

INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL CULTIVO DE LA ZANAHORIA

INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZATION ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF THE CARROT CROP

Xiomara Jazmín Moreno Carbo¹

E-mail: xmoreno1@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7665-3217>

Ronaldo Nicolás Córdova Uriola¹

E-mail: rcordova2@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2248-0503>

Irán Rodríguez Delgado¹

E-mail: irodriguez@utmachala.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6453-2108>

¹Universidad Técnica de Machala. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

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. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 41-50. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

RESUMEN

La fertilización orgánica en el cultivo de hortalizas constituye en la actualidad una alternativa eficaz que posibilita el incremento de la producción agrícola en armonía con la naturaleza. El objetivo del estudio experimental fue evidenciar la influencia de la fertilización orgánica en el crecimiento y desarrollo del cultivo de zanahoria en la granja Santa Inés, El Oro, Ecuador, para ello, se aplicó un diseño cuadrado latino simple, en un Inceptisol y un área de 60 m², donde se utilizaron cinco tratamientos, humus de lombriz, gallinaza, guano de chivo, fertilizante mineral (10-30-10) y testigo absoluto, con cinco réplicas distribuidos de forma completamente al azar en las columnas e hileras, conformándose 25 unidades experimentales. La recolección de datos se efectuó en 10 plantas en cada unidad experimental y las variables morfológicas y agronómicas fueron medidas a los 30, 60 días y al momento de cosecha. Se utilizó el análisis de varianza factorial intergrupos para determinar la presencia o no de diferencias estadísticas entre tratamientos. La aplicación de gallinaza mostró los mejores resultados. La aplicación del fertilizante orgánico gallinaza mostró los mejores resultados diferentes estadísticamente a los demás tratamientos en relación con las variables morfológicas, agronómicas y rendimiento agrícola del cultivo de zanahoria.

Palabras clave:

Gallinaza, humus de lombriz, guano de chivo, variables morfológicas y agronómicas.

ABSTRACT

Organic fertilization in vegetable cultivation is currently an effective alternative that enables increased agricultural production in harmony with nature. The objective of the experimental study was to demonstrate the influence of organic fertilization on the growth and development of the carrot crop in the Santa Inés farm, El Oro, Ecuador. For this, a simple Latin square design was applied, in an Inceptisol and an area of 60 m², where five treatments were used, earthworm humus, chicken manure, goat guano, mineral fertilizer (10-30-10) and absolute control, with five replicates distributed completely randomly in the columns and rows, conforming 25 experimental units. Data collection was carried out on 10 plants in each experimental unit and the morphological and agronomic variables were measured at 30, 60 days and at harvest time. Intergroup factorial analysis of variance was used to determine the presence or absence of statistical differences among treatments. The chicken manure application showed the best results. The application of the organic chicken manure fertilizer showed the best results, statistically different from the other treatments in relation to the morphological, agronomic variables and agricultural yield of the carrot crop.

Keywords:

Chicken manure, earthworm humus, goat guano, morphological and agronomic variables.

INTRODUCCIÓN

La agricultura es un grupo de actividades económicas relacionadas con el cultivo de la tierra y el tratamiento del suelo fértil para la producción de alimentos, comprendiendo así todas las técnicas y labores humanas enfocadas en la obtención de alimentos y otros productos que pueden ser utilizados en el sector textil (Morales, 2021).

La agricultura a nivel mundial tiene una gran importancia económica, debido a su contribución en la producción interna, al empleo y al aporte a la seguridad alimentaria. La FAO considera que la agricultura es la fuente de ingreso del 70% de la población rural en el mundo, la mayoría de personas dependen de la agricultura directa o indirectamente. Sin embargo, en la actualidad afronta dificultades en los pequeños productores, ya que se enfrentan a limitaciones como, falta de crédito, infraestructura inadecuada y escasa tecnología para el desarrollo agrícola (García et al., 2006) de parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este producto informativo para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor, siempre que se especifique claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción del material contenido en este producto informativo para reventa u otros fines comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Las peticiones para obtener tal autorización deberán dirigirse al: "author": [{"dropping-particle": "", "family": "García", "given": "Z", "non-dropping-particle": "", "parse-names": false, "suffix": ""}], [{"dropping-particle": "", "family": "Nyberg", "given": "Jennifer", "non-dropping-particle": "", "parse-names": false, "suffix": ""}], [{"dropping-particle": "", "family": "Saadat", "given": "Shayma Oweise", "non-dropping-particle": "", "parse-names": false, "suffix": ""}], "container-title": "Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentacion", "id": "ITEM-1", "issued": {"date-parts": [{"2006"}]}, "page": "1-59", "title": "Agricultura, expansión del comercio y equidad de género", "type": "article-journal", "uris": [{"http://www.mendeley.com/documents/?uuid=7ac8fdd1-4289-4d6f-b026-f864f1189350"}], "mendeley": {"formattedCitation": "(García et al., 2006).

La agricultura es fundamental para la economía del Ecuador por diferentes razones: genera valor agregado que representa el 9% del Producto Interno Bruto; ayuda a cumplir con la soberanía alimentaria y genera un 26,8% de los empleos en la población económicamente activa del país (Fiallo, 2017). La agricultura es definida como la producción, procesamiento, comercialización y distribución de productos, por lo tanto, se considera como una fuente de alimentos y materia prima (UTN, 2017), dentro

de la misma las hortalizas constituyen un rubro importante, que contribuye a la alimentación de millones de personas.

Las hortalizas son alimentos nutritivos y saludables, bajos en calorías, ricos en agua, fibra, vitaminas y minerales; su actividad antioxidante las hace imprescindibles. Además, contienen sustancias bioactivas que pueden ayudar a reducir el riesgo de padecer enfermedades crónicas, al contener bajas cantidades de almidón y azúcar (EFE:salud, 2019).

La zanahoria (*Daucus carota* L.), es una especie de planta que tiene su origen en el centro de Asia y el Mediterráneo. Se plantea que ha sido utilizadas hace 2000 años por griegos y romanos; perteneciente a la familia Apiáceas, y entre sus principales características se define que es una planta bianual, con raíz napiforme, de forma y colores variados, con una estructura interna compuesta por el xilema que se encuentra en el centro y el floema que se ubica en la parte exterior (Tomita y Arrúa, 2018) ofrece alternativas y ventajas para ser producidas en fincas de pequeños productores. En el Departamento de Ñeembucú, la producción de esta hortaliza no alcanza a satisfacer las demandas locales. El objetivo de este estudio es determinar el manejo de la fertilidad del suelo Entisol cultivado con esta hortaliza para establecer un sistema sostenible de producción con bajos insumos. Se evaluaron 4 niveles del N (0, 50, 100 y 200kgN/ha. Es una hortaliza producida y consumida en todo el mundo por su gran contenido de β -carotenos, α -carotenos, vitamina E y C, fósforo y antioxidantes (López, 2011).

