



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,
Volumen 8, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS, FISICOQUÍMICAS Y
QUÍMICAS PROXIMALES DE TRES VARIEDADES DE CHILE
HUACLE (CAPSICUM ANNUM SP), EN ESTADO FRESCO Y SECO
DE SAN JUAN BAUTISTA CUICATLÁN, OAXACA**

**MORPHOLOGICAL, PHYSICOCHEMICAL AND PROXIMAL CHEMICAL
CHARACTERISTICS OF THREE VARIETIES OF CHILE HUACLE
(CAPSICUM ANNUM SP), IN THE FRESH AND DRY STATE OF SAN JUAN
BAUTISTA CUICATLÁN, OAXACA**

Cándido H. Bravo-Delgado

Univerisdad de la Cañada, México

Ramiro Cejudo-Valentin

Universidad Tecnológica de Tehuacán

Erika Teresa Díaz Orejón

Universidad Tecnológica de Tehuacán

Adriana Jaimes Rodríguez

Universidad Tecnológica de Tehuacán

Humberto Rafael Bravo-Delgado

Universidad Tecnológica de Tehuacán

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15710

Características Morfológicas, Fisicoquímicas y Químicas Proximales de Tres Variedades de Chile Huacle (*Capsicum Annuum* Sp), en Estado Fresco y Seco de San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca

Cándido H. Bravo-Delgadobravoc@unca.edu.mx<https://orcid.org/0000-0002-6566-9915>

Univerisdad de la Cañada
Carretera Teotitlán, San Antonio
Nanahuatipán
Km 1.7 s/n. Paraje Titlacuatitla.
Teotitlán de Flores Magón,
Oax. México, C.P. 6854

Ramiro Cejudo-Valentinramiro.cejudo@uttehuacan.edu.mx<https://orcid.org/0009-0003-6333-1050>

Universidad Tecnológica de Tehuacán
C.P. 75859. Prolongación de 1 sur 1101
San Pablo Tepetzingo, Tehuacán
Puebla, México

Erika Teresa Díaz Orejónerika.diaz@uttehuacan.edu.mx

Universidad Tecnológica de Tehuacán
C.P. 75859. Prolongación de 1 sur 1101
San Pablo Tepetzingo, Tehuacán
Puebla, México

Adriana Jaimes Rodríguezadriana.jaimes@uttehuacan.edu.mx

Universidad Tecnológica de Tehuacán
C.P. 75859. Prolongación de 1 sur 1101
San Pablo Tepetzingo, Tehuacán
Puebla, México

Humberto Rafael Bravo-Delgado¹rafael.bravo@uttehuacan.edu.mx<https://orcid.org/0000-0002-9996-2861>

Universidad Tecnológica de Tehuacán
C.P. 75859. Prolongación de 1 sur 1101
San Pablo Tepetzingo, Tehuacán
Puebla, México

RESUMEN

El chile huacle (*Capsicum annum* sp), es considerado un cultivo endémico de la región Cañada del estado de Oaxaca, México, de bajo rendimiento y que actualmente se está extinguiendo por falta de interés de los productores. El objetivo de este estudio fue determinar las características morfológicas, composición proximal y fisicoquímica de tres morfotipos de chile huacle, en estado fresco y seco provenientes de la localidad de San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca, como estrategia de mejora de la calidad y mayor tiempo de conservación. En los tres morfotipos de chile (rojo, verde y amarillo), se evaluó la calidad microbiológica (peso, diámetro, número de semillas y color), estabilidad fisicoquímica (pH, acidez, actividad de agua, firmeza, sólidos solubles), composición proximal (proteínas, capsaicina, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda, humedad y carbohidratos). Los resultados mostraron que los chiles huacles tuvieron variabilidad en el pH, acidez, actividad de agua (aw), firmeza y sólidos solubles totales (°Brix), en las tres variedades en estado fresco y seco.

Palabras clave: capsaicina, chile huacle, morfotipos, región cañada

¹ Autor principal

Correspondencia: rafael.bravo@uttehuacan.edu.mx

Morphological, Physicochemical and Proximal Chemical Characteristics of Three Varieties of Chile Huacle (*Capsicum Annuum* Sp), in the Fresh and Dry State of San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca

ABSTRACT

The huacle chili (*Capsicum annum sp*), is considered a low-yielding cultivar endemic to the Cañada region of the state of Oaxaca, Mexico, which is currently in extinction due to lack of interest from producers. The objective of this study was to determine the morphological characteristics, proximal composition and physicochemical of three morphotypes of huacle chili, in a fresh and dry state from the town of San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca, as a strategy to improve quality and longer time. of conservation. In the three morphotypes of clay (red, green and yellow), the microbiological quality (weight, diameter, number of seeds and color), physicochemical stability (pH, acidity, water activity, firmness, soluble solids), and proximal composition were evaluated (proteins, capsaicin, ether extract, seeds, crude fiber, moisture and carbohydrates). The results showed that the chili peppers had greater variability in pH, acidity, water activity (aw), firmness and total soluble solids (°Brix), in the three varieties in the fresh and dry state.

Keywords: capsaicin, glen region, huacle chili, morphotypes

Artículo recibido 10 diciembre 2024

Aceptado para publicación: 30 diciembre 2024



INTRODUCCIÓN

México, es el segundo exportador mundial de chiles frescos (*Capsicum* spp.) y el sexto en chiles deshidratados (SIAP, 2021), donde las especies con mayor superficie cultivadas son: *Capsicum annuum*, *Capsicum pubescens*, *Capsicum frutescens* y *Capsicum baccatum*, y alrededor de 25 silvestres y semicultivadas (Hernández-Verdugo et al., 1999). Dentro del género *Capsicum* se encuentra el chile huacle (*Capsicum annuum* sp), considerado un cultivo endémico de la región Cañada en el estado de Oaxaca, México, el único lugar del mundo donde ha sido producido (Perry y Flannery, 2007). Los lugares donde mayormente se han cultivados son; Valerio Trujano, Santa María Tecmovaca, San José del Chilar, Santiago Dominguillo y San Juan Bautista Cuicatlán, ubicados dentro de la región de la Cañada oaxaqueña (García et al., 2017).

