

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Caracterización Morfológica del Fruto y Semilla de Poblaciones de Calabaza Pipiana
(*Cucurbita argyrosperma* Huber) Nativas de Cd. Ocampo, Tamaulipas

Por:

SERGIO DANIEL GONZÁLEZ SOLANO

TESIS

Presentado como requisito parcial para obtener título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Septiembre de 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Caracterización Morfológica del Fruto y Semilla de Poblaciones de Calabaza Pipiana
(*Cucurbita argyrosperma* Huber) Nativas de Cd. Ocampo, Tamaulipas

Por:

SERGIO DANIEL GONZÁLEZ SOLANO

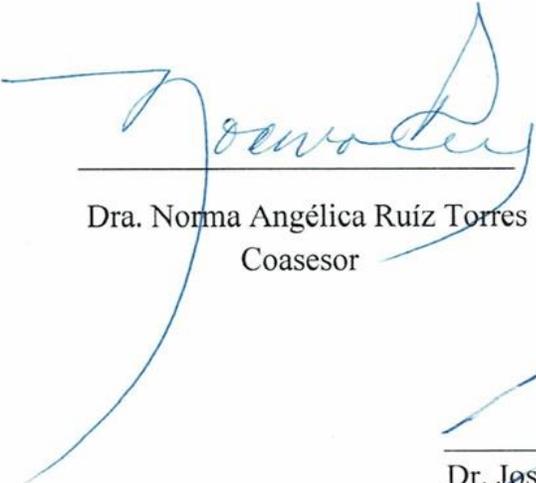
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

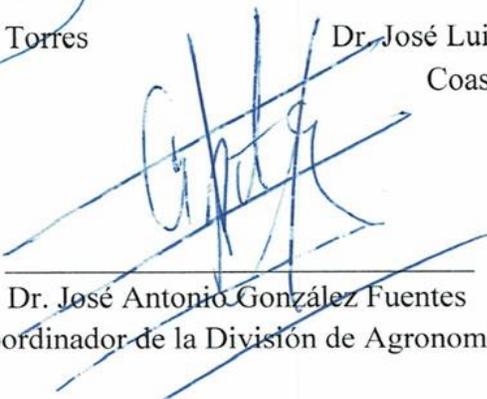
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Francisco Javier Sánchez Ramírez
Asesor Principal


Dra. Norma Angélica Ruíz Torres
Coasesor


Dr. José Luis Velasco López
Coasesor


Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México.
Septiembre de 2022

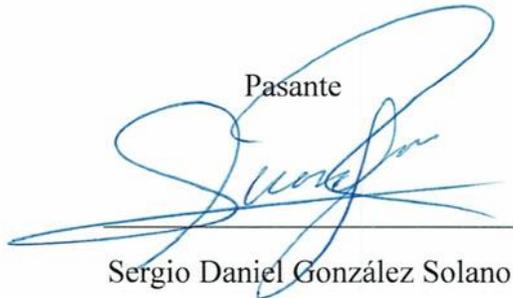
Derechos de Autor y Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo no ha sido previamente presentado en ninguna otra institución educativa, organización, medio público o privado.

Pasante



Sergio Daniel González Solano

AGRADECIMIENTOS

Acuérdate de tu Creador en los días de tu juventud, antes que lleguen los días malos, y los años que se acercan, de los cuales dirás: “No espero más de ellos.”

Eclesiastés 12: 1

Agradezco a **Dios** por su amor infinito y su misericordia, por estar conmigo en mis momentos de angustia y dolor, pero sobre todo por escuchar siempre mis oraciones y por todas las bendiciones que me ha dado.

A mi ALMA TERRA MATER, la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por darme la oportunidad de formarme profesionalmente en esta máxima casa de estudios, por todos los momentos vividos, por los amigos y compañeros que me ha regalado.

Al Dr. **Francisco Javier Sánchez Ramírez** por permitirme trabajar en uno de sus proyectos, por sus consejos, por el tiempo empleado para poder culminar este trabajo, pero sobre todo por su amistad.

A la Dra. **Norma Angélica Ruíz Torres** y al Dr. **José Luis Velasco López** por tomarse el tiempo a la revisión de este proyecto y ser parte del comité de asesores.

A mis Padrinos, el Sr. **Gerardo Solano Pérez** y la Sra. **Josefa Montoya González** por el apoyo y por haber creído en mí en los inicios de mis estudios profesionales.

A la familia **Montoya Velasco**, por su cariño, amor y apoyo, sobre todo por haber hecho sentirme parte de ellos. En especial a la Sra. **Josefa Alejandra Montoya Velasco**, por su amor y su cariño, por sus consejos que me han ayudado a ser mejor persona. Gracias por sus oraciones y motivaciones que me han ayudado mucho. Con mucho cariño, ¡Muchas Gracias!

DEDICATORIAS

A mis padres, el Sr. **Guadalupe González Rodríguez** y la Sra. **María de los Ángeles Solano Pérez** por sus consejos y confiar en mí, especialmente a mi madre, por su apoyo, por sus sacrificios y sus consejos. Gracias por confiar en mí, gracias por el cariño y el amor brindado. Tus esfuerzos son impresionantes y tu bendición siempre estará junto a mí.

¡Gracias madre!

A mis abuelos, especialmente al Sr. **Mariano Cruz Solano González (+)** y la Sra. **Rosalía Pérez Montoya** por el amor y el cariño infinito que me han brindado, por sus consejos que me han ayudado para ser mejor persona en la vida, por el apoyo y por creer en mí. Te agradezco mucho abuelito por ser un gran ejemplo para mí, llevaré conmigo tu bendición a lo largo de mi vida.

A mis hermanas, **Yesenia Janeth González Solano** y **María Guadalupe González Solano**, por el cariño y el apoyo que me han brindado. ¡Las quiero mucho!

A esa persona que estuvo para mí en la elaboración de este proyecto, mi compañera **Diana Paola Díaz Montoya**. Te agradezco profundamente por tu apoyo, por tu amor y por tu cariño, han sido sumamente importantes en mi vida. Gracias por motivarme y ayudarme hasta donde tus alcances lo han permitido. Eres mi amor, mi fuerza y mi ilusión, deseo una vida a tu lado y lograr metas junto a ti.

Te agradezco muchísimo, ¡*TE AMO!*

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivo General	3
Objetivos Específicos.....	3
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Características de la especie.....	4
2.2 Producción de calabaza en México	7
2.3 Características morfológicas	8
2.4 Mejoramiento genético en calabazas	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1 Sitio experimental	12
3.2 Material vegetal.....	12
3.3 Diseño y unidad experimental.....	13
3.4 Siembra y manejo del cultivo.....	13
3.5 Características morfológicas evaluadas	13
3.6 Análisis estadísticos de la información	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1 Análisis de varianza	16
4.2 Características del fruto y la semilla	19
4.3 Análisis de correlación entre las características del fruto y la semilla.....	27
V. CONCLUSIONES	30
VI. LITERATURA CITADA	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de las características del fruto de <i>Cucurbita argyrosperma</i> evaluadas en Buenavista, Saltillo, Coahuila en el ciclo P-V 2021.	17
Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de características de la semilla de <i>Cucurbita argyrosperma</i> evaluadas en Buenavista, Saltillo, Coahuila en el ciclo P-V, 2021.	18
Cuadro 3. Valores medios de los caracteres de fruto evaluados de 20 poblaciones superiores de <i>Cucurbita argyrosperma</i> en Buenavista, Saltillo, Coahuila.	20
Cuadro 4. Valores medios de los caracteres de semillas evaluados de 20 poblaciones superiores de <i>Cucurbita argyrosperma</i> en Buenavista, Saltillo, Coahuila.	21
Cuadro 5. Número de características deseables de las 20 poblaciones superiores de <i>Cucúrbita argyrosperma</i> evaluadas en Saltillo, Coahuila.	26
Cuadro 6. Valores de las correlaciones significativas obtenidas entre las características del fruto y la semilla de <i>Cucúrbita argyrosperma</i> evaluados en Buenavista, Saltillo, Coahuila.	29

RESUMEN

En México existe una amplia diversidad genética y taxonómica en calabazas; *Cucurbita* es un género considerado como de los más variables a nivel morfológico dentro del reino vegetal. La calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber) es una especie que se encuentra distribuida generalmente en el centro y sur de México, esta se asocia a métodos tradicionales de siembra con el maíz (*Zea mays* L.) y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), sin embargo, se cuenta con muy pocos estudios e información acerca de sus características agronómicas e información de su valor nutritivo. En la actualidad *Cucurbita argyrosperma* Huber ha despertado el interés científico debido a su contenido de sustancias nutritivas y a sus cualidades gustativas del fruto así como también su utilización en la alimentación pecuaria y en aves ponedoras; además, considerando la situación climática adversa para la producción, este es un cultivo que se establece bajo condiciones de secano principalmente, tiene un ciclo biológico corto y se considera tolerante a la sequía, por lo cual se considera una especie viable para mejorar la producción de alimentos en el sureste de Coahuila. El objetivo de este estudio fue evaluar las características morfológicas del fruto y semilla de 53 poblaciones de calabaza pipiana nativas de Cd. de Ocampo, Tamaulipas. El experimento se estableció en el Campo Agrícola Experimental “El Bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila. La evaluación se realizó bajo el diseño experimental de bloques completamente al azar con dos repeticiones. La unidad experimental consistió en un surco de 3.0 m de longitud y 0.80 m entre surcos, la distancia entre planta fue de 40 cm. Entre cada planta de calabaza se establecieron 3 plantas de maíz de la variedad CAFIME. Las variables evaluadas fueron: peso de fruto, diámetro de fruto, longitud de fruto, grosor de exocarpo, grosor de mesocarpo, peso de semilla húmeda, peso de semilla seca, peso de 100 semillas, largo, ancho y grosor de la semilla, peso de embrión, peso de testa, peso de semilla final y embrión. Los resultados mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) y altamente significativas ($P \leq 0.01$) para cada una de las variables, mostrando la diversidad entre las poblaciones a pesar de su mismo origen ecológico y geográfico. Los resultados mostraron que la calabaza pipiana presenta características de un fruto redondo con dimensiones similares entre la longitud y el ancho; no obstante, la variación de la especie incluye frutos alargados, donde la longitud supera al diámetro, y

