción entre el material genético y la fertilización nitrogenada para maximizar el rendimiento del cultivo de pimiento, destacándose el híbrido H1 bajo condiciones de alta disponibilidad de nitrógeno como la mejor alternativa productiva en lo que confiere al peso de los frutos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso	32	0,98	0,98	3,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9067,83	7	1295,40	192,46	<0,0001
Híbrido	695,74	1	695,74	103,37	<0,0001
Dosis	8305,32	3	2768,44	411,31	<0,0001
Híbrido*Dosis	66,77	3	22,26	3,31	0,0373
Error	161,54	24	6,73		
Total	9229,36	31			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,07572

Error: 6,7308 gl: 24

Híbrido	Dosis	Medias	n	E.E.
H2	D1	53,05	4	1,30 A
H2	D2	56,90	4	1,30 A B
H1	D1	61,48	4	1,30 B
H1	D2	71,12	4	1,30 C
H2	D3	77,45	4	1,30 D
H1	D3	84,19	4	1,30 E
H2	D4	94,90	4	1,30 F
H1	D4	102,82	4	1,30 G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ilustración 3. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el peso de frutos obtenidos en InfoStat.

7.1.3. Resultado tamaño de fruto.

En relación con el tamaño del fruto y como evidencia la imagen X, el análisis de la variable tamaño del fruto realizado mediante el análisis de varianza evidencio que el modelo fue altamente significativo ($p < 0,0001$), con un coeficiente de determinación ($R^2=0,99$), lo que indica que el 99% de la variabilidad observada en el tamaño del fruto es explicada por los

factores evaluados. Asimismo, el coeficiente de variación ($CV=2,32\%$) demuestra una alta precisión experimental.

El análisis de los factores principales demostró efectos altamente significativos para el factor híbrido ($p < 0,0001$), indicando que los genotipos evaluados presentan un comportamiento diferencial en el tamaño del fruto. De igual manera, el factor dosis de nitrógeno mostro un efecto altamente significativo ($p < 0,0001$), evidenciando que la fertilización nitrogenada influye directamente en esta variable.

A diferencia de ello, la interacción híbrido x dosis de nitrógeno resultó altamente significativa ($p < 0,0001$), lo que indica que el tamaño del fruto depende de la combinación entre ambos factores. Este resultado confirma que los efectos de los factores no son independientes, por lo que es necesario analizar las combinaciones de tratamientos para una correcta interpretación.

Debido a la significancia de la interpretación, se realizó la comparación de medias mediante la Prueba de Tukey al 5% de significancia. Los resultados mostraron diferencias estadísticas entre las combinaciones evaluadas, agrupándose en distintos niveles. La combinación H1 (Híbrido Coach) con la dosis más alta D4 (6,5g/planta) presento mayor tamaño promedio de fruto (19,66), ubicándose en el grupo superior (E), aunque sin diferencias significativas con H1 (Híbrido Coach) con la dosis D3 (5,5g/planta) (18,87), al pertenecer ambas al mismo grupo estadístico.

En comparación, la combinación H2D1 (11,30) presentó el menor tamaño promedio, ubicándose en el grupo inferior (A). Asimismo, las combinaciones H2D1 y H2D2 (12,10) comparten la misma categoría de análisis (A), esto indica que no presentan diferencias significativas entre ellas. De igual modo, las combinaciones H2D2 y H2D3 (12,52) comparten la misma categoría estadística (letra B), lo que muestra que existen valores intermedios y que

no hay diferencias significativas entre tratamientos consecutivos en ese rango de dosis de nitrógeno.

