



Potencialidades de los residuos de postcosecha de zanahoria (*Daucus carota* L) como alimento animal alternativo

Potentialities of carrot (*Daucus carota* L) post-harvest residues as an alternative animal feed

Geovanny Marco Soldado Soldado^{1*} <https://orcid.org/0009-0006-7018-883X>
Elaine Cristina Valiño Cabrera² <https://orcid.org/0000-0003-4178-3286> | evalino@ica.co.cu
Yaneisy García Hernández² <https://orcid.org/0000-0002-7055-4880> | yaneisyg@gmail.com

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), sede Morona Santiago.
Macas, Ecuador

²Instituto de Ciencia Animal (ICA). San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

*Autor para correspondencia: giosoldado11@gmail.com

Recibido: 12 de diciembre de 2025

Aceptado: 19 de enero de 2026

Publicado: 10 de febrero de 2026

Resumen

Objetivo. Determinar la composición química de residuos de postcosecha de zanahoria para su uso como alimento alternativo de animales.

Materiales y métodos. Se realizó un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos, según el material vegetal en estudio. Este consistió en: raíz, tallo + hojas y raíz + tallo + hojas de la zanahoria amarilla (Chantenay), 4.5 meses de edad y que no cumpliera las normas de los mercados. Se determinó el porcentaje de materia seca, cenizas, proteína bruta, carbohidratos totales, extracto etéreo, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida, lignina, hemicelulosa y celulosa; también, se estimó la energía metabolizable.

Resultados. Se detectaron diferencias entre tratamientos para todos los indicadores ($p < 0.05$).

Abstract

Objective. To determine the chemical composition of post-harvest carrot residues for their use as an alternative feed for animals. **Materials and methods.** A completely randomized design with three treatments was employed according to the plant material evaluated: root; stem + leaves; and root + stem + leaves of yellow carrot (Chantenay), 4.5 months old and not meeting market standards. The percentages of dry matter, ash, crude protein, total carbohydrates, ether extract, crude fiber, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, lignin, hemicellulose, and cellulose were determined. Metabolizable energy was also estimated. **Results.** Significant differences were found among treatments for all indicators ($p < 0.05$). Stems + leaves showed the highest contents of

Los tallos + hojas se caracterizaron por el mayor contenido de materia seca (11.92 %), proteína (8.56 %), fibra detergente ácida (29.49 %), lignina (7.18 %) y extracto etéreo (1.41 %). Por su parte, la raíz tuvo el mayor porcentaje de carbohidratos totales (80.29 %) y energía metabolizable (2.84-3.46 Mcal/kgMS). Mientras que los residuos del vegetal entero tuvieron el mayor contenido de minerales (8.71 %), valores intermedios de proteína, fibra, carbohidratos y energía, además de la menor cantidad de materia seca y grasas totales, sin diferir este último indicador con la raíz. **Conclusiones.** Los residuos de postcosecha de esta hortaliza, raíz, tallo + hojas o planta entera poseen alto contenido de carbohidratos, fibra y energía metabolizable, así como cantidades apreciables de otros nutrientes favorables para su uso en la producción animal como alimento alternativo. De estos, la planta entera ofrece mayores beneficios para la producción.

Palabras clave

Producción animal, composición química, hortaliza, nutrición.

dry matter (11.92 %), protein (8.56 %), acid detergent fiber (29.49 %), lignin (7.18 %), and ether extract (1.41 %). In contrast, the root presented the highest percentage of carbohydrates (80.29 %) and metabolizable energy (2.84-3.46 Mcal/kgDM). Meanwhile, whole-plant residues exhibited the highest mineral content (8.71 %), intermediate levels of protein, fiber, carbohydrates, and energy, as well as the lowest dry matter and total fat contents, with the latter not differing from the root. **Conclusions.** The post-harvest residues of this vegetable contain high levels of carbohydrates, fiber and metabolizable energy, along with appreciable amounts of other nutrients beneficial for their use in animal production as an alternative feed source. The whole plant offers the greatest advantages for production.