El manejo agronómico en el cultivo de la zanahoria requiere de una buena preparación de suelo, se debe remover a una profundidad que posibilite la aireación, buen drenaje y retención de humedad, para evitar la compactación y obtener una exitosa producción, la siembra se realiza de dos formas: directa (se coloca la semilla directamente en el suelo) o indirecta (se siembran las semillas en semilleros y luego las plántulas se trasplantan en el terreno elegido para el cultivo (Lardizábal, 2013).

Las labores culturales más importantes en el cultivo de la zanahoria son el control de arvenses, raleo y riego de agua. El control de arvenses se debe realizar en los primeros 30 días después de la siembra, de forma manual, para evitar competencia por agua, luz y nutrientes. El primer raleo se realiza cuando las plantas tienen de 3 a 4 cm, después de varias semanas se realiza un segundo raleo. El riego es bastante exigente en este cultivo, principalmente cuando se realiza sobre suelos secos.

A nivel mundial, las principales regiones productoras de zanahorias y nabos en 2020 se encuentran en Asia (63,8%), Europa (20,1%), Américas (9,4%), África (5,9%) y Oceánica (0,9%). Los principales países productores a nivel mundial son China continental, Uzbekistán y Estados Unidos de América que alcanzan un rendimiento agrícola de 45,4 t/ha, 77,8 t/ha y 56,09 t/ha, respectivamente. En Ecuador el año de mayor producción fue 2016 con

41.069,0 t. En el año 2020 se obtuvo un rendimiento agrícola de 6,23 t/ha (FAOSTAT, 2022).

Las principales provincias productoras de zanahoria en Ecuador son Chimborazo, Cotopaxi y Tungurahua (Bastidas-Cadpata & Valencia-Chamorro, 2015).

La fertilización es uno de los pilares más importantes para lograr acceder al potencial productivo en el cultivo de zanahoria. El uso excesivo de fertilizantes químicos al suelo, ha sido uno de los principales factores de contaminación de las áreas de producción agrícola en el mundo (Cruz-Tobar et al., 2018) tales como compost, bocashi, humus, biol y su efecto sobre el crecimiento, diámetro ecuatorial, longitud, peso y rendimiento en el cultivo de zanahoria. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial con cuatro tipos de abonos orgánicos y tres dosis de aplicación (1 kg/m², 2 kg/m², 3kg/m²).

La utilización de fertilizantes orgánicos en la nutrición de los cultivos y las hortalizas de forma específica constituyen un elemento clave en el incremento de la producción, calidad del producto y cuidado del ambiente, aunque su efecto en el suelo es variable, según la procedencia, edad, contenido de humedad y manejo del cultivo que se realice. El uso de fertilizantes orgánicos en la producción de alimentos es una alternativa económica y a su vez nos permite obtener productos sanos y de calidad para los consumidores (Arce, 2020) "ISSN": "0377-9424", "abstract": "Introducción. La presente investigación el primer esfuerzo identificado en Costa Rica, que concreta una comparación de costos de producción entre hortalizas orgánicas y convencionales. El proyecto permitió visibilizar los precios de venta, costos unitarios y márgenes de ganancia de los productos seleccionados y los comparó entre ambos esquemas de producción. Objetivo. Esclarecer las causas asignables a la diferencia en precios de venta y costos de producción entre 6 hortalizas orgánicas y su homólogo convencional. Materiales y métodos. Se formuló un cuestionario para consultar a 2 grupos de productores, uno conformado por 10 productores de hortalizas orgánicas y otro por 10 productores dedicados a la producción convencional. Se formularon 19 preguntas cerradas sobre costos de inversión, costos de producción, ingresos, relación costo-beneficio. Las hortalizas seleccionadas fueron culantro (*Coriandrum sativum*).

Los fertilizantes orgánicos incluyen la adición de fuentes de alimentos que se producen a partir de ingredientes 100% naturales. Estos debido a su color oscuro absorben más las radiaciones solares, por lo que, la temperatura del suelo es más alta y los nutrientes se absorben más fácilmente. Aportan materia orgánica y elementos esenciales para las plantas, mejoran la estructura y la permeabilidad del suelo (Ramos et al., 2014).

Mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos se garantiza la obtención de productos agrícolas con mayor calidad, se disminuye la contaminación en los suelos, aguas y ambiente, se mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, la estabilidad de los agregados,

regulación del balance hídrico del suelo, mayor retención de nutrientes y regula los niveles de pH.

El objetivo del estudio fue evidenciar la influencia de la fertilización orgánica en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la zanahoria en la granja Santa Inés, parroquia El Cambio, El Oro, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo investigativo se realizó en áreas agrícolas de la Granja Santa Inés, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad técnica de Machala, ubicada en km 5,5 vía Machala-Pasaje, parroquia El Cambio, cantón Machala, provincia de El Oro, Ecuador, en las coordenadas 03°17'16" de latitud Sur y 79°54'05" de longitud Oeste, a una altitud de 5 msnm (Figura 1).

