

VARIETADES LOCALES Y CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ESPECIES DOMESTICADAS DEL GÉNERO *CUCURBITA* (CUCURBITACEAE) EN LOS ANDES CENTRALES DEL PERÚ: TOMAYQUICHUA, HUÁNUCO

LANDRACE DIVERSITY AND LOCAL SELECTION CRITERIA OF DOMESTICATED SQUASHES AND GOURDS (*CUCURBITA*) IN THE CENTRAL ANDEAN MOUNTAIN RANGE OF PERU: TOMAYQUICHUA, HUÁNUCO

¹JOSUÉ BARRERA-REDONDO¹, ²HELENA S. HERNÁNDEZ-ROSALES¹, ³VERÓNICA CAÑEDO-TORRES², KATIA ARÉSTEGUI-ALEGRIA³, ⁴JUAN TORRES-GUEVARA⁴, ⁵FABIOLA PARRA⁴, ⁶IGNACIO TORRES-GARCÍA⁵, ^{6*}ALEJANDRO CASAS^{6*}

¹Laboratorio de Evolución Molecular y Experimental, Departamento de Ecología Evolutiva, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, México

²Dirección General de Diversidad Biológica, Ministerio del Ambiente, Lima Perú.

³Basoinsa S.L. Sucursal Perú, Lima, Perú.

⁴Centro de Investigación en Zonas Áridas, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

⁵Escuela Nacional de Estudios Superiores, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Michoacán, México.

⁶Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia, Morelia, Michoacán, México.

*Autor para correspondencia: acasas@cieco.unam.mx

Resumen

Antecedentes: Es importante entender las prácticas agrícolas y los criterios de selección que moldean la diversidad de variedades locales en plantas domesticadas. La región andina comparte con la región mesoamericana y Norteamérica los centros de origen de las cinco especies domesticadas de *Cucurbita*. Sin embargo, los estudios sobre diversidad biológica de estas especies son escasos en Perú en comparación con México.

Preguntas: ¿Cuáles son las variedades locales de *Cucurbita* que reconocen, promueven y conservan los agricultores en el Distrito de Tomayquichua? ¿Qué mecanismos promueven la diversidad de estas variedades?

Especies estudiadas: *Cucurbita ficifolia* Bouché, *Cucurbita moschata* Duchesne, *Cucurbita maxima* Duchesne.

Sitio y año de estudio: Tomayquichua, Huánuco, Perú (junio de 2018 y 2019).

Métodos: Se realizaron entrevistas semiestructuradas a 29 familias de agricultores y comerciantes para evaluar la diversidad de variedades locales y las prácticas de manejo de las especies del género *Cucurbita*.

Resultados: *C. ficifolia* es la cucurbitácea más diversa en Tomayquichua (13 variedades) seguido de *C. moschata* (10 variedades), las cuales se siembran en chacras y traspatios. Se reportan siete variedades de *C. maxima*, con el uso predominante de una variedad comercial en cultivos intensivos.

Conclusión: Las prácticas agrícolas tradicionales parecen mantener la diversidad local de *C. ficifolia* y *C. moschata*. Las variedades locales de *C. maxima* en Tomayquichua parecen ser desplazadas progresivamente por una variedad mejorada destinada a aumentar la producción mediante prácticas agrícolas intensivas. La alta diversidad biológica de *C. ficifolia* en Perú sugiere un origen andino, pero se requieren estudios genéticos adicionales para aclararlo.

Palabras clave: Centro de diversidad, criterios de selección, *Cucurbita* spp., variedades locales.

Abstract

Background: It is important to understand the agricultural practices and criteria of human selection that shape the diversity of landraces in domesticated plants. The Andean region shares with Mesoamerica and North America the areas of origin of the five domesticated species of *Cucurbita*. However, studies on the biological diversity of these species have been scarcer in Peru than in Mexico.

Questions: Which landrace varieties of *Cucurbita* are recognized, promoted and conserved by the farmers in the District of Tomayquichua? Which mechanisms promote the diversity of these varieties?

Studied species: *Cucurbita ficifolia* Bouché, *Cucurbita moschata* Duchesne, *Cucurbita maxima* Duchesne.

Study site, dates: Tomayquichua, Huánuco, Peru (June of 2018 and 2019).

Methods: We used semi-structured interviews to 29 families of farmers and merchants to assess the diversity of landrace varieties and agricultural management practices of *Cucurbita* species.

Results: *C. ficifolia* was the most diverse cucurbit in Tomayquichua (13 varieties) followed by *C. moschata* (10 varieties), both which are grown in chacras and backyards. We report seven varieties of *C. maxima*, with the predominant use of a commercial variety through intensive agricultural practices.

Conclusion: The traditional agricultural practices seem to maintain the landrace diversities of *C. ficifolia* and *C. moschata*. The landraces of *C. maxima* in Tomayquichua seem to be displaced progressively by an enhanced variety destined to increase yield using intensive agricultural practices. The high biological diversity of *C. ficifolia* in Peru suggests an Andean origin for this species, but future studies with genetic data are needed.

Key words: Center of diversity, *Cucurbita* spp., landrace diversity, management.

La domesticación es un proceso evolutivo en el que diferentes fuerzas dirigidas por humanos y otras causas naturales (selección, deriva génica, flujo génico, sistemas reproductivos) operan en contextos antropogénicos e influyen en la generación de divergencias morfo-fisiológicas y genéticas entre los organismos domesticados y sus parientes silvestres (Casas *et al.* 2007, Pickersgill 2018). A su vez, se trata de un proceso de evolución mutualista en el cual un organismo asume control sobre la reproducción y cuidado de otro organismo, de manera que se pueda aprovechar algún recurso de interés (Zeder 2015).

La región andina, particularmente la región que comprende a Ecuador y Perú es considerada uno de los centros de origen de plantas domesticadas más importantes del planeta (Vavilov 1926, Harlan 1992, Diamond 2002) y comparte con la región mesoamericana y Norteamérica los centros de origen y diversificación de las cinco especies domesticadas de *Cucurbita* (Cucurbitaceae; Sanjur *et al.* 2002, Zheng *et al.* 2013).

El género *Cucurbita* es nativo del continente americano y es mayormente reconocido por sus especies domesticadas, comúnmente llamadas calabazas y zapallos. Comprende 20 taxa herbáceos, de 12 a 15 especies de las cuales cinco han sido domesticadas (Paris 2016, Lira *et al.* 2016). Las calabazas cultivadas son parte importante de los sistemas de policultivo tradicionales (e.g. *milpa* en México, *chacras* en Perú), las cuales mitigan la erosión del suelo y mantienen la humedad gracias a la amplitud de sus hojas que logran una cobertura significativa de los suelos, además de reducir el establecimiento y crecimiento de plantas arvenses (Lozada-Aranda *et al.* 2017). Adicionalmente, los cultivos de calabazas representan parte central de la alimentación en muchas regiones de América y el mundo (Eguiarte *et al.* 2018), con una producción de más de 24 millones de toneladas de alimento anualmente a nivel mundial (Paris 2016). Dada la importancia económica y evolutiva del género, se han realizado esfuerzos por comprender la domesticación independiente de sus especies y documentar la diversidad de las variedades locales (Paris 2016, Lira *et al.* 2016, Eguiarte *et al.* 2018).

Un aspecto importante para entender los procesos evolutivos que han modelado la variación de las especies domesticadas a lo largo del tiempo, consiste en documentar y analizar la diversidad morfológica y genética de las variedades locales a lo largo de su distribución natural (Casas *et al.* 1999, Gepts, 2014). En el caso del género *Cucurbita*, se han realizado esfuerzos para documentar su variación morfológica y genética en México (e.g. Andres 1990, Cerón-González *et al.* 2010, Sánchez-de la Vega *et al.* 2018). Sin embargo, los trabajos realizados en la región andina han sido relativamente escasos, documentando principalmente el norte de Perú (Delgado-Paredes *et al.* 2014). El estudio en ambas regiones es clave para analizar

temas aún controvertidos sobre el origen y difusión de estos cultivos (Lira *et al.* 2016). Las áreas montañosas tropicales de la región andina presentan escenarios ambientales marcadamente distintos en los gradientes altitudinales, los cuales constituyen contextos bioculturales excepcionalmente informativos para analizar los procesos de variación asociados a la domesticación y aquellos influidos por fuerzas evolutivas naturales (Velásquez-Milla *et al.* 2011).

Este estudio tiene como objetivo enriquecer el conocimiento sobre la diversidad biológica y el manejo de las calabazas y zapallos cultivados en el distrito de Tomayquichua, localizado en el departamento de Huánuco, provincia de Ambo, en la Sierra Central del Perú. Con base en esto, el estudio aspira a contribuir con información sobre las culturas andinas y sus interacciones con las cucurbitáceas. La información documentada parte del conocimiento y criterios de selección de los agricultores locales, quienes distinguen y conservan las distintas variedades locales de calabazas que se aprecian en esta región andina. Existen antecedentes que revelan una mayor diversidad biológica de plantas cultivadas en sistemas tradicionales comparados con los sistemas intensivos en distintas especies en todo el planeta, debido principalmente al papel de los agricultores en promover y conservar la diversidad de variedades locales (Brush 1986, Louette *et al.* 1997, Bellon & Berthaud 2004, Jarvis *et al.* 2008, Veteläinen *et al.* 2009). Debido a lo anterior, en este estudio se esperaba encontrar una mayor diversidad biológica de calabazas y zapallos que se cultivan bajo sistemas de producción agrícola tradicionales con respecto a los sistemas de cultivo intensivo.

