



Respuesta del cultivo de zanahoria a la fertilización orgánica y nitrogenada en la granja Santa Inés

Response of the carrot crop to organic and nitrogen fertilization on the Santa Inés farm

Resposta da cultura da cenoura à adubação orgânica e nitrogenada na fazenda Santa Inés

Kela Katherine Peñafiel-Ajila ^I

kpenafiel1@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0001-7698-913X>

Mathew Jacob Castillo-Asanza ^{II}

mcastillo11@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-7080-5755>

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: kpenafiel1@utmachala.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 11 de enero de 2024 * **Aceptado:** 21 de febrero de 2024 * **Publicado:** 23 de marzo de 2024

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

Resumen

A lo largo de la historia la respuesta de los diferentes cultivos ante la aplicación de fertilizantes ha jugado un papel decisivo en el crecimiento y producción de los mismos, no obstante, es difícil estimar con exactitud la contribución que tienen los fertilizantes sobre la producción agrícola. Ante ello el objetivo del estudio radica en evaluar la respuesta del cultivo de zanahoria a la aplicación de fertilizantes orgánicos y nitrogenados en la granja Santa Inés, situada en la provincia de El Oro, con el fin de determinar las características agromorfológicas y producción del cultivo. Para el desarrollo de la investigación se utilizó un diseño experimental cuadrado latino (DCL) 5x5, los tratamientos utilizados fueron: T_0 = Testigo, T_1 = 5 t/ha⁻¹ abono orgánico, T_2 = 10 t/ha⁻¹ abono orgánico, T_3 = 50 kg de N/ha⁻¹, T_4 = 100 kg de N/ha⁻¹, en donde se configuraron 25 unidades experimentales en una disposición en columnas e hileras, en un área total de 174 m². Se utilizaron 50 plantas por cada tratamiento para la toma de datos, la cual se efectuó a los 30, 60 y 90 días después del trasplante. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para conocer si se presentan o no diferencias significativas entre cada tratamiento. El mejor tratamiento fue el de 100 kg/ha⁻¹ de N, mostrando un desempeño superior respecto a los demás evaluados en relación a las características morfológicas (altura de la planta, número de hojas, diámetro de la raíz o fruto) y rendimiento agrícola.

Palabras clave: Cultivo de zanahoria; fertilización orgánica y mineral; rendimiento agrícola.

Abstract

Throughout history, the response of different crops to the application of fertilizers has played a decisive role in their growth and production; however, it is difficult to accurately estimate the contribution that fertilizers have on agricultural production. Given this, the objective of the study is to evaluate the response of the carrot crop to the application of organic and nitrogen fertilizers on the Santa Inés farm, located in the province of El Oro, in order to determine the agromorphological characteristics and production of the crop. For the development of the research, a 5x5 Latin square experimental design (LCD) was used, the treatments used were: T_0 = Control, T_1 = 5 t/ha⁻¹ organic fertilizer, T_2 = 10 t/ha⁻¹ organic fertilizer, T_3 = 50 kg of N/ha⁻¹, T_4 = 100 kg of N/ha⁻¹, where 25 experimental units were configured in an arrangement in columns and rows, in a total area of 174 m². 50 plants were used for each treatment for data collection, which was carried out 30, 60 and 90 days after transplanting. An analysis of variance (ANOVA) was

performed to determine whether or not there are significant differences between each treatment. The best treatment was 100 kg/ha-1 of N, showing superior performance compared to the others evaluated in relation to morphological characteristics (plant height, number of leaves, diameter of the root or fruit) and agricultural yield. .

Keywords: Carrot cultivation; organic and mineral fertilization; agricultural performance.

Resumo

Ao longo da história, a resposta das diferentes culturas à aplicação de fertilizantes tem desempenhado um papel decisivo no seu crescimento e produção; no entanto, é difícil estimar com precisão a contribuição que os fertilizantes têm na produção agrícola. Diante disso, o objetivo do estudo é avaliar a resposta da cultura da cenoura à aplicação de fertilizantes orgânicos e nitrogenados na fazenda Santa Inés, localizada na província de El Oro, a fim de determinar as características agromorfológicas e produtivas do cortar. Para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizado o delineamento experimental em quadrado latino (LCD) 5x5, os tratamentos utilizados foram: T0 = Controle, T1 = 5 t/ha-1 de adubo orgânico, T2 = 10 t/ha-1 de adubo orgânico, T3 = 50 kg de N/ha-1, T4 = 100 kg de N/ha-1, onde foram configuradas 25 unidades experimentais dispostas em colunas e linhas, em uma área total de 174 m². Foram utilizadas 50 plantas de cada tratamento para a coleta de dados, que foi realizada aos 30, 60 e 90 dias após o transplante. Uma análise de variância (ANOVA) foi realizada para determinar se existem ou não diferenças significativas entre cada tratamento. O melhor tratamento foi 100 kg/ha-1 de N, apresentando desempenho superior aos demais avaliados em relação às características morfológicas (altura da planta, número de folhas, diâmetro da raiz ou fruto) e rendimento agrícola.

Palavras-chave: Cultivo de cenoura; adubação orgânica e mineral; desempenho agrícola.

Introducción

Es difícil estimar con exactitud la contribución que tienen los fertilizantes sobre la producción agrícola. Esto se debe a la complejidad de los sistemas agrícolas y a la interacción que existe entre los fertilizantes y otros factores importantes (FAO, 2022). Por ejemplo, las condiciones climáticas, la calidad del suelo, la presencia de plagas y enfermedades, y las prácticas de manejo agrícola pueden influir en la eficacia de los fertilizantes. Además, la respuesta de los cultivos a los

fertilizantes puede variar dependiendo de la especie de la planta, la etapa de crecimiento y las condiciones ambientales. Por lo tanto, aunque los fertilizantes son una herramienta valiosa para los agricultores, su uso debe ser manejado con cuidado para maximizar su eficacia y minimizar cualquier impacto negativo en el medio ambiente (Matailo-Ramirez et al., 2019).