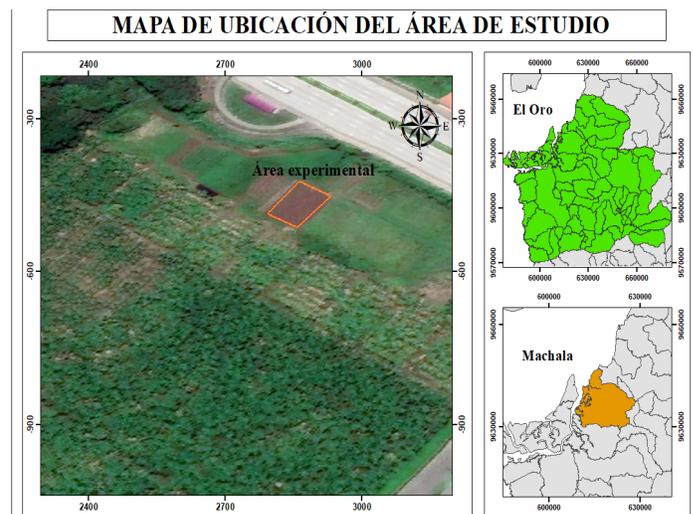


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

Según Villaseñor et al. (2015) La Iberia (LI el área experimental es una zona con suelos aluviales pertenecientes al orden Inceptisol, clase textural franca arenosa y franco arcillo-arenoso, buen drenaje, con una baja conductividad eléctrica y materia orgánica, así como, un pH de 6,8. Su clima es tropical seco a semihúmedo, con temperatura máxima de 26,9 °C y mínima de 21,1 °C, precipitación de 13,6 mm y una humedad relativa de 84% (Pourrut, 1995) país andino, amazónico y ribereño del Pacífico, puede definirse como una tierra de contrastes: contrastes humanos y choque de civilizaciones, aunque también contrastes físicos, geológicos, climáticos y evidentemente hidrológicos. En efecto: en él se encuentran yuxtapuestos a cortas distancias, terrenos accidentados y llanuras, zonas cálidas y zonas frías, regiones húmedas y secas, en donde el agua se manifiesta bajo formas sumamente variables y constituye a menudo un factor limitante para el desarrollo agrícola por su escasez sobre todo, pero 3; veces también por su abundancia. I. Consideraciones generales Aunque no se debe despreciar la influencia de agentes como la geología (en particular las características litológicas tales como el grado de dureza o de

im-permeabilidad de las rocas, al igual que los grandes sistemas de fallas o de fracturas.

Diseño experimental

Para el desarrollo del estudio se utilizó un diseño cuadrado latino simple 5x5 balanceado (modelo matemático $Y_{ijh} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_h + \epsilon_{ijh}$) y el factor de estudio fue la fertilización orgánica, segmentado en dosis de fertilizantes utilizados en el cultivo de la zanahoria (15 t/ha de humus de lombriz, 20 t/ha de gallinaza y 15 t/ha de guano de chivo), así como, testigo absoluto (sin aplicación de fertilizante) y testigo relativo (aplicación de 150 kg/ha de fertilizante mineral fórmula completa 10-30-10) (Tabla 1). Se efectuó doble bloqueo que permitió el agrupamiento de unidades experimentales homogéneas dentro cada columna e hilera, con lo cual, se minimiza el efecto de factores no controlados que pueden influir en los resultados. Los cinco tratamientos objeto de estudio fueron replicados cinco veces, conformándose 25 unidades experimentales (1.5 m de largo x 1 m de ancho, para 1,5 m²), en las cuales previo al trasplante se realizó la aplicación de los diferentes fertilizantes orgánicos.

Tabla 1. Tratamientos empleados para la fertilización orgánica de la zanahoria

Tratamientos		Fertilizantes orgánicos	Dosis (t/ha)
No	Símbolo		
1	T0	Testigo absoluto	0
2	T1	Humus de lombriz	15
3	T2	Gallinaza	20
4	T3	Guano de Chivo	15
5	T4	Químico (Completo 10-30-10)	0.15

El humus es materia orgánica en estado avanzado de descomposición, con una consistencia de masa amorfa, homogénea y de color oscuro. La producción de humus de lombriz de tierra, es una técnica empleada para la transformación de residuos sólidos orgánicos, con alta calidad y que influye en las propiedades biológicas del suelo. Es una alternativa ante los agroquímicos, con un pH neutro, contiene ácidos húmicos, potasio, enzimas, nitrógeno, fósforo, hormonas, que favorece el crecimiento de los cultivos, repelente de plagas, contribuye a la retención de humedad, mantener la flora, fauna y el equilibrio biológico del suelo. Mejora la estructura del suelo, no produce quemaduras en las plantas, favorece la germinación de semillas, contribuye al desarrollo sostenible y conservación del ambiente (Milanés et al., 2005).

La gallinaza es la mezcla de excretas obtenida de la gallina, acumulada durante la etapa de producción de huevo o en periodos de desarrollo, mezclado con desperdicios de alimento y plumas. Presenta ventajas para incrementar la producción de los cultivos, entre las más importantes se encuentran: el aporte de nutrimentos como Nitrógeno, Fósforo y Potasio, incremento de la materia orgánica del suelo, mejora la productividad y calidad nutricional de los

cultivos, ofrece mayor seguridad alimenticia e incrementa el contenido de nutrientes de las cosechas, conserva el suelo, evita su degradación, y mejora la calidad de vida del ser humano (Casas y Guerra, 2020).

El guano de chivo contiene nitrógeno, fósforo y potasio; de gran valor para la producción de cultivos, generalmente no atrae insectos, no genera quemaduras en las plantas y presenta un alto contenido de humedad.

El cultivar que se utilizó Chantenay red cored con 99% de pureza, 85% de germinación y 10% peso neto. Posee forma cilíndrica y buen color, tanto externo como interno. Su follaje alcanza de 40 a 50 cm de altura, su raíz puede alcanzar hasta más de 15 cm de largo y 5 cm de diámetro.

Manejo del experimento

El área para el trabajo de investigación se delimitó con un flexómetro (12 m x 8 m), en el cual se procedió a realizar la limpieza con ayuda de machete, pala y rastrillo. La preparación del suelo se efectuó con azadón, pico y pala, removiendo el suelo a una profundidad de 25 a 30 cm, garantizándose una estructura granular y un lecho adecuado para la germinación de la semilla, desarrollo radicular y crecimiento de las plantas.

En cada unidad experimental se realizaron cuatro hileras para la siembra a 20 cm entre ellas. La aplicación de los fertilizantes orgánicos y el fertilizante químico se realizó una vez construidas las camas, se procedió a pesar la cantidad de fertilizante de acuerdo a las dosis indicadas y se distribuyó de manera uniforme en cada una de las parcelas experimentales con la ayuda de una pala 15 días antes de realizar el trasplante.

La siembra de la zanahoria se efectuó en bandejas germinadoras, se llenaron con el sustrato preparado y se colocaron tres semillas por orificio, siendo ubicadas en un lugar con óptimas condiciones para la germinación y crecimiento de plántulas. El trasplante se realizó a los 21 días después de la siembra, en un suelo con capacidad de campo y cuidado de no dañar la raíz en la extracción de las plántulas del semillero.

El riego se efectuó de manera manual con regaderas de tres a cuatro veces por semana, realizando un riego profundo para que alcance a la raíz, al igual no se aplicó agua en exceso porque nos podría generar problemas de agentes patógenos en el cultivo. El control de arvenses se realizó dos veces por semana, en la primera etapa del cultivo de manera manual con el uso del azadón y el machete en los alrededores, dentro de las unidades experimentales se limpió con una lampilla, luego esta actividad se efectuó un día por semana hasta finalizar el cultivo. Para la prevención de afectaciones de insectos plagas en el experimento se plantó orégano alrededor de toda la parcela.