Materiales y métodos

Área de estudio. El estudio se realizó en el distrito de Tomayquichua, dentro del Departamento de Huánuco, provincia de Ambo, Perú (Figura 1). La mayor parte de los datos colectados provienen de la Microcuenca de Warmiragra, entre 10° 02' 00" - 10° 05' 00" latitud sur y 76° 08' 00" - 76° 13' 00" longitud oeste (CCTA 2011). El área de estudio abarca los poblados de Armatanga y Chinchobamba en la zona media de la cuenca, perteneciente a la región natural denominada "quechua" que va entre 2,300 a 3,500 m, y el poblado de Tomayquichua en la zona baja de la cuenca, perteneciente a la región natural denominada "yunga" entre 1,000 a 2,300 m (Pulgar-Vidal 1979). Se realizó una colecta adicional de datos en el mercado local de la ciudad de Huánuco, ubicada en el centro del Distrito. De acuerdo con un censo realizado en 2007, se estima que el Distrito de Tomayquichua está conformado por alrededor de 3,500 habitantes (INEI 2007). La lengua local en Tomayquichua es el quechua y la segunda lengua es el español, siendo casi todos los

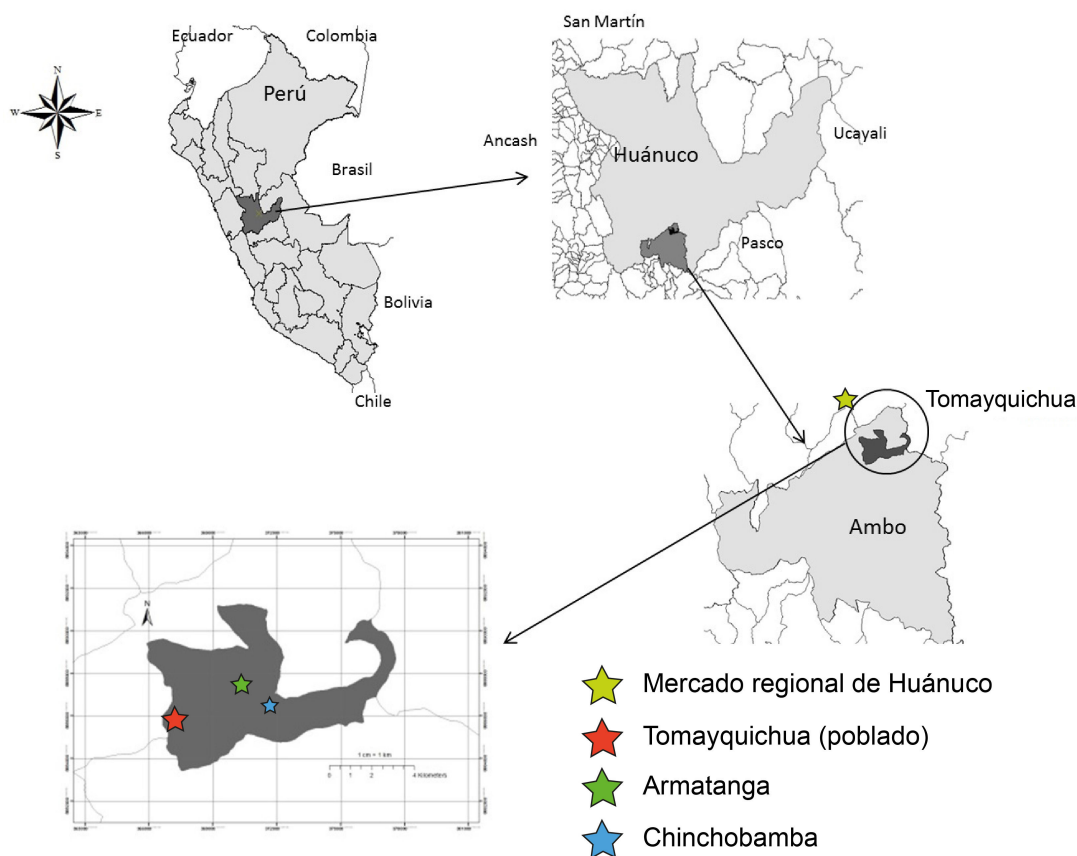


Figura 1. Mapa del sitio de estudio. Localización de Tomayquichua, el mercado de la ciudad de Huánuco y las comunidades estudiadas en la sierra central de los Andes peruanos (estrellas).

pobladores bilingües. En la zona baja de la cuenca se encuentra la capital del distrito (poblado de Tomayquichua), donde se realizan diversas actividades socioeconómicas primarias, secundarias y terciarias, mientras que en la zona media de la cuenca se realizan actividades agrícolas de supervivencia basadas en el autoconsumo, complementadas con intercambios comerciales y actos de reciprocidad entre los habitantes (CCTA 2011). Las principales plantas alimenticias que se siembran en la zona media de la cuenca son la papa (*Solanum tuberosum* L.), el maíz (*Zea mays* L.), el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y la alfalfa (*Medicago sativa* L.), mientras que la ganadería es una actividad marginal en la región (CCTA 2011). Los agroecosistemas en Tomayquichua pueden categorizarse en tres grupos: la chacra, el traspatio y el cultivo intensivo (Figura 2). La chacra, proveniente del quechua *chakra*, hace referencia a una parcela agrícola tradicional de dimensiones relativamente pequeñas dedicada a la producción de alimentos (Laime-Ajacopa *et al.* 2007) y representa un sistema tradicional de producción agrícola en la región andina, el cual combina diferentes tipos de cultivos para hacer más eficiente el uso de recursos (*i.e.* agua, nutrientes,

luz solar) en el área destinada a la siembra (Torres *et al.* 2015). Los traspatios pueden considerarse como sistemas tradicionales de producción agrícola donde interactúa una elevada diversidad de animales y plantas al lado de edificaciones humanas, y cuya producción suele estar vinculada al autoconsumo (Mariaca-Méndez 2017). Por otro lado, el cultivo intensivo se refiere al uso de herramientas modernas que permiten la producción agrícola a escala industrial y favorecen el uso de variedades mejoradas para aumentar la producción (Casas & Parra 2016).

Especies estudiadas. Se caracterizaron tres especies domesticadas del género *Cucurbita* (Tabla 1): *Cucurbita ficifolia* Bouché, comúnmente conocida en Perú como “calabaza”, *C. moschata* Duchesne, comúnmente conocida como “shupe” o “loche”, y *C. maxima* Duchesne, conocida en Perú como “zapallo” (Lira *et al.* 2016). Tanto *C. maxima* como *C. moschata* son cultivos de gran importancia económica, la primera se siembra en regiones templadas a lo largo del planeta y la segunda se siembra en regiones tropicales, subtropicales e incluso semiáridas de distintos países (Paris 2016). Ambas especies se cultivan principalmente con fines de consumo alimenticio (*e.g.* fruto

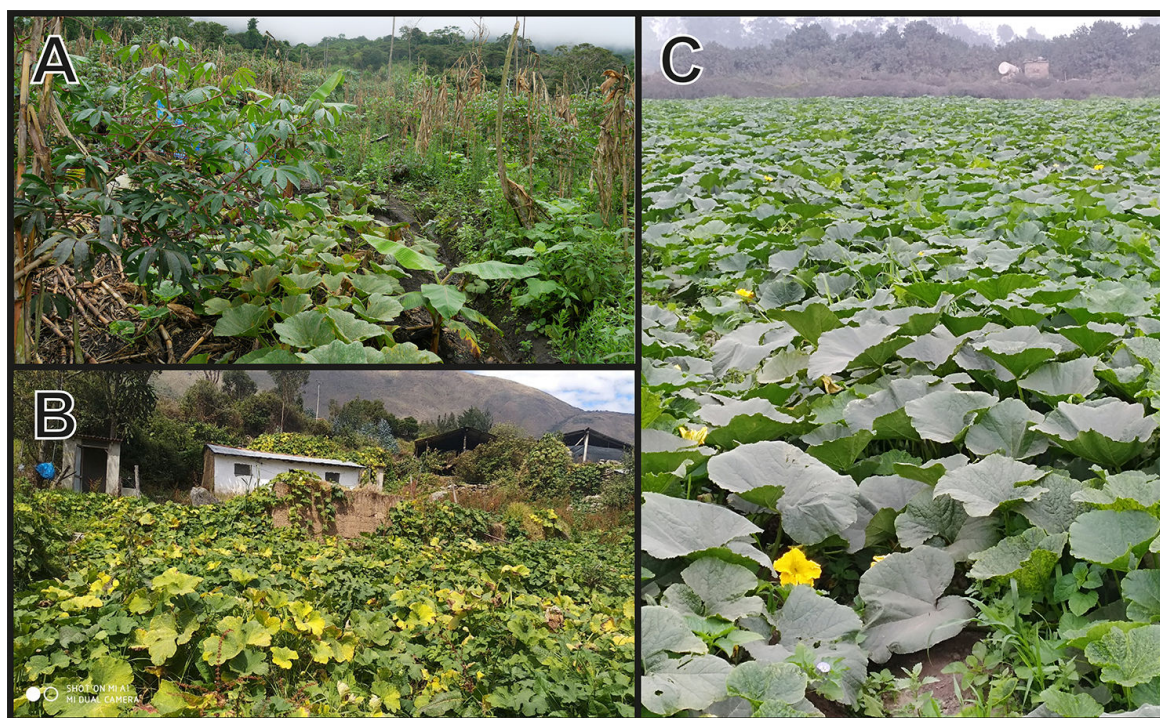


Figura 2. Sistemas de producción agrícola en Tomayquichua. A) chacra, B) traspatio, C) cultivo intensivo. Fotografía de la chacra proporcionada por el ministerio del ambiente del Perú y Aquagroinforest SAC.