Pese a ello, estudios realizados demuestran que el mantenimiento de la capacidad productiva del suelo necesita incluir prácticas de nutrición vegetal que le permita evitar carencia o pérdidas por lixiviación, por lo que el desarrollo de prácticas agroecológicas en las cuales se incluyen el empleo de fertilizantes otorga una mejor condición de desarrollo para el cultivo (Rodríguez et al., 2021). La aplicación de abonos orgánicos favorece en el aporte de nutrimentos y microorganismos generando mayor nivel de nutrición en las plantas, a pesar, de que su capacidad como fuente de nutrimentos es baja, son mucho más amigables con el medio ambiente con respecto a los fertilizantes nitrogenados los cuales no son totalmente naturales pero favorecen el crecimiento de las plantas, aumenta el área foliar y a su vez contribuyen en la activación de las células encargadas de la fotosíntesis (Héctor et al., 2020).

Sin embargo, Es cierto que no todas las plantaciones reaccionan de la misma manera a la aplicación de diferentes fertilizantes, esta variabilidad puede ser atribuida a una serie de factores, incluyendo el potencial genético de la planta, las condiciones del suelo y el clima. El cultivo de zanahoria es una de las hortalizas más cultivadas y consumidas en todo el mundo. La elección de la zanahoria como objeto de estudio es relevante no sólo por su popularidad, sino también por su alto valor nutritivo. Esta hortaliza es conocida por sus propiedades antioxidantes, anticancerígenas, anti anémicas, cicatrizantes y sedantes, lo que las convierte en un componente valioso de una dieta saludable. Además, es un cultivo versátil que puede crecer en una variedad de condiciones de suelo y clima, lo que la hace ideal para estudiar la eficacia de diferentes tipos de fertilizantes (Estrada-Arellano et al., 2022). Sin embargo, incluso dentro de este cultivo, la respuesta a los fertilizantes puede variar dependiendo de la variedad y las condiciones específicas en las que se cultiva. Por lo tanto, aunque los fertilizantes pueden jugar un papel crucial en la mejora de la productividad de los cultivos, es importante recordar que su eficacia puede variar considerablemente dependiendo de una serie de factores. Por lo tanto, es esencial llevar a cabo investigaciones detalladas y específicas del cultivo para determinar las mejores prácticas de fertilización (Cruz et al., 2018, Sarzuri & Arragan, 2021).

En Ecuador, la producción de zanahoria ha experimentado un crecimiento significativo. En el año 2021, el país produjo alrededor de 6,21 toneladas por hectárea anuales cosechada para el consumo de la población. Este incremento en la producción es un testimonio del potencial agrícola del país y de la creciente demanda de este nutritivo vegetal. Es importante destacar que el 94% de la producción de zanahoria en Ecuador proviene de las provincias de Chimborazo, Cotopaxi y Tungurahua. Estas regiones, conocidas por sus suelos fértiles y condiciones climáticas favorables, han adoptado diferentes técnicas y enfoques en relación con la aplicación de fertilizantes (Cadpata et al., 2015). Sin embargo, existe una creencia entre los agricultores tradicionales de que la zanahoria no requiere la aplicación de fertilizantes. Esta percepción puede ser atribuida a una variedad de factores, incluyendo la resistencia de la zanahoria a ciertas condiciones de suelo y su capacidad para crecer en suelos con bajos niveles de nutrientes (Cordoba-Patiño & Pinzón-Sandoval, 2021).

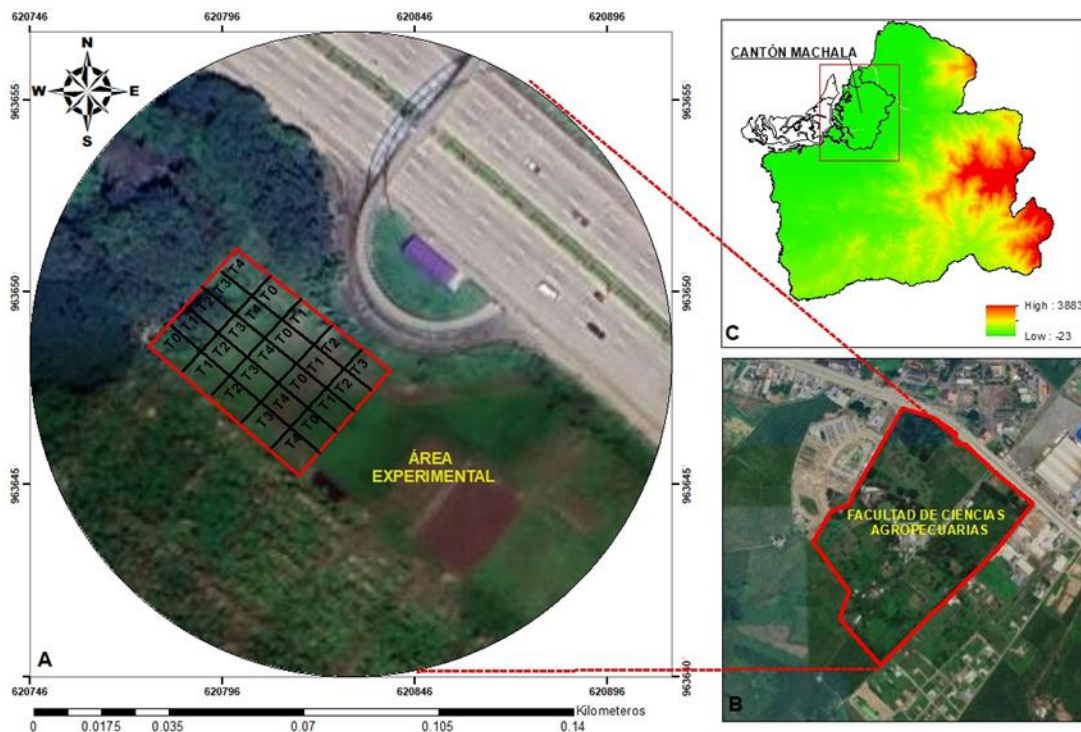
A pesar de esta creencia, la investigación y la experiencia han demostrado que la aplicación adecuada de fertilizantes puede mejorar significativamente el rendimiento y la calidad de las zanahorias. Los fertilizantes pueden proporcionar a las plantas los nutrientes esenciales que necesitan para crecer y prosperar, especialmente en suelos que carecen de estos nutrientes (Moreno et al., 2022).

