

Quelites usados en alimentación avícola Quelites in poultry feed

Marco Antonio Camacho-Escobar¹ , Martha Patricia Jerez-Salas^{2†} ,
Serafín Jacobo López-Garrido¹ , Mónica Marcela Galicia-Jiménez¹ ,
Narciso Ysac Ávila-Serrano¹  y Edgar Iván Sánchez-Bernal¹ 

¹ Posgrado en Producción y Sanidad Animal. Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido. Carretera a Oaxaca vía Sola de Vega km 1.5, Puerto Escondido. 71984 Mixtepec, Oaxaca, México.

² Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex Hacienda de Nazareno s/n, Agencia de Policía Nazareno Centro. 71230 Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

† Autora para correspondencia (drapatyjerez@gmail.com)

Editora de Sección: Dra. Verónica Ortega Baranda

RESUMEN

En la avicultura tradicional el consumo de plantas frescas es parte importante de la alimentación y componente fundamental de la técnica indígena de crianza avícola. Por ello, el objetivo es conocer los estudios que han incluido algún quelite para la alimentación de aves domésticas. Quelite es un término usado para denominar a las plantas tiernas comestibles los cuales son aprovechados como planta entera, rebrotes, ramas, hojas, peciolos, tallos o flores. En la presente revisión se considerarán los quelites Amaranto (*Amarantus* sp.), Chepil (*Crotalaria longirostrada*), Epazote (*Dysphania ambrosioides*), Hierba mora (*Solanum americanum*), Hierba santa (*Piper autitum*), Guaje (*Leucaena leucocephala*), Huazontle (*Chenopodium berlandieri* subesp. *nuttalliae*) y Verdolaga (*Portuca oleracea*). Se presentan características nutricionales y nutracéuticas de dichos quelites. En pruebas de producción de huevo y carne, tanto en gallinas como en guajolotes nativos, se presentan los principales resultados de dichos estudios. El uso de quelites en la avicultura ha comenzado a probarse con la finalidad de reducir los costos de producción, sin afectar las variables productivas ni la calidad de huevo o carne. A pesar que se ha reportado información contradictoria, existe suficiente evidencia para continuar esta línea de estudio. Está probado que los quelites tienen diferentes propiedades nutricionales y nutracéuticas, las cuales se pretenden aprovechar en favor de los productores y los consumidores; sin embargo, falta mucha investigación al respecto.

Palabras clave: amaranto (*Amarantus* sp.), chepil (*Crotalaria longirostrada*), hierba mora (*Solanum americanum*), huazontle (*Chenopodium berlandieri* subesp. *nuttalliae*), verdolaga (*Portuca oleracea*).



SUMMARY

In traditional poultry farming, the consumption of fresh plants is an important part of the diet and a fundamental component of the indigenous poultry raising technique. Therefore, the objective is to know the studies that have included some quelites for feeding domestic birds. Quelite is a term used to refer to edible tender plants which are used as a whole plant, sprouts, branches, leaves, petioles, stems or flowers. The present review will consider the quelites Amaranth (*Amarantus* sp.), Chepil (*Crotalaria longirostrada*), Epazote (*Dysphania ambrosioides*), Blackberry (*Solanum americanum*), Holy grass (*Piper autitum*), Guaje (*Leucaena leucocephala*), Huazontle (*Chenopodium berlandieri* subsp. *nuttalliae*) and Purslane (*Portuca oleracea*). Nutritional and nutraceutical characteristics of these chelites are presented. In tests of egg and meat production, both in hens and in native turkeys, the main results of

Cita recomendada:

Camacho-Escobar, M. A., Jerez-Salas, M. P., López-Garrido, S. J., Galicia-Jiménez, M. M., Ávila-Serrano, N. Y., & Sánchez-Bernal, E. I. (2023). Quelites usados en alimentación avícola. *Terra Latinoamericana*, 41, 1-17. e1605. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1605>

Recibido: 23 de mayo de 2022.
Aceptado: 26 de diciembre de 2022.
Revisión. Volumen 41.
Mayo de 2023.

these studies are presented. The use of quelites in poultry farming has begun to be tested in order to reduce production costs, without affecting the productive variables or the quality of eggs or meat. Although contradictory information has been reported, there is enough evidence to continue this line of study. It is proven that quelites have different nutritional and nutraceutical properties, which are intended to be used in favor of producers and consumers; however, much research is lacking.

Index words: *amaranth* (*Amarantus* sp.), *chepil* (*Crotalaria longirostrata*), *blackberry* (*Solanum americanum*), *huazontle* (*Chenopodium berlandieri* subsp. *nuttalliae*), *purslane* (*Portuca oleracea*).

INTRODUCCIÓN

El uso de diferentes granos forrajeros como sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y maíz (*Zea mays* L., Sp. Pl., 2: 971, 1753), así como de pastas de oleaginosas entre las que destacan la soya (*Glycine max* L. Merr.), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) o girasol (*Helianthus annuus* L.); son base en la moderna alimentación avícola, bajo la premisa que las gallináceas son aves granívoras. Sin embargo, se ha demostrado, mediante la anatomía y la fisiología digestiva, que su orientación alimenticia es omnívora (Klasing, 2005). Adicionalmente, se ha señalado a las fuentes de fibra, en la nutrición de los monogástricos, como ingredientes alimenticios de bajo costo y que no compiten con los ingredientes usados para alimentación humana (Savón, 2002).

El actual modelo de producción avícola ha optado por no considerar, como una herramienta en la nutrición, la capacidad que tienen estas aves para consumir fibra en forma de forraje verde. Ello a pesar de que, se ha demostrado que el consumo de cantidades limitadas de forraje estimula el crecimiento de aves (Hansen, Scott, Larson, Nelson y Krichevsky, 1953), mejora su eficiencia productiva (Ponte *et al.*, 2008); así como las características organolépticas de la carne (Pérez-Lara *et al.*, 2013). Sin embargo, en la avicultura tradicional el consumo de vegetales frescos es parte importante de la alimentación de las aves de traspatio (Camacho-Escobar, Lira, Ramírez, López y Arcos, 2006) y componente fundamental de la técnica indígena de crianza avícola (Camacho-Escobar *et al.*, 2011). Por ello, el objetivo de la presente revisión es conocer los trabajos en los que se han incluido algún quelite para la alimentación de aves domésticas.

DESARROLLO DEL TEMA

Los Quelites

El término quelite es una castellanización de la palabra de origen nahuatl "quilitl", es el término usado para denominar a las plantas tiernas comestibles (Linares y Aguirre, 1992). En México los quelites son aprovechados de diversa forma: la planta entera, rebrotes, ramas con hojas, hojas, peciolo, tallos o flores (Basurto-Peña, Martínez, y Villalobos, 1998). Se estima, que en el país existen más de 500 plantas que son consideradas quelites (Mera-Ovando, Castro y Bye, 2011). Tan solo de los quelites que se consumen exclusivamente sus hojas, se han descrito 358 especies, todas ellas angiospermas, pertenecientes a 25 superórdenes, 60 órdenes y 176 géneros (Bye y Linares, 2000). Aunque en general, los quelites son muy diversos taxonómicamente, se puede generalizar que pertenecen al subreino (Traquiobonta), superdivisión (Spermatophyta), división (Magnoliophyta), con órdenes y subclases muy variadas (Santiago-Saenz *et al.*, 2019).

Para los fines de la presente revisión, se considerarán únicamente algunos de los quelites más utilizados en el estado de Oaxaca como son: Amarantho (*Amarantus* sp. L.), Chepil (*Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn., 1838), Epazote (*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants, 2002), Hierba mora (*Solanum americanum*

L., 1753), Hierba santa (*Piper autitum* Kunth), Guaje (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, Taxon, 10: 54, 1961), Huazontle (*Chenopodium berlandieri* subesp. *nuttalliae* Moq., 1840) y Verdolaga (*Portuca oleracea* L.); los cuales han sido probados en ensayos de alimentación en aves domésticas (Ángeles-Coronado, Jerez, Pérez y Villegas, 2013; López-Ramírez et al., 2016; Martínez-Zuviri et al., 2016; Mijangos-Matus, 2018¹; García-Hernández, Jerez, Vásquez, López y Camacho, 2017; Jerez-Salas, Villegas, Hernández, Dolores y Ángeles, 2017; Dolores-Zuñiga, Jerez, Ángeles, Hernández y Villegas, 2017; García-Melo, 2019²; García-Melo, Jerez, Vásquez, López, y Camacho, 2020).

Amaranto (*Amarantus* sp.)

El amaranto, también conocido como bledo, es un cultivo anual para la producción de grano que se siembra en agroecosistemas campesinos del centro y sur de México. Por su valor nutritivo, el amaranto tiene un mercado potencial importante, aunque también se utiliza como forraje (Kauffman y Weber, 1990; Webber, 1990; García-Pereyra et al., 2004). Los genotipos de amaranto que se cultivan en México son variedades criollas, aunque existe un número reducido de variedades mejoradas de dos especies: *A. hypochondriacus* L., para localidades con altitud de 1500 m a 2200 m y clima templado y *A. cruentus* para localidades con 400 m a 1500 m de altitud y clima cálido (Alejandre y Gómez, 1986; García-Pereyra et al., 2004).