La importancia del chile huacle radica en su reconocimiento internacional por ser el principal ingrediente del platillo típico del mole negro oaxaqueño el cual es utilizado con fines religiosos en festivales tales como el día de Muertos, día de los Santos Patronos de las Ciudades, Navidad, fiestas de Año Nuevo y celebraciones familiares como bodas y cumpleaños (García et al., 2017). En la región de San Juan Bautista Cuicatlán hay tres tipos conocidos de cultivar de chile huacle, que se diferencian en su color: amarillo, rojo y negro.

Estas características físicas confieren un sabor único al tradicional mole negro oaxaqueño en su estado deshidratado (seco) y en el Texmole en su estado fresco, que a pesar de su importancia en la cocina oaxaqueña y la demanda del mismo, el chile huacle es una especie que tiende a ser cada vez menos cultivada lo que ha llevado a ser considerado en peligro de extinción (García et al., 2017; Hill et al., 2013). Así de este modo, el objetivo del estudio fue realizar una colecta regional de los tres variedades genéticas de chile huacle con fines de caracterización morfológica físicoquímica y químicas proximal de las tres variedades de chile huacle (*Capsicum annuum* sp), en estado fresco y seco de San Juan Bautista Cuicatlán, Oaxaca, como estrategia para el aprovechamiento sostenible y transformación en productos de valor agregado.



MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en el Taller de Alimentos y Laboratorio de Química de la Universidad de la Cañada, ubicada en Teotitlán de Flores Magón, Oaxaca, ubicada en 18° 01' - 18° 13' de latitud norte y 96° 59' - 97° 13' de longitud oeste.

Muestras

Las muestras de chile huacle en estado fresco (rojo, amarillo y negro) fueron recolectadas en las parcelas de San Juan Bautista Cuicatlán, comunidad ubicada entre los paralelos 17°30' y 17°58' de latitud norte, los meridianos 96°49' y 97°08' de longitud oeste, con una altitud de 980.52 msnm, las cuales fueron georeferenciadas con un GPS Garmin modelo 86i durante la cosecha en el mes de octubre del 2020, con madurez fisiológica comercial descartando los frutos que presentaban daños (tamaño, color, pudrición, picaduras de insectos, deficiencia de nutrientes, etc), los chiles donados fueron guardados en bolsas de plástico selladas 30 x 40 cm (Marca: Plástico de prado, Modelo: BNAT) y posteriormente fueron trasladadas a la Universidad de la Cañada para ser almacenados a 4 °C por un día hasta su análisis.

Los chiles deshidratados de las tres variedades fueron donados en el mes de noviembre de 2020 y almacenados en costalillos de plásticos 50 x 70 cm (Marca: Uline, Modelo: s-165040 a temperatura ambiente por un día hasta su análisis.

Análisis de las muestras

Dimensiones y peso

Se registró el peso de cada uno de las chiles seleccionados en estado fresco y seco, utilizando una balanza analítica digital (Marca: Santorius, Modelo: TE2145) y se determinaron tres dimensiones ortogonales: longitud (l), grosor (t) y anchura (b).

Diámetro

Mediante las ecuaciones 1 y 2, se calculó el diámetro aritmético “Da” y el diámetro geométrico “Dg”, con base a las dimensiones ortogonales tomadas de cada uno de los chiles, las cuales fueron medidas con un calibrador vernier digital (modelo No: STD Y MM 14388, precisión ± 0.1 mm) (Niveditha et al., 2013)

$$Da (cm) = \frac{l+b+t}{3} \quad (1)$$



$$Dg (cm) = (l.b.t)^{1/3} \quad (2)$$

Determinación de firmeza

La firmeza del fruto se determinó de acuerdo a la Norma Mexicana (NMX-FF-006-1982) se utilizó un penetrómetro con un (Marca: ECO, Modelo: GY-4, USA), tomando 3 chiles de cada color (negro, rojo y amarillo) en estado fresco y seco en unidades Kg/cm² (Angón et al., 2006).

Determinación de pH y Acidez Total Titulable (ATT)

La fracción sólida fue diluida en agua destilada y colocadas en parrilla con agitación magnética para medir el pH usando un potenciómetro (Orion 920A), inmediatamente después se determinó la acidez total titulable (ATT) con NaOH 0.1 N de acuerdo a lo establecido en la norma Mexicana (NMX-F-102, 1978). Viable de BAL)

El crecimiento microbiano fue determinado por conteo en placa de colonias usando medio de agar para métodos estándar, MRS y agar papa dextrosa (PDA) para: mesofilicos totales, coliformes totales, bacterias ácido lácticas (BAL) y cuenta total de hongos y levaduras, respectivamente (Borrás et al., 2020).

Determinación del Aw

La determinación de actividad de agua (Aw) se realizó de acuerdo a las indicaciones de la ISO:18787-2017, utilizando un medidor de actividad de agua (Marca: AW LAB Set H, Modelo: NOVASINA AG, SUIZA).

Determinación de color

El color se determinó mediante un colorímetro digital portátil (Marca: 3NH, Modelo NR110) tomando 3 chiles de cada una de las variedades (rojo, amarillo y negro) en fresco y en estado seco. El colorímetro calibrado se posicionó en las muestras de chile, tomando tres medidas como referencia, las cuales fueron en la parte inferior, central y superior de las muestras, obteniendo un promedio de los espacios de color CIE *L*a*b*. (Carvajal et al., 2011).

Determinación de número de semillas

Para realizar la medición se utilizaron 3 chiles huacles de cada color (rojo, negro y amarillo) en fresco y en estado seco. Se retiró el exocarpio, mesocarpio y endocarpio, con la ayuda de un bisturí y pinzas de disección, se coloraron en charolas de plástico para facilitar el conteo de manera visual considerando todas las semillas sin importar el daño físico que tuvieran (Martínez, 2009).

Determinación de sólidos solubles totales (°Brix) Los sólidos solubles totales expresados en °Brix, se determinaron de acuerdo a la metodología por la Norma Mexicana (NMX-F-103, 1982) utilizando un refractómetro (Marca: ATAGO, Modelo: NAR-2T, USA) previamente calibrado.