Por lo anteriormente mencionado, en el presente estudio el objetivo radica en evaluar la respuesta del cultivo de zanahoria a la aplicación de fertilizantes orgánicos y nitrogenados en la granja Santa Inés situada en la provincia de El Oro, con el fin de determinar las características agro morfológicas y producción del cultivo, los resultados de este estudio podrían proporcionar a los agricultores información valiosa sobre cómo maximizar la producción de zanahorias.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la granja Santa Inés perteneciente a la Universidad Técnica de Machala (Facultad de Ciencias Agropecuarias) Av. Panamericana Km. 5 1/2 Vía a Pasaje, parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro, Ecuador, en las coordenadas geográficas -3°17 '28'' de latitud Sur y 79°54' 50 " 7 de longitud Oeste y 5 msnm (INAMHI, 2020) (Figura 1).

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio. A) Croquis del área experimental. B) Vista satelital de la Facultad de Ciencias Agropecuarias. C) Provincia de El Oro.



El área experimental se caracteriza por tener suelos aluviales que pertenecen al orden Inceptisol. Estos suelos presentan una textura franco arenosa y franco arcillo-arenosa, además de un buen drenaje (Villaseñor et al., 2015). Además, presentan 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 semihúmedo, con temperaturas que oscilan entre los 26,9 °C y los 21,1 °C. La precipitación promedio en la zona es de 694 mm/año y la humedad relativa es del 84% (Luna-Romero et al., 2018).

Material genético: El cultivar utilizado fue Royal Chantenay, la cual se caracteriza por su notable forma cónica, longitud de 14 a 17 cm y diámetro de 5 a 6 cm. Posee un color naranja intenso y una piel fina, y es conocida por su alto rendimiento.

Productos utilizados: Se utilizó como fuente de abono orgánico Bioabor (BBO) y fertilizante nitrogenado mineral granulado Urea (46% de N) (Figura 2).

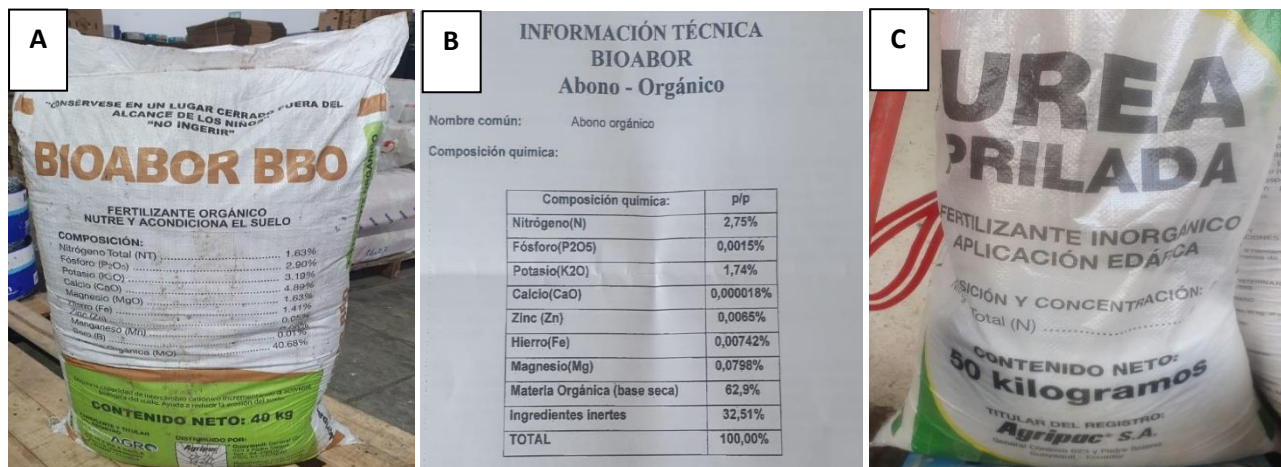


Figura 2. Fuentes de fertilizantes orgánico y mineral utilizadas en la investigación. A) BIOABOR fuente orgánica. B) Ficha con información técnica de BBO. C) Urea (46% N).

Tratamientos:

T₀ = Testigo

T₁ = 5 t/ha⁻¹ abono orgánico

T₂ = 10 t/ha⁻¹ abono orgánico

T₃ = 50 kg de N/ha⁻¹

T₄ = 100 kg de N/ha⁻¹

Diseño experimental

Se utilizó un diseño cuadrado latino (DCL) 5x5 para estudiar la influencia de las dosis de fertilización con cinco tratamientos. No se consideraron factores adicionales que pudieran afectar los resultados. El material y entorno experimental fueron homogéneos. Cada tratamiento se repitió cinco veces en unidades experimentales de 3m x 2m, con cuatro surcos separados a 50 cm y una distancia entre plantas de 20 cm. Cada unidad experimental contenía 60 plantas, sumando un total de 300 plantas por tratamiento. Se evaluaron 50 plantas, excluyendo las de los dos surcos extremos en cada tratamiento para evitar el efecto de borde (Figura 3).