Chepil (*Crotalaria longirostrata*)

Chepil o también conocido como chipilín o coheteillo, proviene de las voces nahuatl "*chipillin*", "*chipulli*" que significan concha. Son quelites del género *Crotalaria* que tan solo en Mesoamérica se encuentran 14 especies; empero, las más abundantes son *C. longirostrata* Hook & Arn, y *C. vitellina* Ker.; siendo la primera, capaz de crecer a más de 1000 m de altitud. Es un quelite anual, que alcanza más de 100 cm de altura, de tallo delgado, estrigoso o glabro y con minúsculas estípulas. Las hojas son tres foliolos ovalado-elípticos, con hasta 7 cm de largo, inflorescencia color amarillo en racimos, cáliz estrigoso y estandarte glabro (Martínez-Muñoz, 2012). Se ha reportado su interés agronómico, debido a que es una especie que favorece la fijación biológica del N debido a bacterias como *Rhizobium leguminosarum biovar* (Camarillo-Castillo y Mangan, 2020).

Epazote (*Dysphania ambrosioides*)

En México se le conoce a esta especie con el nombre de epazote, del náhuatl "*epatl*", hedor o apestoso, y "*tzotl*", sudor o mugre; en referencia al intenso aroma de sus hojas, también se le conoce como paico, hierba de Santa María, quenopodio, té de los jesuitas, té de México (Hurrell, 2018). En México se usa como condimento y medicina (Castellanos-Gómez, 2008), principalmente como vermífugo intestinal en humanos, aves y otros animales de traspatio (Reséndiz-Martínez et al., 2016).

Es un quelite anual o bienal de fuerte aroma, con hasta 80 cm de altura, tallos erectos muy ramificados, estriados. Sale de alterno, sécil a peciolado, hoja ovada-elíptica, ápice agudo a acuminado, márgenes enteros, escasa e irregularmente dentado, base cuneada o atenuada. Inflorescencias en glomérulos axilares, globosas,

¹ Mijangos-Matus, L. (2018). *Diferencias productivas, químicas instrumentales y sensoriales en carne y jamón cocido de gallinas criollas alimentadas con aditivos en la dieta*. Tesis para obtener el grado de Maestría en Producción y Sanidad Animal. Universidad del Mar. Disponible en: <http://zicatel.umar.mx/~biblio/maestria-en-produccion-y-sanidad-animal.html>

² García-Melo K. S. (2019). *Rendimiento y calidad de carne de guajolote alimentado con dietas alternativas en pasturas*. Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias en Productividad en Agroecosistemas. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Disponible en <https://posgrado.voaxaca.tecnm.mx/wp-content/uploads/2019/10/RENDIMIENTO-Y-CALIDAD-DE-CARNE-DE-GUAJOLOTE-ALIMENTADO-CON-DIETAS-ALTERNATIVAS-EN-PASTURAS-.pdf>

de tres a cinco flores, reunidas en matrices terminales en forma de picos; brácteas en forma de hoja, elípticas, espatuladas o lineales (Grozeva y Stoeva 2006; Hurrell, 2018). Se desarrolla adecuadamente desde el nivel del mar hasta cerca de 3000 m de altitud, puede prevalecer en suelos alterados o arenosos y pastizales nitrófilos; acahuales, terraplenes, bordes de caminos y carreteras, zanjas, traspacios, huertos, jardines, en los márgenes de ríos y lechos de lagos secos. Es un quelite secundario de cultivos extensivos, de temporal; así como en huertas de árboles frutales. Tiene una larga floración y período de fructificación, desde la primavera hasta el otoño (Giusti, 1997; Clemants y Mosyakin, 2003).

Guaje (*Leucaena leucocephala*)

El guaje (*Leucaena leucocephala* Lam. De Wit), que también es conocido como leucaena, tantan, huaxin, zarcilla, entre otras denominaciones, no es un quelite, en el estricto sentido; sin embargo, por ser de los árboles leguminosos más cultivados en el mundo (Parrotta, 1992), sus hojas son usadas para la alimentación animal.

Es un arbusto o árbol de larga vida sin espinas, que puede alcanzar hasta 18 m de altura. Posee hojas bipinnadas con 6-8 pares de pinnas las cuales tienen de 11-23 pares de folíolos. La inflorescencia es color crema y con forma globular, que produce diversas vainas planas color marrón (Shelton y Brewbaker, 1994). El guaje se ha adaptado a una gran diversidad de lugares de baja altitud en trópicos y subtropicos, aunque se ha reportado a 1500 m de altitud. Es un árbol originario de México y Centroamérica, en zonas con poca precipitación anual (menos de 300 mm); empero, es tolerante a la sequía. Se le ha reportado en sitios con abundante lluvia, más de 4000 mm (Parrotta, 1992).

Su desarrollo óptimo se da en suelos profundos, con buen drenaje, drenados neutros a calcáreos; a pesar de ello, es capaz de crecer en una amplia variedad de tipos de suelo, incluidos los ligeramente ácidos (pH > 5.2). Son capaces de adaptarse a la arcilla y requiere buenos niveles de P y Ca para un mejor crecimiento (Shelton y Brewbaker, 1994). Tolera salinidad moderada, hasta 20 mmhos cm⁻¹; crece mal en suelos compactados, con drenaje insuficiente o en Oxisoles ácidos pobres en Ca; adicionalmente requiere de adecuados niveles de P disponible para el desarrollo de raíces fuertes (Parrotta, 1992).

Hierba Mora (*Solanum americanum*)

La hierba mora es un grupo de plantas de la familia de las Solanaceae, con las sinonimias de macuy, quelite, quequestle, matafaz, bocano, tonchichi o tomatillo del diablo; las especies *S. americanum*, *S. nigrescens* y *S. nigricans* son quiletes herbáceos anuales; sin embargo, cuando las condiciones edafológicas son adecuadas pueden ser perenes. La planta alcanza con facilidad 1 m de altura, presenta tallos con tricomas rectos o curvados y hojas en pares o solitarias, de forma lanceolada, ovalada o elíptica de bordes enteros, sinuosos o dentados y ápice acuminado (Martínez-Muñoz, 2012). Flores con corola blanca o ligeramente púrpura, tienen cinco partes regulares y hasta 0.8 cm de ancho. La fruta es una baya carnosa redonda de 2 cm de diámetro y color amarillo estando madura. Las semillas son numerosas y color marrón oscuro. Es una especie común en tierras cultivables, cerca de ríos y muros antiguos, crece en Europa, Asia, África y América (Edmonds y Chewya, 1997; Akubugwo, Obasi y Ginika, 2007; Martínez-Muñoz, 2012).

Hierba Santa (*Piper auritum*)

La hierba santa (*Piper auritum*, sinónimo de *Piper sanctum*) tiene varias sinonimias. hoja santa, momo, cordoncillo, acuyo, tlanepa, Santa María, hoja de cáncer, totzooy,

yaguiyu y hoja de aján (Ramírez-Amezcu, 2016; Mendoza-Aponte, 2017³). Es una especie aromática originaria de México y distribuida en Centroamérica y el Caribe hasta Colombia (Pérez-Bello y Polanco-Expósito 2003; Olivero-Verbel, Gueette y Stashenko, 2009).

La hoja santa es un quelite de la familia Piperaceae, en México dicha familia está representada por 13 especies (Mendoza-Aponte, 2017³). Es un arbusto o árbol delgado, con máximo 6 m de altura; hojas con peciolo, aromáticas, ovadas a elípticas, muy desiguales en la base. Inflorescencia libre de la base de la hoja, bráctea floral redonda a triangular con bordes conspicuos. Se distribuye en la región neotropical, presentando adaptación a las tierras bajas, aunque Ramírez-Amezcu (2016) reporta su presencia en altitudes de 2260 m.

Huazontle (*Chenopodium berlandieri* subesp. *nuttalliae*)

El huazontle, termino derivado del nahuatl "huauhtzontli" palabra compuesta por la voz "huautli" bledo y "tzontli" cabeza, por lo que se puede interpretar como cabeza de bledo (Hunziker, 1952). También es conocido como quelite o chíja roja (De la Cruz et al., 2013). Es una planta similar a la quinoa (*Chenopodium quinoa*) y al amaranto (Wilson, 1990), por ello la confusión en denominarlo "cabeza de bledo", cuando el bledo es una denominación del amaranto. Se caracteriza por ser un quelite con tallo surcado, hojas alternas, triangulares, pecioladas y onduladas. Las inflorescencias en forma de espiga, cada flor con sépalos en tonos verdes. Los frutos contienen semillas reniformes. Pueden tolerar temperaturas bajas, por períodos cortos de tiempo; en cuanto a los requerimientos edafológicos, necesitan terrenos fértiles con abundante materia orgánica y N, con adecuada humedad, profundos y de drenaje eficiente (Gobierno de México, 2021).