Determinación de capsaicina

Se realizó una curva de calibración con capsaicina (Marca Sigma-Aldrich, Modelo 404-86-4) al 0.1 % en metanol grado HPLC (Marca Karal, México), seguido de una serie de diluciones de acuerdo a la norma mexicana NMX-F-389-1982. Las muestras fueron analizadas por triplicado en un Espectrofotómetro (MarcaVE-5600 uv-vis, USA) en celdas de cuarzo. El contenido de capsaicina se obtuvo mediante la ecuación 3 en unidades Scoville:

$$U.S. = \frac{\frac{\mu g}{cm^3} \frac{g}{cm^3} \text{ de capsaicina (de la curva tipo)}}{0.0667 \frac{\mu g}{cm^3} \times \text{conc. final de la muestra } g/cm^3} \quad (3)$$

Donde:

U.S. = Unidades de Scoville

0.0667 = Concentración teórica de la capsaicina, la cual se utiliza como un factor de conversión a unidades de Scoville.

Determinación de vitamina C

Se utilizó el Test Kit (HI 3850, HANNA, USA) para cuantificar ácido ascórbico. Se pesaron 3 g de muestra triturada y diluida con agua destilada desionizada en una relación 1:10 p/v. Posteriormente se filtró con papel filtro (Marca: Zempore, Poro: 20-25 µm) y se tomaron 10 mL de muestra para continuar de acuerdo a las instrucciones de la empresa.

Análisis químico proximal

A las tres variedades de chiles en estado fresco y seco se les realizaron los siguientes análisis proximales; humedad (NOM-116-SSA1-1994), fibra dietética total (NOM-086-SSA1-1994), proteínas (Kjeldahl NMX-F-608-NORMEX-2011), cenizas totales a 550 °C (NMX-F-607-NORMEX-2020), grasas (NOM-086-SSA1-1994). y carbohidratos disponibles por cálculo de diferencia.

Análisis estadísticos

Se realizó una comparación de medias agrupadas con un análisis de varianza (ANDEVA) y una comparación con la prueba de Tukey para verificar si las diferencias fueron estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$), utilizándose el programa MINITAB® versión 21.0 (2021).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Caracterización morfológica de las tres variedades de chile huacle en estado fresco y seco

Las características morfológicas de los frutos durante el proceso de cosecha son de importancia en la selección e identificación para la aceptación por parte de los consumidores. La Tabla 1 presenta la caracterización morfológica de las tres variedades del chile huacle (negro, rojo y amarillo) en estado fresco.

Tabla 1. Caracterización morfológica del chile huacle en estado fresco.

Variable	Chile huacle fresco			Chile huacle seco		
	Negro	Rojo	Amarillo	Negro	Rojo	Amarillo
Peso (g)	45.6 ± 1.4 ^a	44.7 ± 1.6 ^a	30.2 ± 1.0 ^b	6.9 ± 0.3 ^a	5.2 ± 0.2 ^b	3.7 ± 0.2 ^c
Diámetro ecuatorial (cm)	5.3 ± 0.2 ^a	5.6 ± 0.2 ^a	4.7 ± 0.2 ^b	4.9 ± 0.3 ^a	4.6 ± 0.2 ^a	4.5 ± 0.1 ^a
Diámetro longitudinal (cm)	6.9 ± 0.6 ^a	5.5 ± 0.2 ^b	4.8 ± 0.4 ^b	4.9 ± 0.3 ^a	3.2 ± 0.02 ^b	3.3 ± 0.2 ^b
Color L*	27.1 ± 0.6 ^b	30.2 ± 1.7 ^b	45.6 ± 1.4 ^a	24.6 ± 1.3 ^b	27.2 ± 1.1 ^a	25.2 ± 0.4 ^a
Color a*	6.3 ± 0.3 ^b	21.8 ± 3.7 ^a	26.5 ± 1.6 ^a	2.7 ± 0.2 ^b	4.6 ± 0.3 ^a	1.1 ± 0.1 ^c
Color b*	3.1 ± 0.4 ^c	11.4 ± 1.1 ^b	40.6 ± 0.8 ^a	2.1 ± 0.04 ^a	2.5 ± 0.5 ^a	0.8 ± 0.1 ^b
No. de semillas	335 ± 17 ^a	342.7 ± 4.2 ^a	194 ± 2.6 ^b	228.6 ± 3.5 ^a	220.7 ± 3.8 ^a	93.7 ± 24.3 ^b

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) por comparación de medias. L* es denominado luminosidad: valores de 0 (negro) a 100 (blanco); a*: rojo (+a) y verde (-a), b*: amarillo (+b) y azul (-b).

El diámetro ecuatorial de las dos variedades del chile huacle negro y rojo en estado fresco y seco no presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$), mientras que, la variedad del chile huacle amarillo mostró diferencias significativas respecto a las dos variedades. El peso y la dimensión de los frutos de chile huacle de las tres variedades en estado fresco, son superiores a los reportados por Flores *et al.* (2018), quienes obtuvieron un peso promedio de 19.43 g, dimensión de 3.95 cm de ancho y 7.0 cm de largo.

La luminosidad L* de los frutos del chile huacle negro (27.043 ± 0.602) y rojo (30.240 ± 1.707) no presentó diferencias significativas, mientras que, el chile huacle amarillo (45.643 ± 1.416) mostró diferencia significativa respecto a las dos variedades antes mencionadas. El parámetro de la luminosidad (L*) de la presente investigación se relaciona con lo obtenido por López (2013), quien estudió el comportamiento del fruto del chile jalapeño a los 19 días después de realizar la cosecha, obteniendo un valor de 32 a 37 de L*, estos resultados reflejan la pérdida de fotosíntesis y clorofila, la cual, brinda un



color verde intenso a verde oliva. Estos cambios de colores son típicos de la maduración, el cual se producen por la pérdida de la clorofila. El color final de los chiles, depende de la variedad, grado de madurez, condiciones climáticas, época de recolección, técnicas de cultivo y condiciones de almacenamientos (Menoza *et al.*, 2015).