también aquellos donde el diámetro supera la longitud. Las 20 poblaciones identificadas como superiores fueron seleccionadas con base en el número de características superiores deseables para la mejora de la producción. Las poblaciones superiores con mayor número de características deseables fueron: 1040, 1050, 1016, 1006, 1021, 1025 y 1003, respectivamente; estas fueron las seleccionadas para continuar con el proceso de selección y evaluación de adaptación a las condiciones regionales del sureste de Coahuila. En el análisis de correlación se encontró que el peso de fruto fresco (PFU) tuvo correlación significativa con el diámetro del fruto (DFU, $r = 0.62470^{**}$), peso de semilla húmeda (PSEMH, $r = 0.70199^{**}$) y peso de semilla seca (PSEMS, $r = 0.54269^{**}$); el grosor del exocarpo (GEXO) tuvo correlación entre el grosor del mesocarpo (GMESO, $r = 0.37719^{**}$); esto indicó que a mayor grosor del casco mayor será el grosor de la pulpa; el peso de semilla húmeda (PSEMH) presentó correlación con el peso de semilla seca (PSEMS, $r = 0.87298^{**}$); el peso de semilla seca (PSEMS) presentó correlación positiva con el peso de cien semillas (P100S, $r = 0.36159^{**}$), el peso de embrión (PEMB, $r = 0.36460^{**}$) y el peso de semilla final (PSEMF, $r = 0.57178^{**}$), y negativa entre el Peso de 100 semillas con la longitud de semilla (LSEM, $r = -0.42464^{**}$), ancho de semilla (ASEM, $r = -0.43756^{**}$) y grosor de semilla (GSEM, $r = -0.39630^{**}$). Característico de la especie se encontró que un porcentaje considerable de la semilla es testa; cuya característica esta correlacionada, así se encontró una correlación positiva significativa entre PEMB y PTES($r = 0.6166^{**}$); esta indica que una semilla más grande tendrá más testa y viceversa.

Palabras claves: calabaza pipiana, *Cucurbita argyrosperma* Huber, características del fruto, características de la semilla.

I. INTRODUCCIÓN

El género *Cucurbita* posee veinte taxas, distribuidos entre plantas perennes y anuales; es un género nativo de América y México es considerado el centro de origen y diversificación (Mapes y Basurto, 2016). El género presenta cinco diferentes especies domesticadas: *C. pepo*, *C. moshata*, *C. ficifolia*, *C. maxima* y *C. argyrosperma* (Kates *et al.*, 2017), de las cuales, según Lira *et al.* (2016) cada evento de domesticación fue independiente.

En México la diversidad genética y taxonómica de calabazas es muy grande, principalmente en forma, tamaño y coloración del fruto, número y tamaño de semillas, calidad, color y grosor de la pulpa del fruto, tolerancia a plagas y enfermedades, y precocidad en producción de fruto, entre otras características (Lira, 1995; Montes *et al.* 2005; Cerón *et al.* 2010).

La calabaza es un fruto de gran valor nutritivo por su elevado contenido de carbohidratos, fibra soluble, proteína, aceite, compuestos carotenoides, precursores de la vitamina A, β caroteno, criptoxantina y luteína (Hernández, 2009); su consumo puede ser como hortaliza (fruto tierno, flores, puntas de guías) o fruto maduro, donde puede aprovecharse el fruto, pero particularmente la semilla (Sánchez *et al.* 2006).

La importancia de la calabaza se debe a su contenido de sustancias nutritivas y a sus cualidades gustativas del fruto y de la semilla; la pulpa del fruto maduro contiene de 11 a 27 % de sólidos totales y 45 % de azúcares de acuerdo con las variedades; las semillas son muy ricas en grasas, proteínas y albúminas (Guenkov, 1974).

Una de las especies de calabaza es *Cucurbita argyrosperma* (Lira *et al.* 2002), conocida comúnmente como calabaza pipiana; la pulpa y cáscara de esta calabaza (subproducto) tienen un rendimiento entre 3.8 a 28 t en fresco por hectárea (Garza *et al.* 2010), que podrían ser

útil en la alimentación pecuaria, ensilado o deshidratado. Asimismo, puede ser utilizado como fuente de pigmentos en dietas para aves ponedoras (Dorantes-Jiménez *et al.* 2016).

En la actualidad, ante la escasa precipitación en el estado de Coahuila, particularmente en la región sureste, donde se establece principalmente maíz bajo temporal, se busca nuevas alternativas para la producción de alimento, tanto para consumo humano como animal, y considerando las características agronómicas y de producción de la calabaza pipiana se consideró que puede ser una opción para la región mencionada.

Con base en lo anterior, el presente estudio se realizó con el propósito de caracterizar la variabilidad de los frutos y semillas de 53 poblaciones nativas de Cd. Ocampo, Tamaulipas; considerando que la especie, por sus condiciones de cultivo en seco, ciclo corto y producción de alimento para consumo humano o animal podría ser una alternativa para los productores del sureste de Coahuila, quienes presentan estaciones de crecimiento limitadas en la producción de cultivos agrícolas dado el escaso temporal y la frecuencia de heladas tempranas.

Objetivo General

Caracterizar la variación morfológica del fruto y semilla de poblaciones de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber) nativas de Cd. Ocampo, Tamaulipas, establecidas en condiciones ecológicas representativas del sureste de Coahuila.

Objetivos Específicos

Evaluar las características del fruto y semilla de poblaciones de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber) establecidas en Buenavista, Saltillo y seleccionar poblaciones sobresalientes para iniciar un programa de mejoramiento.

Evaluar las correlaciones entre las características que determinan la producción de fruto y semilla de poblaciones de calabaza (*Cucurbita argyrosperma* Huber) para realizar selección de poblaciones más eficientes.

Hipótesis

A pesar de que las poblaciones estudiadas de *Cucurbita argyrosperma* Huber fueron colectadas en una misma área ecológica y geográfica, estas mostrarán variación morfológica que permitirá la selección de poblaciones con características superiores deseables para la producción de fruto y semilla, con las cuales se puede iniciar un proceso de mejoramiento para la adaptación y producción en el área del sureste de Coahuila.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características de la especie

El género *Cucurbita* posee veinte taxas, distribuidos entre plantas perennes y anuales; es un género nativo de América, y México es considerado el centro de origen y diversificación (Mapes y Basurto, 2016). El género presenta cinco diferentes especies domesticadas: *C. pepo*, *C. moshata*, *C. ficifolia*, *C. maxima* y *C. argyrosperma* (Kates *et al.* 2017), de las cuales, según Lira *et al.* (2016) cada evento de domesticación fue independiente.

Entre las especies domesticadas, *C. argyrosperma*, es conocida en México como calabaza pipiana o calabaza mixta, es un fruto apreciado ampliamente por sus semillas, las cuales se emplean para platillos mexicanos culinarios especiales.

Cucurbita argyrosperma actualmente se divide en dos subespecies: la forma domesticada, *C. argyrosperma* ssp. *Argyrosperma* y su pariente silvestre *C. argyrosperma* ssp. *Sororia* (Zheng *et al.* 2013 y Kates *et al.* 2017).

Las subespecies, tanto la cultivada como la silvestre es posible encontrarlas en regiones tropicales y semidesérticas desde el sureste de Estados Unidos hasta el norte de Centroamérica, desde el nivel del mar hasta los 1,700 msnm (Villanueva, 2007 y Lira *et al.* 2016).

C. argyrosperma es un importante cultivo en los sistemas agrícolas campesinos de México, y otros países de América; bajo este contexto se establece y se mejora a través de formas tradicionales; comúnmente se encuentra como un cultivo de temporal; sin embargo, existen áreas de riego; gran parte de la producción no se reporta en las estadísticas ya que la gran

mayoría es usada como autoconsumo en la agricultura de subsistencia en México y Centroamérica (Villanueva, 2007; OECD, 2012).

Las semillas se preparan tostadas y con sal, las cuales se consumen en forma directa como aperitivo, y también se utilizan como el condimento principal para la elaboración de los moles conocidos como “pipianes” en diversas localidades de los estados de Guerrero, Oaxaca, Hidalgo, San Luis Potosí, Morelos y Veracruz; además, de la semilla se extrae aceite para preparar jabones finos (Lira, 1995). Su pulpa se consume en guisos y sopas, sus flores en sopas y cremas, el fruto maduro y las semillas se emplean en dulces y repostería y, en algunas regiones, la calabaza o parte de ella se utiliza en medicina herbolaria (CONABIO, 2012); sin embargo, una de las razones por las cuales el cultivo de la especie no se ha extendido es por la baja calidad de su pulpa en cuanto a la coloración (concentración de carotenos) y al contenido de sólidos solubles, comparado con otros cultivares de calabaza madura (Garza *et al.* 2002).

