

## Diversidad morfológica de especies cultivadas de calabaza (*Cucurbita* spp.) en el estado de Nayarit\*

## Morphological diversity of cultivated species of pumpkin (*Cucurbita* spp.) in the State of Nayarit

Pablo Germán Ruelas Hernández<sup>1§</sup>, Juan Apolinar Aguilar Castillo<sup>2</sup>, Juan Diego García Paredes<sup>2</sup>, Roberto Valdivia Bernal<sup>2</sup> y Graciela Guadalupe López Guzmán<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Nayarit. Unidad Académica de Agricultura. Carretera Tepic-Compostela, km 9. Xalisco, Nayarit, México. Tel: 311 211-01-28 y 211-11-63. (aguilarcj@hotmail.com; digapal@hotmail.com; rvb\_uan@hotmail.com; lguzman2303@hotmail.com). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: pablogerman82@hotmail.com.

### Resumen

La información sobre identificación y diversidad morfológica de calabaza (*Cucurbita* spp.) es importante para su utilización, mejoramiento y conservación de esta especie. El objetivo del presente trabajo fue estudiar la diversidad morfológica de especies de calabaza cultivadas en Nayarit. El trabajo de caracterización fue realizado en el ciclo primavera verano del 2012, bajo condiciones de temporal, en las localidades de Xalisco y Mexpan del estado de Nayarit. Se utilizaron 33 accesiones de cuatro especies las que fueron descritas con 43 descriptores morfológicos. El soporte estadístico comprendió análisis de componentes principales y de agrupamiento por el método de Ward. Los tres primeros componentes principales explicaron 53.3% de la variabilidad total; en el dendograma se formaron seis grupos con características morfológicas similares con distancia euclidiana de 0.06. Las características que contribuyeron en mayor medida a la explicación de la diversidad encontrada y que permitieron hacer distinciones entre especies fueron para: *C. moschata*, fue contrastante al resto de especies en tamaño de hoja, grosor y número de semillas, peso y ancho de fruto, *C. argyrosperma* en características y dimensiones del pedúnculo, ancho, longitud y peso de 100 semillas, *C. ficifolia* en color de la pulpa del fruto y *C. pepo* en peso y

### Abstract

The information on identification and morphological diversity of pumpkin (*Cucurbita* spp.) is important for its use, development and conservation of this species. The objective of this work was to study the morphological diversity of pumpkin grown in Nayarit. The characterization work was conducted in the spring-summer cycle of 2012, under rainfed conditions in the villages of Xalisco and Mexpan, State of Nayarit. 33 accessions of four species were described with 43 morphological descriptors. Statistical support realized on the principal component analysis and clusters were made by the method of Ward. The first three principal components explained 53.3% of the total variability; in the dendogram six groups with similar morphological characteristics were formed with euclidean distance of 0.06. The characteristics that contributed more to explaining the diversity found and allowed to distinguish between species were: *C. moschata*, contrasting to other species regarding leaf size, thickness and number of seeds, weight and width of fruit, *C. argyrosperma* in features and dimensions of the stem, width, length and weight of 100 seeds, *C. ficifolia* in colour of the fruit pulp and *C. pepo* in weight and dimensions of fruit and seed with lower values to that expressed by other species. With this study it was possible to establish the diversity of species that are grown in the State of Nayarit.

\* Recibido: agosto de 2015  
Aceptado: noviembre de 2015

dimensiones del fruto y semilla con menores valores al expresado por las demás especies. Con este estudio se logró establecer la diversidad existente de las especies que se cultivan en el estado de Nayarit.

**Palabras clave:** *Cucurbita* spp., análisis de agrupamiento, caracterización varietal, componentes principales.

## Introducción

La calabaza (*Cucurbita* spp.) junto con maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) fueron de los primeros cultivos domesticados por el hombre (Smith, 1997). México es un importante centro de origen, domesticación y diversificación del género *Cucurbita* (Whitaker, 1968; Acevedo, 2009). En el país se cultivan numerosas variedades de cuatro de las cinco especies domesticadas en Mesoamérica: *Cucurbita pepo*, *C. moschata*, *C. argyrosperma* y *C. ficifolia* (Lira-Saade, 1995).

A nivel nacional en 2012 se sembraron 65 965 ha; en Nayarit, en el mismo año se cultivaron 1 524 ha, de las cuales 9.7% se destinó para verdura, 23.5% para uso de repostería y 66.8% para extracción de semilla (SAGARPA, 2013).

Los agricultores emplean diferentes estrategias para asegurar la subsistencia de la familia a lo largo del año, debido entre otros factores, a las condiciones agroclimáticas imperantes, como la precipitación, que tiene comportamiento altamente aleatorio en cantidad y distribución. Para enfrentar esta aleatoriedad, los agricultores siembran diversas especies y variedades locales, las que se caracterizan por tener diferentes ciclos de producción y hábitos de desarrollo (Chávez *et al.*, 2004). Sin embargo; en la mayor parte de México, variedades locales, entre ellas calabaza han desaparecido por falta de continuidad de uso al ser preferidas por selecciones nuevas más productivas; algunas se mantienen aisladas y otras requieren caracterización, selección y mejora para identificar características sobresalientes (Villanueva, 2007).

