



Respuesta del cultivo de pimiento a diferentes dosis de aplicación de nitrógeno, granja Santa Inés

Response of the pepper crop to different doses of nitrogen application, Santa Inés farm

Resposta da cultura da pimenta a diferentes doses de aplicação de nitrogênio, Fazenda Santa Inés

Enrique Vicente Torres-Tomaselli ^I
evtorreest@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-5308-4159>

Kevin Andrés Orellana-Solano ^{II}
korellana4@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-5104-2897>

Hipólito Israel Pérez-Iglesias ^{III}
hperez@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3368-8716>

Irán Rodríguez-Delgado ^{IV}
irodriguez@utmachala.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

Correspondencia: evtorreest@utmachala.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 01 de enero de 2024 * **Aceptado:** 27 de febrero de 2024 * **Publicado:** 17 de marzo de 2024

- I. Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- II. Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- III. Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- IV. Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.

Resumen

La urea es un recurso eficiente que se caracteriza por su alto contenido de nitrógeno amoniacal (NH₄) disponible en la solución del suelo. El estudio se llevó a cabo en el cantón Machala, provincia de El Oro, en las parcelas del área experimental de la Granja Santa Inés, y se fundamenta en la dosificación de fertilizante nitrogenado (Urea), se empleó el Diseño de Bloques Completamente al Azar. El objetivo del estudio fue determinar la influencia de diferentes dosis de aplicación de nitrógeno en el cultivo de pimiento el Salvador. Se evaluó cinco dosis de N (0-50-100-150-200 kg/N/ha) realizando cuatro evaluaciones cada 15 días a partir del trasplante en campo culminando un ciclo de 80 días hasta la cosecha. Se valoraron las siguientes variables: Altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, número de frutos, peso de frutos, rendimiento agrícola. El T4 (200 kg/N/ha) mostró mayor eficiencia en cada variable seguido de cerca por el T2 (100 kg/N/ha) a partir de los 30 DDT llegando a su cosecha a los 80 días, periodo en el cual la demanda de nutrientes aumenta de forma progresiva debido a la precocidad del cultivo, lo cual lo puede convertir en un híbrido conveniente para la zona de la región costa de El Ecuador.

Palabras clave: Cultivo de pimiento; Fertilización mineral; Dosis de nitrógeno; Rendimiento agrícola; DDT (días después del trasplante).

Abstract

Urea is an efficient resource characterized by its high content of ammoniacal nitrogen (NH₄) available in the soil solution. The study was carried out in the Machala canton, province of El Oro, in the plots of the experimental area of the Santa Inés Farm, and is based on the dosage of nitrogen fertilizer (Urea), the Completely Random Block Design was used. . The objective of the study was to determine the influence of different doses of nitrogen application on the El Salvador pepper crop. Five doses of N were evaluated (0-50-100-150-200 kg/N/ha) carrying out four evaluations every 15 days from transplant in the field, culminating in a cycle of 80 days until harvest. The following variables were assessed: Plant height, stem diameter, number of leaves, number of fruits, fruit weight, agricultural yield. T4 (200 kg/N/ha) showed greater efficiency in each variable followed closely by T2 (100 kg/N/ha) starting at 30 DAT, reaching harvest after 80 days, a period in which the Demand for nutrients increases progressively due to the precocity of the crop, which can make it a suitable hybrid for the coastal region of Ecuador.

Keywords: Pepper cultivation; Mineral fertilization; Nitrogen dose; Agricultural performance; DDT (days after transplant).

Resumo

A uréia é um recurso eficiente caracterizado pelo alto teor de nitrogênio amoniacal (NH₄) disponível na solução do solo. O estudo foi realizado no cantão Machala, província de El Oro, nas parcelas da área experimental da Fazenda Santa Inés, e é baseado na dosagem de fertilizante nitrogenado (Ureia), foi utilizado o Delineamento em Blocos Completamente Aleatórios. O objetivo do estudo foi determinar a influência de diferentes doses de aplicação de nitrogênio na cultura da pimenta em El Salvador. Foram avaliadas cinco doses de N (0-50-100-150-200 kg/N/ha) realizando quatro avaliações a cada 15 dias a partir do transplante no campo, culminando em um ciclo de 80 dias até a colheita. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas, número de frutos, peso do fruto, rendimento agrícola. O T4 (200 kg/N/ha) apresentou maior eficiência em cada variável seguido de perto pelo T2 (100 kg/N/ha) a partir dos 30 DAT, atingindo a colheita após 80 dias, período em que a demanda por nutrientes aumenta progressivamente devido à precocidade da cultura, o que pode torná-la um híbrido adequado para a região costeira do Equador.

Palavras-chave: Cultivo de pimenta; Adubação mineral; Dose de nitrogênio; Desempenho agrícola; DDT (dias após o transplante).