Los agricultores tradicionales de calabaza han reconocido y mantenido la diversidad por muchos años, principalmente cuando las cultivan de manera continua seleccionando empíricamente segregantes espontáneos, los cuales aparecen en sus variedades locales. Los agricultores en cada ciclo de cultivo han seleccionado los mejores frutos para obtener las semillas que sembrarán en el siguiente ciclo basados en características de fruto, como son grosor (diámetro), forma, textura externa de fruto, color y sabor de la pulpa, longitud, peso y ancho de frutos y semillas. También seleccionan plantas por hábito de crecimiento, patrones de floración y resistencia a plagas, hongos, virus y malezas (Canul *et al.* 2005; Ferriol y Picó, 2008).

En áreas rurales se atribuyen a la especie *argyrosperma* propiedades medicinales, además de ser una importante fuente de comercio y de alimento, en estado maduro y vegetativo (Villanueva, 2007). Esta especie se considera de importancia cultural y económica, tanto local como alrededor del mundo.

En México la variación genética de *Cucurbita argyrosperma* es muy amplia, principalmente en la forma, tamaño y coloración del fruto, cantidad de semilla producida, calidad y cantidad de pulpa, tolerancia a enfermedades y precocidad (Montes, 1991).

Estudios sobre el análisis de la diversidad genética y la distribución de esta especie son escasos; Montes-Hernández y Eguiarte (2002) encontraron que la subespecie *argyrosperma* presenta menor variación genética comparada con su pariente silvestre y menores niveles de diferenciación genética entre las poblaciones. Cerón *et al.* (2010) encontraron menor variación genética en *C. argyrosperma* que en cualquier otro taxa del género, tal como *C. moshata* y *C. pepo*.

Sánchez *et al.* (2000) mencionan que, aunque México es uno de los principales poseedores de la diversidad genética de calabazas, no ha sido capaz de generar variedades más eficientes acordes a las necesidades específicas del mercado y de sus diferentes regiones agrícolas.

La caracterización de las colectas se ha basado frecuentemente en el empleo de caracteres morfológicos o agronómicos. El uso de marcadores morfológicos presenta algunas limitantes en la caracterización, pues su expresión puede estar sujeta a factores ambientales o fenológicos. Para los investigadores el tomar los datos de las plantas hasta alcanzar el estado adulto representa una espera que se refleja en retraso.

Actualmente se han desarrollado métodos de identificación y caracterización basados en el uso de marcadores moleculares que superan en la mayoría de los casos las limitantes de los métodos tradicionales (Azofeita - Delgado, 2006).

2.2 Producción de calabaza en México

En México, en el año 2019 se establecieron 59,883 hectáreas (ha) de calabaza para semilla, obteniéndose una producción de 31,680 toneladas (t), con un rendimiento medio nacional de 610 kilogramos por hectárea (kg ha). Según estadísticas agrícolas del SIAP (2019), 16 estados en México se dedican a la producción de calabaza; aunque los principales estados productores son Campeche, Zacatecas y Guerrero. A través de los años, Campeche ha destacado como principal productor de este cultivo, en 2019 estableció 22,350 ha de las cuales se obtuvieron 12,565 t; en seguida Zacatecas estableció 11,113 ha y produjo 3,303 t con un rendimiento de 430 kg ha, Guerrero estableció 8,185 ha y obtuvo 6,079 t con 740 kg ha; en el rendimiento por unidad de superficie destaca Jalisco, Morelos y Yucatán con más de 1.0 t ha.

La calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma*) destaca como un cultivo predominante de temporal; el 99 % de la superficie establecida ocurre bajo estas condiciones; bajo riego Quintana Roo y San Luis Potosí establecen en conjunto menos de 500 ha (SIAP, 2019).

En Zacatecas, los principales municipios donde se establece el cultivo son Sombrerete, Río Grande y Saín Alto; sin embargo, solo en Sombrerete se establece el 70 % del área dedicada al cultivo; en este municipio, dadas las condiciones de producción adversas, frecuentemente el 25 % de esta superficie es siniestrada; en Río Grande y Saín Alto, la superficie afectada es del 50 % (SIAP, 2019). A pesar de la siniestralidad, la especie, por su adaptación a condiciones adversas de producción, es una opción para los productores en condiciones de secano.

2.3 Características morfológicas

La calabaza pipiana es una planta herbácea, rastrera o trepadora, no muy vigorosa, anual. La planta presenta raíces fibrosas, tallos anguloso-surcados, pubescentes, zarcillos ramificados, bien desarrollados, pubescentes, hojas pecioladas con pecíolos de hasta 35.0 cm largo, cortamente pubescentes a pilosos. Las láminas foliares son de 20.0-30.0 cm de largo, 25.0-40.0 cm ancho, ovado-cordadas, de consistencia herbácea, lóbulos triangulares, obtusos, apículados, la base cordada, ambas superficies aterciopeladas, cortamente pubescentes a pilosas, la superficie adaxial comúnmente más escabrosa, con manchas blancas o plateadas a lo largo de las venas, márgenes denticulados a incisos (Lira y Montes, 1992).

El ciclo de la especie es de cinco a siete meses; el fruto tierno para verdura se cosecha tres meses después de siembra, mientras que el fruto maduro para semilla se cosecha seis meses después (Lira, 1995); se cultiva preferentemente bajo condiciones de temporal en suelos arenosos y arcillosos con buen drenaje y contenido medio de materia orgánica, en climas de trópico húmedo y subhúmedo. En general, se siembra a finales del mes de mayo y principios de junio con la presencia de las primeras lluvias, y se cosecha de septiembre a diciembre (Garza *et al.* 2010).

Los frutos varían en tamaño, forma y color; el intervalo en el tamaño va de 14 a 50 cm de largo y de 14 a 25 cm de diámetro, piriforme o claviforme en la parte más delgada, tiene semillas de 1.5 a 3 cm de largo y 0.7 a 1.7 cm de ancho, planas, elípticas a lanceoladas; márgenes bien definidos, angostos a muy anchos e inflados, lisos o muy ligeramente ondulados, nulo o muy ligeramente fibrillosos, ápice angostado y ligeramente oblicuo (Dorantes-Jiménez *et al.* 2016).

La semilla es blanca con los márgenes o parte exterior prominente y de color gris; Merrick *et al.* (1989) mencionan que los productores prefieren para sembrar semillas con margen gris, delgado y uniforme, y testa blanca dado que tienen mayor peso que las semillas de bordes anchos.

2.4 Mejoramiento genético en calabazas

El mejoramiento genético de plantas tiene la finalidad de obtener variedades con características de calidad comercial y nutritiva, mayor resistencia a factores abióticos y bióticos adversos al cultivo y mayor rendimiento; busca generar innovación en el sector agroalimentario para obtener líneas mejoradas con altas valoraciones agronómicas, que eleven la productividad y competitividad del campo mexicano (ININ, 2018).

En los programas de mejoramiento de cultivos de interés agrícola es necesario contar con una amplia base genética que garantice suficiente variabilidad para tener probabilidades de seleccionar los genotipos. Esencialmente este programa consiste en tres fases: identificación o generación de la variabilidad genética, selección de genotipos y evaluación de los genotipos seleccionados con caracteres agronómicos ideales (Nakayama *et al.* 2018).

En México, el mejoramiento de *Cucurbita* se inició en 1955 con la observación y colección de material cultivado que se sembraba con la finalidad de aprovechar sus frutos maduros, pero no de aquellos materiales cuyos frutos se consumían tiernos como verdura (Pérez *et al.* 1997).

Los procedimientos de mejoramiento genético que se han seguido para las especies cultivadas son: autofecundación y selección, mediante los cuales se ha pretendido aumentar el rendimiento de fruto y de semilla sin considerar la cantidad y calidad de aceite.

En otros programas de mejoramiento se utiliza la selección masal y selección familiar para rendimiento de semilla y aspecto de fruto (Pérez *et al.* 1997). Así, algunos de los métodos de mejoramiento que se han utilizado con éxito en calabaza son: selección masal (Vildózola, 1998; Sánchez *et al.* 2004), selección combinada de familias de medios hermanos maternos (Sánchez *et al.* 2000; Meneses *et al.* 2002; Sánchez *et al.* 2006), selección recurrente

utilizando líneas S1 (Cardoso, 2007), multiplicación in vitro de calabaza vía organogénesis (Sánchez *et al.* 2009), obtención de genotipos partenocárpicos formados a partir de compuestos de amplia base genética (Méndez *et al.* 2010), formación de híbridos interespecíficos e intraespecíficos. Además de la obtención de variedades sintéticas a partir de híbridos comerciales y formación de variedades de semilla sin testa (“Round Zucchini”) mediante selección y autofecundación de segregantes (Sánchez *et al.*, 2011).

La investigación científica sobre la calabaza pipiana se ha dirigido principalmente a identificar y registrar nuevas especies taxonómicas (Lira, 1997; Lira *et al.* 1998); no obstante, también se ha evaluado la variación genética y su respuesta a la selección (Sánchez-Hernández *et al.*, 2000). Sánchez *et al.* (2004) realizaron la selección combinada de genotipos de la calabaza pipiana y Sánchez *et al.* (2006) investigaron los parámetros genéticos de la calabaza en cultivo asociado con maíz. Garza *et al.* (2010) estudiaron el comportamiento diferenciado de líneas de híbridos y criollos de calabaza en primavera y otoño en México. Sánchez *et al.* (2014) estimó la respuesta a la selección participativa en variedades de calabaza provenientes de la Sierra Norte de Puebla, México y Ruelas *et al.* (2015) analizaron la diversidad morfológica de la especie en Nayarit, México.