maduro, fruto inmaduro, flores, tallos jóvenes, semillas), aunque también se pueden procesar para extraer sus saponinas en la fabricación de jabones. Las semillas pueden ser utilizadas como vermífugos o se les pueden extraer aceites comestibles e incluso los frutos se pueden utilizar con fines ornamentales (Casas *et al.* 1994, Díaz-Obregón *et al.* 2004, Marie-Magdeleine *et al.* 2009, Kim *et al.* 2012, Lira *et al.* 2016, Paris 2016). En cambio, *C. ficifolia* presenta un impacto económico menor, la cual se siembra de manera tradicional en regiones montañosas de México, Centroamérica y Sudamérica, principalmente para la elaboración de platillos y postres (Lira *et al.* 2016, Paris 2016). Los registros arqueológicos inequívocos más antiguos de *C. ficifolia* y *C. maxima* han sido encontrados en Perú y datan de aproximadamente 5,000 y 4,000 años respectivamente, mientras que el registro inequívoco más antiguo de *C. moschata* ha sido encontrado en México y data de aproximadamente 6,900 años de antigüedad (Whitaker 1981). Se ha propuesto que el centro de origen de *C. maxima* se encuentra en Sudamérica, específicamente en la región andina, dado que en esta zona se encuentra tanto su registro arqueológico más antiguo como su pariente silvestre (Whitaker 1981, Nee 1990). En cambio, el centro de origen de *C. moschata* es elusivo, del cual se ha hipotetizado un origen mesoamericano considerando los registros arqueológicos y su relación estrecha con la especie

mesoamericana *C. argyrosperma* (Whitaker 1981, Nee 1990, Lira *et al.* 2016), aunque la presencia de fitolitos y la abundancia de variedades locales de esta especie en Ecuador y Colombia también sugieren un posible centro de origen al norte de Sudamérica (Lira *et al.* 2016). Igualmente se desconoce el centro de origen de *C. ficifolia*, presentando evidencias lingüísticas que apuntan a un origen mesoamericano y evidencias arqueológicas que apuntan a un origen sudamericano (Whitaker 1981, Andres 1990, Lira *et al.* 2016).

Colecta de datos. Realizamos dos visitas al distrito de Tomayquichua del 27 al 29 de junio de 2018 y del 26 al 30 de junio de 2019. Se hizo una búsqueda aleatoria de parcelas, traspacios o áreas de cultivo intensivo que contuvieran especies del género *Cucurbita*, en cuyo caso se entrevistaron a los dueños del cultivo. Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas a 27 familias de agricultores y 2 familias de comerciantes, de las cuales 15 corresponden a familias de la cuenca media de Warmiragra (poblados de Armatanga y Chinchobamba), 12 familias en la cuenca baja de Warmiragra (poblado de Tomayquichua) y dos familias de comerciantes en el mercado regional de la ciudad de Huánuco, el cual es un mercado establecido, con presencia de vendedores itinerantes en sus calles aledañas los días sábado y domingo. Al mercado, localizado a una altitud de

Tabla 1. Características morfológicas de las especies domesticadas del género *Cucurbita* cultivadas en el distrito de Tomayquichua, Huánuco, Perú (Modificado de [Eguiarte et al. 2018](#)).

	<i>C. FICIFOLIA</i>	<i>C. MAXIMA</i>	<i>C. MOSCHATA</i>
TALLO	Vigorosos, ligeramente angulosos.	Engrosados, redondeados o muy ligeramente angulosos.	Angulosos cuando verdes y aparecen surcos al secarse.
HOJA	Láminas con 3-5 lóbulos (redondeados), el central es más grande que los laterales, márgenes denticulados.	Tamaño variable. Ligeramente o nada lobada. Márgenes enteros a denticulados, ambas superficies pubescentes.	Grandes (> 20 cm). Con márgenes aserrados. Ligeramente lobadas (ovados o triangulares, ápice obtuso). El haz con manchas blancas en la intersección de las venas.
FLORES (MASCULINAS Y FEMENINAS)	No aromáticas. Color amarillo claro. Lóbulos agudos, márgenes enteros ondulados y doblándose hacia adentro. Ovario ovoide a elíptico.	Aromáticas. Color amarillo brillante. Lóbulos anchos, reflexos, márgenes crispados. Ovario de muy diversas formas, pubescente.	No aromáticas. Color amarillo-anaranjado. Lóbulos triangulares, agudos a acuminados, márgenes enteros ondulados y doblados hacia adentro. Ovario diverso.
FORMA DEL FRUTO	Globoso, ovado o elíptico. Cáscara rígida, dura, gruesa, durable, sin costillas, densa y poco arrugada.	Diversas formas (turbaniformes). Algunos muy grandes (100 kg.). Lisos o con suaves costillas redondeada. Cáscara rígida o suave.	Formas y tamaños diversos conservando la forma del ovario. Lisos o comúnmente con costillas. Cáscara engrosada, rígida y durable o suave.
COLOR DEL FRUTO	Tres patrones: a) verde claro u oscuro, con o sin franjas longitudinales blancas. b) manchada de blanco o verde. c) blanca o crema.	Incluyen el azul-grisáceo, verde parduzco, rosado y rojo o rojizo-anaranjado.	Patrones de color muy variable que van del verde oscuro a claro. Liso o con manchas crema. Cubierta cerosa blanquecina.
PULPA	Notoriamente fibrosa. Blanca. Sabor dulce.	Ligeramente fibrosa. Diferentes tonalidades de amarillo a anaranjado. Sabor ligeramente suave.	No fibrosa de consistencia suave. Amarilla en distintas tonalidades a anaranjada, a veces verdosa. Sabor dulce.
SEMILLAS	Generalmente negras, aunque existen en baja frecuencia de color crema y pardo. Márgenes poco diferenciados del mismo color que la semilla.	Gruesas, elípticas infladas o tumescentes. Bronceadas (color canela) blancas a pardo claras. Lisas o muy poco estriadas. Márgenes redondeados diferenciados del color del centro.	Elípticas u ovado-elípticas. Blancas o pardo claras del centro y márgenes bien diferenciados en color y textura. Ápice obtuso a truncado.
DISTRIBUCIÓN NATURAL	Desde México hasta Argentina y Chile.	Sur de América (Argentina, Bolivia, Uruguay).	Mesoamérica hasta Sur de América.

1,800 m, acuden agricultores y comerciantes intermediarios de las regiones montañosas (comunidades con territorios arriba de los 4,500 m) y de tierras bajas (alrededor de 600 m) de áreas tropicales húmedas ([Figura 1](#)). En cada entrevista se consideró al núcleo familiar como unidad de información, donde un miembro de la familia fungía como el entrevistado principal y se permitía la intervención espontánea del resto de los miembros para complementar y corroborar la información recabada. De los entrevistados principales, 13 fueron hombres y 11 fueron mujeres, además de 5 entrevistas donde participaron múltiples miembros de la familia de manera equitativa. Las entrevistas nos permitieron registrar la siguiente información: i) Nombres

de las variedades conocidas por el entrevistado y características diagnósticas de la variedad; ii) sistema de siembra de las variedades (traspato, chacra o intensivo); iii) usos de las variedades (e.g. alimentación, medicinal) y destino del producto (e.g. autoconsumo, alimentación del ganado, venta); iv) periodos de siembra y cosecha; v) origen de las semillas (heredadas, intercambio de semillas con vecinos o compra de semillas); vi) plantas asociadas al cultivo de las variedades; vii) criterios de selección de las variedades (consumo preferencial y/o preferencia de una variedad sobre otra, de acuerdo con sus usos). Adicionalmente se realizó una foto-documentación de las variedades registradas en el estudio.

Variedades locales de *Cucurbita* spp. en Tomayquichua, Perú.

Tabla 2. Variedades de *Cucurbita* spp. documentadas en el distrito de Tomayquichua, Huánuco, Perú. Se reportan las especies encontradas en la región, los usos que se les da a los cultivos, las formas que pueden adquirir los frutos, las variedades descritas por los entrevistados y las características de cada variedad.