Keywords

Animal production, chemical composition, vegetable, nutrition.

Introducción

La zanahoria (*Daucus carota* L.) se encuentra entre los cultivos hortícolas más importantes y populares del mundo, clasificado entre los 10 vegetales principales (Papoutsis y Edelenbos, 2021; Kandemir y Bozbay, 2023). La raíz de este cultivo es ampliamente conocida y se considera un alimento funcional debido a su contenido de β -caroteno, α -caroteno, luteína, pectinas y vitaminas A, C y E (Krivokapić et al., 2020; Cozma et al., 2024). También se trata de uno de los vegetales más ricos en fibra dietética con efecto reductor de los niveles de colesterol en la sangre, que además puede reducir el riesgo de enfermedades cardíacas en las personas que las consumen (Sharma y Sharma, 2020; Motegaonkar et al., 2024). Asimismo, se le atribuyen propiedades antioxidantes, anticarcinogénicas, antiinflamatorias y estimuladoras del sistema inmune (Mizgier et al., 2016; Schreinemachers et al., 2017; Motegaonkar et al., 2024).

En la mayoría de los países del mundo, fundamentalmente en regiones tropicales y subtropicales, se cultiva la zanahoria, su producción anual mundial supera los 40 millones de toneladas (Papoutsis y Edelenbos, 2021). De esta producción, se estima que el 64.1 % corresponde al continente asiático, donde los principales países productores son China (18.4 Mt) y Uzbekistán (3.4 Mt), según FAOSTAT (2024). Al continente de Asia le sigue Europa con más de 20 %. En el continente americano se obtienen producciones que representan el 8.8 % de la producción mundial y dentro de sus principales productores

se encuentran Estados Unidos, Argentina, Colombia, Venezuela, Perú, Chile, Bolivia, Ecuador, Paraguay y Uruguay.

A partir de las producciones anteriores, anualmente se generan grandes volúmenes de la hortaliza en descarte, que incluyen toda aquella que no cumpla las normas que establecen los mercados nacionales e internacionales para consumo humano, en cuanto a tamaño, forma y peso. Esto se conoce como vegetal de rechazo o residuos postcosecha de la zanahoria, que se puede convertir en un contaminante ambiental, de no ser utilizado con otros fines y de forma adecuada. Sin embargo, estos residuos de zanahoria pueden ser revalorizados para el sector agropecuario, pues constituyen una fuente rica en nutrientes y sustancias bioactivas, con acciones en la salud de animales (Bun-Ng et al., 2016; Krivokapić et al., 2020).

En las condiciones climáticas del Ecuador, la zanahoria se cultiva prácticamente todo el año en aproximadamente 2 932 ha y su consumo es de 1.64 kg/año per cápita (Bastidas y Valencia, 2015). Las provincias con mayores volúmenes de producción son Chimborazo (8 666 t), Cotopaxi (4 555 t), Tungurahua (4 240 t) y en menor escala Pichincha, Loja y Azuay (INEC, 2016). A pesar de disponer de esas producciones y, consecuentemente, de los residuos que genera la cosecha y postcosecha de la hortaliza, estos últimos no se aprovechan eficientemente, debido en parte a que su valor nutricional es desconocido o porque el material vegetal se conserva por poco tiempo (Díaz-Monroy et al., 2018; Fonseca et al., 2018); además, algunos de estos residuos se arrojan a vertederos a cielo abierto, convirtiéndose en focos de contaminación por su contenido de materia orgánica (Díaz-Monroy et al., 2018).

Al tener en cuenta el contexto anterior, resulta de interés revalorizar los residuos de zanahoria y profundizar en las características de las diferentes partes de esta hortaliza para exponer sus potencialidades en el sector agropecuario. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar la composición química de residuos de postcosecha de zanahoria (*Daucus carota* L.) para su uso como alimento alternativo de animales.