La cosecha se realizó a los 90 días después de la siembra, previamente se aplicó un riego de agua ligero un día antes para facilitar la cosecha.

Parámetros de evaluación

La toma de datos de altura y hojas activas de plantas se realizó a los 30, 60 días después de la siembra, y al momento de la cosecha. Se seleccionaron aleatoriamente 10 plantas de cada unidad experimental.

El peso de las hojas se efectúa al momento de la cosecha, cortando desde la unión de la raíz con el falso tallo con una tijera y posteriormente se efectuó el pesaje del follaje con una balanza gramera.

La longitud de raíz se midió al momento de la cosecha considerando desde la base del falso tallo hasta la punta de la raíz. El diámetro se realizó la medida con un pie de rey en el cual se midió toda la base del falso tallo de la raíz.

El rendimiento agrícola obtenido en cada unidad experimental (kg/parcela) se obtuvo mediante el pesaje de toda la producción de raíz obtenida y mediante cálculo matemático se determinó la producción por unidad de superficie (kg/ha).

Procedimiento estadístico

Para conocer la presencia o no de diferencias estadísticas significativas entre los tipos de fertilizantes orgánicos utilizados (humus de lombriz, gallinaza, guano de chivo, fertilizante químico y testigo absoluto), en función de las variables altura de plantas, número de hojas activas, peso de hoja, peso de raíz, longitud de raíz, diámetro de raíz y rendimiento agrícola de cada unidad experimental se realizó un análisis de varianza (ANOVA) factorial intergrupos, previo cumplimiento de los supuestos de independencia de errores, normalidad de datos, homogeneidad de varianzas y Aditividad tratamiento columna y tratamiento hileras. Cuando se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos objeto de estudio se aplicó la prueba de rangos y comparaciones múltiples de Duncan (pruebas post-hoc) con la finalidad de conocer entre que tratamientos se presentan semejanzas o diferencias. El procesamiento de los datos obtenidos en la investigación se realizó con el software estadístico SPSS, versión 22 de prueba de Windows, con un nivel de confiabilidad en la estimación del 95% ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta a los 30 días después de la siembra

En relación con la altura de planta a los 30 días de siembra la zanahoria se evidencia que cuando se utilizó gallinaza a 20 t/ha se obtuvo un promedio de 10.88 cm, resultado igual estadísticamente a cuando se utilizó el fertilizante químico a 150 kg/ha (10.38 cm); sin embargo, presentó diferencias altamente significativas con respecto a humus de lombriz a 15 t/ha (9.92 cm), guano de chivo a 15 t/ha (9.38 cm) y el testigo absoluto (8.46 cm) (Figura 2). Los resultados pueden atribuirse a la mayor cantidad de gallinaza aplicada y al mayor aporte de nitrógeno que realiza.

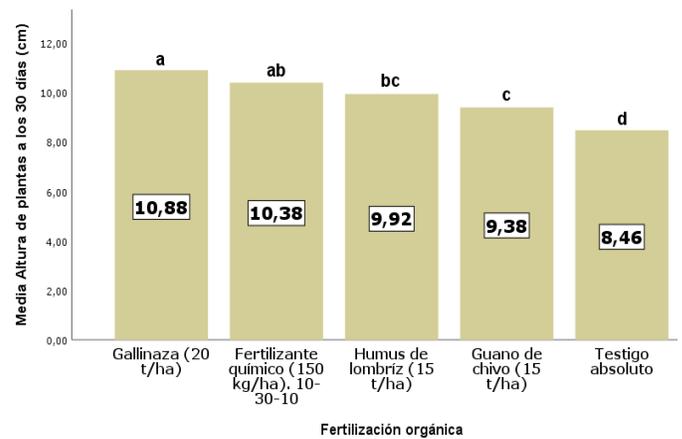


Figura 2. Efecto de la fertilización orgánica en la altura de la planta de zanahoria a los 30 días de siembra

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los fertilizantes orgánicos y químicos utilizados (Prueba de Duncan)

Los resultados obtenidos en altura de plantas de zanahoria a los 30 días cuando se aplicó gallinaza (10,88 cm) en la presente investigación, muestra resultados inferiores a lo evidenciado por (Tinoco, 2020); quien en su investigación sobre el efecto de las distancias de siembra obtuvo 16,1 cm a los 30 días de efectuado la siembra, utilizando la misma distancia de siembra (20 cm x 15 cm), lo que puede atribuirse a las condiciones climáticas en este periodo que influyeron a que las plantas en los primeros estadios de desarrollo alcanzaron un lento crecimiento.

En relación con las hojas activas a los 30 días de siembra la zanahoria se evidencia que cuando se utilizó gallinaza a 20 t/ha se obtuvo un promedio de 5 hojas; sin embargo, no presentó diferencias significativas cuando se aplica humus de lombriz a 15 t/ha (4 hojas), fertilizante químico a 150 kg/ha (4 hojas), guano de chivo a 15 t/ha (4 hojas) y el testigo absoluto (4 hojas) (Figura 3).

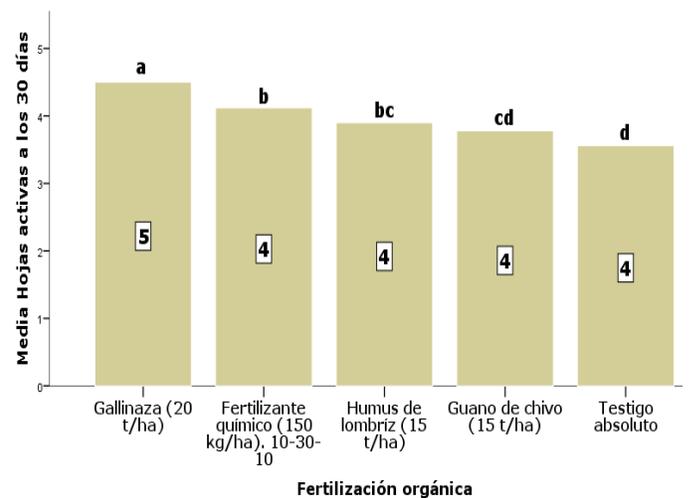


Figura 3. Efecto de la fertilización orgánica en el número de hojas activas de la planta de zanahoria a los 30 días de siembra

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los fertilizantes orgánicos y químicos utilizados (Prueba de Duncan)

En relación con las hojas activas en la planta de zanahoria a los 30 días cuando se aplicó gallinaza en la presente investigación se obtuvieron 5 hojas en promedio, resultado que se corrobora con lo obtenido por Tinoco (2020); quien alcanzó cinco hojas activas a los 30 días de efectuado la siembra, a una distancia de siembra (20 cm x 15 cm) similar y con el empleo del mismo cultivar.