Verdolaga (*Portulaca oleracea*)

La verdolaga pertenece a la familia Portulacaceae la cual incluye 19 géneros y cerca de 500 especies, que incluye principalmente hierbas anuales o perennes. *Portulaca* es un género importante de esta familia, en la cual han sido descritas 150 especies, siendo *Portulaca oleracea* Linn, una de las principales especies de este género (Sultana y Rahman, 2013). La verdolaga es un quelite que, es considerada una "mala hierba"; empero, también es reconocida por sus propiedades alimenticias y curativas (Mera-Ovando, Bye y Solano, 2014), es utilizada en muchos países del mundo dentro de la tradición de etnomedicina local (Masoodi, Ahmad, Mir, Zargar y Tabasum, 2011). Se caracteriza por ser una planta suculenta anual, con frecuencia el tallo tiene tonalidad desde ligeramente roja, hasta color rojo o púrpura, dicho tallo no es articulado postrado o decumbente, poco erecto, difuso, muy ramificado; las axilas de las hojas con escazas y pequeñas cerdas rígidas. Tiene hojas alternadas o subopuestas, con peciolo corto y limbo foliar plano, de forma ovoidea, ápice obtuso, redondeado y truncado. Las flores se presentan en forma de racimos, sépalos verdes con casco, y cinco pétalos color amarillo, semillas de color negro brillante cuando maduran (Sultana y Rahman, 2013). Se desarrolla a baja altitud y en relieves planos o poco inclinados. En países tropicales se le encuentra durante los meses de lluvias, o bien, todo el año si existe la humedad adecuada (Sarmiento-Franco, Barrera, Carrasco y Bautista, 2016). Las semillas germinan a más de 24 °C y la planta es poco tolerantes al frío (Miyaniishi y Cavers, 1980).

Importancia Nutritiva y Nutracéutica de los Quelites

La importancia de los quelites en alimentación no es sólo por sus aportes nutricionales; aunque éstos sean interesantes desde el punto de vista nutrición, como se muestra en el Cuadro 1. Diversos autores los refieren con características propias

³ Mendoza-Aponte, P. C. (2017). *Factibilidad para la producción y comercialización de hoja santa (Piper auritum Kunth) y subproductos en Huatusco, Veracruz*. Tesis para obtener el grado de Maestría en Horticultura Tropical, Universidad Veracruzana. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/1944/50520/MendozaApontePaola.pdf?sequence=1>

Cuadro 1. Composición nutricional* de quelites utilizados para la alimentación de aves en Oaxaca. Elaborado con información de Muñoz-de Chavez (2010).**Table 1. Nutritional composition* of quelites used for poultry feeding in Oaxaca. Prepared with information from Muñoz-de Chavez (2010).**

	Amaranto [†]	Chepil [‡]	Epazote [§]	Guaje [¶]	Hierba mora [#]	Hierba santa ^{††}	Huazontle ^{‡‡}	Verdolaga ^{§§}
Energía (kcal)	40	63	31	95	62	66	67	16
Energía (kJ)	168	264	131	397	258	275	280	67
Humedad (%)	85.90	82.10	89.70	74.50	83.90	80.40	80.20	88.90
Fibra dietética (g)	1.20	2.20	0.80	1.80	1.40	2.80	2.80	0.80
Carbohidratos (g)	5.10	7.50	4.70	13.70	8.80	8.20	12.10	3.43
Proteínas (g)	3.80	6.90	2.70	8.70	4.80	4.20	3.93	1.30
Lípidos totales (g)	0.50	0.60	0.20	0.60	0.80	1.80	0.31	0.10
Ácidos grasos saturados (g)	0.09	--	--	--	--	--	--	--
Ácidos grasos monoinsat (g)	0.08	--	--	--	--	--	--	--
Ácidos grasos poliinsat (g)	0.15	--	--	--	--	--	--	--
Colesterol (mg)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Calcio (mg)	174.00	368.00	222.00	158.00	276.00	317.00	27.30	86.00
Fósforo (mg)	442.00	72.00	35.00	--	44.00	38.00	8.73	--
Hierro (mg)	6.20	4.70	1.80	3.80	9.00	4.80	0.67	1.99
Magnesio (mg)	55.00	--	145.00	--	--	--	65.93	68.00
Sodio (mg)	20.00	--	7.00	--	--	--	0.13	45.00
Potasio (mg)	611.00	--	277.00	--	--	--	622.74	494.00
Zinc (mg)	0.90	--	--	--	--	--	0.40	0.17
RAE (vitamina A) (µg)	240.00	333.50	106.50	8.00	17.00	336.00	126.00	66.00
Ácido Ascórbico (mg)	42.00	50.00	11.00	40.00	120.00	49.00	45.00	21.00
Tiamina (mg)	0.07	0.30	0.03	0.49	0.24	0.17	0.20	0.02
Riboflavina (mg)	0.18	0.21	0.11	0.45	0.36	0.28	0.31	0.10
Niacina (mg)	0.80	1.10	0.50	1.60	1.00	1.90	0.50	0.60
Piridoxina (mg)	--	--	--	--	--	--	--	..--
Ácido Fólico (µg)	85.00	--	--	--	--	--	--	..--
Cobalamina (µg)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*En 100 g de quelite. [†] *Amarantus* sp., [‡] *Crotaria longirostrada*, [§] *Dysphania ambrosioides*, [¶] *Leucaena esculenta*, [#] *Solanum nigrum*, ^{††} *Piper autitum*, ^{‡‡} *Chenopodium berlandieri* subsp. *nuttalliae*, ^{§§} *Portuca oleracea*.

*In 100 g of quelite. [†] *Amarantus* sp., [‡] *Crotaria longirostrada*, [§] *Dysphania ambrosioides*, [¶] *Leucaena esculenta*, [#] *Solanum nigrum*, ^{††} *Piper autitum*, ^{‡‡} *Chenopodium berlandieri* subsp. *nuttalliae*, ^{§§} *Portuca oleracea*.

de "nutraceuticos", término que se define como un alimento o parte de él, que proporciona beneficios médicos o de salud, incluida la prevención o el tratamiento de alguna enfermedad (Kalra, 2003). Se les considera como tal, debido a que con frecuencia son utilizados como parte de tratamientos preventivos o curativos en etnomedicina herbolaria.

El amaranto. Presenta concentraciones importantes de proteína (19.7%), carbohidratos (53.6%), lípidos (2.2%) y ácidos grasos (2.24%) (Román-Cortés, García, Castillo, Sahagún y Jiménez, 2018). Los mismos autores reportan la presencia de flavonoides, compuestos fenólicos y taninos condensados; así como diversos minerales: N (1 275.8), P (260.3), Mg (748.5), K (1 202.1), Ca (383.4), Na (2 760.3),

Fe (6.2), Mn (1.5), Cu (0.6) B (6.4) y Zn (1.5), todos expresados en concentración de mg 100 g⁻¹ en peso fresco. A pesar que se reporta la presencia de nitratos y oxalatos, máximo 0.74 g 100 g⁻¹ y 3.0 g 100 g⁻¹, respectivamente, niveles que no son tóxicos (García-Ibarra, 2012⁴).

El epazote. Posee principalmente ascaridole, la cual puede llegar hasta 90% de la concentración total, la cual varía dependiendo de la etapa y condiciones de cosecha. Otros componentes reportados son aritasona, alcanfor, β-carofileno, p-cimol, p-cimeno, n-docosano, geraniol, γ-gurjunene, n-hentriacontano, n-heptacosano, limoneno, mirceno, n-octacosano, felandreno, α y β-pineno, pinocarvona, safrol, espinasterol, α-terpineno, α- y γ-terpineol, terpinil-acetato, terpinil-salicilato, timol, triacontil-alcohol. Toda la planta presenta saponinas, ácidos butírico, cítrico, ferúlico, málico, succínico, tartárico, vanílico; las hojas contienen taninos, anetol, kaempferol, quercetina. Los frutos contienen santoninas, betainas, quenopodiósidos; así como en las raíces heterósidos (Hurrell, 2018).

El guaje. Tiene un atributo importante que es su contenido relativamente generoso de carotenoides. El contenido de carotenoides de esta leguminosa, ahora está emergiendo como su principal activo para la pigmentación de las yemas de huevo y las canales de pollos de engorde. Esta clase de compuestos incluye los carotenos, que pueden ser convertidos con una eficacia variable por los animales a la vitamina A, y las xantofilas, que no tienen actividad vitamínica pero que pueden ser utilizadas por las aves de corral como fuente de pigmentos (D'Mello y Acamovic, 1989). Las hojas de *L. leucocephala* se comparan favorablemente con las de alfalfa (*Medicago sativa*) en términos de proteínas y minerales. La fuente de proteína es un factor limitante en la producción de alimentos para aves de corral en los trópicos (Atawodi, Mari, Atawodi y Yahaya, 2008).