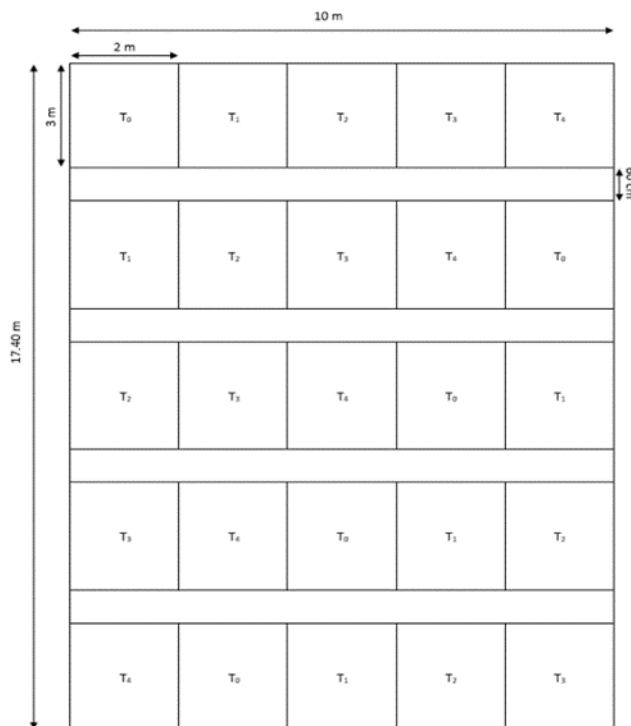


Figura 3. Croquis del Diseño Experimental.

Manejo del experimento

El experimento se llevó a cabo en un área designada de 174 m², que inicialmente fue limpiada y preparada. La limpieza se realizó de manera manual haciendo uso de machetes, la preparación del suelo se realizó de forma mecánica con ayuda de un motocultor removiendo el suelo hasta una profundidad de 25 cm para asegurar una estructura adecuada que favorezca el desarrollo radicular y el crecimiento del cultivo.

Las plántulas fueron trasplantadas después de haber sido sembradas en almacígalos, donde se colocaron tres semillas por orificio. El trasplante se realizó 30 días después de la emergencia, cuando el suelo estaba en capacidad de campo, lo que aseguró un trasplante exitoso.

Para la aplicación de los fertilizantes en primer lugar se procedió a pesar la cantidad requerida de acuerdo a la dosificación a evaluar y se distribuyó de manera uniforme en cada una de las UE.

El riego se realizó cuatro veces por semana de forma manual con ayuda de una manguera equipada con pistola para poder controlar el caudal y el tiempo de riego sea uniforme en cada unidad experimental. El control de arvenses se realizó de forma manual dos veces por semana hasta finalizar el ciclo del cultivo. La cosecha se llevó a cabo 90 días después del trasplante, para facilitar esta labor se aplicó un riego ligero el día anterior a la cosecha (Figura 4).



Figura 4. Manejo del experimento. A) Remoción del suelo. B) Aplicación de insecticida preventivo. C) Preparación de surcos.

Parámetros de evaluación

Para la toma de información correspondiente a los parámetros evaluados se utilizó la metodología aplicada por Moreno (2022):

1. **Altura de la planta(cm):** se midió desde la base de la planta hasta el punto más alto con una cinta métrica estándar, las mediciones se realizaron de manera mensual.
2. **Número de hojas por planta:** conteo del número total de hojas en cada planta, las mediciones se realizaron de manera mensual.
3. **Diámetro del fruto(cm):** se utilizó un pie de rey para medir la circunferencia de cada zanahoria.
4. **Peso del fruto(g):** después de la cosecha, se limpió las raíces de cualquier residuo efectuando el peso de cada raíz mediante una balanza de precisión.
5. **Rendimiento (t/ha^{-1}):** se calculó a partir del peso total de cada tratamiento.

Procedimiento estadístico

El procedimiento estadístico se realizó utilizando el análisis de varianza (ANOVA), factorial intergrupos que incluyó la comprobación de los supuestos de normalidad de datos, homogeneidad de las varianzas, independencia de errores y aditividad tratamientos-columna y tratamientos-hilera. En caso de encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados, se utilizó la prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan (pruebas post hoc), realizada

con el objetivo de conocer entre que tratamientos se presentan similitudes o diferencias. El procesamiento de los datos obtenidos en el estudio se realizó con el software estadístico SPSS versión 25 de prueba para Windows, con una confiabilidad en la estimación del 95% ($\alpha=0,05$).

Resultados y discusión

Los resultados de la prueba estadística realizada muestra que a los 30, 60 y 90 días de desarrollo del cultivo existen diferencias significativas entre tratamientos en función de las variables altura de planta, número de hojas, diámetro de fruto y peso de fruto.

Altura de planta(cm)

La prueba ANOVA y Duncan en la variable altura de planta, a los 30 días la altura de la planta del tratamiento testigo fue significativamente inferior al resto de los tratamientos, además donde se aplicó 50 y 100 kg de N/ha⁻¹ se encontró diferencias significativas con respecto al fertilizante orgánico, cuyos tratamientos mostraron menor altura de planta, con valores que fueron de 8,6 cm en T₁ y T₂ y 9,6 – 9,7 cm en T₃ y T₄.

A los 60 días de evaluación, se muestra que el tratamiento testigo obtuvo un valor inferior por debajo de su media con respecto a los tratamientos T₃ y T₄ lo que demuestra nuevamente que al aplicar 50 - 100 kg de N/ha⁻¹ se obtiene una altura promedio de 45,4 y 45,9 cm superior con respecto al testigo y al fertilizante orgánico 5 – 10 t/ha⁻¹, respectivamente.

Finalmente, durante los 90 días de evaluación se evidencia que nuevamente el tratamiento testigo sigue obteniendo valores inferiores con respecto a los tratamientos T₃ y T₄, afianzando los tratamientos 50 - 100 kg de N/ha⁻¹ una altura de 50,6 y 51,6 cm, superior al testigo y al fertilizante orgánico de 5 t/ha⁻¹ – 10 t/ha⁻¹.

Durante la evaluación de esta variable es notable que al aplicar una dosis de 100 kg de N/ha⁻¹ se obtiene un buen desarrollo vegetativo, durante los primeros 30 días de plantación se obtuvo un promedio de 9,7 cm de altura, entre los 60 y 90 días la diferencia de crecimiento fue de 5,7 cm respecto al promedio obtenido en los 90 días con 51,6 cm (Figura 5).