Materiales y métodos

Localización y características del área experimental

El estudio se realizó en el cantón Riobamba, Ecuador. Los residuales de postcosecha de zanahoria se recolectaron en la finca Guaslán, con una hectárea de extensión perteneciente a la parroquia San Luis. Esta se ubica en el kilómetro 6, vía Riobamba-Macas, Riobamba, Chimborazo, Ecuador. El área presenta un terreno franco arenoso, con 3 % de pendiente y las coordenadas de ubicación geográfica son 78° 38' 39" de longitud Occidental, y 1° 42' 19" de latitud sur, a 2 669 msnm. (PDOT, 2024). El clima corresponde a bosque seco subtropical (bs-ST) según Holdridge (1978), sus características climáticas promedio son las siguientes: temperatura anual 14 °C, humedad relativa 77 %, precipitación anual de 520 mm y una velocidad del viento de 2.3 m/s (PDOT, 2024).

Material biológico

En la investigación se utilizó el vegetal de rechazo de zanahoria como residuo de postcosecha, según lo propuesto por Fonseca et al. (2018). Se trabajó con: raíz, tallo + hojas y raíz + tallo + hojas de la zanahoria amarilla (*Daucus carota* L.), variedad Chantenay, con una edad de 4.5 meses y que no cumpliera las normas (tamaño, forma y peso) de los mercados nacionales e internacionales para consumo humano. El cultivo de la hortaliza se realizó en época de lluvia y recibió 20 t/ha de fertilización orgánica (gallinaza), según Ochoa et al. (2023).

Procedimiento experimental

Los residuos se recolectaron en cubetas de plástico, según método aleatorio descrito por Herrera et al. (1980), en un período de 0-24 h de haber culminado las labores de cosecha manual, bajo condiciones climáticas normales (Riobamba, a 14 °C) y aproximadamente de 9:00-10:00 am. Se recolectaron muestras de 2 kg de residuos postcosecha en cinco puntos equidistantes del campo experimental, se picaron en una picadora de pasto (Cremasco Ec Mini, Ecuador) con tamaño de partícula de 1-2 cm y, posteriormente, se mezclaron para conformar una muestra homogénea. En total se colectaron seis muestras y se trasladaron al laboratorio donde se secaron en estufa (Memmert UN30, Alemania) a 60 °C, se procesaron en un molino de martillo (Stihl, Ecuador) a tamaño de partículas de 0.5 mm y se conservaron hasta la realización de los análisis químicos correspondientes.

Análisis químico

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicado en la Panamericana Sur km 1, sector Cutuglagua, provincia de Pichincha, Ecuador. Los indicadores en estudio fueron el porcentaje de materia seca, cenizas, proteína bruta, extracto etéreo y carbohidratos totales por la metodología descrita en AOAC (2019). Se determinó el porcentaje de fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y lignina según Van Soest et al. (1991). También, se calculó el porcentaje de hemicelulosa (fibra detergente neutra-fibra detergente ácida) y celulosa (fibra detergente ácida-lignina). Asimismo, se estimó de forma indirecta la energía metabolizable (Mcal/kgMS) mediante las ecuaciones de predicción propuestas por Di Marco (2011) y NRC (2021) al no existir ecuaciones específicas validadas para los residuos de zanahoria.