La hierba mora. Posee saponinas, glicoalcaloides, agliconas, taninos, aminoácidos, alcaloides, flavonoides, altos niveles de β caroteno, vitamina E y polifenol (Reyes y Choqqe, 2020⁵). Se han reportado que 100 g de hoja fresca proveen 226 mg de Ca, 74 mg de Fe, 1 883 mg de vitamina A, 0.2 mg de tiamina, 0.35 mg de riboflavina, 0.97 mg de niacina, 92 mg de ácido ascórbico (Martínez-Muñoz, 2012); así como actividad anti oxidante (Garabito, Klinar y Chang, 2007). También contiene fitato, oxalato, alcaloides, taninos y saponinas (Agoreyo, Obansa y Obanor, 2012).

La hierba santa. Contiene en sus hojas fenilpropanoides, lignanos, sequeterpenos y monoterpenos como borneol, alcanfor, cíñelo, eugenol, safrol; además de una amplia variedad de componentes bencénicos (García-Rios, Leyva, Martínez y Stashenko, 2007). Sánchez, Pino, Correa, Naranjo e Iglesia (2009) identificaron que posee tuyeno, α- pineno, canfeno, β- pineno, mirceno, α- felandreno, α- terpineno, p- cimeno, limoneno, trans- β- ocimeno, γ- terpineno, α- terpinoleno, linalol, safrol, α- copaeno, β- elemeno, trans-cariofileno, α- humuleno, germacreno, biciclogermacreno, germacreno+muroloeno, miristicina, nerolidol y fitol.

El huazontle. Posee en sus hojas 23.1% de proteína, 56.8% de carbohidratos, 2.8% de lípidos y 2.24% de ácidos grasos, así como minerales: N (1322.3), P (240.9), Mg (463.8), K (1862.3), Ca (504.8), Na (37.3), Fe (7.1), Mn (3.1), Cu (0.6) B (6.2) y Zn (1.5), en concentración de mg 100 g⁻¹ en peso fresco. Contienen compuestos fenólicos, flavonoides y taninos condensados (Román-Cortés et al., 2018). Con respecto a la fracción lipídica, el ácido palmítico representa 10.45%, esteárico 0.30%, oléico 23.79%, linoléico 52.82% y linolénico 12.28% (De la Cruz et al., 2013). Con respecto a las saponinas totales, Barrón-Yañez, Villanueva, García y Colinas (2009) reportan niveles de 2 873.23 mg 100 g⁻¹ en peso seco, dicho valor es menor al reportado como potencialmente tóxico.

⁴ García-Ibarra, L. (2012). *Varietades de amaranto y fechas de siembra para rendimiento de grano y forraje en San Luis Potosí*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3458>

⁵ Reyes-Santos, U., & Choqqe, C. A. (2020). *Revisión sistemática de Solanum americanum (hierba mora) de interés farmacéutico*. Tesis de Licenciatura, Universidad María Auxiliadora, Perú. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12970/346>

La verdolaga. Es un quelite muy versátil, además de ser un vegetal nutritivo utilizado para el consumo humano y como forraje en alimentación animal (Cervantes-Sánchez, 1988), principalmente para cerdos, borregos, gallinas y pavos (Sarmiento-Franco *et al.*, 2016); se le conoce por su contenido de ácidos grasos ω - 3 y ω - 6; así como otros componentes como K, Mg y vitamina C (Mera-Ovando *et al.*, 2014). Moscuzza (2016⁶) reporta que contiene 26 mg de vitamina C y de 6.1 a 8.3 UI de vitamina A. Entre los productos del metabolismo intermedio de la planta, se ha reportado la presencia de alcaloides, catequinas, saponinas, taninos, flavonoides, antocianinas, mucílagos, triterpenos, esteroides, lactonas, coumarinas; así como los ácidos grasos caproico, palmitoleico, linoleaídico, araquídico, linoléico, araquidónico y EPA (Moncayo-Espín, 2015⁷). Adicionalmente, se ha reportado que contiene polifenoles y posee capacidad antioxidante (Laverian, 2018⁸). Se ha informado que sus hojas tuvieron la mayor cantidad de proteína en la tercera etapa de crecimiento (44.25 g 100 g⁻¹ de materia seca). Las raíces mostraron disminución en el nivel de proteína a medida que envejecía la planta. El contenido total de fósforo (P) en las hojas fue significativamente mayor que P en los tallos y raíces. El contenido de Fe varió significativamente entre las etapas de crecimiento, y las raíces y las hojas tuvieron el mayor contenido de Fe (121.47 tb y 33.21 tb, respectivamente). Se encontró una acumulación significativa de Mn en diferentes etapas de crecimiento. Las hojas y las raíces tenían contenido de Mn significativamente mayor que los tallos. Científicamente, la verdolaga proporciona una rica fuente vegetal de beneficios nutricionales. Es, de las plantas verdes, una de las fuentes más ricas en ácidos grasos ω - 3 (Mohamed y Hussein, 1994).

DISCUSIÓN

Resultados en Pruebas de Alimentación Avícola

La avicultura, se divide en producción de huevo y en engorda de aves. Aunque desde el punto de vista especie, la alimentación es similar, cada tipo de producción tiene características propias, por lo que se van a reportar de forma separada.

Quelites en la Producción de Huevo

Padilla-Rodríguez (2008⁹) probó la inclusión de amaranto en la premezcla alimenticia ofrecida a gallinas ponedoras criollas, reporta que el alimento comercial no presentó diferencias en ninguna variable productiva, con respecto a las dietas adicionadas con el mencionado quelite.

En un experimento usando gallinas Lohmann rojas bajo sistema de pastoreo de verdolaga, Ortiz-Gómez (2010¹⁰) comparó la presencia de ácidos grasos ω -3 en el huevo, reportando mayor cantidad de ácido palmítico, esteárico y palmitoleico

⁶ Moscuzza, N. (2016). *Verdolaga una alternativa saludable*. Tesis de Licenciatura en Nutrición. Universidad Fasta. Disponible en línea en: <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/1271>

⁷ Moncayo-Espín, C. R. (2015). *Ácidos grasos, actividad antioxidante y antibacterial en extractos de verdolaga (Portulaca oleracea)*. Tesis para la obtención de grado de Magister en Biología de la Conservación. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9641/Tesis%20MBC%20Cristian%20Moncayo.pdf;sequence=1>

⁸ Laverian-León, M. A. (2018). *Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales en Portulaca oleracea*. Tesis de Licenciatura. Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, Perú. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13032/16963>

⁹ Padilla-Rodríguez, M. R. (2008). *Evaluación del efecto nutricional en tres niveles de amaranto (Amaranthus spp.) en la pre mezcla sobre la calidad de huevos en gallinas ponedoras criollas*. Tesis de Grado. Universidad de San Andrés, Bolivia. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/4424/T-1248.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹⁰ Ortiz-Gómez, V. D. (2010). *Determinación de la presencia de ácidos grasos omega 3 en el huevo de gallina Lohmann roja bajo un sistema de pastoreo, con suplementación ad libitum de verdolaga (Portulaca oleracea)*. Tesis para obtener el grado de Licenciado Zootecnista, Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en línea: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7926/1/Tesis%20Lic.%20Zoot%20Victor%20Daniel%20Ortiz.pdf>

en huevos de gallinas alimentadas con verdolagas, con respecto a los huevos provenientes de gallinas con alimento convencional. Sin embargo, Solares-Rodríguez (2012¹¹) quien incluyó, durante dos meses, verdolaga a la dieta de gallinas Lohmann Brown y determinó si los ácidos grasos poliinsaturados de huevos mostraban cambios respecto a los huevos de gallinas alimentadas con dieta convencional, reportando que respecto a los ácidos ω -3 y ω -6 no se presentaron diferencias entre tratamientos. Por su parte, Evaris, Sarmiento, Segura y Capetillo (2015) al incluir en la dieta 200 g kg⁻¹ de verdolaga y 14.7 g kg⁻¹ de aceite de linaza en alimento para gallinas ponedoras Rhode Island Red, registraron que las yemas de los huevos de gallinas alimentadas con el quelite, aumentó estadísticamente ($P > 0.05$) en el contenido de ácidos grasos del grupo de los ω -3 (α -linolínico y ácido decosaheptaenoico) respecto a los huevos de gallinas del grupo control. Empero, se incrementó el consumo de alimento, la conversión alimenticia, así como la producción y masa de huevo.

López-Ramírez *et al.* (2016) en un estudio donde compararon el pastoreo de verdolaga, huazontle o amaranto de gallinas durante la postura de huevo, encontraron que el consumo de dichos quelites permitió obtener huevo de calidad similar al producido con gallinas consumiendo alimento comercial, excepto en el peso del huevo, donde el consumo de huazontle produjo un peso de huevo estadísticamente inferior al resto de los tratamientos (Cuadro 2).