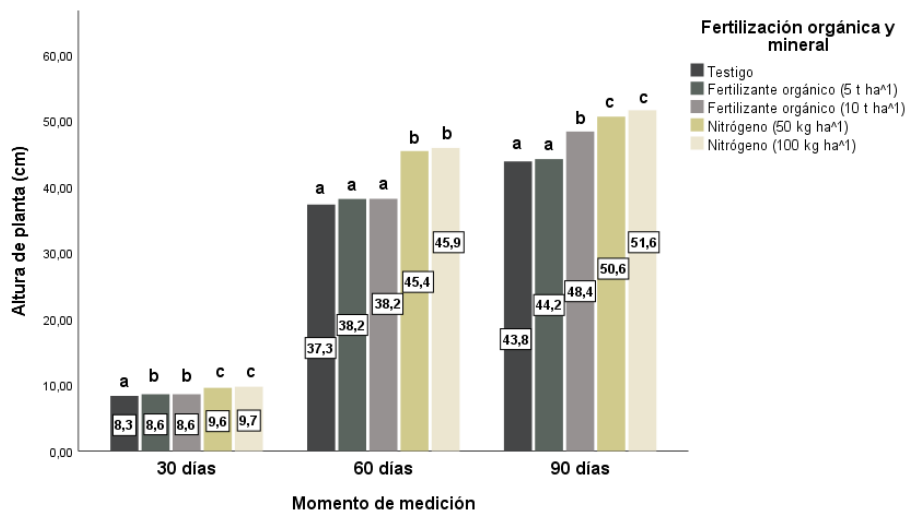


Figura 5. Efecto de la fertilización orgánica y nitrogenada en la altura de planta del cultivo de zanahoria, a los 30, 60 y 90 días de la plantación.

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre las fuentes y dosis de fertilizantes orgánicos y minerales utilizadas.

Los resultados obtenidos son muy similares a lo reportado por (Moreno et al., 2022) que evaluó la misma variedad de zanahoria expuesta a diferentes fuentes fertilizantes de origen mineral y orgánica, obteniendo que al emplear el uso de un fertilizante mineral a los 30 días obtuvo un promedio de 10,38 cm y al finalizar su evaluación a cosecha obtuvo un promedio de 52,96 cm, considerando que la fuente mineral provee una mayor estimulación en el crecimiento del cultivo de zanahoria, sin embargo un estudio realizado por (Ramírez-Vidal et al., 2023) aplicando fertilizantes orgánicas en el cultivo de zanahoria demostró que el potencial uso de guano de islas en la variedad Red Core puede alcanzar los 49,3 cm, siendo de manera evidente también una muy buena fuente para cubrir los requerimientos del cultivo.

Número de hojas

Con respecto a la variable número de hojas, la prueba ANOVA y Duncan, demostró que a los 30 días el tratamiento testigo obtuvo un valor inferior (4,0) hojas con respecto a los tratamientos T₂, T₃ y T₄, siendo la aplicación de 100 kg de N/ha⁻¹ significativo al testigo y al tratamiento de 5 t/ha⁻¹ de abono orgánico con un valor de 4,3 hojas.

A los 60 días de evaluación, se muestra que todos los tratamientos son diferentes entre sí, siendo el tratamiento testigo el que obtuvo un valor inferior con respecto a los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄, lo que demuestra un efecto positivo a esta edad de la planta en la aplicación de fertilizantes tanto orgánico como nitrogenado correspondiente a 100 kg de N/ha⁻¹ donde se obtiene un número de hojas (14).

Una situación similar ocurre a los 90 días de la plantación, se evidencia que nuevamente todos los tratamientos son diferentes entre sí, el tratamiento testigo sigue obteniendo valores por debajo en su media con respecto a los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄, afianzando el resultado de que una fertilización con 100 kg de N/ha⁻¹ obtiene un número de hojas de 18,9, superior al testigo (Figura 6).

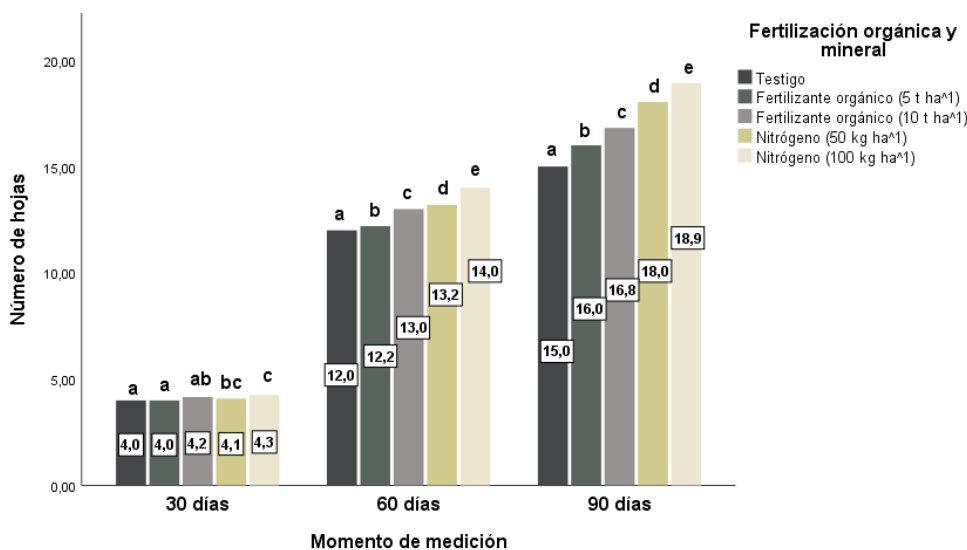


Figura 6. Efecto de la fertilización orgánica y nitrogenada en el número de hojas del cultivo de zanahoria, a los 30, 60 y 90 días de la plantación.

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre las fuentes y dosis de fertilizantes orgánicos y minerales utilizadas.

Es muy notable que al aplicar una dosis de 100 kg de N/ha⁻¹ el promedio de hojas en los primeros 30 días es de 4,3 en comparación con el testigo que tan solo obtuvo 4,0 hojas, al finalizar la evaluación a los 90 días el promedio obtenido fue de 18,9 hojas (Figura 6), denotando de esta manera una significancia muy considerable respecto al testigo, el tratamiento de 100 kg de N/ha⁻¹ es significativo con todos los tratamientos en los 3 momentos de observación (30, 60 y 90 días.)