En calabaza se cree que el mejoramiento vegetal participativo posee algunas ventajas esenciales sobre el mejoramiento convencional, tales como una mejor definición de los criterios de selección que son importantes para una comunidad local, y mejores adaptaciones a condiciones ambientales. La teoría de la selección demuestra que este aprovechamiento es más eficiente que el mejoramiento para amplia adaptación debido a que aprovecha la heredabilidad en sentido amplio dentro de cada condición ambiental específica (Elings *et al.* 2001; Ceccarelli y Grando, 2007).

Whitaker y Robinson (1986) mencionan que, aunque hay ausencia de depresión endogámica no significa que no exista el vigor híbrido en *Cucurbita* y un híbrido combinaría los rasgos

deseados de los padres por lo cual el principal método de mejoramiento utilizado en calabaza es la hibridación en cruza simple, aprovechando la limitada depresión endogámica.

A partir de 1996, se inició el programa de mejoramiento genético de calabazas criollas en todas las especies cultivadas en México. En este programa se aplica selección masal y selección combinada de familias de medios hermanos maternos, para mejorar la calidad del fruto maduro (color y sabor de pulpa) y de semilla (Sánchez *et al.* 2000; Meneses *et al.* 2002).

Para realizar mejoramiento genético en calabaza, es necesario, además de entender los aspectos biológicos y agronómicos de la especie, conocer las características genéticas de la población en estudio como son los componentes de la varianza genética (aditiva y de dominancia), las correlaciones fenotípicas y genéticas aditivas, el coeficiente de variación genética aditiva y la heredabilidad (Sánchez *et al.* 2006). A este respecto, Villanueva *et al.* (2018) propusieron se busque una respuesta positiva a la selección y mantener una alta diversidad genética de la población, la cual es una característica deseable en el manejo tradicional de las plantas en los sistemas agrícolas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Sitio experimental

La investigación se estableció en el Campo Experimental “El Bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, en el km 7 al sur de la ciudad, sobre la carretera 54 Saltillo – Zacatecas, entre las coordenadas 25° 22’ de latitud norte y 101° 02’ longitud de oeste, a una altitud de 1742 msnm.

En la región donde se estableció el experimento predomina el clima, BW hw (x'') (e); semicálido, con invierno fresco, extremoso, con lluvias en verano, y una precipitación invernal superior al 10% del total anual. La precipitación y temperaturas medias anuales oscilan entre de 350 – 400 mm y 19.8 °C (UAAAN, 2011). El suelo en esta área es de textura migajón y migajón arcilloso, con bajos contenidos de materia orgánica y poseen una capa subyacente de carbonato de calcio (UAAAN, 2011).

3.2 Material vegetal

Se evaluaron 53 colectas de Cd. Ocampo, Tamaulipas, México, donde la producción acontece bajo condiciones de temporal. Cd. Ocampo se localiza en la parte suroeste del estado de Tamaulipas, forma parte del sistema regional de la cuenca del río Guayalejo con clima predominante de tipo semicálido extremoso, con lluvias en verano. La precipitación pluvial media es del orden de los 300 mm y las temperaturas promedio son de 23 °C, la mínima de 0 °C y la máxima de 43 °C (INAFED, 2010).

3.3 Diseño y unidad experimental

El experimento se estableció en un diseño experimental en bloques completos al azar, con dos repeticiones. La unidad experimental consistió en un surco de 3.0 m de longitud y 0.80 m entre surcos, la distancia entre planta fue de 40 cm. Entre cada planta de calabaza se establecieron 3 plantas de maíz de la variedad CAFIME.

3.4 Siembra y manejo del cultivo

La siembra se realizó el día 5 de mayo de 2021 bajo condiciones de riego. Este se desarrolló en las condiciones agronómicas adecuadas para el cultivo enfocado en la producción de fruto y semilla; el experimento se mantuvo sin deficiencias de riego.

3.5 Características morfológicas evaluadas

Dado que el ciclo de cultivo de la calabaza pipiana dura únicamente tres meses, desde su siembra hasta la cosecha, se inició con la cosecha a finales del mes agosto de 2021 teniendo en cuenta el estado vegetativo de la planta y el tamaño del fruto. Con estos indicadores los frutos de cada repetición fueron evaluados y mediante ello se obtuvieron los valores medios de las siguientes características morfológicas.

Peso del fruto (PFU). Con ayuda de una báscula digital con capacidad para 5 kg se obtuvo el peso del fruto en gramos.

Grosor del exocarpo (GEXO). El exocarpo de cada fruto se midió por separado utilizando un Vernier partiendo por la mitad el fruto.

Grosor del mesocarpo (GMESO). El grosor del mesocarpo se obtuvo al partir el fruto por la mitad y con ayuda de un Vernier, en milímetros.

Longitud del fruto y diámetro del fruto (LFU y DFU). Se midió con una regla metálica de 30 cm. La longitud se midió desde la base hasta el ápice del fruto, mientras que el diámetro se obtuvo partiendo por la mitad del fruto.

Peso de semilla húmeda (PSEMH). El peso de la semilla húmeda se obtuvo después del peso de cada fruto, se partió por la mitad cada fruto y se extrajeron las semillas para luego pesarlas utilizando una balanza digital.

Peso de la semilla seca (PSEMS). El peso de la semilla se obtuvo, después de extraerla, secarla a temperatura ambiente durante 10 días y posteriormente pesarlas con una balanza digital.

En el laboratorio se determinaron las siguientes variables:

Peso de 100 semillas (P100S). Se pesaron 100 semillas de manera aleatoria, obtenidas de las semillas totales.

Largo, ancho y grosor de semilla (LSEM, ASEM y GSEM). Se obtuvo mediante el valor medio de una selección aleatoria de 10 semillas medidas por un Vernier. Para medir el largo de las semillas se acomodaron en una fila quedando de forma vertical; mientras que, para medir el ancho, las semillas se acomodaron en forma horizontal y por último el grosor de la semilla se obtuvo acomodando las semillas una junto a la otra.

Peso del embrión (PEMB). Se obtuvo al separar la testa del embrión de 100 semillas seleccionadas aleatoriamente, y pesar el embrión.

Peso de la testa (PTES). Se obtuvo al separar la testa del embrión de 100 semillas, y pesar en una balanza digital.

Peso de la semilla final (PSEMF). El peso de la semilla final se obtuvo mediante la suma del peso del embrión y el peso de la testa de las 100 semillas seleccionadas.

Embrión (EMB). Es una relación en porcentaje que corresponde al embrión con respecto al peso de la semilla total.

3.6 Análisis estadísticos de la información

Con los datos obtenidos de los caracteres evaluados en frutos y semillas de *Cucúrbita argyrosperma* se realizó un análisis de varianza (ANAVA), a través del modelo estadístico con base en el diseño experimental, mediante el programa de SAS (SAS Institute, 2002). También se determinaron los coeficientes de correlación de Pearson (r) entre las variables evaluadas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de varianza

En los Cuadros 1 y 2, se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza (ANAVA) de quince características estudiadas en fruto y semilla de *Cucurbita argyrosperma*, en un ensayo en campo establecido en Buenavista, Saltillo, Coahuila; las colectas son de un origen ecológico distinto al de evaluación, esto con el objetivo de identificar alternativas para la producción en condiciones del sureste de Coahuila.

De acuerdo con el análisis de varianza, entre genotipos se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para longitud de semilla (LGSEM), ancho de semilla (ANSEM), grosor de semilla (GSEM), y el proporción del embrión (EMB), y se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para el resto de las características. Estos resultados mostraron la diversidad que existe entre las poblaciones, y la cual provocó variación a través de las características estudiadas.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de las características del fruto de *Cucurbita argyrosperma* evaluadas en Buenavista, Saltillo, Coahuila en el ciclo P-V 2021.

FV	GL	PFU g	LFU cm	DFU cm	GEXO mm	GMESO mm
Bloques	1	363109.6 *	0.1 **	2.6 *	0.8 *	7.3 **
Genotipo	52	299512.8 *	18.4 *	4.6 *	0.5 *	29.5 *
Error	52	45739.8	1.5	0.5	0.1	2.0
CV (%)		9.5	7.2	3.6	13.3	7.0

**, * = Significativo al 0.01 y 0.05 niveles de probabilidad, respectivamente; FV: Fuente de variación; GL: Grados de libertad; PFU: Peso del fruto; LFU: Longitud del fruto; DFU: Diámetro del fruto; GEXO: Grosor de exocarpo y GMESO: Grosor de mesocarpo.

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza de características de la semilla de *Cucurbita argyrosperma* evaluadas en Buenavista, Saltillo, Coahuila en el ciclo P-V, 2021.