García-Hernández *et al.* (2017) en un experimento con gallinas criollas donde se sometieron a pastoreo de los quelites: amaranto, chepil, huazontle y verdolaga, y complemento dietario con la inclusión de maíz azul (*Zea mays*); reportan que el tratamiento con pastoreo de huazontle obtuvo huevos más ligeros que los procedentes de gallinas criollas bajo régimen de alimentación convencional; sin embargo, en el resto de las variables físicas y de calidad del huevo, no hubo diferencias ($P > 0.05$) respecto a la inclusión de pastoreo de quelites (Cuadro 3).

García-Hernández *et al.* (2017) encontraron que el pastoreo de quelites suplementado con maíz azul afecta significativamente ($P > 0.05$) la producción anual de huevo respecto a lo que producen las gallinas con alimento comercial (Figura 1). Las gallinas alimentadas con amaranto produjeron 2.79 huevo mes⁻¹, mientras que las que pastorearon chepil, huazontle y verdolaga produjeron 2.65 huevo mes⁻¹, 2.56 huevo mes⁻¹, 2.22 huevo mes⁻¹ respectivamente, estos valores fueron estadísticamente diferentes a la producción de 10.46 huevo mes⁻¹ que se reportó para gallinas con régimen de alimentación comercial.

Cuadro 2. Medias de las características físicas de huevos de gallina criolla alimentadas con quelites. Elaborado con información de López-Ramírez *et al.* (2016).

Table 2. Means of physical characteristics of Creole hen eggs fed with quelites. Prepared with information from López-Ramírez *et al.* (2016).

	Verdolaga	Huazontle	Amaranto	Alimento comercial
Peso (g)	52.08 a	36.45 b	50.90 a	50.14 a
Índice de forma huevo	71.79 a	71.49 a	72.26 a	71.57 a
Cascarón (%)	11.39 a	11.20 a	11.99 a	11.64 a
Índice de yema	27.41a	31.49 a	29.19 a	30.59 a
Índice de clara	5.06 a	5.44 a	5.93 a	4.98 a

^{a,b} Diferentes literales en el mismo renglón significan diferencias estadísticas ($P > 0.05$).

^{a,b} Different literals in the same line mean statistical differences ($P > 0.05$).

¹¹ Solares-Rodríguez, L. M. (2012). Efecto de la suplementación con verdolaga (*Portulaca oleracea*) en dietas para gallinas Lohmann brown bajo pastoreo, sobre la presencia de omega 3 y 6 en la yema del huevo. Tesis de Licenciatura en Zootecnia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/2524>

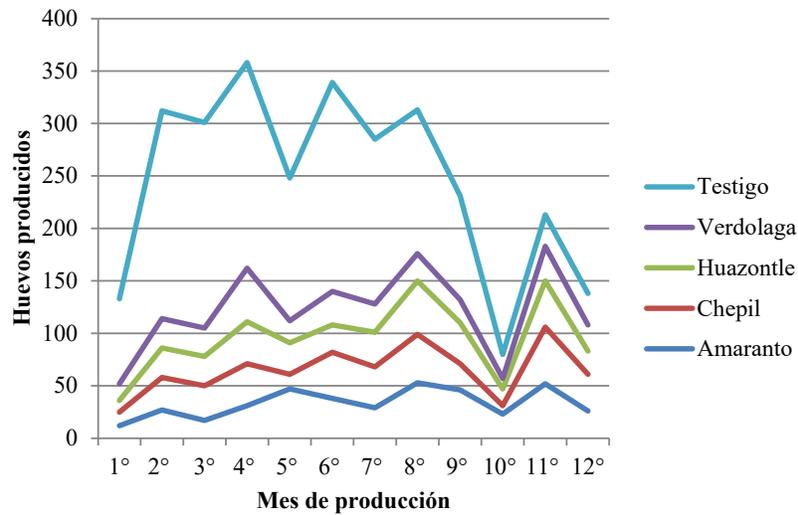


Figura 1. Producción anual de huevo en gallinas criollas con pastoreo de quelites más maíz azul y testigo bajo sistema de alimentación comercial. Elaborado con información de García-Hernández et al. (2017).

Figure 1. Annual egg production in Creole hens grazing quelites plus blue corn and control under a commercial feeding system. Prepared with information from García-Hernández et al. (2017).

Quelites en la Producción de Carne

Quel-Ruiz y Chulde-Tirira (2005¹²) elaboraron dietas para pollos de engorda con harina de hoja de amaranto en niveles de 16.7%, 35%, 54% y 78% y comparó su desempeño productivo respecto a un sistema de alimentación convencional (Cuadro 4), reportando que la inclusión de 16.7% de harina de hoja de amaranto puede igualar los resultados productivos obtenidos con la alimentación convencional; sin embargo, con la inclusión del quelite, se obtienen menores costos de producción. Es importante hacer notar, que ha mayor cantidad de harina de hoja de amaranto, la intensidad del color de la carne se incrementó, siendo la diferencia estadística, lo cual indica que es una buena fuente de pigmentos naturales para el ave.

Cuadro 3. Medias de variables físicas e índices de calidad de huevo de gallinas criollas alimentadas con quelites y maíz azul. Elaborado con información de García-Hernández et al. (2017).

Table 3. Means of physical variables and indices of egg quality of Creole hens fed with quelites and blue corn. Prepared with information from García-Hernández et al. (2017).

	Amaranto	Chepil	Huazontle	Verdolaga	Alimento comercial
Peso (g)	54.25 c	52.31 c	57.78 b	53.68 c	67.79 b
Índice de forma huevo	74.27 a	74.00 a	77.87 a	74.63 a	78.06 a
Cascarón (%)	10.47 a	10.17 a	10.59 a	10.86 a	10.89 a
Índice de yema	43.45 a	45.43 a	43.10 a	40.00 a	41.10 a
Índice de clara	10.26 a	10.65 a	8.64 ^a b	10.04 a	7.39 b

^{a,b} Diferentes literales en el mismo renglón significan diferencias estadísticas ($P > 0.05$).

^{a,b} Different literals in the same line mean statistical differences ($P > 0.05$).

¹² Quel-Ruiz, W. V., & Chulde-Tirira, J. C. (2005). *Effect of the use of amaranth (Amaranthus spp.) leaf flour in the creation of feeds for the production of broiler chickens*. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Northern Technical University, Ecuador. Disponible en línea en: <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6421&context=etd>

Cuadro 4. Medias de variables productivas, de la canal y análisis de costo de producción de pollo de engorda alimentado con diferentes concentraciones de harina de hoja de amaranto. Elaborado con información de Quel-Ruiz y Chulde-Tirira (2005¹²).
Table 4. Means of productive variables, of the carcass and analysis of the production cost of broiler chicken fed with different concentrations of amaranth leaf flour. Prepared with information from Quel-Ruiz y Chulde-Tirira (2005¹²).

	Ganancia de peso	Conversión alimenticia	Rendimiento de la canal	Pigmentación [†]	Costo producción [‡]
	g		%		kg carne ⁻¹
Alimento Comercial	311.04 a	2.01 a	71.15 ab	3.50 c	0.85
16.7 % harina hoja de amaranto	337.30 a	1.91 a	75.38 a	5.50 c	0.80
35.0 % harina hoja de amaranto	260.46 b	2.37 b	69.17 ab	7.00 b	0.96
54.0 % harina hoja de amaranto	143.54 c	3.35 c	63.55 b	8.00 ab	1.41
78.0 % harina hoja de amaranto	114.89 c	2.97 c	62.13 b	8.50 a	1.45

[†] En escala de 1 a 10 del abanico de Roche. [‡] En dólares americanos. ^{a,b,c} Diferente literal en la misma columna, indica diferencia estadística ($P > 0.05$).

[†] On a scale of 1 to 10 of the Roche spectrum. [‡] In US dollars. ^{a,b,c} Different literal in the same column, indicates statistical difference ($P > 0.05$).

Con el uso de dietas alternativas combinadas con pastoreo de verdolaga, para determinar las características de la canal de gallinas criollas, Ángeles-Coronado *et al.* (2013), reportan que la relación porcentual de las principales variables de la canal de las gallinas criollas con pastoreo de quelites, son estadísticamente iguales a las que consumieron alimento comercial (Cuadro 5). Sin embargo, el peso vivo fue de 2300 g para las gallinas con alimento comercial, mientras que obtuvieron 1606 g y 1166 g las gallinas con pastoreo de verdolaga y pasto ray grass (*Lolium perene*), respectivamente.

Cuadro 5. Mermas de componentes cárnicos y rendimiento de la canal de gallinas criollas alimentadas con dieta alternativa y pastoreo de verdolaga. Elaborada con información de Ángeles-Coronado *et al.* (2013).