Asimismo, tratamientos como H1D1 (14,65) y H2D4 (14,67) se agrupan en el mismo nivel (letra C), lo que indica una similitud estadística en el tamaño del fruto entre esas combinaciones. A partir de estos datos, se puede observar una tendencia creciente en el tamaño del fruto al aumentar la dosis de nitrógeno, más pronunciada en el híbrido H1 (Coach), donde el efecto del fertilizante se refleja de manera más clara.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tamaño	32	0,99	0,99	2,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	266,85	7	38,12	315,44	<0,0001
Híbrido	177,52	1	177,52	1468,91	<0,0001
Dosis	79,48	3	26,49	219,23	<0,0001
Híbrido*Dosis	9,85	3	3,28	27,17	<0,0001
Error	2,90	24	0,12		
Total	269,75	31			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,81412

Error: 0,1209 gl: 24

Híbrido	Dosis	Medias	n	E.E.
H2	D1	11,30	4	0,17 A
H2	D2	12,10	4	0,17 A B
H2	D3	12,52	4	0,17 B
H1	D1	14,65	4	0,17 C
H2	D4	14,67	4	0,17 C
H1	D2	16,25	4	0,17 D
H1	D3	18,87	4	0,17 E
H1	D4	19,66	4	0,17 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Ilustración 4. Análisis de varianza y prueba de Tukey para el peso de frutos obtenidos en InfoStat.

7.1.4. Rendimiento productivo del cultivo.

Al revisar los resultados, se aprecia que el rendimiento del cultivo de *Capsicum annuum* L. cambia de acuerdo con la cantidad de nitrógeno aplicada y con el híbrido utilizado. En general, se nota que la producción se incrementa conforme se aumenta la dosis de este nutriente, lo que deja ver una respuesta directa del cultivo frente a la fertilización.

Al comparar los materiales evaluados, el híbrido H1 mantuvo un mejor comportamiento en todas las dosis probadas, superando de manera constante al H2. La combinación H1-D4 fue la que alcanzó el valor más alto de rendimiento, con 2,04 t ha⁻¹, mientras que H2-D4 también mostró un buen resultado, aunque ligeramente menor, con 1,9 t ha⁻¹. En el otro extremo, los tratamientos con menor aplicación de nitrógeno presentaron los rendimientos más bajos, destacando H2-D1 con 1,06 t ha⁻¹ como el valor mínimo registrado.

En conjunto, estos resultados permiten ver que el cultivo responde de forma favorable al incremento del nitrógeno, ya que al elevar su aplicación se logra mejorar tanto la cantidad de frutos como la producción total obtenida.

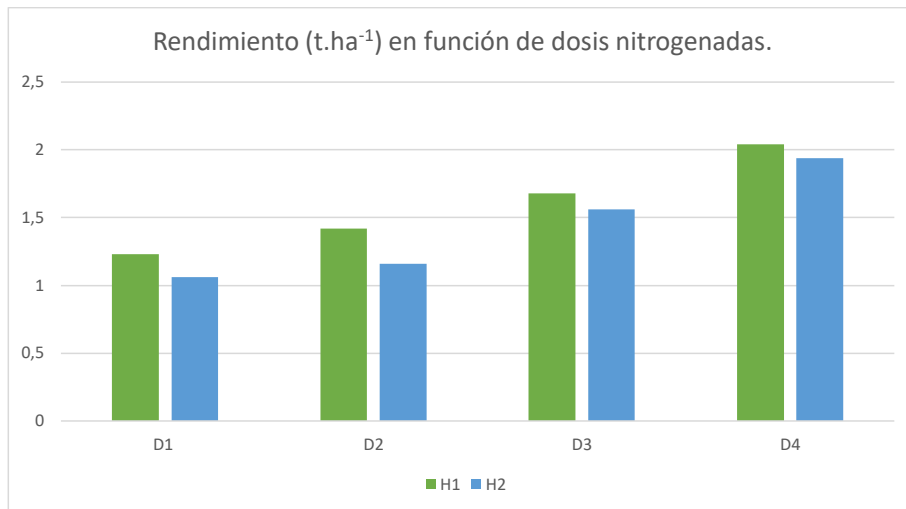


Ilustración 5. Rendimiento (t.h⁻¹)

Como se observa en la ilustración 5, el rendimiento productivo aumento de manera progresiva conforme se incrementaron las dosis de nitrógeno en ambos híbridos. Sin embargo, el híbrido H1 presentó valores superiores en comparación con H2 en todos los tratamientos, destacándose especialmente en la dosis D4.