Introducción

La agricultura, como pilar fundamental de la seguridad alimentaria y la economía global, se encuentra en constante búsqueda de técnicas que optimicen los rendimientos de los cultivos de manera sostenible (Ávila, 2021). La eficiencia de la producción agrícola no solo es esencial para alimentar a una población mundial en constante crecimiento, sino que también tiene un impacto directo en la economía de numerosos países (de Souza et al, 2020). En este contexto, la gestión adecuada de los nutrientes juega un papel crucial en el desarrollo saludable de los cultivos y la obtención de cosechas de alta calidad. Uno de los nutrientes más esenciales para el crecimiento vegetal es el nitrógeno actuando como componente central de los aminoácidos, las proteínas y otros compuestos orgánicos, el nitrógeno es un elemento que influye directamente en el desarrollo de las plantas y, por ende, en la producción agrícola (Zhang et al, 2019). Sin embargo, su disponibilidad

en el suelo es limitada y puede ser uno de los factores que limitan el crecimiento de los cultivos en muchas regiones del mundo.

La producción mundial de pimiento (*Capsicum annum* L.) en 2022 alcanzó un valor de 2.020.816 millones de toneladas métricas en el mundo (FAOSTAT, 2024). En Ecuador de acuerdo con el III Censo agropecuario existe una superficie sembrada de aproximadamente 950 ha como monocultivo, distribuidos entre pequeños y medianos productores; ubicados en la provincia de Santa Elena, Guayas, Manabí, El Oro, Imbabura, Chimborazo y Loja, reportan un total de 5.900 t cosechadas con un rendimiento de 6,21 t/ha (Guevara, 2021; Amaiquema, 2020). En el contexto agrícola de Ecuador, el cultivo de pimiento ocupa un lugar destacado en la producción nacional. El país se beneficia de una amplia diversidad de climas y suelos, lo que lo convierte en un terreno fértil para el cultivo de una variedad de especies vegetales (Wang et al, 2022).

El pimiento se destaca por su versatilidad en la cocina y su contribución a la industria alimentaria. Este cultivo, que abarca una diversidad de formas, colores y sabores, es apreciado tanto por su uso en platos frescos como por su incorporación en productos procesados. El pimiento es rico en vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes, lo que lo convierte en un componente valioso de la dieta humana (Wang et al, 2022). El pimiento, en sus múltiples variedades, es uno de los cultivos que se ha adaptado exitosamente a estas condiciones, contribuyendo tanto a la seguridad alimentaria interna como a la economía exportadora del país (Demir et al, 2023).

La provincia de El Oro, situada en la costa suroeste de Ecuador, ha demostrado ser una región propicia para el cultivo del pimiento. El clima cálido y húmedo de la provincia, junto con la disponibilidad de tierras fértiles, crea condiciones óptimas para el desarrollo de este cultivo (Mancinelli et al, 2019). El pimiento no solo ha adquirido relevancia en la dieta local, sino que también se ha convertido en un producto de exportación clave para la provincia y el país en su conjunto (Krauß & Vetter, 2019). Debido a esto, la optimización de las prácticas agrícolas para el cultivo de pimiento es un objetivo clave. La forma en que los nutrientes, en particular el nitrógeno, se administran a las plantas puede tener un impacto significativo en su crecimiento, rendimiento y calidad (Hassan et al, 2021; Rodríguez et al, 2020). Es aquí donde surge la necesidad de investigar cómo diferentes métodos de aplicación de nitrógeno pueden influir en el desarrollo del cultivo de pimiento.

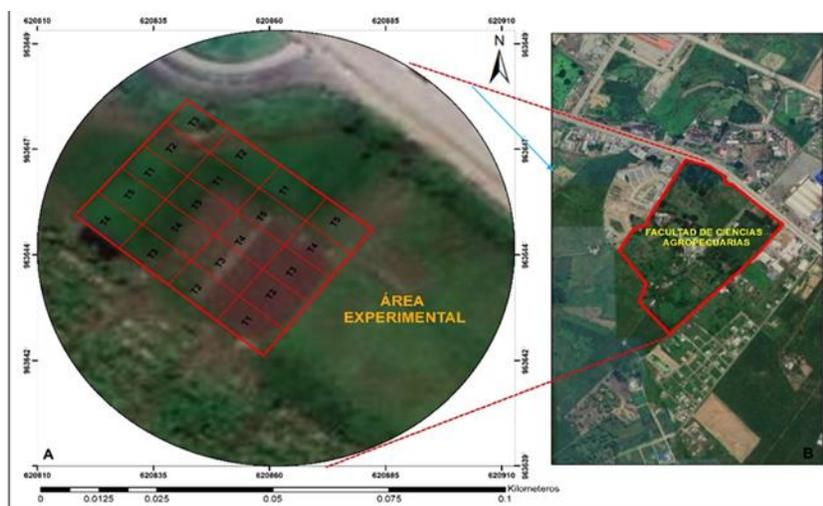
La Granja Santa Inés, reconocida por su enfoque en prácticas agrícolas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, se presenta como un escenario ideal para llevar a cabo este estudio. La

comprensión de cómo los distintos enfoques de aplicación de nitrógeno afectan al cultivo de pimiento en este entorno específico puede proporcionar información valiosa para mejorar las estrategias de manejo nutricional en la agricultura moderna (Demir et al, 2023). Bajo ese contexto, el objetivo del estudio fue determinar la influencia de diferentes dosis de aplicación de nitrógeno en el cultivo de pimiento en la Granja Santa Inés, con la finalidad de saber su impacto en el crecimiento, rendimiento y calidad. El cual tiene el potencial de contribuir a la agricultura sostenible, ayudando a los agricultores a hacer un uso más eficiente de los recursos y a minimizar el impacto ambiental de sus prácticas agrícolas. Esto es especialmente relevante en el contexto actual de cambio climático y creciente presión sobre los recursos naturales.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en la estación experimental Santa Inés de la Facultad de Ciencias Agropecuarias perteneciente a la Universidad Técnica de Machala, Av. Panamericana Km. 5 1/2 Vía a Pasaje, parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro, Ecuador, se ubica en las coordenadas geográficas $-3^{\circ}17'28''$ de latitud Sur y $79^{\circ}54'50''$ de longitud Oeste y una altitud de 5 msnm.