Di Marco (2011):

$$EM = 3.61 \times \text{DIVMS}; \% \text{ DIVMS} = 88.9 - (\% \text{FDA} \times 0.779)$$

NRC (2021):

$$\begin{aligned} \text{ED (Mcal/kg MS)} &= 4.409 - (0.0119 \times \text{FDN}) + (0.0039 \times \text{PB}) \\ \text{EM} &= 0.82 \times \text{ED} \end{aligned}$$

Donde:

EM: Energía metabolizable, Mcal/kgMS

DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS)

FDA: Fibra detergente ácida, %MS

FDN = Fibra detergente neutra, %MS

PB = Proteína bruta, %MS

Diseño experimental y análisis estadístico

Los datos experimentales se procesaron con el paquete estadístico INFOSTAT (Dí Rienzo et al., 2012), según diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos y seis repeticiones por tratamiento. Este consistió en el tipo o parte del residuo postcosecha de zanahoria a utilizar: 1) raíz; 2) tallos + hojas y 3) raíz + tallos + hojas. Se realizó análisis de varianza y, en los casos necesarios, las diferencias entre medias se detectaron con la dócima de comparación múltiple de Tukey (Kramer, 1956) para $p < 0.05$.

Resultados

En el cuadro 1, se presenta la composición bromatológica de los residuos postcosecha de zanahoria que se recolectaron después de culminadas las labores de cosecha manual, se observa que todos los indicadores en estudio variaron según la parte del residuo en análisis. Los tallos + hojas presentaron mayor porcentaje de materia seca, proteína bruta y extracto etéreo, así como menor contenido de carbohidratos totales y energía metabolizable. Por su parte, la raíz tuvo la menor cantidad de minerales, extracto etéreo y proteína bruta; además del mayor porcentaje de carbohidratos totales y energía metabolizable; mientras que los residuos de la planta completa (raíz + tallo + hojas) tuvieron el mayor contenido de minerales, valores intermedios de proteína bruta, carbohidratos totales y energía, además de la menor cantidad de materia seca y extracto etéreo, sin diferir este último indicador con la raíz.

Cuadro 1

Composición bromatológica y aporte de energía metabolizable de residuos postcosecha de zanahoria (*D. carota* L)

Indicador	Residuos postcosecha de zanahoria			EE±	p-valor
	Raíz	Tallo + hojas	Raíz + tallo + hojas		
Materia seca (%)	11.63 ^b	11.92 ^c	11.21 ^a	0,04	<0.0001
Cenizas (%)	6.58 ^a	7.24 ^b	8.71 ^c	0.07	<0.0001
Proteína bruta (%)	4.49 ^a	8.56 ^c	5.50 ^b	0.26	<0.0001
Carbohidratos totales (%)	80.29 ^c	61.74 ^a	74.97 ^b	0.95	<0.0001
Extracto etéreo (%)	0.80 ^a	1.41 ^b	0.82 ^a	0.05	<0.0001

Indicador	Residuos postcosecha de zanahoria			EE±	p-valor
	Raíz	Tallo + hojas	Raíz + tallo + hojas		
Energía metabolizable ¹ (Mcal/kg)	2.84 ^c	2.38 ^a	2.73 ^b	0,003	<0.0001
Energía metabolizable ² (Mcal/kg)	3.46 ^c	3.34 ^a	3.44 ^b	0.002	<0.0001

^{a,b,c} Por indicador, medias con letras distintas difieren a $p<0.05$ (Kramer, 1956).

¹Energía metabolizable estimada por ecuaciones propuestas por Di Marco (2011).

²Energía metabolizable estimada por ecuaciones propuestas por NRC (2021).

En el cuadro 2, se muestran las características de la fracción fibrosa de los residuos postcosecha de zanahoria. Los mayores porcentajes de fibra detergente ácida, fibra detergente neutra y celulosa se obtuvieron para los tallos + hojas. Se encontraron valores intermedios de estos indicadores para raíz + tallo + hojas, mientras que raíz tuvo los menores porcentajes. En el caso de la hemicelulosa, se encontró que la raíz tuvo el mayor porcentaje seguido de la planta completa y los tallos + hojas. Por su parte, la lignina fue superior para tallos + hojas y no difirió entre la raíz y la planta íntegra.

Cuadro 2
Características de la fracción fibrosa de los residuos postcosecha de zanahoria (*D. carota* L.)