Especie	Usos	Tipo de siembra	Formas	Variedades	Características de la variedad
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Principalmente autoconsumo. Frutos inmaduros consumidos en sopas y platillos “segundos”. Frutos maduros consumidos en postres. Frutos sobrantes como alimento para animales de traspatio. Semillas con uso medicinal (desparasitante).	Traspatio y chacra	Redonda (esférica)	<i>Verde</i>	Fruto maduro de color verde con franjas blancas. Semilla negra y pulpa blanca.
				<i>Cushta / conchubano / muru</i>	Fruto maduro de color blanco con franjas verdes. Semilla negra y pulpa blanca.
				<i>blanca</i>	Fruto maduro de color blanco. Semilla negra y pulpa blanca.
				<i>Limón</i>	Fruto maduro de color verde brillante. Semilla negra y pulpa blanca.
			Ovoide	<i>Limón</i>	Fruto maduro de color verde brillante. Semilla negra y pulpa blanca.
				<i>Blanca</i>	Fruto maduro de color blanco. Semilla negra y pulpa blanca.
				<i>Puru (alargado)</i>	<i>Naranja</i> Fruto maduro de color naranja. Semilla negra y pulpa blanca.
				<i>Costa</i>	Fruto maduro de color marmoleado blanco con verde. Semilla negra y pulpa blanca.
				<i>Blanco / matish</i>	Fruto maduro color blanco crema. Semilla negra, pulpa blanca.
				<i>Limón</i>	Fruto maduro de color verde brillante. Semilla negra y pulpa blanca.
			<i>Tullu</i>	<i>Verde</i>	Fruto redondo, pequeño, de color verde oscuro con franjas blancas y exocarpo engrosado. Semilla negra y pulpa blanca. Cocción rápida en el horno.
				<i>Limón</i>	Fruto redondo, pequeño, de color verde brillante con exocarpo engrosado. Semilla negra y pulpa blanca. Cocción rápida en el horno.
			<i>Zapallo calabaza</i>	<i>Redonda</i>	Fruto verde con franjas color crema. Tamaño excepcionalmente grande. Semillas negras, pulpa blanca.

Especie	Usos	Tipo de siembra	Formas	Variedades	Características de la variedad
<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Autoconsumo. Fruto inmaduro para sopas y platillos “segundos”. Frutos maduros para postres.	Traspatio y chacra	<i>Redonda</i> (semiesférica)	<i>S hirka</i> / plomo	Fruto blanco jaspeado con verde, semilla blanca. Pulpa amarilla.
				<i>Shupe</i>	Fruto anaranjado con franjas verdes, semilla blanca y pulpa anaranjada.
				<i>Blanca</i>	Fruto blanco (color crema) con semilla blanca, y pulpa amarilla.
				<i>Verde</i>	Fruto verde con franjas color crema, semilla blanca, y pulpa anaranjada
			<i>Coyotita</i> (piriforme)	<i>Shupe cushta</i>	Fruto color anaranjado con franjas verdes. Semillas blancas-doradas con borde definido de color dorado. Pulpa anaranjada.
				<i>Verde cushta</i>	Fruto verde con franjas blancas. Semillas blancas-doradas con borde definido de color dorado. Pulpa anaranjada.
			<i>Alargada</i>	<i>Shirka</i> / <i>plomo</i>	Fruto blanco jaspeado con verde, semilla blanca y pulpa amarilla.
				<i>Shupe</i>	Fruto anaranjado con franjas verdes, semilla blanca, pulpa anaranjada.
				<i>Blanca</i>	Fruto blanco (color crema), semilla blanca, pulpa amarilla.
				<i>Verde</i>	Fruto verde con franjas blancas. Semillas blancas-doradas con borde definido de color dorado. Pulpa naranja.
<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne	Venta para consumo humano.	Intensiva	Redonda	<i>Macre</i> (mejorada)	Fruto maduro color verde con pulpa amarilla y semilla café.
	Autoconsumo familiar	Chacra	Redonda	<i>Verde</i>	Fruto maduro color verde con pulpa amarilla y semilla café.
				<i>Pinto</i>	Fruto verde, con pintas claras y de color rojizo. Pulpa amarilla y semilla café.
				<i>Blanca</i>	Fruto blanco (color crema), pulpa amarilla y semilla café.
				<i>Plomo</i>	Fruto color plateado, con franjas verdes, pulpa amarilla y semilla café.
			<i>Alargada</i>	<i>Verde</i>	Fruto maduro color verde con pulpa amarilla y semilla café.
				<i>Plomo</i>	Fruto color plateado, con franjas verdes, pulpa amarilla y semilla café.

Resultados

Variedades locales de calabazas y zapallos (*Cucurbita* spp.). Se registraron 13 variedades distintas de *C. ficifolia* (Tabla 2, Figura 3), todas distribuidas en la cuenca media de Warmiragra (hasta los 3,400 m). Cada variedad está caracterizada por uno de los seis colores que adquiere el fruto maduro, mientras que las demás características de la especie son compartidas (semilla negra, fruto maduro con pulpa blanca, zarcillos con tres a cinco ramificaciones; Tabla 1). Además, se reportan tres formas distintas para el fruto maduro de *C. ficifolia* (redonda, ovalada y alargada o “puru”; Figura 4) y tres categorías de tamaño, una intermedia que comprende la mayor parte de estas calabazas, así como una variedad pequeña o “tullu” y una variedad de tamaño grande denominada “zapallo calabaza”.

Se registraron 10 variedades de *C. moschata* a partir de la combinación de tres formas distintas (esférica o “redonda”, piriforme o “coyotita” y alargada) y cuatro colores en el exocarpo maduro (Tabla 2, Figura 5). También se identificaron dos colores distintos de pulpa en el fruto maduro (amarilla y anaranjada) y dos colores de semilla (blanca y blanca-dorada con borde dorado definido). Se reporta una variedad denominada “shirka” en la cuenca media de Warmiragra. Los frutos de esta variedad son similares en forma y tamaño a los frutos de *C. ficifolia*

mientras que sus semillas son bastante más parecidas en color a las de *C. moschata* (Tabla 2); estas características sugieren posibles eventos de hibridación entre estas dos especies (*moschata* × *ficifolia*). También se reporta una variedad “shupe” en la zona baja de la Cuenca de Warmiragra, la cual se caracteriza por su color anaranjado con franjas verdes y presenta tres formas distintas (redonda, “coyotita” o “cushta” y alargada; Figura 5B). A diferencia de las otras especies, se encontraron solo siete variedades de *C. maxima*, conformadas a partir de dos formas distintas y cuatro patrones de color en el fruto maduro (Tabla 2). La variedad con mayor distribución en la región se le denomina “macre”, una variedad mejorada que se caracteriza por sus frutos grandes (> 50 kg) (Figura 6).

Caracterización del agroecosistema de producción. El periodo de siembra de *C. ficifolia* es variable y abarca los meses de septiembre a diciembre. Por otro lado, el periodo de cosecha de los frutos maduros abarca los meses de junio y julio. El cultivo de *C. ficifolia* se encuentra tanto en traspatios como en chacras, acompañado usualmente por maíz, frijol y haba (*Vicia faba* L.). No obstante, también se reportó su siembra en menor medida junto con papa y tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet). En este último caso, las semillas de *C. ficifolia* se siembran en almácigos y los individuos se trasplantan a la chacra cuando son juveniles, lo cual evita su

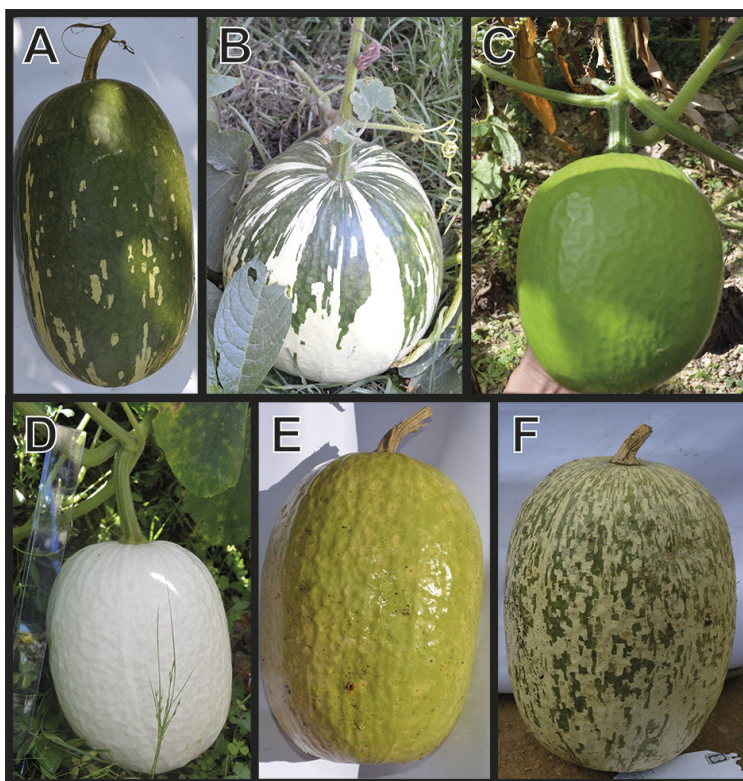


Figura 3. Variedades de *Cucurbita ficifolia* reportadas en el distrito de Tomayquichua, Huánuco, Perú. A) Variedad verde, B) variedad cushta/conchubano, C) variedad limón, D) variedad blanca, E) variedad naranja F) y variedad costa.