Las variedades del chile huacle rojo y amarillo no presentaron diferencias significativas respecto al parámetro a^* , mientras que, el chile huacle negro presentó diferencias significativas con respecto a las dos variedades antes mencionadas. De acuerdo a lo presentado por Garzón, (2008), estos valores indican la presencia de antocianinas (incremento de metoxilaciones) que son las responsables de una gama de colores, que abarca desde el rojo y violeta, las cuales son acumuladas en las vacuolas de las células y son estabilizadas por su misma estructura química, pH, temperatura, presencia de oxígeno, ácido ascórbico y actividad de agua.

El parámetro b^* muestra diferencias significativas en las tres variedades de chile huacle negro, rojo y amarillo. Estos resultados se deben a la presencia de los carotenoides que son acumulados en los plastoglóbulos de los cromoplastos de forma masiva donde alcanza un mayor grado de diversidad estructural, quienes son los responsables de la absorción de luz visible (cromóforo) cuya capacidad de absorción da color a colores llamativos de este pigmento (Meléndez *et al.*, 2004; Mínguez *et al.*, 2000; Zacari *et al.*, 2017). El número de semillas de los chiles huacles en estado fresco y seco de la variedad negro y rojo, no presentaron diferencias significativas con 335 ± 17.01 y 342.67 ± 4.160 respectivamente, mientras que el chile huacle amarillo presentó diferencia significativa con 194.00 ± 2.650 , sin embargo, estas tres variedades presentaron resultados mayores a lo reportado por Flores *et al.* (2018) quienes obtuvieron 183 semillas en los frutos de chile huacle. San Juan *et al.* (2019) mencionan que el tamaño y número de semillas es debido a la acumulación de nutrientes y agua, asociada con la rápida división y elongación celular, obteniendo un rango de 173 a 203 semillas en los fruto de chiles huacles, que, de acuerdo a Kraft *et al.* (2010), el tamaño y el número de las semillas es el principal criterio utilizado por los agricultores de chiles en México para la selección de las semillas que son utilizados en los ciclos de cultivos.

El chile huacle rojo en estado seco, mostró un valor significativo mas alto de luminosidad L^* con respecto a la variedad negro y amarillo, y esto debe a que el secado cambia las propiedades físicas y



químicas del fruto lo cual cambia su capacidad para dispersar, absorber y transmitir la luz modificando su color. Para el parámetro a^* se observó diferencias significativas en las tres variedades, el cambio de color de los frutos hace referencia al efecto de la temperatura, el cual, resulta de una pérdida de azúcares glicosilantes, provocando un efecto degradativo del oxígeno y ácido ascórbico generando así la pérdida de la estabilidad de las antocianinas (Garzón, 2008). El parámetro b^* no presentó diferencias significativas entre el chile negro y rojo, sin embargo, el chile amarillo fue menor respecto a las otras dos variedades. Estos cambios son producidos como consecuencia de reacciones químicas en las que desaparecen los compuestos responsables del color natural como los pigmentos propios del alimento carotenoides, antocianos y la clorofila), o la aparición de productos coloreados producido por las reacciones de Maillard (Mendoza, 2013), como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Chile huacle (*Capsicum annuum*) en estado fresco y seco.

	Chile huacle amarillo	Chile huacle rojo	Chile huacle negro
Chiles huacle en estado fresco			
	Chile huacle amarillo	Chile huacle rojo	Chile huacle negro
Chile huacle en estado seco			

Elaboración propia.

Caracterización fisicoquímica de las tres variedades de chile huacle en estado fresco y seco

La Tabla 2 presenta los valores obtenidos durante la caracterización fisicoquímica de las tres variedades de chile chilhuacle (negro, rojo y amarillo) en estado fresco.

Tabla 2 Caracterización fisicoquímica, vitamina C y capsaicina del chile huacle en estado fresco y seco

Variable	Chile huacle fresco			Chile huacle seco		
	Negro	Rojo	Amarillo	Negro	Rojo	Amarillo
pH	5.1 ± 0.1 ^a	5.1 ± 0.1 ^a	5.8 ± 0.7 ^a	4.5 ± 0 ^a	4.70 ± 0.0 ^a	4.50 ± 0.0 ^a
Acidez (AT)	0.1 ± 0 ^a	0.1 ± 0 ^a	0.07 ± 0.01 ^b	0.1 ± 0 ^a	0.1 ± 0 ^a	0.07 ± 0 ^b
Actividad de agua (Aw)	0.8 ± 0.1 ^a	0.8 ± 0.0 ^a	0.7 ± 0.3 ^a	0.5 ± 0 ^a	0.5 ± 0.1 ^a	0.5 ± 0.1 ^a
°Brix (SST)	4.6 ± 0.2 ^a	4.9 ± 0.1 ^{ab}	4.5 ± 0 ^b	4.6 ± 0.2 ^a	4.8 ± 0.1 ^{ab}	4.4 ± 0.05 ^b
Firmeza (kgf/cm ⁻²)	1.04 ± 0.26 ^b	1.52 ± 0.08 ^a	1.56 ± 0.03 ^a	1.1 ± 0.3 ^b	1.5 ± 0.1 ^a	1.6 ± 0.1 ^a
Capsaicina (SHU)	62,102.2 ± 20.7 ^a	34,108.5 ± 83.0 ^b	33,537 ± 56.0 ^c	69,403.1 ± 20.7 ^a	41,836 ± 107 ^b	± 40,478 ± 56 ^c
Vitamina C (mg/100 g)	50 ± 14.1 ^a	90 ± 0 ^b	130 ± 0.0 ^c	75 ± 7.1 ^a	90 ± 0.0 ^b	130 ± 0 ^c

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) por comparación de medias. pH: potencial de hidrógeno; aw: actividad de agua; AT: acidez total; SST: sólidos solubles totales; kgf: kilogramos fuerza; SHU: Unidades de Scoville.

El pH no mostró diferencias significativas en las tres variedades del chile huacle en estado fresco y seco respectivamente. Los valores de pH en estado fresco, coinciden con los valores reportados por Solís *et al.* (2017), quienes presentaron valor de 5 para de frutos de chiles "siete caldos" (*Capsicum annuum*), cultivados en cielo abierto y casa sombra.