Un estudio realizado por (Moreno et al., 2022) evidencio que el comportamiento de la aparición de las hojas de la planta, al aplicar un fertilizante mineral fue muy similar al obtenido a los 30 días de evaluación obtuvo un promedio de 4 hojas, a los 60 días 14 hojas y a cosecha 18 hojas. Este resultado según (Sousa et al., 2021) atribuye que el nitrógeno en hortalizas estimula la aparición y tasa de alargamiento de las hojas.

Diámetro de raíz o fruto(cm)

El resultado de la prueba estadística ANOVA y Duncan para la variable diámetro de la raíz, muestran que todos los tratamientos son diferentes entre sí, siendo el tratamiento testigo el que obtuvo un valor inferior de 3,3 cm, con respecto a los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄.

El fertilizante orgánico 5 t/ha⁻¹ y 10 t/ha⁻¹ alcanzó un diámetro de raíz de 3,8 y 3,9 cm respectivamente, siendo superior al testigo e inferior a los tratamientos de fertilizantes nitrogenados 50 kg de N/ha⁻¹ y 100 kg de N/ha⁻¹.

Al aplicar 100 kg de N/ha⁻¹ se obtuvo resultados superiores respecto al testigo y al fertilizante de origen orgánico, el valor al momento de la cosecha fue de 4,4 cm, superior estadísticamente a todos los tratamientos (Figura 7).

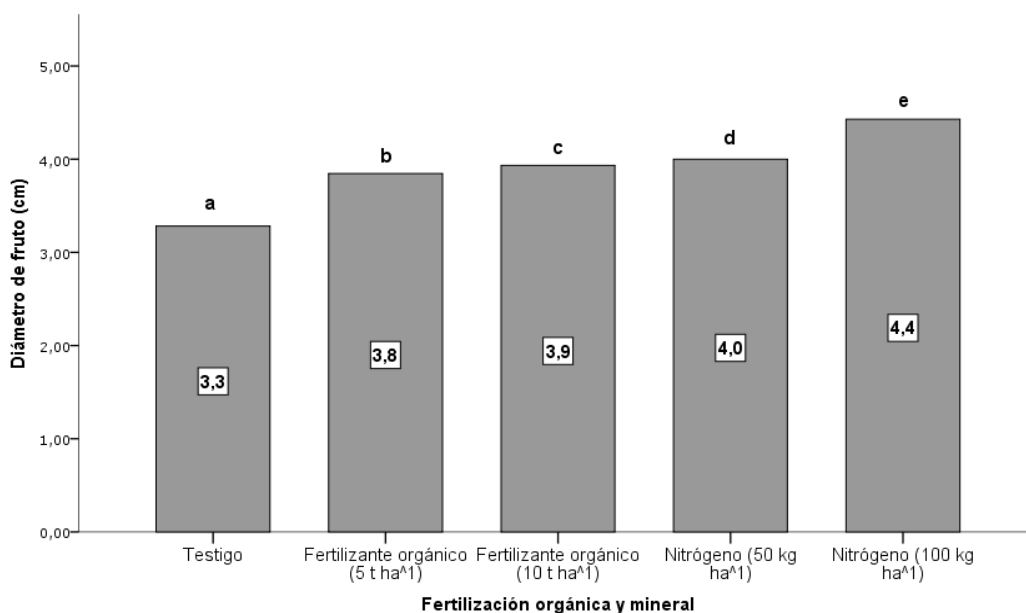


Figura 7. Efecto de la fertilización orgánica y nitrogenada en el diámetro de fruto en la cosecha del cultivo de zanahoria.

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre las fuentes y dosis de fertilizantes orgánicos y minerales utilizadas.

En la investigación realizada por (Moreno et al., 2022) se establecieron resultados similares a los obtenidos en la presente investigación, donde obtuvo un promedio de 4,12 cm al momento de usar una fuente de origen mineral. Un estudio reciente proporcionado por (Peñuelas et al., 2023) en cultivos de zanahoria demuestran que este tema depende mucho de varios factores como: la variedad, las condiciones climáticas, el suelo entre otra, que inclusive afectan directamente al rendimiento de cada cultivar. Aunque anteriormente (Yana et al., 2021) evaluó de manera individualizada 5 diferentes variedades de zanahoria a la respuesta del uso de nitrógeno afianzando lo mencionado por (Peñuelas et al., 2023) ya que cada variedad se expresa de acuerdo a su genotipo y a las condiciones edafoclimáticas a las que se exponen.

Peso de fruto(g)

Los resultados obtenidos de la prueba ANOVA y Duncan para la variable peso de fruto, evidencian que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. En tratamiento “T₁” que se aplicó 5 t/ha⁻¹ de BBO se obtuvo un peso promedio por fruto de 48,7 g, resultando igual estadísticamente que el testigo; al igual que el tratamiento T₃, cuando se aplicó 50 kg de N/ha⁻¹ resultó ser igual estadísticamente a cuando se aplicó 10 t/ha⁻¹ de BBO 52,6 g; sin embargo el tratamiento “T₄”, presentó diferencias estadísticamente significativas con respecto a los tratamientos T₁, T₂ y T₃ siendo el mejor tratamiento evaluado ya que cuando se aplicaron 100 kg de N /ha⁻¹ se obtuvo un peso promedio de fruto de 57,6 g, muy superior en comparación con el testigo y a los demás tratamientos (Figura 8).