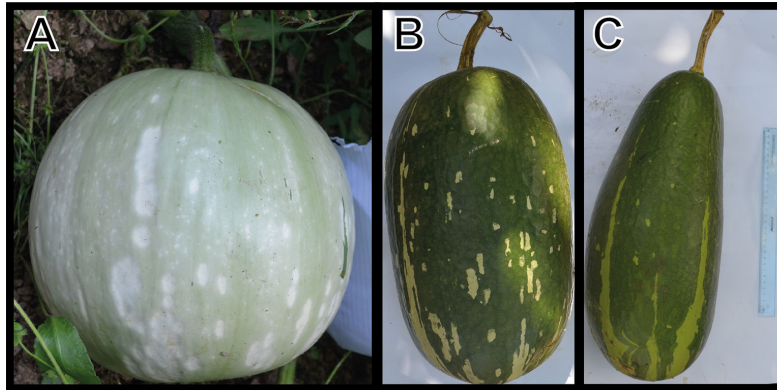


Figura 4. Formas del fruto de *Cucurbita ficifolia* reportadas en el distrito de Tomayquichua, Huánuco, Perú. A) Forma redonda (esférica), B) forma ovoide C) y forma “*puru*” (alargada).

desplazamiento por otras variedades. El cultivo de esta especie es muy común en las comunidades estudiadas. Aunque la superficie en que se siembra varía año con año, en 2019 se registró su cultivo en Armatanga en cerca de 80 predios, mientras que en Chinchobamba en aproximadamente 40 predios, en promedio con una superficie de 210 m² por predio. En estos predios se cultivan calabazas en manchones de aproximadamente 30 m². Además, se cultivan chacras de maíz, que constituyen aproximadamente 35 % de las chacras de estos poblados; en éstas la asociación de calabaza y maíz se practica en aproximadamente 40 % (se registraron 17 chacras de maíz asociado con calabaza en 2019, aunque es variable entre los años), cada una de ellas de aproximadamente 0.75 hectáreas. En estas comunidades se practican diversos cultivos dentro de las chacras como la papa, el tarwi, el maíz, las arvejas (*Pisum sativum* L.), el ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) y el rocoto (*Capsicum pubescens* Ruiz & Pav.); de manera que entre los traspatios y las chacras de cultivos en asociación con calabaza sumaron aproximadamente 17 hectáreas cultivadas principalmente con *C. ficifolia* y en menor medida con *C. moschata* en 2019, aunque la superficie de siembra destinada a los traspatios es relativamente menor al de las chacras. Además de la siembra activa de *C. ficifolia* por parte de los agricultores, las semillas de algunos frutos que se abandonan y descomponen en los traspatios germinan y sus plantas restablecen las matas de calabazas, las cuales se pueden encontrar extendidas por el piso, las paredes de las casas, las cercas o estructuras de soporte construidas *ad hoc* para las calabazas. El periodo de siembra de *C. moschata* se lleva a cabo en el mes octubre y los frutos maduros se cosechan a partir del mes de junio. Su siembra se realiza tanto en traspatios como en chacras, de manera similar a *C. ficifolia*, y se suele acompañar de maíz, frijol, haba y papa. En estos predios es notoria la predominancia de *C. ficifolia*, aunque la proporción de superficie ocupada por cada especie no fue evaluada en este estudio. El cultivo de *C. maxima* comprende un periodo de siembra entre febrero y marzo,

mientras que el periodo de cosecha de frutos maduros abarca los meses de junio y julio. El sistema de producción de zapallo que predomina en la región es intensivo, en monocultivos o en asociación con maíz, recibiendo riego y aplicación de agroquímicos. Sin embargo, también se encuentran en chacras bajo sistemas de policultivo, principalmente asociadas a maíz, en los cuales es posible identificar seis variedades locales cuyas semillas se conservan por las familias de agricultores generación tras generación. La superficie bajo manejo intensivo comprende el valle aluvial del río Huallaga, el cual comprende cerca de 3,000 hectáreas en el territorio de Tomayquichua, pero solamente entre el 5 y 8 % de la superficie es cultivada con zapallo, aproximadamente 30 hectáreas en chacras en asociación con maíz y alrededor de 200 hectáreas como monocultivo intensivo.

Manejo y selección de las variedades locales. La producción de *C. ficifolia* está destinada al autoconsumo y su principal uso es alimenticio. Los frutos inmaduros se consumen en guisos y sopas, mientras que la pulpa de los frutos maduros se utiliza para la preparación de postres como la mazamorra (postre elaborado a base de calabaza o maíz, el cual contiene leche, azúcar y especias). Los agricultores reconocen los frutos maduros al observar un cambio en la coloración del exocarpo y un aumento en el grosor y rigidez de éste, lo cual ocurre un tiempo indeterminado previo al periodo de cosecha. Previo a este cambio, los frutos poseen una coloración verde uniforme y son considerados como inmaduros. En caso de haber una producción abundante de frutos, se asigna una porción a la alimentación de animales de traspatio como cerdos (*Sus scrofa* ssp. *domestica* L.) y perros (*Canis lupus* ssp. *familiaris* L.). En esta región, las semillas se consumen para tratar enfermedades gastrointestinales, principalmente como vermífugos. Las semillas han sido mantenidas a lo largo de dos o más generaciones de cada familia entrevistada. Las semillas de varios frutos y variedades se dejan secar al sol,

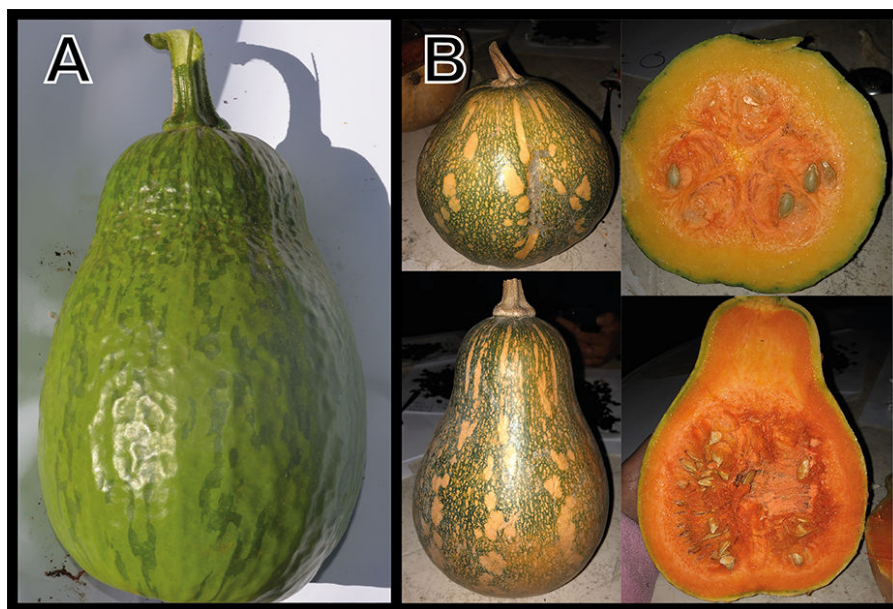


Figura 5. Variedades y formas de *Cucurbita moschata* reportadas en el distrito de Tomayquichua, Huánuco, Perú. A) Variedad *shirka*. B) Variedad *shupe* con las formas redonda (arriba) y “*coyotita*” (abajo).

usualmente se mezclan, se almacenan alejadas de la humedad y se guardan por un periodo entre 9 a 10 meses para su siembra en la siguiente temporada de cultivo. Algunas familias manifestaron que las semillas se pueden almacenar hasta dos temporadas (24 meses) antes de volver a sembrarlas.

Las entrevistas efectuadas indican criterios de selección similares en todas las variedades de tamaño intermedio de *C. ficifolia*, es decir, que no hay preferencia por cultivar mayoritariamente una u otra de estas variedades. Nuestros resultados indican que todas las variedades de tamaño intermedio son igualmente apreciadas por los agricultores locales debido a que su uso alimenticio, sus características organolépticas y sus características de cocción son similares, independientemente de su forma o su color. Sin embargo, se encontró una preferencia sobre la variedad denominada “*tullu*”, un término que hace alusión a frutos pequeños que son de rápida cocción, en los cuales el fruto entero se cuece en horno. También se hizo referencia a que las calabazas “*tullu*” poseen una corteza dura y gruesa, un atributo igualmente apreciado que permite colocar los frutos directamente al horno para su cocción. Aunque algunas personas entrevistadas desconocían atributos particulares de esta variedad, la mayor parte de las familias entrevistadas identificaron por consenso las características referidas. También se identificó una variedad denominada “*zapallo calabaza*”, la cual es de mayor tamaño que el resto de las variedades, llegando a pesar hasta 20 kg. Esta variedad posee atributos similares de sabor y textura a las variedades de tamaño intermedio, pero se favorece por su tamaño excepcionalmente grande.



Figura 6. Variedad mejorada *macre* de *Cucurbita maxima* reportada en el distrito de Tomayquichua, Huánuco, Perú.

La producción de *C. moschata* también está destinada al autoconsumo y en muy baja medida para su venta. Los frutos inmaduros se consumen en platillos principales y sopas, mientras que la pulpa de los frutos maduros se utiliza para elaborar mazamorra. Las semillas pueden o no consumirse junto con la pulpa del fruto al preparar la mazamorra. La variedad “*coyotita*” de *C. moschata* presenta una protuberancia que la vuelve más deseable sobre la forma redonda, ya que dicha protuberancia no contiene semillas y se conforma exclusivamente de pulpa, la cual es apreciada al momento de consumirse. La variedad denominada “*cushta*” también es apreciada por estas razones, la cual presenta una forma de guitarra o piriforme. Al igual que *C. ficifolia*, las semillas de *C. moschata* son

conservadas por las familias a través de dos o más generaciones, con eventuales intercambios con vecinos.