El chile huacle amarillo en estado fresco y seco, mostraron diferencias significativas en la concentración de la acidez respecto al negro y rojo. Solís *et al.* (2017) presentaron valores de acidez de 0.70 % en frutos de chile rojo-oscuro-verde y 0.43 % en frutos amarillo. Salinas *et al.* (2010), determinaron la acidez de cuatro tipos de chiles, presentando un rango de acidez titulable de 0.3 % a 0.5 %. Este cambio de acidez en diferentes chiles, se atribuye a los días de almacenamiento y al contenido de ácido ascórbico, debido a que el fruto se vuelve senescente y la degradación de ácidos es mayor. La acidez titulable es un parámetro que influye en el sabor, color, estabilidad microbiana y en la calidad de conservación (Domene y Segura, 2014).

La cantidad de sólidos solubles totales (°Brix), muestra que el chile huacle amarillo en estado seco y fresco presenta un valor significativo menor ($p \leq 0.05$) que las variedades negro y rojo, sin embargo, estos valores fueron menores a lo reportado por San Juan *et al.* (2019), quien presentó un valor de 14 °Brix en los frutos de chile huacle, argumentando que esta variable es atribuida a la cantidad de agua presente

en los frutos a la hora de su cosecha. El contenido de sólidos totales puede disminuir en los frutos provenientes de plantas colocadas a densidades menores y con menor tallo secundario (Langlé, 2011), o su aumento puede estar relacionado con la conversión de almidón en azúcares solubles en agua (Mendoza, 2013). Del Pilar *et al.* (2007), afirmaron que la cantidad de azúcares en el fruto depende principalmente de la variedad, del rendimiento asimilatorio de las hojas, de la relación hoja/fruto, de las condiciones climáticas durante el desarrollo del fruto y la maduración.

La Tabla 2 muestra que la firmeza del chile huacle negro en estado fresco y seco, presentó un valor menor significativo ($p \leq 0.05$) respecto a las otras dos variedades. El chile huacle tiene una firmeza promedio de 1.56 kg.cm^{-2} , lo cual es menor a lo reportado en el chile jalapeño por López (2013) de 5.54 kg.cm^{-2} . Martínez *et al.* (2017), mencionan que la firmeza, tiene relación con el estado de madurez del fruto, dado por la degradación de protopectinas insolubles a pectinas solubles, causando menos dureza, por lo que el ablandamiento excesivo es uno de los procesos de deterioro de los frutos que limitan su transporte y vida postcosecha.

Los metabolitos mas importantes en el genero *Capsicum* son los capsaicinoides, que confieren la pungencia de los chiles, siendo la capsaicina y la dihidrocapsaicina los mas que se encuentran en mayor cantidad. La Tabla 2 muestra que las tres variedades de chile huacle en estado fresco y seco presentaron diferencias significativas, siendo el chile huacle negro el que presentó mayor cantidad de pungencia ($62,102.2 \pm 20 \text{ SHU}$). El grado de picor entre las tres variedades depende de la edad y etapa de desarrollo del fruto así como el genotipo de la variedad y el estado de madurez comercial del fruto. Además que la cantidad de agua aportada a la planta durante el cultivo, fertilidad del suelo, u otras condiciones de estrés pueden aumentar el volumen de la capsaicina significativamente en el fruto (López, 2015; Valadez *et al.*, 2016; Morales *et al.*, 2020). Hernandez *et al.* (2019) identificaron y cuantificaron los capsaicinoides predominantes en 18 variedades de chile (*Capsicum spp*), obteniendo como resultado que las variedades con mayor presencia de capsaicinoides totales fueron el chile habanero, serrano, piquín y manzano. La diferencia de contenido de capsaicinoides se le atribuye a las diferentes variedades, condiciones de temperatura y manejo de cultivo (Cruz *et al.*, 2007). López *et al.* (2015), estudiaron los cambios en la concentración de capsaicinoides durante el desarrollo y maduración de chile, donde identificaron que el contenido de capsaicinoides es mayor durante el estado de madurez,

aunque este tiende a disminuir durante la senescencia. El incremento de los capsaicinoides es producido por la velocidad de síntesis, asociada con la presencia activa de la enzima peroxidasa, y su disminución se debe a la degradación de isoenzimas (Estrada *et al.*, 2002).

El contenido de vitamina C, presenta diferencias entre las tres variedades en estado fresco y seco, siendo el chile chilhuacle amarillo el que presentó mayor contenido de vitamina C (130 mg/100g). Los valores obtenidos en este trabajo coinciden con lo reportado por Rincón (2017), quien determinó el contenido de vitamina C en pimiento amarillo (108.83 mg/100 g), pimiento anaranjado 140.31 mg/100 g) y pimiento rojo (134.25 mg/100 g), concluyendo que la mayor cantidad de vitamina C se encuentra en los chiles de colores naranja y rojo. Kumar (2009), hace mención que la variabilidad del contenidos de vitamina C está relacionada con la etapa de madurez, sin embargo, tiende a disminuir durante la etapa de la senescencia. De las Rosas *et al.* (2015), han reportado que el aumento de la vitamina C en el proceso de maduración, se debe a la concentración hexosas y al aumento de la enzima 2-cetogluconalactona que es la responsable de la transformación a ácido L-ascórbico.

Caracterización químico proximal de las tres variedades de chile huacle en estado fresco y seco

Se observa en la Tabla 3 que el chile huacle rojo en estado fresco, presentó un contenido significativo menor en contenido de proteínas, en comparación con las variedades negro y amarillo en estado fresco, sin embargo, no se presentan diferencias significativas en estado seco. El contenido de proteínas en del chile huacle de las tres variedades en estado fresco, son menores a los reportados por Solís *et al.* (2017), quienes presentaron valores 16.26 a 21.69 % en chile “siete caldo”. Hernández *et al.* (2021), evaluaron la composición proximal en frutos de tres morfotipos de chile Comapeño (*C. annuum L.*), presentando un valor mayor de

contenido de proteína (12.8 %). El aumento o disminución del contenido de proteínas, se debe a las etapas de maduración del fruto, debido a que es la etapa en la cual se sintetizan las proteínas para posteriormente ser degradadas a aminoácidos (Albrecht y Matias, 2019; Rembado y Sceni, 2009; Badui, 2006). Las tres variedades de chile huacle en estado seco, no presentaron diferencias significativas en contenido de proteínas. Estos valores fueron similares a los presentados por Ortinez (2011), quien determinó el contenido de proteína en chile Guajillo seco, obteniendo valores de 13.94 % en estado seco.