Figura 1: Mapa de ubicación del área experimental, A) Croquis del área experimental, B) vista satelital de la facultad de ciencias agropecuarias.



De acuerdo con Luna et al., (2018) la precipitación de la zona es de 1012 mm, con una humedad relativa promedio del 84%, con respecto al suelo Matailo et al, (2023) mencionan que se caracteriza

por tener suelos aluviales que pertenecen al orden Inceptisol. Estos suelos presentan una clase textural franco arenosa y franco arcillo-arenosa, además de un buen drenaje. También se destaca que tienen una baja conductividad eléctrica y contenido de materia orgánica; así como, un pH de 6,8. En cuanto a su clima, es de tipo tropical seco a semi húmedo, con temperaturas que oscilan entre los 21,1 °C y los 26,9 °C.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA) 5x4, con cuatro repeticiones. Con un terreno de 20 m de largo y 10 m de ancho, cada unidad experimental (UE) tuvo una superficie de 6 m² con una longitud de 3 m por 2 m de ancho. Cada UE contó con 20 plantas, con una distancia entre planta 50 cm y distancia entre hilera 60 cm, para obtener un total de 400 plantas en toda la parcela experimental.

En nuestro diseño experimental se realizaron cinco tratamientos:

Tabla 1: Tratamientos empleados para aplicación de urea granulada en pimiento.

Tratamientos		Fuente	Repeticiones	Dosis(kg/N/ha)
N°	Símbolo			
1	T ₀	cero	4	0
2	T ₁	Urea		50
3	T ₂	Urea		100
4	T ₃	Urea		150
5	T ₄	Urea		200

El cultivo de pimiento utilizado fue El Salvador, es una planta herbácea perenne de alta estatura, que puede alcanzar hasta 2 metros en invernaderos. Sus frutos largos se consumen preferentemente cuando están maduros (rojos) y su aroma es ideal para las salsas. Su sistema radicular es vigoroso y profundo, con raíces que pueden llegar hasta 1 metro de longitud. Para su desarrollo óptimo, requiere una temperatura de 20 °C, humedad media y abundante luz, especialmente en la fase inicial de crecimiento. Prefiere suelos con buen drenaje, ricos en materia orgánica y arena (Ortega et al, 2022).

Manejo del Ensayo

Durante el desarrollo de la investigación se realizaron las siguientes actividades:

Preparación del terreno

Se realizó limpieza del terreno de manera manual utilizando el machete. Luego se procedió a roturar el suelo de manera mecánica con ayuda del motocultor, finalizada esta labor se procedió con la delimitación de cada unidad experimental a 2 m de ancho y 3 m de largo.

Trasplante

Se realizó un semillero previo al trasplante en campo, al tener 15 días después de la siembra (DDS) las plántulas fueron trasplantadas en campo, posterior al trasplante las plántulas recibieron la aplicación de los tratamientos respectivamente. Luego de 15 días después del trasplante (DDT) se realizaron las evaluaciones de los parámetros morfoagronómicos.

Riego

Toda la parcela contaba con riego por aspersión, con una línea superficial de 20 mm de diámetro. La frecuencia de riego fue la misma para todos los tratamientos.

Plantación

El trasplante se realizó en horas de la tarde debido a la alta intensidad solar que produce de mañana en la Granja Santa Inés. Las plántulas de pimiento de una variedad seleccionada se trasplantaron en las parcelas asignadas de acuerdo con un diseño aleatorizado.

Control de plagas

El control de arvenses dentro del área experimental se realizó de manera manual durante todo el ciclo del cultivo de manera semanal, para el control de la hormiga arriera se aplicó atakill y para el control de la mosca blanca, coleópteros y pulgones se aplicó Methomyl. Con respecto a las enfermedades, se realizó una aplicación preventiva semanas antes de que empiece la floración con Mancozeb.

VARIABLES EVALUADAS Y RECOLECCIÓN DE DATOS

Para medir los parámetros de evaluación se utilizó la metodología aplicada por (Batallas, et al, (2022), las mediciones se realizaron cada 15 días, se llevaron a cabo cuatro mediciones hasta llegar a la cosecha obteniendo un total de 40 datos:

Altura de planta: Se tomaron las medidas desde la parte inferior del tallo hasta el brote apical superior con el uso de una cinta métrica estándar.

Diámetro del tallo: El diámetro del tallo se determinó a 1 cm con un calibrador o pie de rey.

Número de hojas: El recuento del número de hojas se determinó de forma visual y por conteo.

Número de frutos por planta: Se realizó al momento de la cosecha, se contabilizaron el número de frutos, en 40 plantas por cada tratamiento establecido.

Peso de frutos: Con la ayuda de una balanza digital, marca CAMRY, modelo: EK3252, se midió el peso total de frutos en primera y segunda cosecha, de las dos hileras centrales de cada unidad experimental con el objetivo de evitar el efecto de borde.