Altura de plantas a los 60 días

En relación con la altura de planta a los 60 días de sembrada la zanahoria se evidencia que cuando se utilizó gallinaza a 20 t/ha se obtuvo un promedio de 48.36 cm, resultado igual estadísticamente a cuando se utilizó el fertilizante químico a 150 kg/ha (47.06); sin embargo, presentó diferencias altamente significativas cuando se efectuó la comparación con los tratamientos humus de lombriz a 15 t/ha (44.38), guano de chivo a 15 t/ha (43.98) y el testigo absoluto (38.60) (Figura 4). Los resultados pueden atribuirse a la mayor cantidad de gallinaza aplicada y al mayor aporte de nitrógeno que realiza.

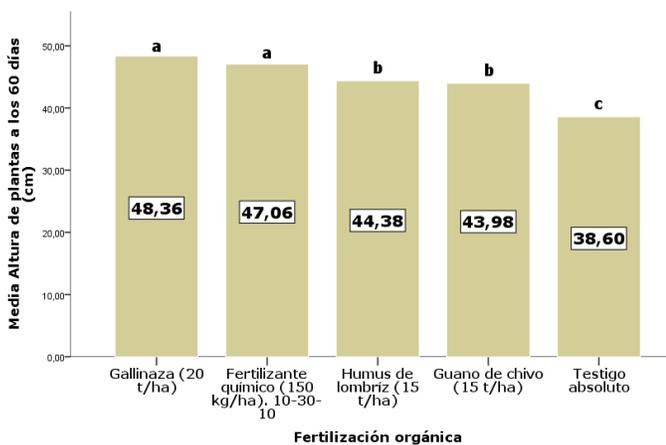


Figura 4. Efecto de la fertilización orgánica en la altura de la planta de zanahoria a los 60 días de sembrada

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los fertilizantes orgánicos y químicos utilizados (Prueba de Duncan).

A los 60 días de efectuada la siembra en la presente investigación se obtuvo una altura de plantas de 44,38 cm con la aplicación de 15 t/ha de humus de lombriz, valor superior a lo alcanzado por Cruz-Tobar et al. (2018) tales como compost, bocashi, humus, biol y su efecto sobre el crecimiento, diámetro ecuatorial, longitud, peso y rendimiento en el cultivo de zanahoria. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial con cuatro tipos de abonos orgánicos y tres dosis de aplicación (1 kg/m², 2 kg/m², 3kg/m² quienes en una investigación desarrollada en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua, en un suelo Inceptisol, alcanzaron una media general de altura de plantas de 7,15 cm con la aplicación de 10, 20 y 30 t/ha de humus de lombriz, lo que puede estar asociado a las condiciones donde se desarrolló el experimento, con una altitud de 2940 msnm.

Hojas activas a los 60 días

En relación con las hojas activas a los 60 días de sembrada la zanahoria se evidencia que cuando se utilizó gallinaza a 20 t/ha se obtuvo un promedio de 14 hojas; sin embargo, no presentó diferencias significativas cuando se efectuó la comparación con los tratamientos humus de lombriz a 15 t/ha (13 hojas), fertilizante químico a 150 kg/ha (13 hojas), guano de chivo a 15 t/ha (12 hojas) y el testigo absoluto (11 hojas) (Figura 5). Los resultados pueden atribuirse a la mayor cantidad de gallinaza aplicada y al mayor aporte de nitrógeno que realiza.

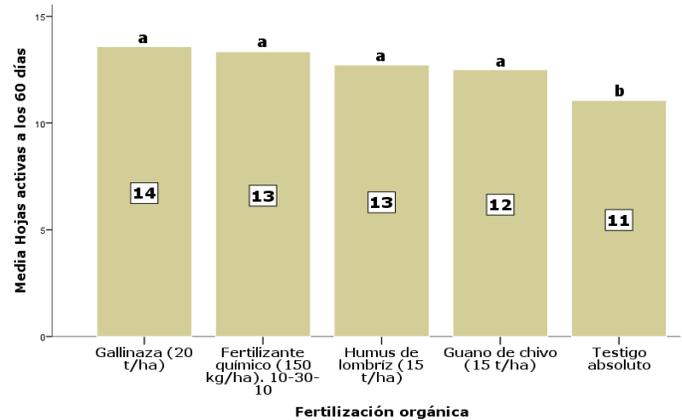


Figura 5. Efecto de la fertilización orgánica en el número de hojas activas de la planta de zanahoria a los 60 días de sembrada

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los fertilizantes orgánicos y químicos utilizados (Prueba de Duncan).

Las hojas activas obtenidas en la presente investigación a los 60 días de efectuada la siembra, cuando se aplicó fertilizante químico (150 kg/ha fórmula de 10-30-10) fue en promedio de 13 hojas, valor superior a lo alcanzado por Chamorro (2017) quien en una investigación desarrollada en la comunidad de San Francisco, cantón Montufar, provincia de Carchi, Ecuador, a una altitud de 2800 msnm obtuvo un promedio de 7.57 hojas, a los 80 días aplicando un fertilizante químico (fórmula de 75-35-125).

Altura de planta a la cosecha

En relación con la altura de planta a la cosecha de la zanahoria se evidencia que cuando se utilizó gallinaza a 20 t/ha se obtuvo un promedio de 54.84 cm, resultado igual estadísticamente a cuando se utilizó el fertilizante químico a 150 kg/ha (52.96 cm); sin embargo, presentó diferencias altamente significativas cuando se efectuó la comparación con los tratamientos humus de lombriz a 15 t/ha (51.32 cm), guano de chivo a 15 t/ha (50.32 cm) y el testigo absoluto (44.32 cm) (Figura 6).