Table 5. Loss of meat components and performance of the Creole hen carcass fed with alternative diet and purslane grazing. Prepared with information from Ángeles-Coronado *et al.* (2013).

	Alimento comercial	Dieta alternativa y pastoreo de verdolaga	Dieta alternativa y pastoreo de ray grass
	----- % -----		
Plumas	3.47 b	3.28 b	7.07 a
Sangre	4.06 a	4.93 a	3.83 a
Vísceras	9.91 a	13.84 a	12.78 a
Cabeza	4.51 ab	3.86 b	5.31 a
Cuello	3.55 a	3.01 a	3.17 a
Patas	4.38 a	3.86 a	4.80 a
Rabadilla	7.81 a	8.52 a	6.26 b
Componentes no cárnicos	37.74 b	41.05 ab	43.22 a
Pechuga	23.75 a	21.68 a	21.02 a
Piernas	14.37 a	13.50 a	16.64 a
Muslos	27.70 a	15.20 b	15.30 b
Alas	11.89 a	11.82 a	13.76 a

^{a,b} Distinta literal en el mismo reglón, son diferentes significativamente ($P > 0.05$).

^{a,b} Different literals in the same line mean statistical differences ($P > 0.05$).

De igual forma, Mijangos-Matus (2018¹) al alimentar gallinas criollas con desperdicio de verdulería suplementado con masa de maíz y la adición de algún vegetal nutraceutico o quelite como ajo, hierba mora o epazote; reporta igual comportamiento en características de la canal de las aves sometidas a tratamiento (Cuadro 6). Empero, al calificar el desempeño total de la prueba que incluía variables productivas, de la canal, de embutidos elaborados con la carne de dichas aves y pruebas de evaluación sensorial con consumidores; el tratamiento con adición de epazote obtuvo la mejor calificación.

Ortega (2019¹³) en la engorda de guajolotes nativos (*Meleagris gallopavo* L.) probó la alimentación de maíz quebrado - alimento comercial en relación 60% / 40% complementado con pastoreo de avena (*Avena sativa* L.), pasto estrella (*Cynodon niemfluensis*) o amaranto. El consumo del quelite no afecta la ganancia de peso, ni la conversión alimenticia (Cuadro 7).

García-Melo (2019²) en pruebas de alimentación de guajolotes nativos en condiciones semi intensivas con acceso a pastoreo de los quelites amaranto, huaje, hierba mora y verdolaga, obtuvo mejores resultados en peso final, ganancia de peso y conversión alimenticia, respecto al tratamiento testigo sin acceso a pastoreo (Cuadro 8).

Cuadro 6. Medias de peso final y de la canal, rendimiento de la canal fría, caliente y variables de calidad de la carne de gallinas criollas suplementadas con nutraceuticos o quelites. Elaborado con información de Mijangos-Matus (2018¹).

Table 6. Final and carcass weight averages, cold and hot carcass yield and quality variables of Creole hen meat supplemented with nutraceuticals or quelites. Prepared with information from Mijangos-Matus (2018¹).

	Desperdicio + 12 g ajo + 40 g masa de maíz	Desperdicio + 12 g hierba santa + 40 g masa de maíz	Desperdicio + 12 g epazote + 40 g masa de maíz	Desperdicio + 52 g de masa de maíz
Peso vivo (kg)	3.62 a	3.88 a	3.75 a	4.07 a
Peso en canal caliente (kg)	2.67	3.01 a	2.95 a	3.11 a
Peso en canal fría (kg)	2.67 a	3.01 a	2.93 a	3.10 a
Rendimiento de canal fría (%)	73.59 a	77.65 a	77.37 a	76.01 a
Capacidad de retención de H ₂ O (%)	40.21 b	39.55 b	54.97 a	49.59 ab
Agua libre (%)	59.79 a	60.45 a	45.03 b	50.41 ab
Pérdida de H ₂ O por goteo (%)	5.83 a	5.05 a	4.16 ab	4.05 b

^{a,b} Distinta literal en el mismo reglón, son diferentes significativamente ($P > 0.05$).

^{a,b} Different literals in the same line mean statistical differences ($P > 0.05$).

Cuadro 7. Medias de variables productivas de engorda de guajolotes nativos con pastoreo. Elaborado con datos de Ortega (2019¹³).

Table 7. Means of productive variables for fattening native turkeys with grazing¹³. Prepared with data from Ortega (2019¹³).

	Peso final	Ganancia de peso	Consumo de Alimento
	----- g -----		
Maíz quebrado- Alimento comercial	3 619 a	128 a	1 688.9 a
Concentrado + pastoreo de avena	3 059 ab	124 a	1 265.2 a
Concentrado + pastoreo de P. Estrella	2 751 b	100 a	1 009.5 a
Concentrado + pastoreo de amaranto	2 615 b	86 a	888.6 a

^{a,b} Distinta literal en la misma columna, son diferentes significativamente ($P > 0.05$).

^{a,b} Different literals in the same line mean statistical differences ($P > 0.05$).

¹³ Ortega, R. C. (2019). *Características productivas en guajolotes (Meleagris gallopavo), alimentados con forrajes alternativos*. Informe técnico de residencia profesional. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México. Datos disponibles a solicitud razonable con drapatyjerez@gmail.com

Cuadro 8. Medias de variables productivas de guajolotes nativos en condiciones semi intensivas con acceso a pastoreo. Elaborado con información de García-Melo (2019²).
Table 8. Means of productive variables of native turkeys in semi-intensive conditions with access to grazing. Prepared with information from García-Melo (2019²).

	Peso final	Ganancia de peso	Conversión Alimenticia
	----- g -----		
Con pastoreo de amaranto	5 155 b	2 078 b	2.72 a
Con pastoreo de huaje	5 723 a	2 674 a	2.52 a
Con pastoreo de hierba mora	5 308 ab	2 512 a	1.83 b
Con pastoreo de verdolaga	5 278 ab	2 020 b	2.67 a
Alimento comercial/maíz quebrado	4 237 c	1 366 c	2.07 b

^{a,b} Distinta literal en la misma columna, son diferentes significativamente ($P > 0.05$).

^{a,b} Different literals in the same line mean statistical differences ($P > 0.05$).

Adicionalmente García-Melo *et al.* (2020) reportan que el acceso a pastoreo de quelites, en guajolotes nativos, mejora significativamente ($P > 0.05$) peso de la canal entera, peso de la canal caliente y fría, peso de pechuga, piernas, muslos, así como otras variables de calidad y rendimiento general de la canal en sus diferentes cortes (Cuadro 9). La presencia de quelites mejoró la respuesta en canal entera y sus piezas individuales.

Cuadro 9. Variables y rendimiento de la canal de guajolotes nativos criados en condiciones semi intensivas con acceso a pastoreo de diferentes quelites. Elaborado con información de García-Melo *et al.* (2020).
Table 9. Variables and performance of the carcass of native turkeys reared in semi-intensive conditions with access to grazing of different quelites. Prepared with information from García-Melo *et al.* (2020).

	Amaranto	Huaje	Hierba mora	Verdolaga	Comercial maíz
Peso canal entera (g)	4.623 a	4.21 5 ab	4.641 a	4,540 a	3.842 b
Peso canal caliente (g)	3.450 b	3.999 ab	4.020 a	4,229 a	2.829 c
Peso canal fría (g)	3.368 ab	3.650 ab	3.369 ab	4,103 a	2.120 b
pH	6.02 b	6.19 a	6.11 a	5.93 c	6.02 b
Capacidad de retención de H ₂ O	0.28 b	0.53 a	0.27 b	0.34 ab	0.25 b
Pechuga (g)	1.079 ab	1.202 a	1.100 a	998 b	770 c
Piernas (g)	432 ab	459 a	493 a	472 a	394 b
Muslos (g)	484 b	561 a	599 a	558 a	389 c
Alas (g)	346 a	354 a	362 a	390 a	301 b
Huacal (g)	365 a	294 b	283 b	344 a	305 ab
Rabadilla (g)	471 a	430 a	433 a	442 a	454 a
Cuello (g)	203 a	212 a	199 a	200 a	161 b
Vísceras verdes † (g)	391 a	276 b	446 a	308 b	407 a
Vísceras rojas ‡ (g)	91 a	127 a	111 a	96 a	117 a
Hígado (g)	334 a	76 b	76 b	64 b	92 b
Patas (g)	760 a	514 b	572 b	636 c	786 a

† Incluye esófago, buche, proventrículo, molleja, intestino delgado y grueso, sacos ciegos. ‡ Incluye corazón, hígado y bazo.

† Includes esophagus, crop, proventriculus, gizzard, small and large intestine, blind sacs. ‡ Includes heart, liver, and spleen.