El secado afecta principalmente a las proteínas, produciendo una desnaturalización, especialmente de las membranas, el cual, destruye las propiedades de las paredes celulares perdiendo la turgencia de los tejidos (Casp y Abril, 2003).

Tabla 3. Caracterización químico proximal del chile huacle en estado fresco y seco.

Variable	Chile huacle fresco			Chile huacle seco		
	Negro	Rojo	Amarillo	Negro	Rojo	Amarillo
Proteína (%)	2.92 ± 0.18 ^a	2.63 ± 0.11 ^b	2.97 ± 0.12 ^a	10.21 ± 0.67 ^a	10.5 ± 0.38 ^a	10.5 ± 0.38 ^a
Ext. Etéreo (%)	10.61 ± 1.23 ^b	14.43 ± 0.21 ^a	13.64 ± 0.22 ^a	11.63 ± 0.1 ^b	15.89 ± 0.22 ^a	14.67 ± 1.16 ^a
Ceniza (%)	5.9 ± 0.11 ^b	6.74 ± 0.02 ^a	6.88 ± 0.11 ^a	6.51 ± 0.13 ^b	9.38 ± 0.12 ^a	9.48 ± 0.19 ^a
Humedad (%)	80.74 ± 6.43 ^a	84.65 ± 1.2 ^a	82.55 ± 4.1 ^a	13.65 ± 0.95 ^a	11.99 ± 3.21 ^a	15.15 ± 1.49 ^a
Fibra cruda (%)	4.97 ± 0.81 ^a	5.75 ± 1.76 ^a	5.23 ± 0.21 ^a	11.89 ± 0.07 ^a	11.74 ± 0.21 ^a	11.57 ± 1.86 ^a

Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) por comparación de medias.

El chile huacle negro en estado fresco y seco, presentó un contenido menor de extracto etéreo, respecto a las variedades de chile rojo y amarillo. El contenido de extracto etéreo de las tres variedades de chile huacle en estado fresco, fueron menores a los valores reportados por Hernández *et al.* (2021), quienes presentaron 4.37 % en contenido de extracto etéreo en chiles calpeños. Solís *et al.* (2017) reportaron valores de 4.50 a 8.0 % de extracto etéreo en frutos de chile de la variedad, Siete Caldos (*C. annuum*). Referente al contenido de ceniza en la variedad de chile huacle negro en estado fresco y seco, presentó un contenido menor respecto a las otras dos variedades, sin embargo, estos valores coinciden con los reportados por Hernández *et al.* (2021), quienes presentaron valores de 5.97 a 6.71 % en chiles Comapeño (*C. annuum* L.) y Solís *et al.* (2017) con valores de 5.63 a 6.5 % en frutos de la variedad de siete caldos (*C. annuum*), bajo condiciones de cielo abierto.

El contenido de humedad de las tres variedades de chile huacle tanto en estado fresco y seco, no tuvieron diferencias significativas. El contenido de humedad de las tres variedades de chile huacle en estado fresco, presentaron valores similares a Mendoza (2013), quien obtuvo un porcentaje de humedad de 86 – 88 % en chile jalapeño rojo (*Capsicum annuum* L.). Solís *et al.* (2017) reportaron valores de 82.10 a 84.35 % en chiles de la variedad siete caldos (*C. annuum*) bajo condiciones de cielo abierto.

El porcentaje de humedad que presentan los frutos en estado fresco, se debe a que el tejido parenquimático acumula gran cantidad de agua, por lo que facilita la proliferación de hongos y puede provocar pérdida económicas a los productores (San Juan *et al.*, 2019)

El contenido de fibra de las tres variedades en estado seco, no presentaron diferencias significativas, sin embargo, los valores presentados son inferiores a los reportados por Hernández *et al.* (2021) con 12.53 % en frutos de morfitipo Raya Licona. Solís *et al.* (2017) reportaron valores de 12.5 % de fibra cruda en frutos de chile siete caldos de color rojo y rojo-quemado-oscuro evaluados en condiciones de cielo abierto.

El contenido de fibra de las tres variedades de chile huacle en estado fresco y seco, no presentaron diferencias significativas. Los valores de contenido de fibra en estado fresco presentados, son inferiores a los reportados Hernández *et al.* (2021), quienes obtuvieron 12.53 % de fibra en frutos de morfitipo Raya Licona. Solís *et al.* (2017) reportaron valores promedios de 12.0 y 12.5 % de fibra cruda en frutos de color rojo y rojo-quemado-oscuro de la variedad ‘Siete Caldos’ evaluados en condiciones de cielo abierto. La diferencia en el contenido de fibra depende de muchos factores, entre los que destaca la madurez del producto y la composición estructural de la pared celular del vegetal (Badui, 2006; Rembado, 2009).

CONCLUSIONES

Las tres variedades de chile huacle mostraron diversas propiedades morfológicas, fisicoquímicas y proximales que los hacen factibles para su utilización en diversos productos alimenticios u otras aplicaciones industriales. El chile huacle amarillo en estado fresco es significativamente mas pequeño y con menor pungencia que los otras variedades, por lo que puede aplicarse a la realización de productos dirigidos a personas con menor tolerancia del picor. El contenido de capsaicina de los chiles huacles en estado seco negro, rojo y amarillo fueron de 69,403.1, 41,836 y 40,478 SHU respectivamente, siendo el chile negro de mayor picor. El chile huacle amarillo presentó un contenido de vitamina C mayor que el chile rojo y negro de 130, 90, 50 mg/100 g respectivamente. Las propiedades evaluadas en este trabajo aportan conocimiento del comportamiento de postcosecha, que se pueden considerar para las estrategias que permitan aumentar el tiempo de conservación para su consumo.