La producción intensiva de la variedad “*macre*” de *C. maxima* se destina para su venta en los mercados, principalmente en el mercado de Lima. Los agricultores compran las semillas cada temporada de cultivo en las tiendas de productos agrícolas, regionalmente denominadas “agros”. Los productores de zapallo “*macre*” mencionan que nunca utilizan las semillas obtenidas de los frutos cosechados porque el rendimiento de la producción total es menor. Para el resto de las variedades de esta especie, cultivadas en chacras tradicionales, los agricultores reportaron guardar las semillas generación tras generación y eventualmente intercambiarlas entre familiares y amigos. Generalmente se siembra a finales de agosto o principios de septiembre y los sistemas intensivos pueden producir alrededor de 20 toneladas por hectárea. Los agricultores atribuyen como el principal problema para la producción de *C. maxima* a un virus que se manifiesta en las hojas.

Discusión

Manejo de especies del género Cucurbita en Tomayquichua. Al igual que lo reportado en este estudio, los agricultores en Cuba reconocen la temporada de cosecha de frutos maduros de *Cucurbita* al observar un cambio en los patrones de coloración del exocarpo y un aumento en su rigidez, el cual coincide con la desecación del follaje ([Biblioteca ACTAF 2007](#)). Adicionalmente, se reconoce al periodo de cosecha de los frutos inmaduros a la mitad del tiempo o tres cuartas partes del tiempo previo a alcanzar el estado de madurez ([Biblioteca ACTAF 2007](#)). Los tiempos de cosecha de frutos maduros de *Cucurbita* reportados en este estudio difieren en algunos casos con lo observado en otros estudios. Por ejemplo, la temporada de cosecha de frutos maduros de *C. moschata* en Tomayquichua ocurre alrededor de los nueve meses posterior a la temporada de siembra, mientras que otros estudios realizados en Cuba reportan tiempos de cosecha de *C. moschata* entre los tres y cinco meses posteriores al periodo de siembra ([Biblioteca ACTAF 2007](#)). Por otro lado, los tiempos de cosecha reportados para *C. maxima* en este estudio ocurre alrededor de los tres a cinco meses, de manera coincidente con los periodos de cosecha de *C. moschata* reportados en Cuba ([Biblioteca ACTAF 2007](#)), pero distinto a los periodos de cosecha reportados para *C. maxima* en Nueva Zelanda, los cuales rondan de los 21 a los 40 días posteriores al periodo de siembra, ocurriendo una mayor incidencia de plagas cuando la cosecha era tardía ([Hawthorne 1990](#)). A pesar de que los trabajos realizados en Nueva Zelanda no reportan diferencias en el patrón sugerido de cosecha a lo largo del año, estas diferencias en tiempos de cosecha podrían deberse a las diferencias climáticas entre Nueva Zelanda y Tomayquichua, las cuales pueden influir en la

susceptibilidad de las cosechas contra plagas por hongos ([Hawthorne 1990](#)).

Impacto del sistema de siembra sobre las variedades de Cucurbita. Tanto *C. ficifolia* como *C. moschata* se siembran bajo sistemas agrícolas tradicionales como los traspatios o huertas y las chacras ([Torres et al. 2015](#), [Mariaca-Méndez 2017](#)), lo cual parece repercutir positivamente en su diversidad, particularmente debido al cuidado y mantenimiento de las variedades, así como el prestigio de los productores asociado a la conservación de diversidad, de la misma forma en que ha sido reportado para otros taxa cultivados ([Brush 1986](#), [Louette et al. 1997](#), [Bellon & Berthaud 2004](#), [Jarvis et al. 2008](#), [Veteläinen et al. 2009](#), [Velásquez-Milla et al. 2011](#)). Dado que ambos taxa se cosechan con fines de autoconsumo, no se registraron sistemas de siembra intensiva, lo que también favorece el mantenimiento de las variedades locales ([Brush 1986](#), [Louette et al. 1997](#), [Bellon & Berthaud 2004](#)). Adicionalmente, los sistemas tradicionales suelen involucrar policultivos, los cuales propician el flujo genético entre distintas variedades de *Cucurbita* spp., fomentan la diversidad de los cultivos y dan pie a posibles eventos de hibridación, los cuales ocurren de forma natural dentro del género *Cucurbita* ([Whitaker & Bemis 1964](#), [Sánchez-de la Vega et al. 2018](#)), y que posiblemente hayan ocurrido para generar a la variedad “*shirka*”. Tanto *C. ficifolia* como *C. moschata* se siembran desde hace dos o más generaciones, dando seguimiento a los linajes de calabazas, por lo que se puede hablar de una práctica agrícola intergeneracional que da lugar a procesos de domesticación ([Zeder 2015](#)). Por otra parte, los agricultores de *C. maxima* combinan métodos semi-intensivos que permiten la conservación de variedades locales, así como sistemas intensivos, cuya producción se destina a la venta en el mercado y en los que las semillas deben adquirirse asimismo en el mercado. Aunque las variedades se mantienen, predomina el cultivo de la variedad “*macre*”. En comparación con otras especies, *C. maxima* presenta baja diversidad de variedades locales. Esto contrasta con la noción de que los centros de domesticación albergan la mayor cantidad de variación y formas endémicas para una especie ([Harlan 1992](#)), ya que el centro de origen de *C. maxima* se encuentra posiblemente en la región andina ([Whitaker 1981](#), [Nee 1990](#)). En cambio *C. moschata*, cuyo centro de origen se encuentra posiblemente en la región mesoamericana o al norte de Sudamérica ([Lira et al. 2016](#)) muestra una diversidad de variedades locales mayor a la de *C. maxima* tanto en Tomayquichua (cuatro patrones de color de fruto, tres formas del fruto, dos colores de pulpa y dos colores de semilla) como en el norte de Perú (de cinco a trece patrones de color de fruto, cuatro categorías de tamaño, cinco formas del fruto y seis colores de semilla;

[Delgado-Paredes et al. 2014](#)). Además, los patrones de diversidad morfológica al norte de Perú reportados por [Delgado-Paredes et al. \(2014\)](#) revelan una diversidad ligeramente mayor de *C. maxima* a la reportada en este estudio, a pesar de no haber realizado un muestreo sistemático para esta especie como de *C. ficifolia* y *C. moschata*, al presentar cuatro patrones de color y variación tanto en el tamaño del fruto como en el color y tamaño de las semillas, mientras que en Tomayquichua observamos cuatro patrones de color de fruto maduro y dos formas distintas en el fruto sin variedad en el color de la semilla. Por lo tanto, sospechamos que este patrón de diversidad puede deberse al desplazamiento de las variedades locales de *C. maxima* por la variedad mejorada, lo cual ha sido reportado como un factor que promueve la erosión genética en diferentes especies de plantas domesticadas ([Brush 1986](#), [Louette et al. 1997](#), [Bellon & Berthaud 2004](#), [Jarvis et al. 2008](#), [Veteläinen et al. 2009](#), [Velásquez-Milla et al. 2011](#)). Es importante realizar subsecuentes muestreos para verificar si el patrón de diversidad morfológica asociada a los sistemas agrícolas tradicionales reportados en este estudio también se observa en otras zonas de la región andina.

Usos y criterios de selección. Las tres especies estudiadas son aprovechadas principalmente por su fruto, tanto maduro como inmaduro, lo cual podría favorecer la selección de frutos con mayor pulpa cuando se consumen maduros y la selección de frutos de fácil cocción cuando se consumen inmaduros. El aprovechamiento de la pulpa es evidente en relación con el criterio de selección de las formas “coyotita” y “shupe” sobre la forma “redonda” en *C. moschata*, las cuales presentan una mayor proporción de pulpa por tamaño del fruto. Este aprovechamiento también es evidente en la variedad “zapallo calabaza” de *C. ficifolia*, la cual produce frutos de tamaño excepcionalmente grandes. El caso del fruto inmaduro es evidenciado por la preferencia de frutos de las variedades “tullu”, en las cuales se encontró un consenso sobre el tamaño pequeño y el exocarpo resistente como atributos de la variedad. El uso de semillas de calabaza con fines medicinales reportado en este estudio para *C. ficifolia* ha sido estudiado previamente para *C. maxima*, cuyas semillas son usadas en zonas rurales para eliminar parásitos y las cuales han demostrado tener propiedades antiparasitarias en estudios preclínicos ([Díaz-Obregón et al. 2004](#)). El efecto antiparasitario de las semillas de *Cucurbita* ha sido reportado en otros estudios realizados con *C. moschata* ([Casas et al. 1994](#), [Marie-Magdeleine et al. 2009](#)) y *C. pepo* ([Casas et al. 1994](#), [Grzybek et al. 2016](#)), lo cual sugiere que las semillas de *C. ficifolia* podrían generar resultados prometedores en pruebas antiparasitarias.