Indicador	Residuos postcosecha de zanahoria			EE±	p-valor
	Raíz	Tallo + hojas	Raíz + tallo + hojas		
Fibra detergente ácida (%)	13.29 ^a	29.49 ^c	16.97 ^b	0.14	<0.0001
Fibra detergente neutra (%)	18.77 ^a	33.81 ^c	21.48 ^b	0.14	<0.0001
Lignina (%)	2.83 ^a	7.18 ^b	3.27 ^a	0.13	<0.0001
Hemicelulosa (%)	5.48 ^c	4.32 ^a	4.51 ^b	0.01	<0.0001
Celulosa (%)	10.46 ^a	22.31 ^c	13.70 ^b	0.05	<0.0001

^{a,b,c} Por indicador, medias con letras distintas difieren a $p<0.05$ (Kramer, 1956)

Discusión

Los bajos valores antes expuestos de materia seca muestran que las zanahorias, independientemente de su fracción, son hortalizas con alto contenido de humedad (100 - % materia seca). Este resultado se corresponde con lo esperado al tener en cuenta que el agua es el componente más abundante en los vegetales, que puede en ocasiones alcanzar valores hasta de 96 % del peso total del producto, según Fernández y Murillo (2006). Los mismos autores plantearon que la cantidad de agua del tejido vegetal depende del

equilibrio entre la cantidad de agua que se absorbe por las raíces y la que se pierde por transpiración, principalmente en las hojas.

Los valores de proteína bruta, fibra y cenizas, además de la materia seca, son similares a los informados por Fernández y Murillo (2006) para el vegetal completo. También, el contenido de materia seca coincide con lo informado por Díaz-Monroy et al. (2018) y Krivokapić et al. (2020) para la raíz de zanahoria; sin embargo, estos últimos autores reportaron valores inferiores de proteína (1 %), fibra (3 %), carbohidratos (7 %) y extracto etéreo (0.2 %). Según Fernández y Murillo (2006), valores superiores a 1.5 % de proteína se asocian realmente a la presencia de compuestos nitrogenados no proteicos como aminoácidos libres y algunas aminas que provienen de la proteína del tejido del citoplasma de las células vivas, lo que se considera como componentes estructurales.

La zanahoria o sus residuos son excelente fuentes en carbohidratos y minerales, resultado que también se encontró en la presente investigación. En el caso de la raíz, la mayoría de los carbohidratos son azúcares simples (sacarosa, glucosa, xilosa y fructuosa) con una cantidad insignificante de almidón (Krivokapić et al., 2020; Chongsi et al., 2024). Por su parte, los macrominerales mayoritarios son el calcio, fósforo, hierro y magnesio (Surbhi et al., 2018).

El porcentaje de materia seca, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida que indicaron Fonseca et al. (2018) para la raíz de zanahoria fueron superiores a los de la presente investigación, mientras que el contenido de proteína fue inferior. En otros estudios el bagazo u orujo de zanahoria, sólido resultante de la extracción del jugo, se informaron rangos de 4-5 % de proteína, 8-9 % de azúcares, 5-6 % de minerales y entre 5-37 % de fibra (Cozma et al., 2024). Dentro de estos rangos se encontraron los valores del presente estudio para el porcentaje de proteína, minerales y fibra de la raíz.

Acerca de las hojas y tallos, se encontró que la mayoría de la literatura científica consultada se refiere a que son una excelente fuente de fitoquímicos, como flavonoides, compuestos fenólicos, terpenoides, esteroides, taninos, carotenoides y betacaroteno. Sin embargo, se encontró escasa información del aporte nutricional. Al respecto, Bardakçi et al. (2024) citaron que las hojas de esta hortaliza contienen 18.71 % de proteína y 15.69 % de fibra. El valor de proteína es superior al que se obtuvo en el presente estudio, mientras que el porcentaje de fibra fue similar.