FV	GL	PSEMH g	PSEMS g	P100S g	LSEM mm	ASEM mm	GSEM mm	PEMB g	PTES g	PSEMF g	EMB %
Bloques	1	298.9 *	119.7 *	263.8 *	0.1 *	0.1	0.1	0.7 **	0.1 **	0.6 **	12.4 **
Genotipo	52	2413.4 *	1096.6 *	79.4 *	1.4 **	0.6 **	0.1 **	5.8 *	1.4 *	1.7 *	26.9 **
Error	52	182.3	141.7	25	0.1	0.1	0.1	1.6	0.1	0.2	17.0
CV (%)		8.0	11.0	17.0	2.1	3.06	6.7	11.6	5.3	6.0	5.8

**, * = Significativo al 0.01 y 0.05 niveles de probabilidad, respectivamente; FV: Fuente de variación; GL: Grados de libertad; PSEMH: Peso de semilla húmeda; PSEMS: Peso de semilla seca; P100S: Peso de 100 semillas; LSEM: Longitud de Semilla; ASEM: Ancho de semilla; GSEM: Grosor de semilla; PEMB: Peso de embrión; PTES: Peso de testa; PSEMF: Peso de semilla final; EMB: Embrión y CV: Coeficiente de variación.

Lira *et al.* (1995) y Azurdia (1999) también encontraron amplia variación, particularmente en la morfología y tamaño de frutos y semillas, coloración, tipo y sabor de mesocarpio. La variación encontrada en el estudio demostró que si bien, las poblaciones evaluadas tienen el mismo origen geográfico y ecológico (Cd. Ocampo, Tamaulipas) existe variación entre las mismas, susceptible de aprovecharse a través de la selección de poblaciones con características deseables.

4.2 Características del fruto y la semilla

En los Cuadros 3 y 4 se presentan los valores medios de las 20 poblaciones con características superiores; en el primero se muestran las características del fruto y en el segundo aquellas asociadas a la semilla. En los cuadros se incluyeron los valores medios, máximos y mínimos, los cuales muestran la variación en las características evaluadas entre las poblaciones.

El peso del fruto (PFU) mostró un intervalo de variación de 3515.5 a 1619.0 g con un valor medio de 2243.5 g; estos valores presentaron frutos de mayor dimensión que aquellos encontrados por Sánchez *et al.* (2006) en una población seleccionada, donde el valor medio del fruto fue de 1712 g. Entre las 20 poblaciones superiores, se encontraron 11 poblaciones con peso del fruto superior (> 2310.0 g). Los frutos, cabe mencionar fueron obtenidos de una evaluación en condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo del fruto y la semilla y si bien, durante el ciclo del cultivo existen temperaturas altas (35-38 °C), el riego permite amortiguar el efecto de la temperatura.

En la evaluación, si bien *Cucurbita argyrosperma* es una especie domesticada y cultivada, se observó, que la fertilización sintética, aunque reducida, produce quemaduras severas en el tejido foliar, por esta razón el desarrollo del cultivo aconteció sin fertilizantes.

La longitud del fruto (LFU) fue de 25.5 a 12.0 cm con una media de 16.8 cm y se encontraron 10 poblaciones superiores (> 17.2 cm); Villanueva *et al.* (2018) en un estudio sobre selección masal participativa encontró una longitud media de 11.9 cm. La comparación de las

dimensiones muestra que los frutos de este estudio fueron mayores, deseando seleccionar aquellos de mayor longitud.

Cuadro 3. Valores medios de los caracteres de fruto evaluados de 20 poblaciones superiores de *Cucurbita argyrosperma* en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Población	PFU g	LFU cm	DFU cm	GEXO mm	GMESO mm
1040	3081.0 **	19.9 **	22.2 **	2.4	25.8 **
1050	3515.5 **	18.7 **	23.2 **	3.1 **	24.5 **
1016	2060.0	13.5	19.5	2.7 **	24.0 **
1006	2882.0 **	19.0 **	21.0 **	2.3	25.7 **
1021	2550.0 **	13.3	21.1 **	2.1	22.8 **
1025	2516.0 **	13.8	20.6 **	2.4	26.2 **
1003	2596.0 **	14.0	21.5 **	2.2	18.5
1010	2277.0	17.0	20.5 **	3.4 **	22.4 **
1051	2310.0 *	15.1	21.1 **	2.6 **	21.1 *
1001	2073.0	14.0	21.0 **	2.7 **	19.5
1041	2262.0	17.2 *	20.1 **	2.1	18.9
1011	2530.0 **	14.0	18.0	3.2 **	18.1
1018	1862.0	12.5	19.1	2.7 **	24.7 **
1019	2245.0	12.0	22.0 **	3.7 **	17.8
1033	1965.0	18.1 **	17.1	2.3	17.2
1020	2889.0 **	21.5 **	21.2 **	2.8 **	25.5 **
1004	2254.0	20.0 **	18.0	3.0 **	16.2
1024	2616.0 **	18.7 **	20.9 **	2.6 **	17.2
1013	2530.0 **	18.0 **	21.4 **	3.5 **	24.5 **
1034	1845.0	18.4 **	17.3	2.1	22.3 **
Máximo	3515.5	25.5	23.2	3.7	26.5
Mínimo	1619.0	12.0	16.2	1.6	10.4
Media	2243.5	16.8	19.6	2.5	20.2
Error	53.2	0.4	0.2	0.1	0.5

*: $\mu + EE$; *: $\mu + 2 EE$, respectivamente. EE: Error estándar; cm: Centímetros; mm: Milímetros; g: Gramos; PFU: Peso de fruto; LFU: Longitud de fruto; DFU: Diámetro de fruto; GEXO: Grosor de exocarpo y GMESO: Grosor de mesocarpo.

Cuadro 4. Valores medios de los caracteres de semillas evaluados de 20 poblaciones superiores de *Cucurbita argyrosperma* en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Población	PSEMH g	PSEMS g	P100S g	LSEM mm	ASEM mm	GSEM mm	PEMB g	PTES g	PSEMF g	EMB %
1040	259.0 **	155.7 **	33.5 *	13.9 **	6.5 **	1.6	11.9 **	4.4 *	7.8 **	72.8 **
1050	222.5 **	124.4 **	21.9	13.1 **	6.0 *	1.8 **	11.4 **	4.1	6.1	73.7 **
1016	205.0 **	130.9 **	35.1 **	12.4	7.0 **	1.9 **	12.8 **	4.7 **	9.1 **	73.2 **
1006	181.0 **	113.8 *	48.8 **	14.5 **	7.1 **	2.0 **	14.5 **	5.7 **	5.9	71.7
1021	205.0 **	132.4 **	35.9 **	13.0 *	7.1 **	1.8 **	12.2 **	5.2 **	7.4 **	70.1
1025	233.0 **	150.3 **	34.4 **	12.8	6.2 **	2.0 **	12.1 **	5.3 **	8.5 **	69.5
1003	235.0 **	146.3 **	38.2 **	12.9	6.3 **	1.8 **	12.9 **	6.2 **	8.3 **	67.5
1010	183.0 **	126.6 **	33.8 **	12.5	5.9	2.0 **	11.6 **	4.4 *	7.4 **	72.4 **
1051	204.0 **	135.7 **	28.1	14.6 **	6.3 **	2.0 **	13.4 **	5.6 **	8.1 **	70.5
1001	196.0 **	115.8 **	35.8 **	12.0	6.4 **	2.0 **	12.4 **	5.4 **	8.6 **	69.7
1041	183.0 **	122.3 **	38.5 **	14.5 **	6.6 **	2.1 **	13.4 **	5.9 **	7.5 **	69.5
1011	190.0 **	126.2 **	40.8 **	13.8 **	6.9 **	1.9 **	13.6 **	6.3 **	7.0	68.5
1018	183.0 **	116.4 **	30.8 *	13.3 **	6.1 **	1.7	12.1 **	3.6	9.0 **	77.1 **
1019	133.0	91.4	39.4 **	13.6 **	6.9 **	2.0 **	14.3 **	5.0 **	5.6	74.0 **
1033	192.0 **	111.4 *	35.5 **	14.2 **	6.9 **	1.6	13.4 **	4.9 **	8.9 **	73.2 **
1020	206.0 **	143.3 **	27.8	12.0	5.5	1.8 **	10.0	3.8	6.7	72.4 **
1004	212.0 **	145.2 **	31.5 **	12.7	5.4	1.7	11.3 **	4.1	8.6 **	73.4 **
1024	169.0	116.0 **	31.3 **	13.8 *	6.1 **	1.5	11.1 *	4.4 *	6.1	71.7
1013	188.0 **	126.8 **	26.7	12.0	5.0	1.8 **	9.1	3.6	6.9	71.4
1034	119.0	61.4	34.4 **	13.5 *	6.9 **	1.8 **	11.9 **	5.0 **	6.1	70.5
Máximo	259.0	155.7	48.8	14.6	7.1	2.1	14.5	6.3	9.1	77.1
Mínimo	93.0	60.4	17.6	11.3	4.8	1.5	6.8	2.8	5.4	50.4
Media	169.7	108.0	29.4	12.9	6.0	1.8	10.7	4.3	7.0	71.3
Error	4.8	3.2	0.2	0.1	0.1	0	0.2	0	0.1	0.5

*: $\mu + EE$; *: $\mu + 2 EE$, respectivamente. EE: Error estándar; cm: Centímetros; mm: Milímetros; g: Gramos; PSEMF: Peso de semilla húmeda; PSEMS: Peso de semilla seca, P100S: Peso de cien semillas; LSEM: Longitud de semilla; ASEM: Ancho de semilla; GSEM: Grosor de semilla; PEMB: Peso de embrión; PTES: Peso de testa; PSEMF: Peso de semilla final y EMB: Porcentaje de embrión.