Rendimiento Agrícola: Se calculó las t/ha a partir del peso total de frutos de cada unidad experimental.

Procedimiento estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA), que implicó la verificación de los datos y la uniformidad de las varianzas. Se comprobaron las suposiciones de independencia de errores, normalidad de los datos, uniformidad de la varianza. En caso de identificar diferencias significativas desde el punto de vista estadístico entre los tratamientos se aplicó la prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan (pruebas post-hoc). Esto se realizó con el propósito de identificar similitudes o diferencias entre los tratamientos. El empleo de herramientas estadísticas avanzadas como el ANOVA y las pruebas post hoc no solo aporta credibilidad a la metodología de investigación, sino que también permite a los investigadores obtener percepciones detalladas de los datos. Todas las evaluaciones se realizaron utilizando el software SPSS versión 25. Este enfoque analítico permitió una exploración exhaustiva de los datos, garantizando una sólida validez estadística y mejorando la fiabilidad de los resultados.

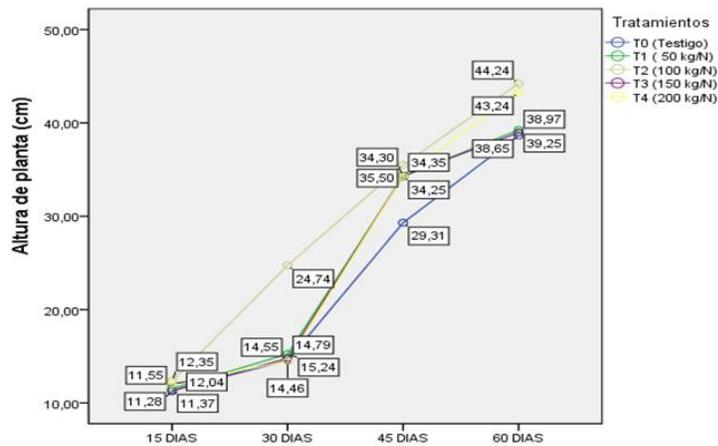
Resultados y discusión

La urea es la principal fuente de fertilización nitrogenada en países en vías de desarrollo por su alto contenido de nitrógeno, bajo costo de transporte y manejo seguro. El nitrógeno contenido en la urea se libera en el suelo mediante algunas transformaciones químicas y físicas, principalmente está disponible como amonio (NH_4) y mediante la acción de microorganismos nitrificantes como nitrosomas y nitrobacter se produce nitratos (NO_3), que son las formas asimilables del nitrógeno en la solución del suelo (Galloway et al., 2004; Iturri et al., 2022).

Altura de planta

La respuesta de la aplicación de diferentes dosis de N tuvo diferencias significativas en la altura de la planta en los 60 DDT con respecto al testigo, destacando entre ellos el T2 (100 kg/N/ha) a partir de los 15 – 30 días, en los 45 días todos tratamientos exceptuando el T0 (testigo) alcanzaron una altura similar, finalizando a los 60 días con el T2 (100 kg/N/ha) y T4 (200 kg/N/ha) con mayor altura de planta.

Figura 2: Altura de planta de pimiento (cm) durante un periodo de 60 DDT entre diferentes momentos de medición.

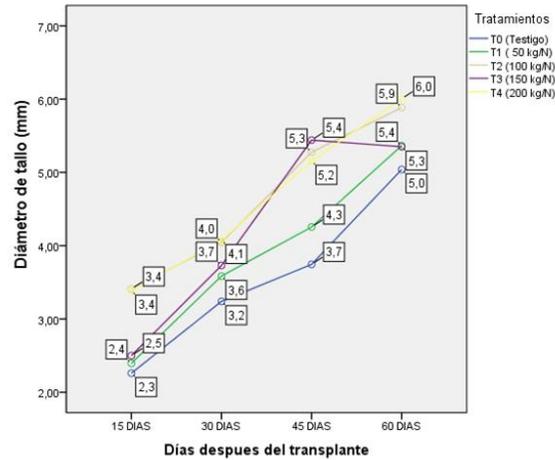


La media de la altura de las plantas tuvo un efecto positivo a los 45 días en su fase reproductiva en adición con dosis de N en forma de (NH₄) proveniente de la urea que favorece la concentración de nutrientes como potasio (K₂O), fósforo (P₂O), hierro (Fe₂O) y boro (B) disponible en la solución de suelo o aplicados en el programa de fertilización (Houdusse et al., 2007).

Diámetro del tallo

La aplicación de diferentes dosis de N tuvo diferencias significativas en el Diámetro del tallo de la planta a los 60 días después del trasplante (DDT) en relación al testigo, destacando entre ellos el T4 (200 kg/N/ha) a partir de los 15 – 30 días, en los 45 días todos tratamientos exceptuando el T0 (testigo) y T1 (50 kg/N/ha) alcanzaron una altura similar, finalizando a los 60 días con el T2 (100 kg/N/ha) y T4 (200 kg/N/ha) con mayor diámetro de planta.

Figura 3: Diámetro del tallo de pimienta (mm) durante 60 DDT entre diferentes momentos de medición.