Los resultados anteriores, como se puede apreciar, reflejan que la composición química de los residuos varía según la parte que se utilice de la hortaliza o la planta íntegra. Estas variaciones para los indicadores mencionados en los diferentes estudios disponibles en la literatura pudieran estar asociadas, además, a diversos factores como el origen o la variedad de zanahoria, las condiciones de cultivo, la edad o madurez del vegetal y labores y tiempo de cosecha y postcosecha.

En cuanto a la concentración de energía metabolizable de los residuos de postcosecha de zanahoria, no existen ecuaciones específicas validadas, según las consultas que se realizaron en la literatura científica disponible. Por eso se utilizaron métodos de estimación indirectos, aunque se conoce que estos dependen de varios factores, entre ellos la composición química del alimento y la especie animal. En la investigación se encontraron

valores entre 2.73 y 3.66 Mcal/kgMS para los residuos, similares al citado por Forwood et al. (2021). Los menores valores se obtuvieron con las ecuaciones propuestas por Di Marco (2011), debido a la naturaleza del alimento, pues estas fueron propuestas para la estimación del valor nutritivo de forrajes fibrosos; de ahí que en futuras investigaciones se deban realizar determinaciones por métodos más precisos. Además, es necesario resaltar que este indicador es de suma importancia y se debe tener en cuenta en la formulación de dietas para animales, donde se deben cubrir los requerimientos nutricionales de la especie o categoría en explotación. Dentro de los requerimientos nutricionales, las proteínas son el componente fundamental del tejido muscular, ciertas hormonas y todas las enzimas, en tanto que la energía se relaciona con la ganancia de peso, la madurez sexual, la presencia del ciclo estral, fertilidad y peso al nacer de los animales. Por tanto, un suministro adecuado de proteína y energía es esencial para que los animales alcancen su máximo potencial productivo (Tapie et al., 2024). De forma clásica, los requerimientos de los animales se clasifican en requerimientos para el mantenimiento, crecimiento, producción y reproducción (Zewdie, 2019; de Blas y Wisewan, 2020).

En general, al tener en cuenta los resultados de la presente investigación, se demuestra que los residuos de postcosecha de zanahoria son fuentes de nutrientes que pueden ser utilizadas en la producción animal. Su empleo dependería del tipo de residuo disponible, sus características químicas, los requerimientos de los animales en producción o de la finalidad con que se emplee. Asimismo, el uso de la planta entera podría ser una opción de mayor interés al considerar el aporte que hace cada parte (raíz y hojas + tallo) y sus beneficios para los animales. Además, no sería necesario ocupar tiempo en retirar hojas y tallo, lo que influye en la reducción del tiempo de procesamiento.

No obstante, se considera necesario profundizar en la detección y cuantificación de sustancias bioactivas y antinutrientes, que pudieran incidir en la digestibilidad y absorción de nutrimentos, en la salud y respuesta animal. Aspectos que deben ser objeto de investigaciones posteriores. También se debe considerar el tiempo de vida útil para su uso en alimentación animal y método de conservación, las implicaciones de costos de transporte y nivel de utilización a nivel de finca; así como el posible impacto de los β -carotenos y otras sustancias bioactivas en el producto final (carne o leche) destinado al mercado consumidor.

Conclusión

Los residuos de postcosecha de zanahoria, raíz, tallo y hojas o planta entera, poseen alto contenido de carbohidratos, fibra y energía metabolizable, así como cantidades apreciables de otros nutrientes favorables para su uso en la producción animal como alimento alternativo. De estos residuos, la planta entera de zanahoria ofrece mayores beneficios para la producción.