El diámetro del fruto (DFU) presentó un intervalo de 23.2 a 16.2 cm con una media de 19.5 cm y donde destacan 14 poblaciones (> 20.1 cm), estos resultados son similares a las encontradas por Sánchez *et al.* (2004) en un estudio sobre selección combinada de genotipos evaluadas en la localidad de San Juan en el estado de México, donde obtuvo una media de 18.1 cm.

Los resultados encontrados y acordes a la especie muestran un fruto redondo con dimensiones similares entre la longitud y el ancho; no obstante, la variación de la especie incluyó frutos alargados, donde la longitud supera al diámetro, y también aquellos donde el diámetro supera la longitud.

El grueso del exocarpo (GEXO), casco del fruto, presentó variación de 3.7 mm a 1.6 mm con una media de 2.5 mm, y para el mesocarpo (MESO) hubo una variación de 26.5 mm hasta los 10.4 mm con una media de 20.1 mm. El casco, aunque con variación, y en apariencia duro, es sensible a los golpes entre los frutos; si no se tiene el cuidado suficiente y estos se golpean, los frutos se abren e inicia un periodo de pudrición que termina por dañar completamente a la semilla. Además, el mesocarpo, útil para el llenado de la semilla, representa la mayor biomasa del fruto, pero de menor interés antropocéntrico hasta la fecha, debido a que no se ha desarrollado un uso atractivo de aprovechamiento.

Ordoñez (2013) al medir el grosor del mesocarpo obtuvo resultados superiores con una variación que va desde los 5.8 hasta los 4.3 cm con una media de 4.8 cm encontrando frutos con más pulpa, mientras en el grosor del exocarpo encontró variaciones con un intervalo de 3.0 a 1.6 cm con una media de 1.4 cm encontrando frutos con cáscara más delgadas en los frutos que en esta evaluación.

El mesocarpo en algunos casos se emplea como complemento a la alimentación del ganado, también se utiliza para elaborar dulce de calabaza; no obstante, el desarrollo de algún uso potencial para este residuo incrementaría considerablemente el interés por esta especie, la cual muestra adaptación a condiciones restrictivas de humedad y altas temperaturas.

En cuanto a las características de las semillas, el peso de semilla húmeda (PSEMH) presentó una variación que va desde de 259.0 hasta los 93.0 g con una media de 168.7 g, mientras que el peso de semilla seca (PSEMS) tuvo un intervalo de 155.7 a 60.4 g; es decir, perdió en promedio 40 % de humedad. Para el caso PSEMS se encontraron 18 poblaciones superiores (> 113.8 g), esto quiere decir, que en su mayoría las poblaciones superiores destacaron por el peso de la semilla, características deseable y principal objetivo de la producción de calabaza.

Villanueva *et al.* (2018) han encontrado semillas con un peso de $151.9 \text{ g fruto}^{-1}$, mientras que Sánchez *et al.* (2006) ha encontrado peso de 84.1 g para la variedad Chapingo. Estos resultados son inferiores a los resultados obtenidos en esta investigación; esto puede asociarse con la variación de la especie o bien, a las buenas condiciones de cultivo y la adaptación de la especie.

El peso de cien semillas (P100S) tuvo variación de 48.8 a 17.6 g con una media de 29.6 g, 16 poblaciones fueron superiores para esta característica (> 30.8 g). Ordoñez, (2013) encontró variaciones en el peso de semilla que va desde los 44.3 hasta los 37.0 g con una media de 33.3 g; los valores indicaron que existe mayor diversidad en el caso de estudio, tanto en el sentido positivo como negativo, esto indico la posibilidad de mejora incluyendo aquellos de mayor peso.

Las dimensiones de la semilla mostraron longitudes de semilla (LSEM) de 14.6 a 11.3 mm; el ancho de la semilla (ASEM) presentó intervalos de 7.1 a 4.8 mm; estos resultados fueron similares con los obtenidos por Sánchez *et al.* (2004); Sánchez *et al.* (2006); Villanueva *et al.* (2018) ya que encontraron para longitud de semilla (LSEM) respecto a la media concordante con la de este trabajo, mientras que para el ancho de las semillas (ASEM), sus resultados fueron inferiores al nuestro debido a que se encontraron semillas más anchas.

El grosor de semillas (GSEM) tuvo una variación de 2.1 a 1.5 mm con una media de 1.8 mm; se encontraron semillas más gruesas comparado a los resultados encontrados por Ruelas

et al. (2015) en un estudio realizado en *Cucurbita argyrosperma*, obtuvo una media de 2.8 mm en el grosor de las semillas siendo inferiores sus resultados.

Entre las características de longitud, ancho y grosor de la semilla, se encontró que las poblaciones mostraron ser sobresalientes principalmente en ancho y grosor, más que en longitud, aunque existieron poblaciones con las tres características superiores.

El peso del embrión (PEMB) mostró una variación muy baja ya que tuvo un intervalo de 14.5 a 6.8 g con una media de 10.7 g, donde 18 poblaciones fueron superiores entre las 20 sobresalientes; el peso de la testa (PTES) presentó poca variación con un margen de 6.3 a 2.8 g y una media de 4.3 g.

El peso de la semilla final (PSEMF) tuvo poca variabilidad con un intervalo de 9.1 a 5.4 g y una media de 7.1 g, por otro lado, el embrión (EMB) obtuvo un intervalo de 77.1 hasta los 50.4 % con una media de 71.3 % respectivamente.

Las 20 poblaciones identificadas como superiores fueron seleccionadas en base al número de variables superiores deseables para fruto y semillas en cada población (Cuadro 3 y 4).

Las poblaciones superiores presentaron pesos de fruto (PFU) de 3515.5 hasta los 2310.0 g, la longitud de fruto (LFU) varió de 21.5 a 17.2 cm, el diámetro de fruto (DFU) de 23.2 hasta los 20.5 cm; grosor de exocarpo (GEXO) de 3.7 a 2.6 mm, grosor de mesocarpo (GMESO) con medidas de 26.2 hasta los 21.1 cm.

Las semillas mostraron peso de semilla húmeda (PSEMH) de 259.0 hasta los 181.0 g, peso de semillas seca (PSEMS) de 155.7 a 113.8 g, peso de cien semillas (P100S) desde los 48.8 hasta los 30.8 g, longitud de semillas (LSEM) desde 14.6 hasta los 13.0 mm, ancho de semillas (ASEM) desde 7.1 hasta 6.0 mm, grosor de semillas (GSEM) con un intervalo de 2.1 a 1.8 mm, peso de embrión (PEMB) de 14.5 a 11.1 g, peso de testa (PTES) desde 6.3 a 4.4 g, peso de semilla final (PSEMF) con intervalos de 9.1 a 7.4 g, y embrión (EMB) con porcentajes de 77.1 hasta los 72.4 %.

Dada la amplia variación entre las poblaciones, Ríos *et al.* (1996) mencionan que una alta variabilidad intraespecífica en calabaza puede estar asociada con la incidencia de las diferentes culturas que han influido en las variaciones de los recursos fitogenéticos, en la que se incluye a los grupos étnicos, ya que las especies del género cucúrbita se han desarrollado en América desde tiempos precolombinos.

En el Cuadro 5, se muestra el número y las características en las que fueron sobresalientes las poblaciones seleccionadas.

Se encontró que las 20 poblaciones seleccionadas tuvieron características deseables en frutos y semillas; hubo poblaciones que presentaron al menos ocho caracteres superiores y poblaciones con un máximo de doce caracteres superiores, de entre 15 características estudiadas.

Con base al número de caracteres superiores de las poblaciones, se consideraron al menos seis poblaciones que sobresalieron de las veinte seleccionadas, estas tuvieron entre 11 y 12 caracteres superiores las cuales fueron: 1040, 1050, 1016, 1006, 1021 y 1025.

Para el resto de las poblaciones seleccionadas, tuvieron entre ocho y diez caracteres superiores. Estos resultados también son favorables puesto que se busca un incremento y calidad en semillas de este cultivo.

Cuadro 5. Número de características deseables de las 20 poblaciones superiores de *Cucúrbita argyrosperma* evaluadas en Saltillo, Coahuila.

Poblaciones	Número de características deseables	Características
1040	12	PFU, LFU, DFU, GMESO, PSEMH, PSEMS, P100S, LSEM, ASEM, PEMB, PSEMF, EMB
1050	11	PFU, LFU, DFU, GEXO, GMESO, PSEMH, PSEMS, LSEM, GSEM, PEMB, EMB
1016	11	GEXO, GMESO, PSEMH, PSEMS, P100S, ASEM, GSEM, PEMB, PTES, PSEMF, EMB
1006	11	PFU, LFU, DFU, GMESO, PSEMH, P100S, LSEM, ASEM, GSEM, PEMB, PTES
1021	11	PFU, DFU, GMESO, PSEMH, PSEMS, P100S, ASEM, GSEM, PEMB, PTES, PSEMF
1025	11	PFU, DFU, GMESO, PSEMH, PSEMS, P100S, ASEM, GSEM, PEMB, PTES, PSEMF
1003	10	PFU, DFU, PSEMH, PSEMS, P100S, ASEM, GSEM, PEMB, PTES, PSEMF
1010	10	DFU, GEXO, GMESO, PSEMH, PSEMS, P100S, GSEM, PEMB, PSEMF, EMB
1051	10	DFU, GEXO, PSEMH, PSEMS, LSEM, ASEM, GSEM, PEMB, PTES, PSEMF
1001	10	DFU, GEXO, PSEMH, PSEMS, P100S, ASEM, GSEM, PEMB, PTES, PSEMF
1041	10	DFU, PSEMH, PSEMS, P100S, LSEM, ASEM, GSEM, PEMB, PTES, PSEMF
1011	10	PFU, GEXO, PSEMH, PSEMS, P100S, LSEM, ASEM, GSEM, PEMB, PTES
1018	9	GEXO, GMESO, PSEMH, PSEMS, LSEM, ASEM, PEMB, PSEMF, EMB
1019	9	DFU, GEXO, P100S, LSEM, ASEM, GSEM, PEMB, PTES, EMB
1033	9	LFU, PSEMH, P100S, LSEM, ASEM, PEMB, PTES, PSEMF, EMB
1020	9	PFU, LFU, DFU, GEXO, GMESO, PSEMH, PSEMS, GSEM, EMB
1004	8	LFU, GEXO, PSEMH, PSEMS, P100S, PEMB, PSEMF, EMB
1024	8	PFU, LFU, DFU, GEXO, PSEMS, P100, LSEM, ASEM
1013	8	PFU, LFU, DFU, GEXO, GMESO, PSEMH, PSEMS, GSEM
1034	8	LFU, GMESO, P100S, LSEM, ASEM, GSEM, PEMB, PTES