Diversidad de variedades en Cucurbita ficifolia y centro de origen. *Cucurbita ficifolia* se ha descrito como la especie domesticada del género *Cucurbita* con menor diversidad morfológica y genética en México en comparación con las demás especies ([Andres 1990](#), [Cerón-González et al. 2010](#)). Nosotros reportamos un patrón distinto en Tomayquichua, donde *C. ficifolia* es la especie más diversa con 13 variedades como resultado de la combinación de seis patrones distintos de colores del fruto, tres formas distintas y tres categorías de tamaño con criterios de selección distintos. Nuestros resultados concuerdan con estudios recientes que sugieren una gran diversidad morfológica en Perú para esta especie, al describir de tres a cuatro colores distintos del fruto, seis formas distintas y cuatro categorías de tamaño para la región norte de Perú ([Delgado-Paredes et al. 2014](#)), aunque estudios recientes han encontrado una diversidad aparentemente similar en Nayarit (México), sin reportar el número exacto de variedades locales ([Ruelas-Hernández et al. 2015](#)). La diversidad morfológica observada en este estudio podría ser el producto de plasticidad fenotípica ([Sultan 2000](#)) o el producto de la diversidad genética y la historia evolutiva de *C. ficifolia*. A pesar de que carecemos de datos genéticos para las poblaciones de *C. ficifolia* distribuidas en Tomayquichua, otros trabajos han encontrado cierta correlación positiva entre la variación genética y la variación morfológica dentro de las poblaciones domesticadas de *C. moschata*, *C. pepo* y *C. argyrosperma* en México utilizando isoenzimas ([Wilson 1989](#)), al igual que correlaciones entre la variación genética en regiones codificantes y el uso de variedades de *C. maxima* en España utilizando polimorfismos amplificados relacionados a secuencias (SRAPs por sus siglas en inglés) ([Ferriol et al. 2004](#)). Estudios recientes a nivel genómico en *C. pepo* han encontrado 48 variantes a lo largo de 15 de los 20 cromosomas de la especie que pueden explicar del 1.5 al 62.9 % de la varianza fenotípica observada en distintos caracteres de importancia agronómica, lo que nuevamente sugiere una correlación entre la variación genética y morfológica en el género ([Montero-Pau et al. 2017](#)). Adicionalmente, un estudio con polimorfismos de longitud de fragmentos amplificados (AFLPs por sus siglas en inglés) en poblaciones mexicanas de *C. ficifolia* identificó agrupaciones relacionadas al color del fruto, uno de los caracteres analizados en el presente estudio, y al color de la semilla, sugiriendo que los fenotipos observados en las accesiones están ligados a sus genotipos, formando linajes evolutivos discretos ([Moya-Hernández et al. 2018](#)). Finalmente, la coexistencia observada de distintas variedades de *C. ficifolia* en un solo espacio con características ambientales similares (*i.e.* en una misma chacra o traspatio) sugiere que la variación morfológica observada en *C. ficifolia* no es moldeada

solamente por el ambiente, sino que es heredable y es explicada mayoritariamente por un componente genético y no por un componente epigenético o de plasticidad fenotípica. La domesticación de *C. ficifolia* ha sido pobremente estudiada, y su centro de origen es aún incierto, en parte porque se desconoce de la existencia de algún pariente silvestre cercano (Lira *et al.* 2016). Se ha planteado que los centros de domesticación suelen albergar la mayor cantidad de variación y formas endémicas (Harlan 1992). Dada la alta variación biológica observada en Perú (Delgado-Paredes *et al.* 2014), es posible que *C. ficifolia* haya sido domesticada en esta región andina. Las variedades locales observadas de esta especie se han mantenido gracias a preferencia por los agricultores locales en Tomayquichua (Brush 1986, Jarvis *et al.* 2008, Velásquez-Milla *et al.* 2011). Los registros arqueológicos más antiguos de *C. ficifolia* tienen una antigüedad de 5,000 años y se han encontrado en Huaca Prieta, al noroeste de Perú (Whitaker 1981) lo cual apoya un centro andino de domesticación para la especie. Sin embargo, las aparentes similitudes en diversidad morfológica tanto en Perú como en México (Ruelas-Hernández *et al.* 2015) hacen que los estudios de diversidad morfológica sean insuficientes para proponer a la región andina como centro de domesticación de *C. ficifolia*. Futuros estudios filogeográficos en el norte y sur del continente americano serán indispensables para dilucidar la historia evolutiva y el centro de origen de *C. ficifolia*, tomando como punto de partida el registro arqueológico y la diversidad morfológica observada en ambas regiones. Se concluye que las prácticas agrícolas tradicionales son particularmente activas en el mantenimiento de la diversidad biológica observada tanto en *C. ficifolia* como en *C. moschata*. Las variedades locales de *C. maxima* en la región parecen ser desplazadas progresivamente por una variedad mejorada destinada a aumentar la producción mediante prácticas agrícolas intensivas. La alta diversidad morfológica de *C. ficifolia* observada en Perú, en conjunto con la evidencia arqueológica, abre la posibilidad de un origen andino para esta última especie, pero se requieren posteriores estudios con datos genéticos para poner a prueba esta hipótesis.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a las comunidades rurales del distrito de Tomayquichua por brindarnos su tiempo para realizar las entrevistas. Un agradecimiento especial a Don Marino Ticlavilca y su familia por alojarnos en su hogar y recibirnos con calidez y afecto. Se agradece al Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM) y a AQUAGROINFOSAC por proporcionarnos la fotografía de la chacra utilizada en la Figura 2. Asimismo, se agradece a la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) y a la Universidad Nacional

Autónoma de México (UNAM) por organizar el Curso Internacional “Domesticación, manejo y conservación *in situ* de recursos genéticos”, a través del cual se incentivó la realización de este trabajo. También agradecemos al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Perú, al Programa de Apoyo a la Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT, UNAM IN206217), al CONACyT (proyecto A1-S-14306) y a la CONABIO (proyecto RG023) por el apoyo financiero para la logística en la realización del curso. Se agradece al MINAM por las facilidades otorgadas a Verónica Cañedo-Torres, así como al Programa de Apoyo a los Estudios de Posgrado (PAEP) de la UNAM por el apoyo económico para transporte y viáticos otorgados a Josué Barrera-Redondo y Helena S. Hernández-Rosales. Josué Barrera-Redondo es estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas de la UNAM y recibió la beca 583146 del CONACyT. Helena S. Hernández-Rosales es estudiante del Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas de la UNAM y recibió la beca 385367 del CONACyT. Se agradece al proyecto CONABIO KE004 por cubrir los gastos de publicación de este manuscrito.

Literatura citada

- Andres TC. 1990. Biosystematics, theories on the origin and breeding potential of *Cucurbita ficifolia*. In: Bates DM, Robinson RW, Jeffrey C. eds. *Biology and Utilization of the Cucurbitaceae*. Ithaca, New York: Comstock, Cornell University Press. pp.102-119. ISBN-13: 978-0801416705; DOI: <https://doi.org/10.1126/science.248.4956.751>
- Bellon MR, Berthaud J. 2004. Transgenic maize and the evolution of landrace diversity in Mexico: the importance of farmers' behavior. *Plant Physiology* **134**: 883-888. <https://doi.org/10.1104/pp.103.038331>
- Biblioteca ACTAF. 2007. Instructivo técnico del cultivo de la calabaza. Cuba: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales.
- Brush SB. 1986. Genetic diversity and conservation in traditional farming systems. *Journal of Ethnobiology* **6**: 151-167.
- Casas A, Caballero J, Valiente-Banuet A, Soriano JA, Dávila P. 1999. Morphological variation and the process of domestication of *Stenocercus stellatus* (Cactaceae) in Central Mexico. *American Journal of Botany* **86**: 522-533. <https://doi.org/10.2307/2656813>
- Casas A, Otero-Arnaiz A, Pérez-Negrón E, Valiente-Banuet A. 2007. *In situ* management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany* **100**: 1101-1115. DOI: <https://doi.org/10.1093/aob/mcm126>