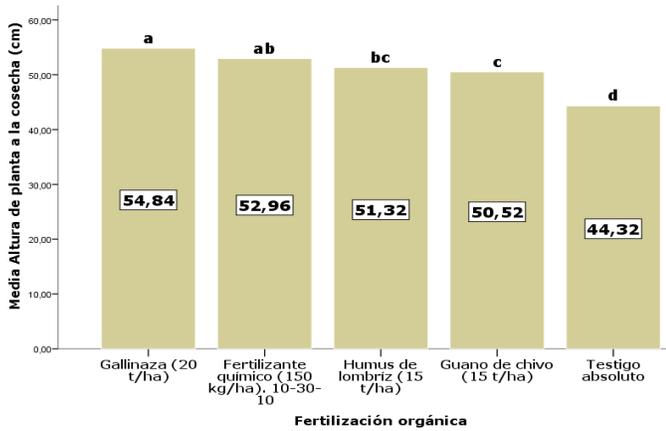


Figura 6. Efecto de la fertilización orgánica de la altura de la planta de zanahoria al momento de la cosecha

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los fertilizantes orgánicos y químicos utilizados (Prueba de Duncan).

Castillo (2014) obtuvo resultados inferiores en 10-11 cm en la altura de planta a los 90 días de efectuada la siembra cuando aplicó 6 t/ha de humus de lombriz (41,40 cm vs 51,32 el presente estudio) y en el testigo absoluto (33,50 cm vs 44,32 cm en esta investigación).

Hojas activas a la cosecha

En relación con las hojas activas a la cosecha de zanahoria se evidencia que cuando se utilizó gallinaza a 20 t/ha se obtuvo un promedio de 19 hojas; sin embargo, no presentó diferencias significativas cuando se efectuó la comparación con los tratamientos humus de lombriz a 15 t/ha (17 hojas), fertilizante químico a 150 kg/ha (18 hojas), guano de chivo a 15 t/ha (16 hojas) y el testigo absoluto (15 hojas) (Figura 7). Los resultados pueden atribuirse a la mayor cantidad de gallinaza aplicada y al mayor aporte de nitrógeno que realiza.

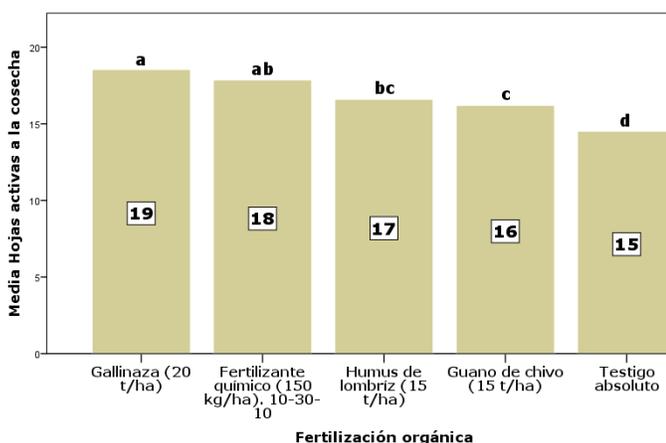


Figura 7. Efecto de la fertilización orgánica en el número de hojas activas de la planta de zanahoria al momento de la cosecha

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los fertilizantes orgánicos y químicos utilizados (Prueba de Duncan).

Chamorro (2017) mostró como resultado de su investigación desarrollada en la provincia de Carchi, Ecuador, un promedio de 9.40 hojas a los 120 días, aplicando un fertilizante químico (fórmula completa 75-35-125+ un abono foliar) a diferencia de lo obtenido en la presente investigación que alcanzó un promedio de 18 hojas aplicando el fertilizante químico (fórmula completa 10-30-10).

Peso aéreo de la planta a la cosecha

En relación con el peso aéreo de la planta a la cosecha de la zanahoria se evidencia que cuando se utilizó gallinaza a 20 t/ha se obtuvo un promedio de 0.155 kg, resultado igual estadísticamente a cuando se utilizó el fertilizante químico a 150 kg/ha (0.104); sin embargo, presentó diferencias altamente significativas cuando se efectuó la comparación con los tratamientos humus de lombriz a 15 t/ha (0.085), guano de chivo a 15 t/ha (0.072) y el testigo absoluto (0.045) (Figura 8).

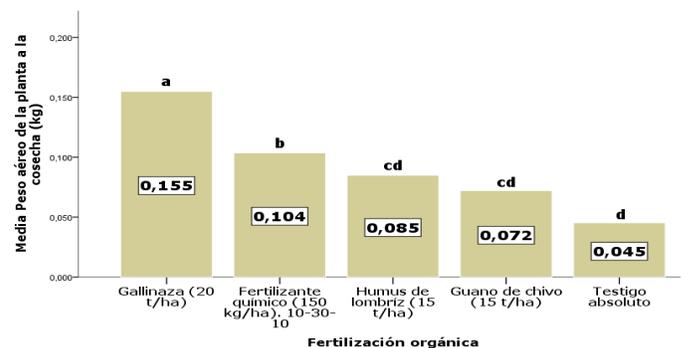


Figura 8. Efecto de la fertilización orgánica del peso aéreo de la planta de zanahoria a la cosecha

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los fertilizantes orgánicos y químicos utilizados (Prueba de Duncan).

El peso aéreo de las plantas alcanzado al momento de la cosecha (0.045 kg) en el testigo absoluto de la presente investigación fue menor a lo obtenidos por Tinoco (2020), que alcanzó un peso de (0.099 kg) sin la aplicación de fertilizante.

Peso de raíz

En relación con el peso de raíz de la planta a la cosecha de la zanahoria se evidencia que cuando se utilizó gallinaza a 20 t/ha se obtuvo un promedio de 0.163, resultado igual estadísticamente a cuando se utilizó el fertilizante químico a 150 kg/ha (0.136); sin embargo, presentó diferencias altamente significativas cuando se efectuó la comparación con los tratamientos humus de lombriz a 15 t/ha (0.130), guano de chivo a 15 t/ha (0.120) y el testigo absoluto (0.100) (Figura 9).

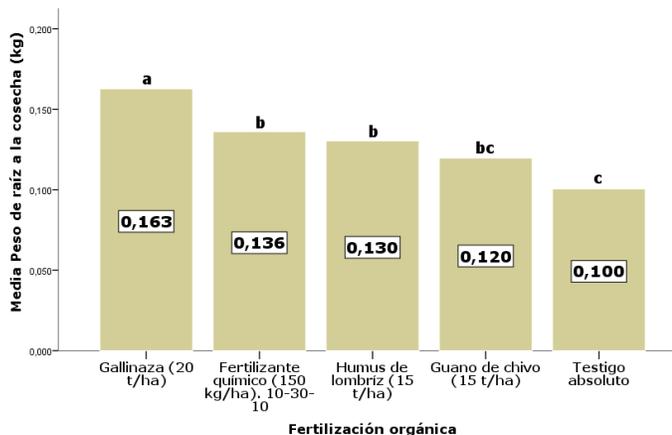


Figura 9. Efecto de la fertilización orgánica del peso de raíz de la planta de zanahoria al momento de la cosecha

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los fertilizantes orgánicos y químicos utilizados (Prueba de Duncan).