Literatura citada

- AOAC. 2019. Official methods of analysis of AOAC International. 21.^a edition, AOAC, EEUU. 700 p.
- Bardakçı, M. S.; Özçelik, A. y Karacabey, E. (2024). Does *Daucus carota* L. leaf provide a high potential as a source of bioactive constituents: A case study about the influences of process/storage conditions. *Food Science and Nutrition*. 12:5882–5889. DOI: 10.1002/fsn3.4232
- Bastidas, R. y Valencia, S. (2015). Estudio del efecto de la aplicación de sanitizantes en la calidad de zanahoria (*Daucus carota* L.) de IV gama. *Rev. Iberoam. Tecnol. Postcosecha*. 16(2):307-312. <https://www.redalyc.org/pdf/813/81343176023.pdf>
- Bun-Ng, T.; Fei-Fang, E.; Li, X.; Lu, Q.; Ho-Wong, J. y Gou, H. (2016). *Carrot (Daucus carota) Oils*. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety. Academic Press, Londres GBR. En: Preedy, V.R. Editor. p. 303-308. DOI:10.1016/B978-0-12-416641-7.00034-1
- Chongsi, M. M. M.; Deutcheu, N. S.; Noubissi, M. N. B.; Bend, E. F. M.; Tchoffo, H.; Nguatem, K.; Vemo, B. N. y Mahamat, T. M. A. Ngoula, F. (2024). Effects of carrot (*Daucus carota*) leaves powder on reproductive and growth characteristics of rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) does. *Open Journal of Animal Science*. 14: 302-320. DOI: 10.4236/ojas.2024.144021
- Cozma, A.; Mihut, C.; Velciov, A.; Chiş, C.; Mircov, V.D.; Popescu, S.; Alexa, E. y Rada, M. (2025). Determination of the nutritional composition of carrot pomace. *Scientific Papers. Horticulture*. 68(1). https://horticulturejournal.usamv.ro/pdf/2024/issue_1/Art53.pdf
- De Blas, C. y Wiseman, J. (Eds.). (2020). *Nutrition of the rabbit* (3rd ed.). Wallingford, UK: CABI. DOI: 10.1079/9781789241273.0021
- Di Marco, O. (2011). *Estimación de calidad de los forrajes*. Producir XXI. Facultad de Ciencias Agrarias, sitio Argentino de Producción Animal. Buenos Aires, Argentina. 20 (240): 24-30. https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf
- Di Rienzo, A.; Casanoves, F.; Balzarini, G.; González, L.; Cuadro, M. y Robledo, W. (2012). InfoStat versión 2012. *Grupo InfoStat*, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Díaz-Monroy, B.; Chacha, E. y Baquero, F. (2018). Zanahoria amarilla (*Daucus carota* L.) como alimento biotecnológico para vacas. *Ciencia y Agricultura*. 15(2):83-97. DOI:10.19053/01228420.v15.n2.2018.8442
- Fernández, K. y Murillo, E. (2006). Evaluación de la calidad nutricional y desarrollo vegetativo de zanahoria (*Daucus carota* L.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivadas con técnicas de agricultura limpia en la región de Chapeton-municipio de Ibagué. *Sophia*. 2: 135-144. DOI: 10.18634/sophiaj.1v.0i.435
- Fonseca, D.; Saavedra, G. y Rodríguez, C. (2018). Elaboración de un alimento para ganado bovino a base de zanahoria (*Daucus carota* L.) mediante fermentación en estado sólido como una alternativa ecoeficiente. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 12(1): 175-182. DOI:10.17584/rcch.2018v12i1.7416
- Forwood, D. L.; Holman, B. W. B.; Hopkins, D. L.; Smyth, H. E.; Hoffman, L. C.; Chaves, A. V. y Meale, S. J. (2021). Feeding ensalable carrots to lambs increased performance and carcass characteristics while maintaining meat quality. *Meat Science*. 173: 108402. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108402
- Herrera, R.; González, S.; Hardy, C. y Pedroso, D. (1980). *Análisis químico del pasto. Metodología para las tablas de su composición*. La Habana, Cuba. 8 p.