Conflicto de interes

Los autores declaramos que no hay conflicto de interés.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albrecht, C. y Matias, S. C. 2019. Manual de frutas y hortalizas: Propiedades Fisico-químicas y condiciones de manipulación y conservación. Pp. 1–36.
- Angón, G. P., Santos, S. N. F. y Hernández, C. G. 2006. Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. Temas de ciencia y tecnología. 30(10): 3-8. Disponible en: <https://www.utm.mx/~temas/temas-docs/ensayo1t30.pdf>
- Badui D.S. 2006. Química de los alimentos. 4ta ed. Pearson educación. México.
- Borrás, L. M., Valiño, Elaine. C., Elías, A., Martínez, J. J., Sanabria, A. M. y Becerra, Mónica. L. 2020. Fermentación en estado sólido de residuos poscosecha de *Solanum tuberosum* y un preparado microbiano. Cuban Journal of Agricultural Science. 54(4): 525-533. Recuperado en 13 de diciembre de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802020000400525&lng=es&tlng=es.
- Carvajal-Herrera, J. J., Aristizábal, I. D., Oliveros, C. E. y Mejía Montoya, J. W. 2011. Colorimetría del Fruto de Café (*Coffea arabica* L.) Durante su Desarrollo y Maduración. Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín. 64(2): 6229-6240. Recuperado en 12 de abril de 2024, en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179922664020>
- Casp-Vanaclocha, A. y Abril, R. J. 2003. Proceso de conservación de alimentos 2 ed. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Cruz Pérez, A. B., González Hernández, V. A., Soto Hernández, R. M., Gutiérrez Espinosa, M. A., Gardea Béjar, A. A., & Pérez Grajalez, M. 2007. Capsaicinoides, Vitamina C y Heterosis durante el desarrollo del fruto de Chile manzano. Agrociencia: 41(6): 627-635. Recuperado en 29 de Agosto de 2023, de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30241604>
- De Las Rosas García, M., Villalobos, A. R. B., De Los Ángeles García. B, A., Bravo, A. A. R., y Budovalchew, I. A. 2015. Contenido de vitamina C en dos variedades de moras durante la etapa de maduración. Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana. 49(3): 329-334. Recuperado en 23 de noviembre de 2023, de: Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53542622006>



- Del Pilar Pinzón, I., Fischer, G., y Corredor, G. 2007. Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa. *Agronomía Colombiana*. 1(25): 83–95. Recuperado en 12 de agosto de 2023, de: Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180316240010>
- Domene, M. y Segura, M. 2014. Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. *Cajamar ADN Agro*. 5:1–18. Recuperado en 04 de Diciembre de 2023, de <https://www.cajamar.es/storage/documents/005-calidad-interna-1410512030-cc718.pdf>
- Estrada, B., Bernal, M. A., Díaz, J., Pomar, F. y Merino, F. 2002. Capsaicinoids in vegetative organs of *capsicum annum* l. in Relation to fruiting. *Journal of agricultural and food chemistry*. 50 (5): 1188–1191. DOI: 10.1021/jf011270j
- Flores, G. P., Franco, B. A., Hernández, M. J., Moreno, L. S., Hernández P. J. L. y Pinedo, E. J. M. 2018. Evaluación fisicoquímica y capacidad antioxidante de chiltepín silvestre de Nuevo León, México. *Investigacion y desarrollo en ciencia y tecnologia de alimentos*. 3: 529–534. Recuperado en 21 de septiembre de 2023, de <http://eprints.uanl.mx/23703/1/64.pdf>.
- García, G. V., Gómez, M. F. C., Trejo, T. L. I., Baca, C. G. A. y García, M. S. 2017. The Chilhuacle Chili (*Capsicum annum* L.) in Mexico: Description of the variety, Its cultivation, and Uses. *International Journal of Agronomy*. 5: 1-13. DOI:10.1155/2017/5641680
- Grzón, Gloria A. 2008. Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. *Acta Biológica Colombiana*. 13(3): 27-36. Obtenido el 21 de abril de 2023, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2008000300002&lng=en&tlng=es.
- Hernández-Verdugo, S., Dávila, P. y Oyama, K. 1999. Síntesis del conocimiento taxonómico, origen y domesticación del género *Capsicum*". *Boletín de la sociedad botánica de México*. 64: 65-84. DOI:10.17129/botsci.1583.
- Hernández, S. G., Arenas, L. A. E., Luna, C. M., Ramírez, R. E. de J., Purroy, V. R., Sotelo, L. C. y Castillo, Z. R. I. 2021. Composición proximal en morfotipos de chile Comapeño (*Capsicum annum* L.) de Oaxaca y Veracruz, México, y su relación con factores climáticos. *Acta agrícola y pecuaria*. 7: 1-11. <https://doi.org/10.30973/aap/2021.7.0071018>



- Hill, T. A., Ashrafi, H., Reyes, C. S., Yao, J. Q., Stoffel, K., Truco, M. J., Kozik, A., Michelmore, R. W. y Van, D. A. 2013. Characterization of *Capsicum annuum* Genetic diversity and population structure based on parallel polymorphism discovery with a 30K Unigene Pepper GeneChip. *PLoS ONE*. 8 (2): e56200. DOI: 10.1371/journal.pone.0056200
- ISO:18787-2017. ISO 18787-2017. Productos alimenticios. Determinación de la actividad del agua. <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:18787:ed-1:v1:en>
- Kraft, K., Luna. R. J. D. J. y Paul, G. A. 2010. Different seed selection and conservation practices for fresh market and dried chile farmers in Aguascalientes, Mexico. *Economic Botany*. 64 (4): 318–328. DOI: 10.1007/s12231-010-9136-x
- Kumar, A. A. 2009. Ascorbic Acid Contents in Chili Peppers (*Capsicum L.*). *Notulae scientia biologicae*. 1(1): 50–52. DOI: <https://doi.org/10.15835/nsb113445>
- Langlé, A. L. A. 2011. Respuesta del chile huacle (*Capsicum spp.*) a diferentes densidades de plantación y podas bajo manejo intensivo en invernadero. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Obtenido de: http://literatura.ciidiroaxaca.ipn.mx:8080/xmlui/handle/LITER_CIIDIROAX/270
- López L. P., Rodríguez, H. R., y Bravo M. E. 2016. Economic impact of the huacle chile (*Capsicum annuum L*) in the state of Oaxaca. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 20 (38): 317 – 328. Recuperado en 10 de enero de 2024, en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14146082010>
- López, L. Á., Espinoza, S., Ceceña, D. C., Ruiz, A. C., Núñez, R.F. y Araiza, Z. D. 2015. Biosíntesis, acumulación y efecto del ambiente sobre compuestos antioxidantes del fruto del cultivo de chile (*Capsicum spp.*). *Biotecnia*, 17(2), 50-57. Recuperado en 12 de marzo de 2023, de <https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/view/183/170>
- López. L. H. 2013. Comportamiento de frutos de chile (*Capsicum annuum*) tipo jalapeño a la desinfección con diferentes sanitizantes en poscosecha. Tesis obtenida de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/bitstream/handle/123456789/526/T19730%20LOPEZ%20LOPEZ%2c%20HENRY%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