Los resultados obtenidos en relación con el peso de la raíz al momento de la cosecha en la presente investigación son menores en todos los tratamientos a lo alcanzado por Yanique (2009) en su investigación realizada en predios de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa perteneciente al municipio de Coroico, provincia Nor Yungas del departamento de La Paz, Bolivia, situada a una altitud de 1850 msnm, con una precipitación media anual de 2390 mm, humedad relativa media del 78,5 %, una temperatura media de 18,4 °C, donde se obtuvo los mejores resultados en peso de raíz (1,733 kg/unidad experimental) cuando se aplicaron 20 t/ha de fertilizante orgánico de gallinaza en el cultivo de zanahoria.

Longitud de raíz

En relación con longitud de raíz de la zanahoria se evidencia que cuando se utilizó gallinaza a 20 t/ha se obtuvo un promedio de 12.16 cm, resultado igual estadísticamente a cuando se utilizó el fertilizante químico a 150 kg/ha (11.45 cm); sin embargo, presentó diferencias altamente significativas cuando se efectuó la comparación con los tratamientos humus de lombriz a 15 t/ha (11.13 cm), guano de chivo a 15 t/ha (10.66 cm) y el testigo absoluto (10.18 cm) (Figura 10)

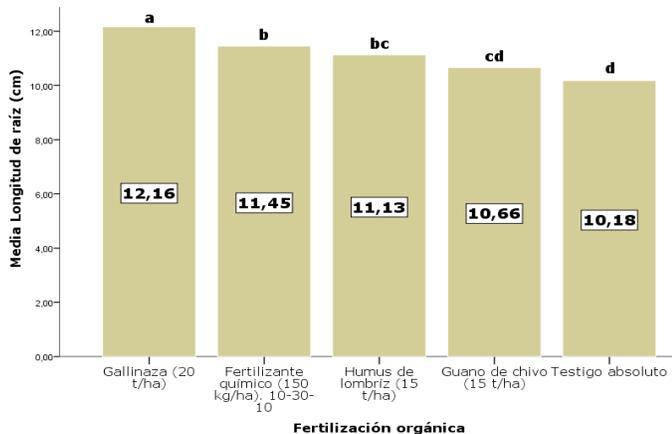


Figura 10. Efecto de la fertilización orgánica de la longitud de raíz de la planta de zanahoria en la cosecha

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los fertilizantes orgánicos y químicos utilizados (Prueba de Duncan).

En relación con la longitud de la raíz al momento de la cosecha Yanique, (2009) alcanzó un resultado de 6,55 cm cuando aplicó 20 t/ha de gallinaza inferiores a lo obtenido en la presente investigación en la que se obtuvo un promedio de 12,16 cm.

Diámetro de raíz

En relación con el diámetro de raíz de la zanahoria se evidencia que cuando se utilizó gallinaza a 20 t/ha se obtuvo un promedio de 4.20 cm, resultado igual estadísticamente a cuando se utilizó el fertilizante químico a 150 kg/ha (4.12 cm), humus de lombriz a 15 t/ha (4.08 cm) y guano de chivo (3.98 cm); sin embargo, presentó diferencias altamente significativas cuando se efectuó la comparación con el testigo absoluto (3.51 cm) (Figura 11).

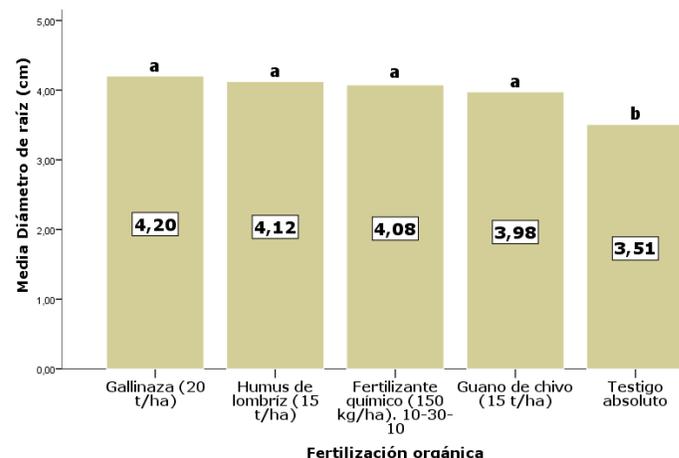


Figura 11. Efecto de la fertilización orgánica del diámetro de raíz de la planta de zanahoria en la cosecha

*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los fertilizantes orgánicos y químicos utilizados (Prueba de Duncan).

Yanique (2009) obtuvo un resultado de 3,01 cm en el diámetro de raíz cuando aplicó 20 t/ha de gallinaza en un estudio desarrollado en Bolivia, en comparación con el presente estudio donde el diámetro de raíz alcanzó un valor de 4,20 cm y el testigo absoluto un resultado inferior de 3.51 cm.

Rendimiento agrícola

En relación con el rendimiento agrícola de la zanahoria se evidencia que cuando se utilizó gallinaza a 20 t/ha se obtuvo un promedio de 3.342 kg/ha, resultado igual estadísticamente a cuando se utilizó el fertilizante químico a 150 kg/ha (2.815 kg/ha); sin embargo, presentó diferencias altamente significativas cuando se efectuó la comparación con los tratamientos humus de lombriz a 15 t/ha (2.641 kg/ha), guano de chivo a 15 t/ha (2.411 kg/ha) y el testigo absoluto (2.028 kg/ha) (Figura 12).

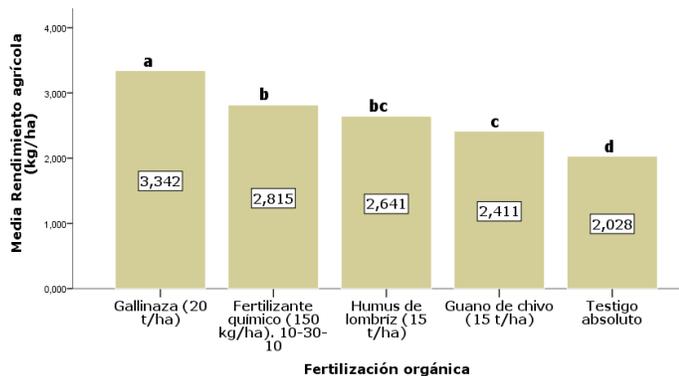


Figura 12. Efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento agrícola
*Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas entre los fertilizantes orgánicos y químicos utilizados (Prueba de Duncan).