- Holdridge, L. (1978). *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de ciencias Agrícolas. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 235 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Censo [INEC]. (2016). Censo Agropecuario (actualizado) 2016. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-bbd/> (Consultada 17 junio 2025)
- Kandemir, A. F. y Bozbay, C. K. (2023). Caracterización y evaluación in vitro de pulpa de zanahoria ensilada con diferentes forrajes secos. *Black Sea Journal of Agriculture*. 6(5): 571-577. DOI: 10.471115/bsagriculture.1323120
- Kramer, C. Y. (1956). Extension of Multiple Range Tests to Group Means with Unequal Numbers of Replications. *Biometrics*, 12: 307-310
- Krivokapić, S.; Pejatović, T. y Perović, S. (2020). Chemical characterization, nutritional benefits and some processed products from carrot (*Daucus carota* L.). *Agriculture and Forestry*. 66(2): 191-216. DOI: 10.17707/AgricultForest.66.2.18
- Mizgier, P.; Kucharska, A.Z.; Sokół-Lętowska, A.; Kolniak-Ostek, J.; Kidon, M. y Fecka, I. (2016). Characterization of phenolic compounds and antioxidant and anti-inflammatory properties of red cabbage and purple carrot extracts. *Journal Funct Foods*. 21: 133-146. DOI: 10.1016/j.jff.2015.12.004
- Motegaonkar, S.; Shankar, A.; Tazeen, H.; Gunjal, M. y Payyanad, S. (2024). A comprehensive review on carrot (*Daucus carota* L.): the effect of different drying methods on nutritional properties and its processing as value-added foods. *Sustainable Food Technology*. 2: 667-688. DOI: 10.1039/d3fb00162h
- National Research Council [NRC]. (2021). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Eighth Revised Edition. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine; Division on Earth and Life Studies; Board on Agriculture and Natural Resources; Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington (DC): National Academies Press (US); Aug 30. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK600603/>
- Ochoa-Vásquez, E. R.; Black-Navarro, A. A. y Rodríguez-Delgado, 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>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2024). FAOSTAT. Cultivos de zanahorias. Mundo (total y lista). <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> (Consultada 4 diciembre 2024).
- Papoutsis, K. y Edelenbos, M. (2021). Postharvest environmentally and human-friendly pre-treatments to minimize carrot waste in supply chain caused by physiological disorders and fungi. *Trends in Food Science and Technology*. 112: 88-98. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.03.038
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2023-2035. [PDOT]. (2024). Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba. Gobierno Nacional de la República de Ecuador. <https://n9.cl/0bq9y> (Consultada 19 noviembre 2025)
- Schreinemachers, P.; Simmons, E. y Wopereis, M. (2017). Tapping the economic and nutritional power of vegetables. *Global Food Security*. 16: 36-45. DOI: 10.1016/j.gfs.2017.09.005
- Sharma, S. y Sharma, K. (2020). Development of carrot juice concentrate enriched functional cookies. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 9(12): 3129-3135. DOI: 10.20546/ijcmas.2020.912.372
- Surbhi, S.; Verma, R.C.; Deepak, R.; Jain, H.K. y Yadav, K.K. (2018). A review: Food, chemical composition and utilization of carrot (*Daucus carota* L.) pomace. *International Journal*

- of *Chemical Studies*. 6(3): 2921-2926. E-ISSN: 2321-4902. <https://www.chemijournal.com/archives/2018/vol6issue3/PartAQ/6-3-251-322.pdf>
- Tapie, W. A.; Posada, S. L. y Rosero, R. (2024). Un acercamiento teórico a los requerimientos de energía en cuyes (*Cavia porcellus*). *Agronomía Mesoamericana*. 35: 57058. DOI: 10.15517/am.2024.57058
- Van Soest, P.; Robertson, J.B. y Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science*. 74: 3583-3597. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302 (91)78551-2
- Zewdie, A.K. (2019). The different methods of measuring feed digestibility: A Review. *EC Nutrition*. 14(1): 68-74. <https://ecronicon.net/assets/ecnu/pdf/ECNU-14-00542.pdf>