- Casas A, Parra F. 2016. El manejo de recursos naturales y ecosistemas: la sustentabilidad en el manejo de recursos genéticos. In: Casas A, Torres-Guevara J, Parra F, eds. *Domesticación en el Continente Americano Volumen 1. Manejo de Biodiversidad y Evolución Dirigida por las Culturas del Nuevo Mundo*. Morelia, México: Editorial Morevalladolid, pp. 25-50. ISBN: 978-612-4147-59-3
- Casas A, Viveros JL, Caballero J. 1994. Etnobotánica mixteca. Sociedad, cultura y recursos naturales en la Montaña de Guerrero. México: Secretaría de Educación Pública (SEP) / Instituto Nacional Indigenista (INI)/ Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA), ISBN: 968-29-6421-0
- CCTA[Coordinadora de Ciencia y Tecnología en los Andes]. 2011. Microcuenca de Warmiragra. http://www.ccta.org.pe/informacion/fichas/c_cuencas/cr_warmiragra.html (acceso el 29 de julio del 2018).
- Cerón-González L, Legaria-Solano JP, Villanueva-Verduzco C, Sahagún-Castellanos J. 2010. Diversidad genética en cuatro especies mexicanas de calabaza (*Cucurbita* spp.). *Revista Fitotecnica Mexicana* **33**: 189-196.
- Delgado-Paredes GE, Rojas-Idrogo C, Sencie-Tarazona A, Vásquez-Núñez L. 2014. Caracterización de frutos y semillas de algunas cucurbitáceas en el norte del Perú. *Revista Fitotecnica Mexicana* **37**: 7-20.
- Diamond J. 2002. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature* **418**: 700-707. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature01019>
- Díaz-Obregón D, Lloja-Lozano L, Carbajal-Zúñiga V. 2004. Estudios preclínicos de *Cucurbita maxima* (semilla de zapallo) un antiparasitario intestinal tradicional en zonas urbano rurales. *Revista de Gastroenterología del Perú* **24**: 323-327.
- Eguiarte LE, Hernández-Rosales HS, Barrera-Redondo J, Castellanos-Morales G, Paredes-Torres LM, Sánchez-de la Vega G, Ruiz-Mondragón KY, Vázquez-Lobo A, Montes-Hernández S, Aguirre-Planter E, Souza V, Lira R. 2018. Domesticación, diversidad y recursos genéticos y genómicos de México: El caso de las calabazas. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* **21**: 85-101. DOI: <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2018.0.159>
- Ferriol M, Picó B, Nuez F. 2004. Morphological and molecular diversity of a collection of *Cucurbita maxima* landraces. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **129**: 60-69. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.129.1.0060>
- Gepts P. 2014. The contribution of genetic and genomic approaches to plant domestication studies. *Current Opinion in Plant Biology* **18**: 51-59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2014.02.001>
- Grzybek M, Kukula-Koch W, Strachecka A, Jaworska A, Phiri AM, Paleolog J, Tomczuk K. 2016. Evaluation of Anthelmintic Activity and Composition of Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) Seed Extracts-In Vitro and in Vivo Studies. *International Journal of Molecular Sciences* **17**: 1456. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms17091456>
- Harlan JR. 1992. Crops & Man. Wisconsin: Crop Science Society of America, ISBN-13: 978-0891181071
- Hawthorne BT. 1990. Age of fruit at harvest influences incidence of fungal storage rots on fruit of *Cucurbita maxima* D. hybrid 'Delica'. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* **18**: 141-145. DOI: <https://doi.org/10.1080/01140671.1990.10428085>
- INEI [Instituto Nacional de Estadística e Informática]. 2007. Censos nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda. <https://web.archive.org/web/20110725205514/http://desa.inei.gob.pe/censos2007/tabulados/> (acceso el 16 de julio del 2019).
- Jarvis DI, Brown AHD, Cuong PH, Collado-Panduro L, Latourniere-Moreno L, Gaywali S, Tanto T, Sawadogo M, Mar I, Sadiki M, Hue NTN, Arias-Reyes L, Balma D, Bajrachary J, Castillo F, Rijal D, Belqadi L, Rana R, Saidi S, Ouedraogo J, Zangre R, Rhrib K, Chavez JL, Schoen D, Sthapit BR, De Santis P, Fadda C, Hodgkin T. 2008. A global perspective of the richness and evenness of traditional crop variety diversity maintained by farming communities. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **108**: 5326-5331. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0800607105>
- Kim MY, Kim EJ, Kim YN, Choi C, Lee BH. 2012. Comparison of the chemical compositions and nutritive values of various pumpkin (Cucurbitaceae) species and parts. *Nutrition Research and Practice* **6**: 21-27. DOI: <https://doi.org/10.4162/nrp.2012.6.1.21>
- Laime-Ajacopa T, Cazazola E, Layme-Pairumani F, Plaza-Martínez P. 2007. Diccionario Bilingüe Iskay simipi yuyayk'ancha "Quechua - Castellano, Castellano - Quechua". La Paz, Bolivia: AGRUCO-Obras generales.
- Lira R, Eguiarte L, Montes S, Zizumbo-Villarreal D, Colunga-GarcíaMarín P, Quesada M. 2016. *Homo sapiens-Cucurbita* interaction in Mesoamerica: Domestication, Dissemination and Diversification. In: Lira R, Casas A, Blancas J, eds. *Ethnobotany of Mexico*. New York: Springer-Verlag, 389-402. ISBN: 978-1-4614-6669-7

- Louette D, Charrier A, Berthaud J. 1997. *In situ* conservation of maize in Mexico: genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Economic Botany* **51**: 20-38. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02910401>
- Lozada-Aranda M, Rojas-Barrera I, Mastretta-Yanes A, Ponce-Mendoza A, Burgeff C, Orjuela-R MA, Oliveros O. 2017. Las milpas de México. *Oikos* **17**: 10-12.
- Mariaca-Méndez R. 2017. Avances en el estudio de la fauna de los traspatios familiares en el sureste de México. In: Casas A, Torres-Guevara J, Parra F, eds. *Domesticación en el Continente Americano Volumen 2. Investigación para el manejo sustentable de recursos genéticos en el nuevo mundo*. México: Editorial Morevalladolid, Morelia. pp. 475-508. ISBN: 978-607-02-9334-4
- Marie-Magdeleine C, Hoste H, Mahieu M, Varo H, Archimede H. 2009. *In vitro* effects of *Cucurbita moschata* seed extracts on *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology* **161**: 99-105. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.12.008>
- Montero-Pau J, Blanca J, Esteras C, Martínez-Pérez EM, Gómez P, Monforte AJ, Cañizares J, Picó B. 2017. An SNP-based saturated genetic map and QTL analysis of fruit-related traits in zucchini using genotyping-by-sequencing. *BMC Genomics* **18**: 94. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12864-016-3439-y>
- Moya-Hernández A, Bosquez-Molina E, Serrato-Díaz A, Blancas-Flores G, Alarcón-Aguilar FJ. 2018. Analysis of genetic diversity of *Cucurbita ficifolia* Bouché from different regions of Mexico, using AFLP markers and study of its hypoglycemic effect in mice. *South African Journal of Botany* **116**: 110-115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.02.409>
- Nee M. 1990. The domestication of *Cucurbita* (Cucurbitaceae). *Economic Botany* **44**: 56-68. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02860475>
- Paris HS. 2016. Genetic Resources of Pumpkins and Squash, *Cucurbita* spp. In: Grumet R, Katzir N, Garcia-Mas J. eds. *Plant Genetics and Genomics of Cucurbitaceae*. Cham, Switzerland: Springer Nature, Gewerbestrasse 11, 6330 111-154. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-49332-9>; ISBN-13: 978-3319493305
- Pickersgill B. 2018. Parallel vs. convergent evolution in domestication and diversification of crops in the Americas. *Frontiers in Ecology and Evolution* **6**: 56. DOI: <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00056>
- Pulgar-Vidal J. 1979. Geografía del Perú: Las Ocho Regiones Naturales del Perú. Lima, Perú: Universo SA, 145-161. ISBN 9972-58-007-5
- Ruelas-Hernández PG, Aguilar-Castillo JA, García-Paredes JD, Valdivia-Bernal R, López-Guzmán GG. 2015. Diversidad morfológica de especies cultivadas de calabaza (*Cucurbita* spp.) en el estado de Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* **6**: 1845-1856.
- Sánchez-de la Vega G, Castellanos-Morales G, Gámez N, Hernández-Rosales HS, Vásquez-Lobo A, Aguirre-Planter E, Jaramillo-Correa JP, Montes-Hernández S, Lira-Saade R, Eguiarte LE. 2018. Genetic resources in the “calabaza pipiana” squash (*Cucurbita argyrosperma*) in Mexico: Genetic diversity, genetic differentiation and distribution models. *Frontiers in Plant Science* **9**: 1-18. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00400>
- Sanjur OI, Piperno DR, Andres TC, Wessel-Beaver L. 2002. Phylogenetic relationships among domesticated and wild species of *Cucurbita* (Cucurbitaceae) inferred from a mitochondrial gene: Implications for crop plant evolution and areas of origin. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **99**: 535-540. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.012577299>
- Sultan SE. 2000. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. *Trends in Plant Science* **5**: 537-542. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(00\)01797-0](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(00)01797-0)
- Torres B, Maza OJ, Aguirre P, Hinojosa L, Günter S. 2015. The contribution of traditional agroforestry to climate change adaptation in the ecuadorian amazon: the chakra system. In: Leal-Filho W, eds. *Handbook of Climate Change Adaptation*. Berlin, Heidelberg: Springer, ISBN: 978-3-642-38669-5
- Vavilov NI. 1926 . *Origin and geography of cultivated plants*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. ISBN: 0521404274, 9780521404273.
- Velásquez-Milla D, Casas A, Torres-Guevara J, Cruz A. 2011. Ecological and socio-cultural factors influencing *in situ* conservation of crop diversity by traditional Andean households in Peru. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* **7**: 40. DOI: <https://doi.org/10.1186/1746-4269-7-40>
- Veteläinen M, Negri V, Maxted N. 2009. European landraces: on-farm conservation, management and use. Rome, Italy: Technical Bulletin No. 15. Biodiversity International, ISBN-13: 978-92-9043-805-2
- Whitaker TW. 1981. Archeological Cucurbits. *Economic Botany* **35**: 460-466. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02858596>

- Whitaker TW, Bemis WP. 1964. Evolution in the genus *Cucurbita*. *Evolution* **18**: 553-559. DOI: <https://doi.org/10.2307/2406209>
- Wilson HD. 1989. Discordant patterns of allozyme and morphological variation in mexican *Cucurbita*. *Systematic Botany* **14**: 612-623. DOI: <https://doi.org/10.2307/2419006>
- Zeder MA. 2015. Core questions in domestication research. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **112**: 3191-3198. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1501711112>
- Zheng YH, Alverson AJ, Wang QF, Palmer JD. 2013. Chloroplast phylogeny of *Cucurbita*: Evolution of the domesticated and wild species. *Journal of Systematics and Evolution* **51**: 326-334. DOI: <https://doi.org/10.1111/jse.12006>

Editor de sección: Andrea Martínez Ballesté

Contribuciones de los autores: JBR concibió el estudio, diseñó el estudio, realizó trabajo de campo y redactó el manuscrito. HSHR concibió el estudio, diseñó el estudio, realizó trabajo de campo y redactó el manuscrito. VCT realizó trabajo de campo. KAA realizó trabajo de campo. JTG realizó trabajo de campo y aportó información sobre los sistemas agrícolas regionales y el contexto del cultivo de calabazas y zapallos. FP realizó trabajo de campo. ITG realizó trabajo de campo. AC concibió el estudio, diseñó el estudio, realizó trabajo de campo y redactó el manuscrito. Todos los autores revisaron la versión final del manuscrito.