PFU: Peso de fruto; LFU: Longitud de fruto; DFU: Diámetro de fruto; GEXO: Grosor de exocarpo; GMESO: Grosor de mesocarpo; PSEMF: Peso de semilla húmeda; PSEMS: Peso de semilla seca; P100S: Peso de cien semillas; LSEM: Longitud de semilla; ASEM: Ancho de semilla; GSEM: Grosor de semilla; PEMB: Peso de embrión; PTES: Peso de testa; PSEMF: Peso de semilla final y EMB: Porcentaje de embrión.

4.3 Análisis de correlación entre las características del fruto y la semilla

En el Cuadro 6, se presentan los coeficientes de correlación de Pearson para las características del fruto y de la semilla de *Cucurbita argyrosperma* evaluados en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

En el Cuadro 6 de correlaciones se observa que el peso de fruto fresco (PFU) tuvo correlación significativa con el diámetro del fruto (DFU, $r = 0.62470^{**}$), peso de semilla húmeda (PSEMH, $r = 0.70199^{**}$) y peso de semilla seca (PSEMS, $r = 0.54269^{**}$), esto sería indicativo de que el peso del fruto tiene una relación directa con el diámetro del fruto, además un fruto más pesado tendría mayor peso de semilla.

El grosor del exocarpo (GEXO) se correlacionó positivamente con el grosor del mesocarpo (GMESO, $r = 0.37719^{**}$); esto indicó que a mayor grosor del casco mayor será el grosor de la pulpa.

En el peso de semilla húmeda (PSEMH) como era de esperarse presentó correlación con el peso de semilla seca (PSEMS, $r = 0.87298^{**}$), también con el peso de la testa (PTEST, $r = 0.37868^{**}$) y el peso de la semilla final (PSEMF, $r = 0.58662^{**}$).

El peso de semilla seca (PSEMS) fue la característica que más correlaciones significativas mostró; la correlación fue positiva con el peso de cien semillas (P100S, $r = 0.36159^{**}$), peso de embrión (PEMB, $r = 0.36460^{**}$) y peso de semilla final (PSEMF, $r = 0.57178^{**}$) y negativa para longitud de semilla (LSEM, $r = -0.42464^{**}$), ancho de semilla (ASEM, $r = -0.43756^{**}$) y grosor de semilla (GSEM, $r = -0.39630^{**}$). Tendencias similares mostró el P100S, respecto a las dimensiones de la semilla. Estos resultados, de correlaciones negativas, se asociaron con la proporción de la testa, es decir, que un porcentaje considerable de la semilla es testa, y entonces si en apariencia una semilla es grande, debido a la testa, el peso

de la semilla será menor. Además, si bien una característica distintiva de la especie y de la semilla es el color, y el tamaño de testa, el mejoramiento debe buscar, mejorar la proporción del embrión con respecto a la semilla completa. Esto quedó demostrado en la correlación negativa entre el peso de testa (PTES) y el porcentaje de embrión (EMB, $r = -0.41198^{**}$).

Cuadro 6. Valores de las correlaciones significativas obtenidas entre las características del fruto y la semilla de *Cucúrbita argyrosperma* evaluados en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

	DFU	GMESO	PSEMH	PSEMS	P100S	LSEM	ASEM	GSEM	PEMB	PTES	PSEMF	EMB
PFU	0.6247**		0.70199**	0.54269**								
DFU			0.44235**	0.36258**								
GEXO		0.37719**										
PSEMH				0.87298**						0.37868**	0.58662**	
PSEMS					0.36159**	-0.42464**	-0.43756**	-0.3963**	0.3646**			0.57178**
P100S						-0.62832**	-0.61502	-0.6107**	0.74373**	0.59104**		
LSEM							0.99505**	0.98361**				
ASEM								0.97957**				
PEMB										0.61667**		0.4268**
PTES												

** , * = Significativo al 0.01 y 0.05 niveles de probabilidad, respectivamente; PFU: Peso de fruto; DFU: Diámetro de fruto; GEXO: Grosor de exocarpo; GMESO: Grosor de mesocarpo; PSEMH: Peso de semilla húmeda; PSEMS: Peso de semilla seca; P100S: Peso de cien semillas; LSEM: Longitud de semilla; ASEM: Ancho de semilla; GSEM: Grosor de semilla; PEMB: Peso de embrión; PTES: Peso de testa; PSEMF: Peso de semilla final y EMB: Porcentaje de embrión.

V. CONCLUSIONES

La variación interespecífica de las colectas de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber) obtenidas de Cd. Ocampo, Tamaulipas, que fueron evaluadas en Saltillo, Coahuila donde las condiciones geográficas ecológicas son diferentes a su lugar origen, mostró diversidad susceptible de aprovechamiento a través del mejoramiento genético, esto considerando que las poblaciones evaluadas mostraron características morfológicas de fruto y semilla de interés para la producción de alimentos que pudieran emplearse bajo las condiciones de temporal en la región sureste de Coahuila.

La diversidad entre las poblaciones evaluadas mostró frutos diversos en cuanto a dimensiones, donde predominaron los frutos redondos, sin embargo, la diversidad incluye alargados y achatados. Entre la diversidad de formas del fruto no se encontró asociación con la producción.

Para el caso de las características de la semilla, se encontró que el peso mostró relación con el embrión, no obstante, como es característico de la especie, la testa presenta un importante factor a mejorar, ya que corresponde a un importante componente del peso total de la semilla; al contrario, las dimensiones de la semilla (largo, ancho y grosor) mostraron correlaciones negativas con respecto al peso de la semilla.

Las poblaciones sobresalientes con mayor número de características deseables fueron: 1040, 1050, 1016, 1006, 1021, 1025 y 1003, respectivamente. Las variables que destacaron entre las poblaciones fueron peso del fruto, el peso de semilla húmeda, peso de semilla seca peso de 100 semillas. Estas poblaciones son consideradas como estables y deseables para continuar con la evaluación morfológica y su capacidad de adaptación a la región sureste de Coahuila.

VI. LITERATURA CITADA

- Azurdia, C. (1999) Las Cucúrbitas de Guatemala. *Tikalía*. 17:41-58.
- Azofeita–Delgado, A. A. (2006) Uso de marcadores moleculares en plantas; aplicaciones en frutales del trópico. *Agronomía Mesoamericana*. 17:221-242.
- Aruah, C. B., Uguru, M. I. y Oyiga, B. C. (2010) Variations among some Nigerian Cucurbita landraces. *African Journal of Plant Science* 4(10): 374-386. <http://www.academicjournals.org/AJPS/AJPS/PDF/Pdf2010/Oct/Aruah%20et%20al.pdf>
- Cardoso A, I.I. (2007) Selección recurrente para rendimiento y calidad de fruto en calabacín braquítico. *Horticultura Brasileña*. 25:143-148.
- Ceccarelli, S. y Grando, S. (2007) Decentralized-participatory plant breeding: an example of demand driven research. *Euphytica* 155(3): 349-360. doi: 10.1007/s10681-006-9336-8
- Cerón, G. L., Legarúa, S. J., Villanueva, V. C., and Sahagún Castellanos, J. (2010) Diversidad genética en cuatro especies mexicanas de calabaza (*Cucurbita* spp.). *Revista Fitotecnia Mexicana*. 33, 189–196.
- CONABIO. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (2012) Calabazas y Chilacayotes. Información en línea. <https://www.gob.mx/conabio> . (Consulta: julio de 2021).
- Dorantes-Jiménez, J., Flota-Bañuelos, C., Candelaria-Martínez, B., Ramírez-Mella, M. y Crosby Galván, M. M. (2016) Calabaza Chihua (*Cucurbita argyrosperma* Huber), alternativa para alimentación animal en el trópico. *Agro Productividad*. 9(9):33-37. <file:///c:/users/usuario/downloads/agroproductividadixoctubre2016baja.pdf>
- Elings, A., Almekinders, C. J. M., STAM, P. (2001) Introduction: Why focus the thinking on participatory plant breeding? *Euphytica* 122(3): 423-424. doi: 10.1023/A:1017923423714