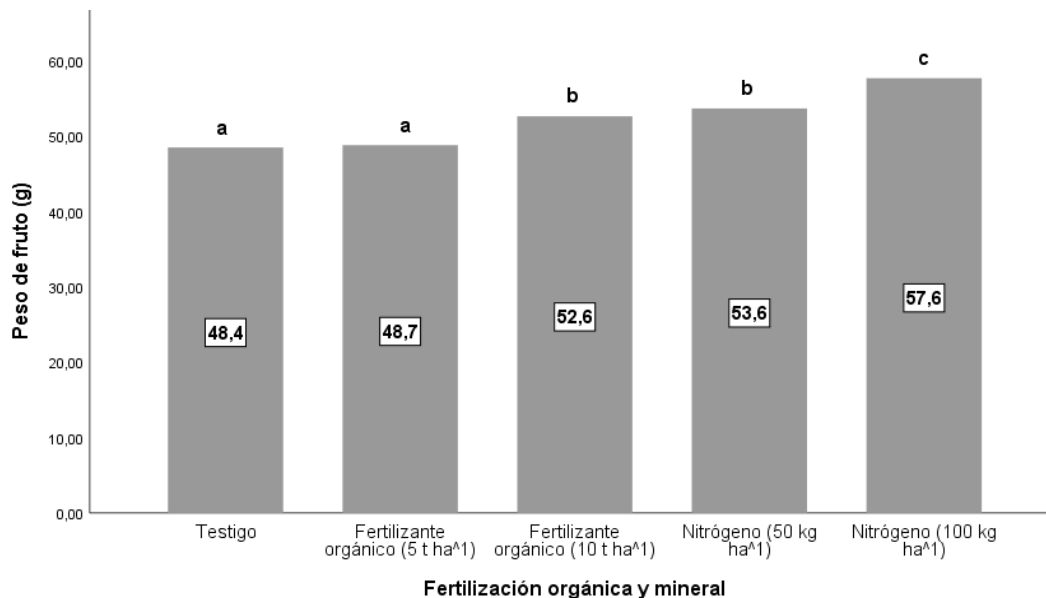


Figura 8. Efecto de la fertilización orgánica y nitrogenada en el peso promedio de frutos en el cultivo de zanahoria.

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre las fuentes y dosis de fertilizantes orgánicos y minerales utilizadas.

Rendimiento agrícola(t/ha⁻¹)

El resultado de la prueba estadística ANOVAN y Duncan para el rendimiento agrícola, muestran que existen 3 tratamientos diferentes estadísticamente entre sí, siendo T₀ y T₁ los que obtuvieron un valor inferior de (4,9 t/ha⁻¹) con respecto al tratamiento fertilizante nitrogenado 100 kg de N/ha⁻¹, siendo la aplicación de 100 kg de N/ha⁻¹, donde obtiene el rendimiento de 5,8 t/ha⁻¹ (Figura 9).

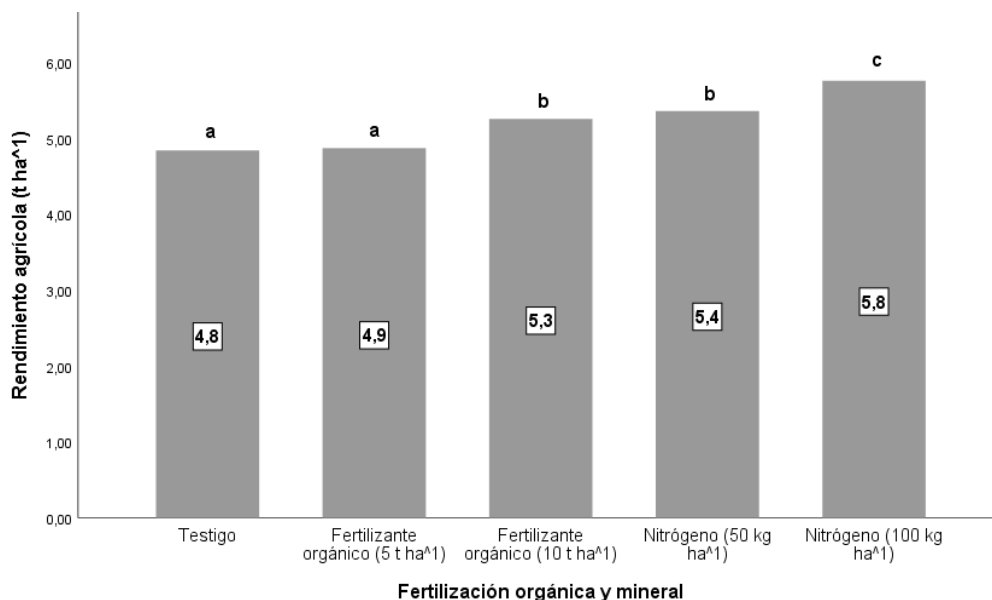


Figura 9. Efecto de la fertilización orgánica y mineral en el rendimiento agrícola (t/ha)⁻¹ en la cosecha del cultivo de zanahoria.

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre las fuentes y dosis de fertilizantes orgánicos y minerales utilizadas.

Son muy evidentes las diferencia en el rendimiento agrícola obtenido con fertilizantes minerales con respecto al testigo (Figura 9), en comparación con los resultados obtenidos por (Moreno et al., 2022) haciendo uso de la fuente mineral, obtuvo un promedio de rendimiento de 2,815 t/ha⁻¹, un valor muy inferior por debajo de la media de los tratamientos evaluados en la presente investigación, aunque recientemente un estudio proporcionado por (Huespe et al., 2023) en regiones semiáridas en dos fechas de cosecha obtuvo rendimientos de 3,63 y 4,36 t/ha⁻¹, muy similares a los obtenidos en la presente investigación, otros autores como (Ochoa et al., 2023) demostraron que aplicando gallinaza como fuente de fertilización orgánica en el cultivo de zanahoria se pueden alcanzar rendimiento de hasta 16,58 t/ha⁻¹, valores extremadamente superiores a la media de producción del país con una producción de 6,30 t/ha⁻¹ para el año 2022 según información proporcionada por (FAOSTATS, 2022).

Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que la aplicación de 100 kg de N/ha⁻¹ mejoran los parámetros morfológicos del cultivo (altura de la planta, número de hojas, diámetro de la raíz o fruto), lo que se infiere influye favorablemente en el peso promedio del fruto y en el rendimiento agrícola.