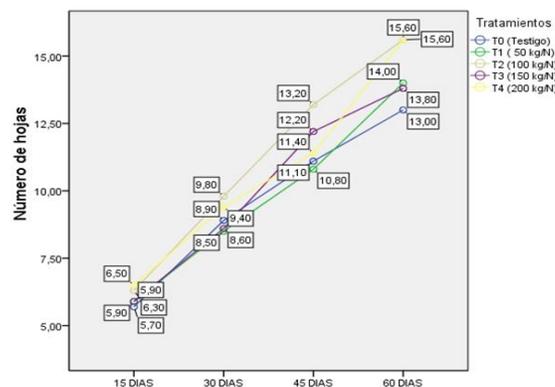


La carencia de nutrientes como nitrógeno y fósforo limitan el desarrollo adecuado de las plantas no solo en el diámetro de su tallo, esto se debe a que sus funciones se limitan, en el metabolismo el nitrógeno y fósforo forman parte de la estructura ácidos nucleicos que forman proteínas (Alfaro, 2013).

Número de hojas

La respuesta de la aplicación de diferentes dosis de N tuvo diferencias significativas en el número de hojas de la planta durante 60 DDT a diferencia del T0 (testigo), destacando entre ellos el T2 (100 kgN/ha) y T4 (200 kgN/ha) a partir de los 45 hasta los 60 DDT.

Figura 4: Número de hojas de pimienta durante un periodo de 60 DDT con diferentes dosis de N.



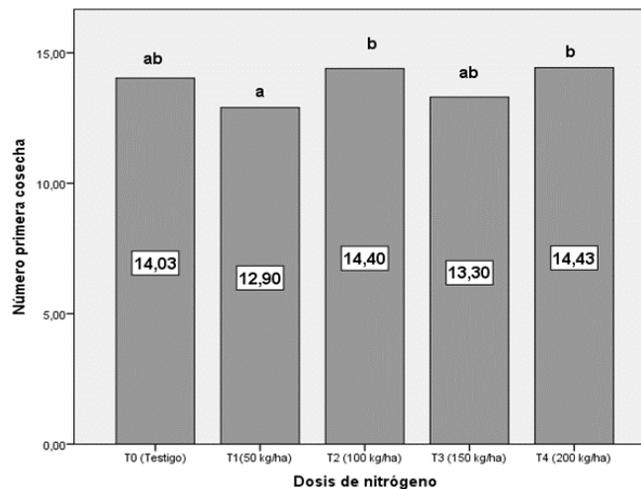
Los fertilizantes nitrogenados por su naturaleza y su disponibilidad en el suelo son considerados como el tercer factor a considerar en importancia, debido a formar parte fundamental de la clorofila, pigmento indispensable para la fotosíntesis y en consecuencia el inicio del metabolismo de las plantas. En este contexto es necesario mantener niveles adecuados de nitrógeno disponible en la solución de suelo. Las mayores pérdidas de nitrógeno se deben a la remoción por cosechas, a la lixiviación y volatilización (Morales et al., 2019).

Sin embargo el desarrollo de las plantas en el número de hojas de pimiento está condicionado a la emisión foliar de un determinado cultivar, así como el híbrido Salvador, para que este parámetro no sea afectado es necesario mantener estables los requerimientos nutricionales de pimiento así como menciona Eguez et al, (2022) el cual destaca que para obtener un mayor número de hojas no solo se requiere de aplicaciones de dosis de N, sino adicional complementar con macronutrientes como Potasio (K₂O) y Fósforo (PO₄) en sus formas asimilables en las fases iniciales. Listo.

Número de frutos por planta

La respuesta de la aplicación de diferentes dosis de N, no tuvo diferencias significativas en el número de frutos a los 60 DDT, destacando entre ellos el T0 (Testigo) y T2 (100 kg N/ha), lo que puede representar que el número de fruto no se encuentra directamente afectado por la aplicación de dosis de N en el híbrido de pimiento Salvador. Figura 5.

Figura 5: Número de frutos de pimiento en la primera cosecha con diferentes dosis de N.

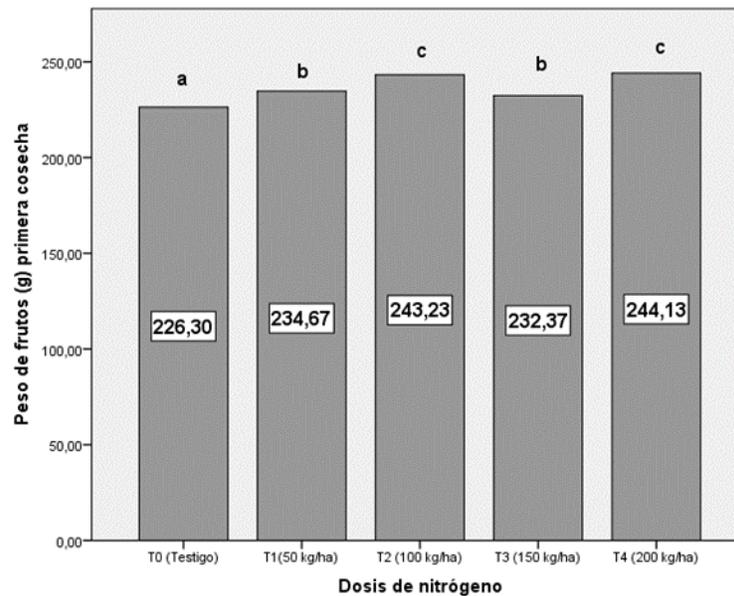


Esta variable morfológica puede ser afectada por aplicación de reguladores de crecimiento y la adición de micro elementos, principalmente Boro (Rivera, 2022; Huilcarema, 2020). El número de frutos en la primera cosecha se puede sugerir como una respuesta negativa o que carece de una relación directa a la dosis de N aplicado lo cual difiere con lo expuesto por Lema, (2022).