7.2. Discusión.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación evidencian que tanto el híbrido como la dosis de nitrógeno influyeron significativamente sobre las variables evaluadas (tamaño, peso y numero de frutos), lo cual coincide con lo reportados en la literatura para cultivos hortícolas, donde la fertilización nitrogenada juega un papel fundamental en el crecimiento y productividad.

En relación con el número de frutos, se pudo notar que este fue aumentando conforme se elevaba la dosis de nitrógeno, siendo este efecto más evidente en uno de los híbridos evaluados. Este comportamiento coincide con lo señalado por Fageria (2009), quien menciona que el nitrógeno contribuye a la formación de estructuras productivas, lo que se traduce en un mayor número de frutos por planta en el cultivo de *Capsicum annuum* L.

Aun así, no todos los tratamientos mostraron diferencias bien definidas, ya que en algunos casos se obtuvieron valores intermedios que no se separan estadísticamente. Esto puede explicarse por las características propias de cada híbrido y por la forma en que cada uno aprovecha el nitrógeno disponible, lo que influye directamente en su producción. En cuanto al peso del fruto, se encontraron diferencias entre los tratamientos, donde el híbrido H1 destacó cuando se aplicaron las dosis más altas de nitrógeno en el cultivo de *Capsicum annuum* L.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Taiz y Zeiger (2015), quienes mencionan que una buena disponibilidad de nitrógeno mejora la fotosíntesis y permite que la planta acumule más biomasa en los frutos. De manera similar, Hochmuth (1994) indica que este nutriente es clave en el rendimiento del pimiento, ya que tiene un efecto directo sobre el peso de los frutos.

En lo que respecta al tamaño, también se observó que fue aumentando poco a poco conforme se incrementó la dosis de nitrógeno, sobre todo en el híbrido H1. Este comportamiento se relaciona con lo planteado por Marschner (2012), quien explica que el nitrógeno participa en procesos como la división y expansión celular, lo que favorece el desarrollo de los frutos. En la misma línea, Sainju et al. (2023) mencionan que una adecuada disponibilidad de este nutriente puede influir positivamente en aspectos de calidad, como el tamaño del fruto, en distintos cultivos hortícolas, incluido el *Capsicum annuum* L.

Por otra parte, el hecho de que la interacción entre el híbrido y la dosis de nitrógeno haya resultado importante en todas las variables analizadas permite entender que la respuesta del

cultivo no depende de un solo factor, sino de cómo se combinan ambos. Esta idea coincide con lo señalado por Bosland y Votava (2012), quienes indican que el rendimiento del pimiento varía según el material genético y las condiciones de manejo aplicadas. En este caso, los resultados muestran que uno de los híbridos evaluados logra un mejor comportamiento cuando dispone de mayores niveles de nitrógeno, lo que evidencia su capacidad para aprovechar mejor este nutriente bajo condiciones de manejo más intensivo.

Aun así, no se debe perder de vista que un uso excesivo de nitrógeno también puede traer consecuencias negativas, tanto para el cultivo como para el entorno, por lo que su aplicación debe manejarse con criterio técnico para evitar efectos no deseados.

8. Conclusiones y recomendaciones.

8.1. Conclusiones.

- A partir del Análisis de Varianza, se determinó que tanto las dosis de fertilización nitrogenada como los híbridos evaluados influyeron significativamente ($p < 0,05$) en el rendimiento productivo del cultivo de pimiento, cumpliéndose así el objetivo general planteado.
- El híbrido H1 destacó por su mejor comportamiento en campo, ya que registró los valores más altos en número de frutos, peso y tamaño, lo que refleja una mayor capacidad para aprovechar la fertilización nitrogenada en comparación con el H2 dentro del cultivo de *Capsicum annuum* L.
- De igual manera, se pudo comprobar que al incrementar la dosis de nitrógeno se genera una respuesta positiva en los componentes del rendimiento, evidenciada en el aumento progresivo tanto del número de frutos por planta como del peso promedio y el tamaño de estos.