CONCLUSIONES

El uso de quelites en la avicultura ha comenzado a probarse con la finalidad de reducir los costos de producción, sin afectar las variables productivas ni la calidad del producto, huevo o carne. A pesar que se han reportado información contradictoria, existe suficiente evidencia para continuar esta línea de estudio. Está probado que los quelites tienen diferentes propiedades nutricionales y nutracéuticas, las cuales se pretenden aprovechar en favor de los productores y los consumidores; sin embargo, falta mucha investigación al respecto.

DECLARACIÓN DE ÉTICA

No aplicable.

CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

No aplicable.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los conjuntos de datos analizados durante el estudio actual están disponibles del autor correspondiente a solicitud razonable.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

FONDOS

No aplicable.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: M.A.C.E., M.P.J.S. y E.I.S.B. Análisis formal: N.Y.A.S., E.I.S.B. y M.A.C.E. Investigación: M.P.J.S., M.A.C.E. y S.J.L.G. Curación de datos: M.M.J.G., N.Y.A.S. y M.P.J.S. Escritura y preparación del borrador original: M.M.J.G., M.A.C.E. y M.P.J.S. Escritura, revisión y edición: M.A.C.E., S.J.L.G. y M.P.J.S.

AGRADECIMIENTOS

No aplicable.

LITERATURA CITADA

- Agoreyo, B. O., Obansa, E. S., & Obanor, E. O. (2012). Comparative nutritional and phytochemical analyses of two varieties of *Solanum melongena*. *Science World Journal*, 7(1), 5-8.
- Akubugwo, I. E., Obasi, A. N., & Ginika, S. C. (2007). Nutritional potential of the leaves and seeds of black nightshade-*Solanum nigrum* L. Var *virginicum* from Afikpo-Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, 6(4), 323-326.
- Alejandro-Iturbide, G., & Gómez-Lorence, F. (1986). *Cultivo del amaranto en México*. Colección Cuadernos Universitarios serie Agronomía. México: Universidad Autónoma Chapingo. ISBN: 9688840351
- Ángeles-Coronado, I. A., Jerez-Salas, M. P., Pérez-León, M. I., & Villegas-Aparicio, Y. (2013). Efecto de la *Portulaca oleracea* y *Lolium perene* en la carne de gallina criolla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(spe6), 1221-1229.
- Atawodi, S. E., Mari, D., Atawodi, J. C., & Yahaya, Y. (2008). Assessment of *Leucaena leucocephala* leaves as feed supplement in laying hens. *African Journal of Biotechnology*, 7(3), 317-321.

- Barrón-Yañez, M. R., Villanueva-Verduzco, C., García-Mateos, M. R., & Colinas-León, M. T. (2009). Valor nutricional y contenido de saponinas en germinados de huauzontle (*Chenopodium natalliae* Saff.), calabacita (*Curcubita pepo* L.), canola (*Brassica napus* L.) y amaranto (*Amaranthus leucocarpus* L. S. Watson syn. *hypochochriacus*). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(3), 237-243.
- Basurto-Peña, F., Martínez-Alfaro, M. A., & Villalobos-Contreras, G. (1998). Los quelites de la Sierra Norte de Puebla, México: Inventario y formas de preparación. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 62, 49-62. <https://doi.org/10.17129/botsoci.1550>
- Bye, R., & Linares, E. (2000). The quelites, edible plants of Mexico: a reflection on cultural exchange. *Biodiversitas*, 31, 11-14.
- Camacho-Escobar, M. A., Lezama-Nuñez, P. R., Jerez-Salas, M. P., Kollas, J., Vásquez-Dávila, M. A., García-López, J. C., ... Chávez-Cruz F. (2011). Avicultura indígena mexicana: sabiduría milenaria en extinción. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1, 375-379.
- Camacho-Escobar, M. A., Lira-Torres, I., Ramírez-Cancino, L., López-Pozos, R., & Arcos-García, J. L. (2006). La avicultura de traspatio en la costa de Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*, 10(28), 3-11.
- Camarillo-Castillo, F., & Mangan, F. X. (2020). Biological nitrogen fixation in chipilin (*Crotalaria longirostrata* Hook. & Arn.), a sustainable nitrogen source for commercial production. *Revista Chapingo Serie Floricultura*, 26(2), 125-141. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2020.01.002>
- Castellanos-Gómez, J. R. (2008). Epazote (*Chenopodium ambrosioides*). Revisión a sus características morfológicas, actividad farmacológica, y biogénesis de su principal principio activo, ascaridol. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 7(1), 3-9.
- Cervantes-Sánchez, J. M. (1988). El amaranto como alimento para animales. En: T. Reina-Trujillo (coord.). *Investigaciones resientes sobre amaranto* (pp. 55-60). Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Clemants, S. E., & Mosyakin, S. L. (2003). Dysphania. In: Flora of North America Editorial Committee (ed.). *Flora of North America North of Mexico vol 4* (pp 267-275). New York, USA: Oxford University Press.
- D'Mello, J. P. F., & Acamovic, T. (1989). Leucaena leucocephala in poultry nutrition - a review. *Animal Feed Science and Technology*, 26(1-2), 1-28. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(89\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0377-8401(89)90003-5)
- De la Cruz-Torres, E., Palomino-Hasbach, G., García-Andrade, J. M., Mapes-Sánchez, C., González-Jiménez, J., Falcón-Barcenas, T., & Vázquez-Arriaga, O. (2013). Chapter 1. The Genus *Chenopodium*: A Potential Food Source. In: S. M. Jain, & S. Dutta-Gupta (eds.). *Biotechnology of Neglected and Underutilized Crops* (pp. 3-31). Dordrecht, Netherlands: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5500-0_1
- Dolores-Zuñiga, V., Jerez-Salas, M. P., Ángeles-Coronado, I. A., Hernández-Bautista, J., & Villegas-Aparicio, Y. (2017). Rendimiento no cárnico, cárnico y calidad de la canal de aves criollas en pastoreo en Oaxaca, México. *6^{to} Congreso Nacional sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos* (pp. 140-144). Tecamachalco, Puebla, México: Revista Mexicana de Agroecosistemas.
- Edmonds, J. M., & Chewya, J. A. (1997). *Black Nightshades, Solanum nigrum L. and related species*. Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). ISBN: 92-9043-321-3
- Evaris, E., Sarmiento-Franco, L. A., Segura-Correa, J., & Capetillo-Leal, C. (2015). Effect of dietary inclusion of purslane (*portulaca oleracea* L.) on yolk omega-3 fatty acids content, egg quality and productive performance of rhode island red hens. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18(1), 33-38.
- Garabito, S., Klinar, S., & Chang, A. (2007). Estudio de la Actividad Antioxidante de *Solanum americanum* Mill. Hierba mora. *FITOICA Revista Científica del Laboratorio de Productos Naturales*, 2(Núm. Esp.), 7-12.
- García-Pereyra, J., Valdés-Lozano, C. G. S., Olivares-Sáenz, E., Alvarado-Gómez, O., Medrano-Roldán, H., & Alejandro-Iturbide, G. A. (2004). Evaluación de genotipos de amaranto para adaptabilidad productiva en el noreste de México. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 27(Esp. 1), 53-56.
- García-Rios, A., Leyva, M. A., Martínez, J. R., & Stashenko, E. E. (2007). Determinación de la composición química y actividad antioxidante in vitro del aceite esencial de *Piper auritum* (Piperaceae) difundida en la costa Colombiana. *Scientia Et Technica*, 13(33), 439-442.
- García-Hernández, A. M., Jerez-Salas, M. P., Vásquez-Davila, M. A., López-Luis, D., & Camacho-Escobar, M. A. (2017). Producción de huevos de gallinas rústicas alimentadas con maíz azul bajo pastoreo de quelites. *Memorias del 6^{to} Congreso Nacional sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos* (pp. 119-122). Revista Mexicana de Agroecosistemas. Tecamachalco, Puebla, México.
- García-Melo, K. S., Jerez-Salas, M. P., Vásquez-Dávila, M. A., López-Luis, D., & Camacho-Escobar, M. A. (2020). Parámetros productivos en guajolotes (*Meleagris gallopavo*) con dietas a base de quelites. In: R. A. Perezgrovas-Garza, M. A. Camacho-Escobar, & A. Juárez-Caratachea (Eds.). *El guajolote nativo de México: estudios recientes y perspectivas* (pp. 165-188). Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla - Red Mexicana sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos, A. C. ISBN: 978-607-525-719-8
- Giusti, L. (1997). Chenopodiaceae. In: A. T. Hunziker (ed.). *Flora Fanerogámica Argentina vol 40*. (pp. 1-52). Córdoba, Argentina: CONICET-Froflora.
- Gobierno de México. (2021). Huauzontle. Monografía en línea. Consultado el 10 de abril, 2022, desde https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/96248/Huauzontle_monografias.pdf
- Grozeva, N., & Stoeva, M. (2006) Reports (1466-1472) In: G. Kamari, F. Felber, & Garbari, F. (Eds.). *Mediterranean chromosome number reports - 16*. (pp. 400-430). Palermo, Italia: Flora Mediterranea.
- Hansen, R. G., Scott, H. M., Larson, B. L., Nelson, T. S., & Krichevsky, P. (1953). Growth stimulation and growth inhibition of chicks fed forage and forage juice concentrate. *The Journal of Nutrition*, 49(3), 453-463. <https://doi.org/10.1093/jn/49.3.453>
- Hunziker, A. T. (1952). *Los Pseudocereales de la agricultura indígena de América*. Buenos Aires, Argentina: Acme.