En la provincia de Cotopaxi Jácome y Viera (2011) alcanzaron un promedio de rendimiento agrícola de 8.3 kg en 4 m² cuando se aplicaron 8 t/ha de gallinaza, obteniéndose valores similares al rendimiento que se obtuvo en la presente investigación (3.3 kg en 1.5 m²) cuando se aplicaron 20 t/ha de gallinaza.

CONCLUSIONES

En la altura de planta y número de hojas activas a los 30 días y 60 días después de la siembra, y al momento de la cosecha, el fertilizante de gallinaza 20 t/ha presentó mejores resultados estadísticamente significativos que el resto de tratamientos estudiados (fertilizante químico 10-30-10 150 kg/ha, humus de lombriz 15 t/ha, guano de chivo 15 t/ha y testigo absoluto), al obtener mayores valores en altura de planta (10,88 cm, 48,36 cm y 54,84 cm respectivamente) y en número de hojas activas (5, 14 y 19 hojas respectivamente).

El peso aéreo de la planta de zanahoria al momento de la cosecha con mejores resultados fue el fertilizante orgánico de gallinaza aplicado a 20 t/ha con un valor de 0,155 kg.

El peso de la raíz en la cosecha que obtuvo un valor mayor con 0,163 kg fue el tratamiento de gallinaza a 20 t/ha a diferencia del resto de tratamientos que alcanzaron valores inferiores.

La longitud y diámetro de raíz dio como mayores resultados al tratamiento de la gallinaza 20 t/ha con (12,16 cm y 4,20 cm respectivamente), no mostrando diferencias significativas en el diámetro de raíz con el resto de tratamientos (fertilizante químico 10-30-10 150 kg/ha, humus de lombriz 15 t/ha, guano de chivo 15 t/ha y testigo absoluto).

El rendimiento agrícola alcanzó un valor mayor estadísticamente significativo en el tratamiento de gallinaza con 3,342 kg a diferencia de los demás tratamientos que fueron menores (fertilizante químico (2,815 kg), humus de lombriz (2,641 kg), guano de chivo (2,411 kg) y el testigo absoluto (2,028 kg).

Se demuestra que el fertilizante orgánico gallinaza, aplicado a 20 t/ha, alcanzó los mejores resultados en las variables medidas en el presente estudio en comparación con la utilización de humus de lombriz y guano de chivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce, S. E. (2020). Análisis comparativo de precios y costos de producción de hortalizas cultivadas de manera orgánica y convencional. *Agronomía Costarricense*, 44(2), 81–108. <https://doi.org/10.15517/rac.v44i2.43091>
- Bastidas-Cadpata, R. ., & Valencia-Chamorro, 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/articulo.oa?id=81343176023>
- Casas, S.; Guerra, L. D. (2020). La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista de Producción Animal*, 32(3), 1–13. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v32n3/2224-7920-rpa-32-03-87.pdf>
- Chamorro, A. F. (2017). *Efecto de la aplicación de la fertilización química complementada con abonos foliares en el rendimiento agronómico de dos variedades de zanahoria (Daucus carota L.)*: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3191/E-UTB-FACIAG-ING-AGRON-000055.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruz-Tobar, E., Vega-Chariguamán, J., Gutiérrez- Albán, A., González-Rivera, M., Saltos-Espín, R., & González-Rivera, V. (2018). Aplicación de abonos orgánicos en la producción de zanahoria (*Daucus carota* L.). *Revista de Investigación Talentos*, 5(2), 26–35. <https://doi.org/10.33789/talentos.5.81>
- EFE:salud. (2019). *Verduras y hortalizas cada día: beneficios y consejos*. <https://efesalud.com/verduras-hortalizas-beneficios/>
- FAOSTAT. (2022). *Cultivos y productos de ganadería*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Fiallo, J. I. (2017). *Importancia del Sector Agrícola en una Economía Dolarizada*. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6807/1/134856.pdf>
- García, Z., Nyberg, J., & Saadat, S. O. (2006). Agricultura, expansión del comercio y equidad de género. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación*, 1–59. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0493s/a0493s.pdf>

- Jácome, E. N.; Viera, E. N. (2011). *Evaluación de tres tipos de materia orgánica (humus, gallinaza, bocashi) en tres tipos de hortalizas (Cichorium endivia L.(Escarola), Apium graveolens L.(Apio), Daucus carota L.(Zanahoria), Barrio Manizales, Cantón Saquisilí, Provincia Cotopaxi* (Issue July). <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/833/1/T-UTC-0604.pdf>
- Lardizábal, R. (2013). Manual de Producción de Zanahoria. In *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_cap_2_caractersticas_botnicas_y_tipos_varieta.pdf
- Milanés, M., Rodríguez, H., Ramos, R., & Rivera, M. (2005). Efectos del compost vegetal y humus de lombriz en la producción sostenible de capítulos florales en *Calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 10, 1–5. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1028-47962005000100008&lng=es&nrm=iso
- Morales, F. C. (2021). *Agricultura*. <https://economipedia.com/definiciones/agricultura.html#:~:text=La agricultura es el conjunto de alimento del entorno natura>
- Pourrut, P. (1995). El agua en el Ecuador: Clima, precipitaciones, escorrentía. In *Estudios de Geografía*.
- Ramos David, & Elein Tery Alfonso. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52–59. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232493007.pdf>
- Tinoco, V. (2020). Efecto de la densidad poblacional en parámetros morfológicos y agronómicos de la zanahoria (*daucus carota*) en la granja Santa Inés. In *Universidad Técnica de Machala*.
- Tomita, K., & Arrúa Mancuello, F. (2018). Rendimiento y absorción de macro nutrientes en el cultivo de zanahoria *daucus carota*. Var nantes, y lombricomposto en un suelo Entisol. *Revista Alfa*, 2(5), 90–100. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v2i5.41>
- UTN. (2017). *La Importancia de la Agricultura en nuestro país*. Universidad Técnica Del Norte. <https://agropecuaria.utn.edu.ec/?p=1091>
- Villaseñor, D., Chabla, J., & Luna, E. (2015). Caracterización Efectos de física la calidad y clasificación del forraje, taxonómica fresco o de henificado, algunos suelos sobre dedicados el comportamiento a la actividad alimentario agrícola de del canero (*ovis de El aries*) Oro. *Revista Científica*, 28–34, 8. <https://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/15/13>
- Yanique, C. R. (2009). *Pasantía de grado*. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/5134/TD-1393.pdf?sequence=1&isAllowed=y>