- Martínez, D. M. T., Cruz, A. O., Moreno, P. E. del C., y Valle, G. S. 2019. Intensidad de color y compuestos bioactivos en colectas de chile guajillo del Norte de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 10 (1): 35 –49. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i1.465>.
- Martínez, G. M., Balois, M. R., Alia, T. I., Cortes, M. A., Palomino, Y. A. y López, G. G. 2017. Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 8: 4075-4087. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i19.674>
- Meléndez, M. A. J., Vicario, I. M. y Heredia, F. J. 2004. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 54 (2): 209-215. Recuperado en 03 de septiembre de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200011&lng=es&tlng=es.
- Mendoza-Sánchez, Liliana G., Mendoza-López, María R., García-Barradas, Oscar, Azuara-Nieto, Ebner, Pascual-Pineda, Luz A. y Jiménez-Fernández, Maribel. 2015. Physicochemical and antioxidant properties of jalapeño pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum*) during storage. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. 21(3): 229-241. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2015.06.010>
- Mínguez, M. M. I., Pérez, G. A. y Hornero, M. D. 2000. Pigmentos carotenoides en frutas y vegetales; mucho más que simples colorantes naturales. Departamento de biotecnología de alimentos. *Agroscic*. 7: 3-5. Recuperado en 21 de noviembre de 2023, en : <http://hdl.handle.net/10261/5754>
- Morales, F., Sigfrido, D., Moreno, V. D., Trinidad, D. J. S., Vázquez, C. F., Ibáñez, M. A. y Tobar, R. J. R. 2020. Fenología y contenido de capsaicinoides en chile producidos en condiciones de invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 11 (3): 663-675. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i3.2159>
- Niveditha, V. R., Sridhar, K. R. & Balasubramanian, D. 2013. Physical and mechanical properties of seeds and kernels of *Canavalia* of coastal sand dunes. *International Food Research Journal*. 20: 1547-1554. [http://www.ifrj.upm.edu.my/20%20\(04\)%202013/5%20IFRJ%2020%20\(04\)%202013%20Shridhar%20\(086\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/20%20(04)%202013/5%20IFRJ%2020%20(04)%202013%20Shridhar%20(086).pdf)



- NORMA Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994, Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa.
- Normas Mexicanas NMX-F-102-S-1978. Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas.
- Normas Mexicanas NMX-F-103-1982. Alimentos. Frutas y derivados. Determinación de grados brix.
- Normas Mexicanas NMX-F-389-1982. Alimentos. Especies y condimentos. Determinación de capsaicina en capsicums.
- Normas Mexicanas NMX-F-607-NORMEX-2020. Alimentos-determinación de cenizas en alimentos-método de prueba.
- Normas Mexicanas NMX-F-608-NORMEX-2011. Alimentos-determinacion de proteínas en alimentos-metodo de ensayo.
- Ortinez, A. C. E. 2011. Extracción de oleorresina y colorantes de chile guajillo (*Capsicum annuum L.*) proveniente de Queréndaro Michoacán, México. [Tesis para obtener el título de Químico de Alimentos, Universidad Nacional Autónoma de México]. Recuperado de <https://repositorio.unam.mx/contenidos/196770>.
- Perry, L. y Flannery, K. V. 2007. Precolumbian use of chili peppers in the Valley of Oaxaca, Mexico. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 104(29):11905–11909. <https://doi.org/10.1073/pnas.0704936104>
- Rembado. M. F. y Sceni, P. 2009. La Química en los Alimentos (1a.ed.). Ministerio de Educación de la Nación. Republica Argentina.
- Rincón, A. A. L. 2017. Cuantificación de la capacidad antioxidante en pimiento morrón (*capsicum annuum l.*) fresco y deshidratado por liofilización. [Tesis para obtener el título de Ingeniero en Ciencia y Tecnología de alimento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42303>
- San Juan-Martínez, J., Aquino-Bolaños, T., Ortiz-Hernández, Y. D. y Cruz-Izquierdo, S. 2019. Características de fruto y semilla de chile huacle (*Capsicum annuum L.*) producido en



hidroponia. Idesia (Arica). 37(2): 87–94. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292019000200087>

Solís, M. D., Lecona, G. C. A., Ruiz, L. N., Ocampo, P., Rodas, T. J., Gonzales-S, C., González, M. O. y Gordillo, P. L. 2017. Análisis bromatológico de frutos de chile “siete caldos” (*capsicum annuum*) cultivados en condiciones de cielo abierto y casa sombra. Agro Productividad. 10 (9): 34–40. Recuperado en 09 de enero de 2024, de:

<https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/188>

Valadez, S. YM, O. S. E, Vázquez, A. E, E. R., Preciado, R. P, Valdez, R. D. y García, H. J.L. 2016. Calidad y concentración de capsaicinoides en genotipos de chile Serrano (*Capsicum annuum* L.) producidos bajo fertilización orgánica. Phytón. 85(1): 21 - 26. Recuperado en 03 de febrero de 2024, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572016000100005&lng=pt&tlng=es.

Zaccari, F., Puerto, M.C., Vignale, B. y Pritsch, C. (2017). Parámetros colorimétricos y contenido de pigmentos en cinco colores de cáscara de fruto de guayabo [*Acca sellowiana* (Berg) Burret]. Agrociencia (Uruguay). 21(2): 23-30. Recuperado en 15 de agosto de 2023, de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482017000200023&lng=es&tlng=es.