Peso de frutos

La aplicación de diferentes dosis de N, tuvo diferencias significativas en el peso del fruto a los 60 DDT a comparación de T0 (testigo), destacando entre ellos el T2 (100 kg/N/ha) y T4 (200 kg/N/ha). El peso de frutos en la primera cosecha no cuenta con una relación proporcional a la dosis de N aplicado, lo cual no corresponde con lo expuesto por Lema, (2022) cuyo trabajo experimental establece que, a mayor cantidad de nitrógeno aplicado, aumenta considerablemente el peso del fruto. Figura 6

Figura 6: Peso del fruto de pimiento híbrido Salvador con diferentes dosis de N en la primera cosecha



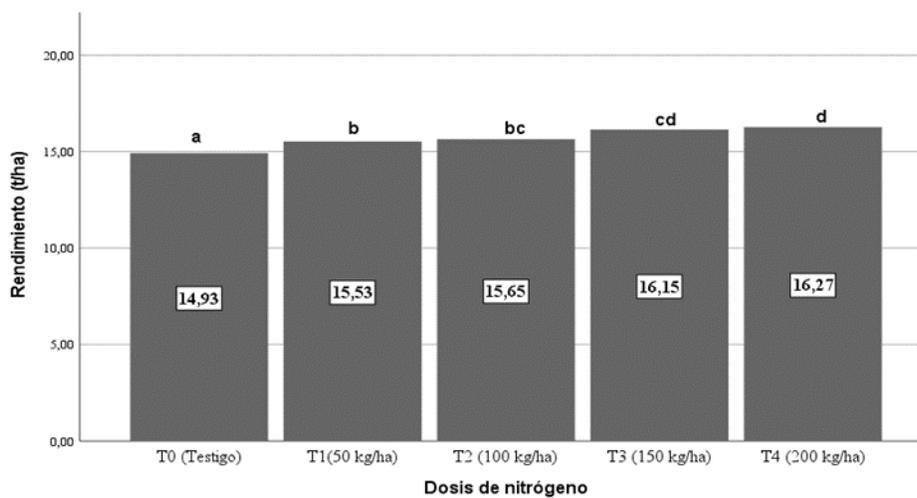
Cueto, (2017) menciona que, en el litoral ecuatoriano, en la zona de Baba, los híbridos de pimiento entre los cuales se destacan: Salvador, Marli y Dahra, como plantas mejoradas por su fisiología, responden de forma óptima a la aplicación de dosis foliar de biofermentados enriquecidos con nitrógeno.

Bajo condiciones de invernadero varios híbridos de pimiento como: Estrella y Vikingo presentan valores que concuerdan con los obtenidos en el peso del fruto del híbrido Salvador (Elizondo y Monge, 2017). En adición a lo anterior, el uso adecuado de diferentes dosis de nitrógeno puede incidir en el aumento del peso del fruto; a pesar de esto en el peso del fruto destacado por Mejillón y Jostín (2023), está por debajo del peso obtenido en presente trabajo de investigación con el uso de diferentes dosis de N (urea), en el cultivar de pimiento híbrido Salvador.

Rendimiento Agrícola

En la Figura 7 se muestra el efecto de las dosis de N kg/ha en el rendimiento agrícola, Se observan diferencias significativas entre tratamientos que destacan un aumento progresivo de acuerdo al incremento de la dosis de N en pimiento híbrido Salvador.

Figura 7: Rendimiento agrícola (t/ha) con diferentes dosis de N en el total de la cosecha.



El efecto de las dosis de N, se ve reflejado en el aumento significativo del rendimiento agrícola en el total de las t/ha cosechadas, cabe destacar que en el primer tratamiento t4 (200 kg/N/ha) presento el mayor rendimiento registrado en la investigación con 16,27 t/ha y del tratamiento T3 (150 kg/N/ha) con 16,15 t/ha de esta forma podemos ver diferencias significativas entre estos dos tratamientos. Los tratamientos T2 (100 kg/N/ha) con 15,65 t/ha y T1 (100 kg/N/ha) con 15,53 t/ha muestran similitud en su rendimiento agrícola; todos los tratamientos destacando del tratamiento testigo T0 (sin aplicación de nitrógeno), con esto se puede sugerir que la aplicación de una mayor

concentración de dosis de nitrógeno aumenta significativamente el rendimiento agrícola, cabe destacar que la aplicación de dosis de N, estarán influenciadas por factores ambientales que limiten su desarrollo (Velázquez, 2017). Sin embargo, cuando estas limitantes son mínimas o controladas bajo invernadero se puede obtener una relación proporcional entre la dosis de N y el rendimiento agrícola, cuanto mayor es la dosis de N, aumenta el peso del fruto y en consecuencia el rendimiento (Rivera et al, 2021).

Tabla 2: Respuesta del rendimiento agrícola frente a los tratamientos de aplicación de dosis de nitrógeno en pimiento.