El mayor rendimiento agrícola estadísticamente significativo alcanzado fue de 5,8 t/ha⁻¹ correspondiente al tratamiento de 100kg de N/ha⁻¹, a diferencia de los demás tratamientos los cuales obtuvieron valores inferiores correspondientes a 5,36 t/ha⁻¹ (50kg de N/ha⁻¹), 5,26 (BBO 10 t/ha⁻¹), 4,87 t/ha⁻¹(BBO 5 t/ha⁻¹) y el testigo 4,84 t/ha⁻¹, respectivamente.

Como resultado se obtiene un mayor rendimiento en la producción agrícola. Es importante considerar estos resultados en la planificación de prácticas de manejo y fertilización de hortalizas de este tipo, estimando de tal manera una producción rentable y sostenible.

Referencias

1. Estrada-Arellano, E., Murillo-Amador, B., Cervantes-Vázquez, T. J. Á., Galle gos-Robles, M. Á., Fortis-Hernández, M., & Vázquez-Vázquez, C. (2022). Organic fertilization to improve nutraceutical quality of tomato hybrids and its effect on the chemical properties of the soil. *Terra Latinoamericana*, 40. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V40I0.1613>
2. Cadpata, B., Chamorro, V., & Ruth, S. (2015). Estudio del efecto de la aplicación de sanitizantes en la calidad de zanahoria (*daucus carota* l.) De iv gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 16(2), 7. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81343176023.pdf>
3. Cruz-Tobar, E., Vega-Chariguamán, J., Gutiérrez- Albán, A., González-Rivera, M., Saltos-Espín, R., & González-Rivera, V. (2018). Aplicación de abonos organicos en la producción de zanahoria (*Daucus carota* L.). *Revista de Investigación Talentos*, 5(2), 26–35. <https://doi.org/10.33789/talentos.5.81>
4. Cordoba Patiño, L. D., & Pinzón-Sandoval, E. H. (2021). Fitosociología de malezas asociadas a cultivos de zanahoria en dos municipios de boyacá. *Ciencia y Agricultura*, 18(3). <https://doi.org/10.19053/01228420.v18.n3.2021.13752>

5. FAO. (2022). Los fertilizantes y su uso. In Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Vol. 4, Issue 12). <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.1993.tb03018.x>
6. FAOSTATS. (2022). Producción de zanahorias y nabos por país y años. <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
7. Héctor, E., Torres, A., Fosado, O., Peñarrieta, S., Solórzano, J., Jarre, V., Medranda, F., & Montoya, J. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. *Cultivos Tropicales*, 41(4), 2. <https://www.redalyc.org/journal/1932/193266197002/html/>
8. Huespe, D., Solaro, C., & Ponce, J. P. (2023). Ensayo comparativo de rendimiento de Zanahoria (*Daucus carota* L.) para dos fechas diferentes de cosecha en la Región Semiárida Pampeana. *Semiárida: Revista de La Facultad de Agronomía UNLPam*, 32(2), 57–64. [https://doi.org/10.19137/semiarida.2022\(02\).57-64](https://doi.org/10.19137/semiarida.2022(02).57-64)
9. INAMHI. (2020). Anuarios Meteorológicos. Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología Ecuador. <https://www.inamhi.gob.ec/biblioteca/>
10. 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>
11. Matailo-Ramirez, L. M., Luna-Romero, A. E., Cervantes Alava, A. R., & Vega Jaramillo, F. Y. (2019). Sequías: Efecto sobre los recursos naturales y el desarrollo sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas*, III, 154–162. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/331>
12. Moreno Carbo, X. J., Córdova Uriola, R. N., & Rodríguez Delgado, I. (2022). Influencia de la fertilización orgánica en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la zanahoria. In *Revista Científica Agroecosistemas* (Vol. 10, Issue 3, pp. 41–50). <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/560/533>
13. Ochoa, E., Black, A., & Rodríguez, I. (2023). Efecto de la aplicación de gallinaza en crecimiento y desarrollo del cultivo de zanahoria. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(3), 36–42. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index/aes>

14. Peñuelas, O., Urías, S., Arias, J., & Argentel, L. (2023). Variabilidad de características de calidad de zanahoria comercializada en cinco puntos de Ciudad Obregón, Sonora, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 19(1), 1–9. <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/331/317>
15. Ramírez-Vidal, L. A., Luis-Olivas, D. B., Mendoza-Nieto, E., & Gambini-de la Cruz, T. A. (2023). Efecto de fuentes orgánicas de fertilizantes sobre morfometría y rendimiento de dos variedades de zanahoria en Pomabamba, Perú. *Peruvian Agricultural Research*, 5(2), 67–73. <https://doi.org/10.51431/par.v5i2.856>
16. Rodríguez, L., China, A., Falcón, A., & Ramos, J. (2021). Crecimiento y relación fuente–demanda en plantas de zanahoria bioestimuladas con Quitomax® y Pectimorf®. *Cultivos Tropicales*, 42(4). <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1618/3154>
17. Sarzuri, T., & Arragan, F. (2021). Abono orgánico líquido enriquecido y su efecto en el comportamiento agronómico del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.). *Apthapi*, 7(1), 2174–2181. <http://apthapi.agro.umsa.bo/index.php/ATP/article/view/86/79>
18. Sousa, C. C. C., Montagner, D. B., De Araújo, A. R., Euclides, V. P. B., Dos Santos Difante, G., Gurgel, A. L. C., & De Souza, D. L. (2021). The soil-plant interface in *Megathyrus maximus* cv. Mombasa subjected to different doses of nitrogen in rotational grazing. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 12(4), 1098–1116. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i4.5904>
19. Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización física y clasificación taxonómica de algunos suelos dedicados a la actividad agrícola de la Provincia de El Oro. *Cumbres*, 1(2), 28–34. <https://doi.org/10.48190/cumbres.v1n2a5>
20. Yana, R., Blanco, M., & Poma, E. (2021). Evaluación de cinco variedades de zanahoria (*Daucus carota* L.), en la estación experimental patacamaya. *Revista Estudiantil AGRO-VET*, 5(2), 16. <https://agrovvet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/57>