- En cuanto a la dosis óptima de nitrógeno, se determinó que la dosis más alta evaluada (D4) permitió obtener los mayores valores de rendimiento en ambos híbridos, con mejor resultado en el híbrido H1.
- El híbrido H1 mostró el mejor comportamiento, al registrar los valores más altos en número, peso y tamaño de frutos, lo que indica una mayor capacidad de respuesta a la fertilización nitrogenada en comparación con H2.
- Se comprobó que aumentar la dosis de nitrógeno tuvo efecto sobre el rendimiento, observándose un incremento en el número, peso y tamaño de los frutos.

8.2. Recomendaciones.

- Se recomienda utilizar H1 en condiciones similares a las evaluadas, ya que mostró un mejor desempeño y una respuesta más favorable a la fertilización nitrogenada.
- De la misma manera, se sugiere emplear la dosis de nitrógeno correspondiente al tratamiento D4 (6,5 g por planta), debido a que con este nivel se lograron los mejores resultados en cuanto a número de frutos, peso y tamaño, lo que se traduce en un mayor rendimiento general.
- También es importante considerar que los programas de fertilización no deben aplicarse de forma general, sino que conviene ajustarlos según el híbrido que se esté utilizando, tomando en cuenta que la respuesta del cultivo cambia dependiendo de la combinación entre el material vegetal y la dosis de nitrógeno aplicada.

- Por otro lado, sería útil desarrollar nuevos estudios que permitan definir no solo la dosis más efectiva desde el punto de vista productivo, sino también aquella que resulte más rentable, considerando los costos de los insumos y el beneficio económico para el productor.
- Implementar prácticas de uso eficiente del nitrógeno, con el fin de evitar pérdidas por lixiviación y reducir impactos ambientales negativos
- Finalmente, se plantea que en futuras investigaciones se evalúe el efecto del nitrógeno sobre otras características del fruto, así como su influencia en el suelo y el ambiente, con el fin de promover un manejo más equilibrado y sostenible del cultivo.

Bibliografía.

- Álvarez, R., Lucena, C., & Rubio, R. (2014). Respuesta del pimiento a diferentes niveles de nitrógeno y potasio en fertirrigación. *Agronomía Costarricense*, 38(2), 9–16. <https://www.revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/19641>
- Bosland, P. W., & Votava, E. J. (2012). *Peppers: Vegetable and spice capsicums* (2nd ed.). CABI Publishing.
- Carvalho Lemos, V., Reimer, J. J., & Wormit, A. (2019). Color for life: Biosynthesis and distribution of phenolic compounds in pepper (*Capsicum annuum*). *Agriculture*, 9(4), 81. <https://doi.org/10.3390/agriculture9040081>
- Fageria, N. K. (2009). *The use of nutrients in crop plants*. CRC Press.
- Food and Agriculture Organization. (2006). *Fertilizer use by crop*. FAO. <https://www.fao.org/3/a0257e/a0257e.pdf>

- Guertal, E. A. (2009). Slow- and controlled-release fertilizers in the turf and ornamental industry. HortTechnology, 19(1), 20–22. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.19.1.20>
- Hochmuth, G. J. (1994). Nitrogen fertilization of peppers. HortTechnology, 4(3), 244–247.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2025). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)*. <https://www.inamhi.gob.ec/>
- Marschner, H. (2012). Marschner's mineral nutrition of higher plants (3rd ed.). Academic Press.
- Reyes-Escogido, M. L., González-Mondragón, E. G., & Vázquez-Tzompantzi, E. (2011). Chemical and pharmacological aspects of capsaicin. Molecules, 16(2), 1253–1270. <https://doi.org/10.3390/molecules16021253>
- Sainju, U. M., Dris, R., & Singh, B. (2003). Mineral nutrition of tomato. Journal of Food, Agriculture & Environment, 1(2), 176–183.

- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). Plant physiology and development (6th ed.). Sinauer Associates.
- Villa-Rivera, M. G., & Ochoa-Alejo, N. (2020). Chili pepper carotenoids: Nutraceutical properties and mechanisms of action. *Molecules*, 25(23), 5573. <https://doi.org/10.3390/molecules25235573>
- Zhu, Z. L., Chen, D. L., & Zhang, F. S. (2005). Nitrogen fertilizer use in China: Contributions to food production, impacts on the environment and best management strategies. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 63(2–3), 117–127.

Anexos.