- Ferriol, M. y Picó, B. (2008) Pumpkin and winter squash, pp. 317- 349. In: Handbook of Plant Breeding: Vegetables I (Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae). In: Prohens, J. and Nuez, F., Eds. Springer. New York, USA. doi: 10.1007/978- 0-387-30443-4_10
- Garza, O. S., Serrano-Esquer A., and Brown, J.K. (2002) Yield, quality, and SLCV and SSL reactions of *Cucurbita moschata* lines and hybrids evaluated in Sonora, Mexico. In: Maynard D.N. (Ed.) Proc. of Cucurbitaceae 2002. Naples, Florida. 109-115.
- Garza, O. S., Núñez, G. H. C., Serrano, E. A., Huez, L. M. A. y López, E. J. (2010) Comportamiento diferenciado de líneas, híbridos y criollos de calabaza arota (*Cucurbita argyrosperma* Huber) en primavera y otoño. Biotecnia. 12(3):3-13.
- Guenkov, G. (1974) Fundamentos de la Horticultura Cubana. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. pp. 169-172.
- Hernández, M. S. (2009) Multiplicación in vitro vía organogénesis en calabaza. Agronomía Mesoamericana 20(1):11-22.
- INAFED. Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. SEGOB. Secretaría de Gobernación . (2010) Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México Estado de Tamaulipas. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM28tamaulipas/index.html> (Consulta: Mayo, 2022)
- ININ. Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (2018) Mejoramiento de Plantas de Interés Agrícola. Disponible en: <https://www.gob.mx/inin/acciones-y-programas/mejoramiento-genetico-de-plantas-de-interes-agricola> :~:text=El%20mejoramiento%20gen%C3%A9tico%20de%20plantas,al%20cultivo%20y%20mayor%20rendimiento. (Consulta: Marzo, 2022).

- Kates, H. R., Soltis, P. S., and Soltis, D. E. (2017) Evolutionary and domestication history of *Cucurbita* (pumpkin and squash) species inferred from 44 nuclear loci. *Mol. Phylogenet. Evol.* 111, 98–109. doi: 10.1016/j.ympev.2017.03.002
- Lira, S. R y S. Montes, H. S. (1992) Cucurbits (*Cucurbita* spp.) Neglected crops: 1492 from a different perspective.
- Lira S., R. (1995) Estudios Taxonómicos y Ecogeográficos de las Cucurbitaceae Latinoamericanas de Importancia Económica. Instituto de Biología, UNAM. México. 237 p.
- Lira, S. R. (1997) Nuevos registros de cucurbitaceae para varias regiones de México. *Acta Botánica Mexicana* 41: 17-20.
- Lira, R., C. J. Rodríguez, J. L. Alvarado, I. Rodríguez, J. Castrejón, A. Domínguez-Mariani. (1998) Diversidad e importancia de la familia cucurbitaceae en México. *Acta Botánica Mexicana* 42: 43-77.
- Lira, S.R., Villaseñor J.L. y Ortiz E. (2002) A proposal for the conservation of the family Cucurbitaceae in México. *Biodiversity and Conservation*, 11: 1699-1720
- Lira, R., Eguiarte, L., Montes, S., Zizumbo-Villarreal, D., Marín, P. C. G., and Quesada, M. (2016) “Homo sapiens–*Cucurbita* interaction in Mesoamérica: domestication, dissemination, and diversification,” in *Ethnobotany of Mexico*, eds R. Lira, A. Casas, and J. Blancas (New York, NY: Springer), 389–401.
- Mapes, C., and Basurto, F. (2016) “Biodiversity and edible plants of Mexico,” in *Ethnobotany of Mexico*, eds R. Lira, A. Casas, and J. Blancas (New York, NY: Springer), 83–131
- Merrick, L. C. and Bates, D. M. (1989) Classification and nomenclature of *Cucurbita argyrosperma*. *Baileya*. 23(2):94-102
- Meneses, M. I., Villanueva V. C., Sahagún C. J., Vázquez R., T. y Merrick L. C. (2002) Componentes de varianza genética y respuesta a la selección combinada en calabaza (*Cucurbita pepo* L.) bajo el sistema milpa. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 8:5-23.

- Méndez, L. A., Villanueva V. C., Sahagún C. J., Avitia G. E., Colinas L. T., Jamilena Q. M. y Rojas, M. R. (2010) Obtención, caracterización y agrupamiento de genotipos partenocárpicos de calabaza (*Cucurbita pepo* L.) tipo “Round Zucchini”. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 16(2):123-131.
- Montes, H. S (1991) Calabazas (*Cucurbita* spp.). In: Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. R Ortega P, G Palomino H, F Castillo G, V A González H, M Livera M (eds). SOMEFI. Chapingo, México. pp: 239-250
- Montes-Hernández, S., and Eguiarte, L. E. (2002) Genetic structure and indirect estimates of gene flow in three taxa of *Cucurbita* (*Cucurbitaceae*) in western Mexico. American Journal of Botany 89, 1156–1163. doi: 10.3732/ajb.89.7.1156
- Montes, H. S., Merrick, L. C. and Eguiarte, L. E. (2005) Maintenance of squash (*Cucurbita* spp.) landrace diversity by farmers’ activities in Mexico. Genetic Resource and Crop Evolution 52:697- 707.
- Nakayama, H. D., González, M. C., Oggero, A. S., Britos, R. M., Cataldi, C. M., Cantero, F. A., Benítez, J. V y López, I. P. (2018) Fitomejoramiento Participativo del Ka´ a he´ e. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de la Asunción. 9 p
- OECD. Organization for Economic Co-operation and Development. (2012) Consensus Document on the Biology of *Cucurbita* L. (Squashes, Pumpkins, Zucchini, and gourds). Series on Harmonization of Regulatory Oversight in Biotechnology (53). Paris: OECD.
- Ordoñez, J. R. (2013) Evaluación de Familias S1 de Calabazas (*Cucurbita mixta* Pang). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 35 – 52 pp
- Pérez, G. M., Márquez S. F. y Peña L. A. (1997) Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. 380 p.
- Ríos, H., Batista, O. y Fernández, A. (1996) Características y potencialidades del germoplasma cubano de calabaza (*Cucurbita moschata* Duch). Cultivos Trop. 17:88-91.

- Ruelas, H. P. G., Aguilar, C. J. A., García, P.J.D., Valdivia, B.R y López, G.G. (2015) Diversidad morfológica de especies cultivadas de calabaza (*Cucurbita* spp.) en el estado de Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6: 1845-1856.
- Sánchez, M. A., Villanueva, C., Sahagún, J. y Channing, L. (2000) Variación genética y respuesta a la selección combinada en una variedad criolla de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber var. *stenosperma*). *Revista Chapingo serie horticultura*, vol. VI, núm. 2, julio-diciembre, 2000, pp. 221-230 Universidad Autónoma Chapingo .png, México
- Sánchez, H. M. A., Mejía, C.A., Villanueva, V.C., Sahagún, C.J., Muñoz, O.A. y Molina G., J. D. (2004) Selección combinada de genotipos de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber var. *stenosperma*) en el sistema milpa. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 10:57-66.
- Sánchez, H. M. A., Mejía, C. A. Villanueva V. C., Sahagún C. J., Muñoz, O. A. y Molina G., J. D. (2006) Estimación de parámetros genéticos en calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber). *Revista Fitotecnia Mexicana* 29(2):127-136.
- Sánchez, H. M. A., Sánchez, C., Villanueva, V. C., Gil, V. I., Jiménez, R. M. C. y Sánchez, C. I, Irma. (2009) Multiplicación in vitro vía organogénesis en calabaza *Agronomía Mesoamericana*, vol. 20, núm. 1, enero-julio, 2009, pp. 11-22 Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica
- Sánchez, H. C., Villanueva V., C. Sahagún C., J., Martínez S., J., Legaria S., J.P. y Sánchez H., M. A. (2011) Efectos de aptitud combinatoria en híbridos de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) tipo Grey Zucchini. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 17(2):89-103.
- Sánchez, H. M. A., Villanueva, V. C., Sánchez, H. C., Sahagún, C. J. y Villanueva, S. E. (2014) Respuesta a la selección participativa en variedades de Calabaza de la sierra Norte de Puebla, México. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 20: 41-56.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2019) Cierre de producción agrícola por cultivo <http://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>.

- UAAAN. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (2011) Campos Experimentales
http://evaluarte.uaaan.mx/calidad/desarrollo/9.1/manual_campos_experimentales.pdf
- Vildózola, T. J.L. (1998) Caracterización y Selección in situ de una Población de calabaza Pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber var. *stenosperma*) en Achichipico, Morelos. Tesis de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, México. 62 p.
- Villanueva, V. C. (2007) Calabazas Cultivadas. Identificación de Especies, Caracterización y Descripción Varietal. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Villanueva, V. C., Sánchez, H. M. A., López, C. H., Sánchez, H. C., Villanueva, S. E y Sánchez, C. I. (2018) Avance genético por selección masal participativa en calabaza pipiana (*Cucúrbita argyrosperma* Huber var. *stenosperma*). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21: 569 – 577. 574 p.
- Whitaker, T. W. and Davis, G. N. (1962) Cucurbits, botany, cultivation and utilization. Interscience. Publishers, Inc. New York. 249 p
- Whitaker, R. and Robinson, W. (1986) Squaash breeding vegetables crops. Avi Publishing Company. INC. Westport, Connecticut. USA. 209-242 pp.
- Zheng, Y. H., Alverson, A. J., Wang, Q. F., and Palmer, J. D. (2013) Chloroplast phylogeny of *Cucurbita*: evolution of the domesticated and wild species. *J. Syst. Evol.* 51, 326–334. doi: 10.1111/jse.12006