Tratamientos	Rendimiento agrícola (t/ha)		
	Primera cosecha	Segunda cosecha	Total
T ₀	7,48 a	7,43 a	14,93 a
T ₁	7,74 ab	7,78 b	15,53 b
T ₂	7,85 bc	7,79 c	15,65 bc
T ₃	8,11 cd	8,02 bc	16,15 cd
T ₄	8,16 d	8,08 c	16,27 d

Tal como destaca Villota, (2014) quien afirma que la mayor dosis de nitrógeno (180 kg/N/ha), similar al T₄, presenta el mayor valor de rendimiento. Sin embargo, Cruz, (2020) describe la respuesta de la aplicación de N en dosis de 110 kg/ha similar a T₂, también permite obtener un alto rendimiento en el cultivo de pimiento ambos con el híbrido Quetzal, pero en zonas diferentes del litoral ecuatoriano.

Conclusión

La respuesta de la fertilización nitrogenada con urea cuenta con gran eficiencia en el tratamiento T₄ (200 kg/N/ha) en cada una de las variables incluyendo el rendimiento agrícola con una marcada diferencia máxima de 16,27 t/ha, en el total de cosecha a diferencia del tratamiento T₂ (100 kg/N/ha) con una diferencia máxima de 15,65 t/ha.

El híbrido de pimiento Salvador a partir de los 30 DDT mostró un desarrollo vegetativo característico de su precocidad, llegando a su cosecha a los 60 DDT, esta misma característica lo puede convertir en un híbrido de pimiento adecuado para la zona donde se realizó el estudio, adicional a esto el desarrollo del cultivo de pimiento depende de su expresión genética condicionada a los factores edafoclimáticos.

Referencias

1. Alfaro Cárdenas, O. M. (2013). Efecto de la deficiencia de macronutrientes y micronutrientes en plántulas de piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) en Tarapoto-San Martín. <http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/355/T%20P34%20A385%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
2. Amaiquema M., R. A. (2020). Respuesta agronómica del cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.) a la aplicación del fertilizante edáfico en la zona de Montalvo, Los Ríos [Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://190.15.129.146/bitstream/handle/49000/8478/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000117.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. de Ávila Silva, L., Omena-García, R.P., Condori-Apata, J.A. et al. Specific leaf area is modulated by nitrogen via changes in primary metabolism and parenchymal thickness in pepper. *Planta* 253, 16 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00425-020-03519-7>
4. Batallas, P., Jaramillo, E., & Luna, A. (2022). Evaluación morfológica del pimiento (*Capsicum annum* L.) bajo coberturas plásticas de diferentes colores, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 3, 143–152. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
5. Chalen, M., & Jostín, K. (2023). Evaluación del rendimiento productivo del pimiento *Capsicum annum* híbrido salvador, bajo la aplicación de 3 bioestimulantes, en la provincia de Santa Elena (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2023). <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/9739/1/UPSE-TIA-2023-0010.pdf>
6. Cueto Ronquillo, J. A. (2017). Híbridos de pimientos (*Capsicum annum* L.) y su respuesta a la aplicación foliar de concentraciones de biofermentados enriquecidos con nitrógeno en la zona de La Carmela-Cantón Baba-Ecuador (Doctoral dissertation, Universidad de

- Guayaquil; Facultad de Ciencias para el Desarrollo.).
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/22514>
7. de Souza, R., Peña-Fleitas, M. T., Thompson, R. B., Gallardo, M., & Padilla, F. M. (2020). Assessing Performance of Vegetation Indices to Estimate Nitrogen Nutrition Index in Pepper. *Remote Sensing*, 12(5), 763. <https://doi.org/10.3390/rs12050763>
 8. Demir, Z., Özbahçe, A., & Demir, Y. (2023). Growth and Physiological Responses of Pepper in Different Soil Water Regimes and Nitrogen Applications in a Semiarid Agricultural Ecosystem Using Surface and Sub-Surface Drip Irrigation and Its Economic Returns. *Gesunde Pflanzen*, 75(4), 1257–1275. <https://doi.org/10.1007/s10343-022-00775-3>
 9. Elizondo-Cabalca, Esteban., Monge-Pérez, José Eladio. (2017). "Evaluación de rendimiento y calidad de 15 genotipos de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica." *Revista Tecnología en Marcha* 30.4: 3-14. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-3.pdf>
 10. Eguez Enríquez, A. E., Rodríguez, L. K. L., Barrera, L. P. P., & Cedeño, J. M. L. (2022). Deficiencia nutricional de macronutrientes en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivadas en solución nutritiva. *Revista de Investigación TALENTOS*, 9(1), 69-82. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8551305>
 11. FAOSTAT, (2024). Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
 12. Galloway, J.N., Dentener, F.J., Capone, D.G. et al. (2004). Nitrogen Cycles: Past, Present, and Future. *Biogeochemistry* 70, 153–226 (2004). <https://doi.org/10.1007/s10533-004-0370-0>
 13. Guevara, J. F. V. (2021). Producción y comercialización del pimiento morrón (*Capsicum annuum* var. *Annuum* L.) en la provincia de Imbabura [Universidad Técnica del Norte]<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11122/2/03%20AGN%20079%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
 14. Hassan, S. M., El-Bebany, A. F., Salem, M. Z. M., & Komeil, D. A. (2021). Productivity and Post-Harvest Fungal Resistance of Hot Pepper as Affected by Potassium Silicate, Clove