- Hurrell, J. A. (2018). *Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants. In: U. P. Alburquerque, M. Umesh, & A. Mathe (Eds.). *Medicinal and Aromatic Plants of South America* (pp. 197-209). Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Jerez-Salas, M. P., Villegas-Aparicio, Y., Hernández-Bautista, J., Dolores-Zuñiga, V., & Ángeles-Coronado, I. A. (2017). Caracterización de forrajes como alimentación alternativa de pollas criollas en pastoreo. *Memorias del 6^o Congreso Nacional sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos* (pp. 114-118). Revista Mexicana de Agroecosistemas. Tecamachalco, Puebla, México.
- Kalra, E. K. (2003). Nutraceutical-definition and introduction. *AAPS PharmSci*, 5(3), 27-28. <https://doi.org/10.1208/ps050325>
- Kauffman, C. S., & Weber, L. E. (1990). Grain amaranth. In: J. Janick, & J. E. Simon (Eds.). *Advances in new crops. Proceedings of the first national symposium 'New crops: research, development, economics.* (pp. 127-139). Indianapolis, IN, USA: Timber Press. ISBN: 0881921661
- Klasing, K. C. (2005). Poultry Nutrition: A comparative approach. *Journal of Applied Poultry Research*, 14(2), 426-436.
- Linares, E., & Aguirre, J. (1992). *Los quelites, un tesoro culinario*. México: Universidad Nacional Autónoma de México e Instituto Nacional de la Nutrición. ISBN: 9786073024884
- López-Ramírez, I., Jerez-Salas, M. P., Clemente-Herrera, O., Vásquez-Dávila, M. A., López-Luis, D., & Melchor-García, A. (2016). Calidad de huevos de gallinas criollas alimentadas con plantas silvestres (quelites) en Oaxaca, México. *Memorias del V Congreso Nacional sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos* (pp. 78-80). Revista Mexicana de Agroecosistemas. Conkal, Yucatan, México.
- Martínez-Muñoz, A. B. (2012). *Hierba mora, chipilín, jícama y bledo. Para alimentarse con calidad y economía*. Guatemala: Editorial Universitaria Universidad de San Carlos. ISBN: 978-9929-556-24-9
- Martínez-Zuñiga, A. Y., Jerez-Salas, M. P., Vásquez-Dávila, M. A., Villegas-Aparicio, Y., López-Luis, D., & Clemente-Herrera, O. (2016). Crecimiento y Desarrollo de gallinas criollas en un sistema de pastoreo en Oaxaca, México. *Memorias del V Congreso Nacional sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos* (pp. 81-83). Revista Mexicana de Agroecosistemas. Conkal, Yucatan, México.
- Masoodi, M. H., Ahmad, B., Mir, S. R., Zargar, B. A., & Tabasum, N. (2011). *Portulaca oleracea L. a review*. *Journal of Pharmacy Research*, 4(9), 3044-3048.
- Mera-Ovando, L. M., Castro-Lara, D., & Bye, R. (2011). Low evaluated plant species: an alternative for food security. Mexico City, México: NAM-SONICS-SINAREFI.
- Mera-Ovando, L. M., Bye-Boettler, R. A., & Solano, M. L. (2014). La verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) fuente vegetal de Omega 3 y Omega 6. *Agroproductividad*, 7(1), 3-8.
- Miyaniishi, K., & Cavers, P. B. (1980). The biology of Canadian weeds: 40. *Portulaca oleracea* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 60(3), 953-963. <https://doi.org/10.4141/cjps80-13>
- Mohamed, A. I., & Hussein, A. S. (1994). Chemical composition of purslane (*Portulaca oleracea*). *Plant Foods for Human Nutrition*, 45(1), 1-9. <https://doi.org/10.1007/BF01091224>
- Muñoz-de Chavez, M. (2010). *Composición de Alimentos. Valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo*. (2da ed.). México: McGraw-Hill. ISBN: 978-970-10-6741-3.
- Olivero-Verbel, J., Gueette-Fernández, J., & Stashenko, E. (2009). Acute toxicity against *Artemia franciscana* of essential oils isolated from plants of the genus *Lippia* and *Piper* collected in Colombia. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(5), 419-427.
- Parrotta, J. A. (1992). *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Leucaena, tantan*. Res. Note SO-ITF-SM-52. New Orleans, LA, USA: U.S. Department of Agriculture-Forest Service-Southern Forest Experiment Station.
- Pérez-Bello, A., & Polanco-Expósito, G. (2003). La avicultura de traspatio en zonas campesinas de la provincia de Villa Clara, Cuba. *Livestock Research for Rural Development*, 15(2).
- Pérez-Lara, E., Camacho-Escobar, M. A., Ávila-Serrano, N. Y., Arroyo-Ledezma, J., Sánchez-Bernal, E. I., Rodríguez-de la Torre, M., & Reyes-Borques, V. (2013). Productive evaluation of slow-growing Mexican turkeys with different diets in confinement. *Open Journal of Animal Sciences*, 3(1), 46-53.
- Ponte, P. L. P., Rosado, C. M. C., Crespo, J. P., Crespo, D. G., Mourão, J. L., Chaveiro-Soares, M. A., ... Fontes C. M. G. A. (2008). Pasture intake improves the performance and meat sensory attributes of free-range broilers. *Poultry Science*, 87(1), 71-79. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00147>
- Ramírez-Amezcuca, J. M. (2016). *Piper commutatum* (Piperaceae), the correct name for a widespread species in Mexico and Mesoamerica. *Acta Botanica Mexicana*, 116, 9-19.
- Reséndiz-Martínez, R., Juárez-Cortez, J. A., Villarreal-Espino, O., Jiménez-Cortes, H., Hernández-Hernández, J., Camacho-Ronquillo, J. C., & Robles-Robles, M. (2016). Caracterización del uso medicinal de las plantas de traspatio en la región de Puebla. *Memorias del V Congreso Nacional sobre Conservación y Utilización de los Recursos Zoogenéticos* (pp. 140-143). Revista Mexicana de Agroecosistemas. Conkal, Yucatan, México.
- Román-Cortés, N. R., García-Mateos, M. R., Castillo-González, A. M., Sahagún-Castellanos, J., & Jiménez-Arellanes M. A. (2018). Características nutricionales y nutraceuticas de hortalizas de uso ancestral en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(3), 245-253. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.3.245-253>
- Sánchez, Y., Pino, O., Correa, T. M., Naranjo, E., & Iglesia, A. (2009). Estudio químico y microbiológico del aceite esencial de *Piper auritum* Kunth (*caisimón de anís*). *Revista de Protección Vegetal*, 24(1), 39-46.
- Santiago-Saenz, Y. O., Hernández-Fuentes, A. D., López-Palestina, C. U., Garrido-Cauich, J. H., Alatorre-Cruz, J. M., & Monroy-Torres, R. (2019). Importancia nutricional y actividad biológica de los compuestos bioactivos de quelites consumidos en México. *Revista Chilena de Nutrición*, 46(5), 593-605. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182019000500593>
- Sarmiento-Franco, L. A., Barrera-Ramos, O., Carrasco-Espinoza, W., & Bautista-Ortega J. (2016). *Portulaca oleracea*, un recurso vegetal versátil en espera de ser aprovechado en el trópico. *Agroproductividad*, 9(9), 61-66.

- Savón, L. (2002). Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 36(2), 91-102.
- Shelton, H. M., & Brewbaker J.L. (1994). *Leucaena leucocephala*-the most widely used forage tree legume. In: R. C. Gutteridge, & H. M. Shelton (Eds.). *Forage tree legumes in tropical agriculture* (pp. 21-33) Wallingford, United Kingdom: CAB International. ISBN: 0 85199 111 4
- Sultana, A., & Rahman, K. (2013). *Portulaca oleracea* Linn. A global Panacea with ethno-medicinal and pharmacological potential. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 5, 33-39.
- Wilson, H.D.(1990). *Quinoa* and relatives (*Chenopodium* sect. *Chenopodium* subsect. *Cellulata*). *Economic Botany*, 44(3), 92-110.
- Webber, L. E. (1990). La producción comercial de amaranto en los Estados Unidos. In A. Trinidad-Santos, F. Gómez Lorence, & G. Suárez-Ramos (Comp.). *El amaranto *Amaranthus* spp, su cultivo y aprovechamiento* (pp:274-279) México: Colegio de Postgraduados.