- Extract Foliar Spray and Nitrogen Application. *Plants*, 10(4), 662. <https://doi.org/10.3390/plants10040662>
15. Houdusse, F., Garnica, M., & García-Mina, J. M. (2007). Nitrogen fertiliser source effects on the growth and mineral nutrition of pepper (*Capsicum annuum* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(11), 2099–2105. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2970>
 16. Huilcarema Gualán, María Alexandra. (2020). "Efecto foliar de dos dosis de boro en el rendimiento de ocho variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en invernadero." <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14123/1/13T00917.pdf>
 17. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2002). III Censo Nacional Agropecuario. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf
 18. Iturri, Antonela., Kloster, Nanci., Beroisa, Carolina., Díaz, Martín. (2022) Del nitrógeno en la urea al nitrógeno del suelo. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. https://repositorio.inta.gov.ar/bitstream/handle/20.500.12123/12038/INTA_CRLaPampa-SanLuis_EEAanguil_Kloster_N._Del%20nitr%20c3%b3geno%20en%20la%20urea%20al%20nitr%20c3%b3geno%20del%20suelo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 19. Krauß, S., & Vetter, W. (2019). Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios of Red Bell Pepper Samples from Germany, The Netherlands, and Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(14), 4054–4063. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.9b01631>
 20. Lema Shucad, J. A. (2022). Calibración de la dosis de nitrógeno mediante dos abonos orgánicos y el nitrato de calcio utilizando el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/17416/1/13T01009.pdf>
 21. Mancinelli, R., Muleo, R., Marinari, S., & Radicetti, E. (2019). How Soil Ecological Intensification by Means of Cover Crops Affects Nitrogen Use Efficiency in Pepper Cultivation. *Agriculture*, 9(7), 145. <https://doi.org/10.3390/agriculture9070145>.
 22. Matailo Ramírez, L. M., Chabla Carrillo, J., Luna Romero, A. E., & Gálvez, P. (2023). Modelización del rendimiento con Aquacrop-FAO en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* L.), Ecuador. *Manglar*, 20(1), 51–58. <https://doi.org/10.57188/manglar.2023.006>
 23. Morales., E. J., Rubí Arriaga, M., López Sandoval, J. A., Martínez Campos, Á. R., & Morales Rosales, E. J. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada

- de cultivos anuales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(8), 1875-1886. Epub 05 de febrero de 2021. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1732>
24. Luna-Romero, A., Ramírez, I., Sánchez, C., Conde, J., Agurto, L., & Villaseñor, D. (2018). Spatio-temporal distribution of precipitation in the Jubones river basin, Ecuador: 1975-2013. *Scientia Agropecuaria*, 9(1), 63–70. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.07>
25. Ortega, J., Cajape, E., Vera, V., Narváez, W., & Piguave, C. (2022). Selección de tres híbridos de pimiento (*Capsicum Annum L.*) para puerto la boca, Ecuador. 6(2), 63–72. <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/628>
26. Rivera Alvarado, Edison Vladimir. (2022). Efecto de hormonas vegetales en el crecimiento y producción del cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*) en Parroquia Pascuales, Cantón Guayaquil. BS thesis. Universidad De Guayaquil-Facultad De Ciencias Agrarias. <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/254f53a2-0fba-4006-a3b2-a03fc9abd203/content>
27. Rivera Ojeda, W. B., Ortiz Herrera, C. M., García Batista, R. M., & Rodríguez Delgado, I. (2021). Influencia de la fertilización nitrogenada en diferentes etapas de desarrollo del cultivo de pimiento (*Capsicum annum L.*). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(S1), 51-60. <https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/410>
28. Vaca Guevara, J. F. (2021). Producción y comercialización del pimiento morrón (*Capsicum Annum Var. Annum L.*) en la provincia de Imbabura [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11122>
29. Velázquez-Augusto, W. (2017). Efecto de nitrógeno y coberturas sobre el rendimiento y calidad del pimiento (*Capsicum annum L.*) en el valle de Lajas de Puerto Rico (Doctoral dissertation). <https://scholar.uprm.edu/handle/20.500.11801/643>
30. Villota Pérez, J. D. (2014). Comportamiento agronómico de dos híbridos de pimiento *Capsicum annum L.*, con tres niveles de nitrógeno (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil). <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/ea0092df-c30d-4d38-a64e-ed5ce6cebad1/content>
31. Wang, H., Xiang, Y., Zhang, F., Tang, Z., Guo, J., Zhang, X., Hou, X., Wang, H., Cheng, M., & Li, Z. (2022). Responses of yield, quality and water-nitrogen use efficiency of

greenhouse sweet pepper to different drip fertigation regimes in Northwest China.

Agricultural Water Management, 260, 107279.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377421005564?via%3Dihub>

32. Zhang, J., Lv, J., Dawuda, M. M., Xie, J., Yu, J., Li, J., Zhang, X., Tang, C., Wang, C., & Gan, Y. (2019). Appropriate Ammonium-Nitrate Ratio Improves Nutrient Accumulation and Fruit Quality in Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Agronomy*, 9(11), 683. <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/11/683>

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).