La caracterización morfológica es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos y programas de conservación; las características morfológicas se han venido utilizando para estudiar la diversidad genética, identificar plantas cultivadas y conservar los recursos genéticos (Onamu *et al.*, 2012).

En México, se han realizado trabajos importantes sobre caracterización morfológica y diversidad genética en *Cucurbita*; Montes y Eguiarte (2002); Canul *et al.* (2005); Rodríguez-

**Keywords:** *Cucurbita* spp., cluster analysis, principal components, varietal characterization.

## Introduction

Pumpkin (*Cucurbita* spp.) along with maize (*Zea mays*) and beans (*Phaseolus vulgaris*) were among the first crops domesticated by man (Smith, 1997). Mexico is a major centre of origin, domestication and diversification of the genus *Cucurbita* (Whitaker, 1968; Acevedo, 2009). In the country, numerous varieties of four of the five domesticated species are cultivated in Mesoamerica: *Cucurbita pepo*, *C. moschata*, *C. argyrosperma* and *C. ficifolia* (Lira-Saade, 1995).

Nationally, in 2012, 65 965 ha were planted; in Nayarit, in the same year 1 524 ha were cultured, of which 9.7% were used for vegetables, 23.5% for use in pastry and 66.8% for seed extraction (SAGARPA, 2013).

Farmers use different strategies to ensure the survival of the family throughout the year, due among other factors to the prevailing agro-climatic conditions, such as rainfall, which have highly random behaviour in quantity and distribution. In order to overcome this randomness, the farmers plant different species and local varieties, which are characterized by different production cycles and habits of development (Chavez *et al.*, 2004). Nevertheless; in most of Mexico, local varieties, including squash have disappeared for lack of continuity of use to be preferred by most productive new selections; some remain isolated and others require characterization, selection and improvement to identify outstanding features (Villanueva, 2007).

Morphological characterization is the first step for improving crops and conservation programs; morphological characteristics have been used to study the genetic diversity, cultivated plants identify and conserve genetic resources (Onamu *et al.*, 2012).

In Mexico, there have been important work on morphological characterization and genetic diversity in *Cucurbita*; Montes and Eguiarte (2002); Canul *et al.* (2005); Rodríguez-Amaya *et al.* (2009); Cerón *et al.* (2010); Jacobo-Valenzuela *et al.* (2011); Moreover, Mera *et al.* (2011) conducted a diagnostic document cultivated species of *Cucurbita* where the current distribution and use in Mexico is described. Internationally

Amaya *et al.* (2009); Cerón *et al.* (2010); Jacobo-Valenzuela *et al.* (2011); Por otra parte, Mera *et al.* (2011) realizaron un documento de diagnóstico de las especies cultivadas de *Cucurbita* donde se describe la distribución y utilización actual en México. A nivel internacional estas investigaciones han sido realizadas por Montes *et al.* (2004); Ferriol *et al.* (2004); Tsivelikas *et al.* (2009); los estudios muestran diferentes grados de diversidad entre y dentro de especies.

Aunque se han realizado diversos trabajos, estos han utilizado accesiones de gran parte del territorio nacional pero contienen pocas muestras de las zonas en estudio y no exponen la riqueza con que se cuenta en algunas áreas en particular.

En Nayarit, son diversas las especies cultivadas de calabaza; en la región de la costa y valles se cultiva a gran escala, principalmente para ser enviada al mercado; en tanto que en la zona serrana del estado se cultiva para autoconsumo junto con maíz y frijol y son parte importante de su dieta, misma que podría mejorar y complementar positivamente la nutrición por las características como verdura y la ventaja en el consumo de sus semillas.

El objetivo del presente trabajo fue establecer el nivel de la diversidad morfológica en cuatro especies de calabaza cultivadas en Nayarit; así como la definición de las características de mayor valor descriptivo para estas especies.

## Materiales y métodos

### Sitios de colectas de accesiones

A partir del año 2009, se inició con la colecta de accesiones de calabaza en la zona costera y serrana del Nayar y en 2012 se colectó en la parte norte y sur del estado; se obtuvieron accesiones en 25 sitios (Cuadro 1 y Figura 1), las cuales consistieron en la obtención de frutos y semillas, en casas de productores, campo y mercados locales.

### Localización de los sitios de evaluación

Se establecieron dos sitios de evaluación en el ciclo primavera verano 2012; ambos bajo condiciones de humedad de precipitación pluvial (temporal), uno ubicado en terrenos de la Unidad Académica de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit, localizada en el km 9 de la carretera Tepic-Compostela, con ubicación geográfica 21° 25' 40" latitud norte y 104° 53' 29" longitud oeste, a 960 m

these investigations have been made by Montes *et al.*, (2004); Ferriol *et al.* (2004); Tsivelikas *et al.* (2009); studies show varying degrees of diversity between and within the species.

Although there have been several studies, these accessions have used much of the country, but contain few examples of the areas under study and not expose her wealth that are available in some areas in particular.

In Nayarit, various species of pumpkin are cultivated; in the region of the coast and valleys are cultivated on a large scale, mainly to be sent to market; while in the mountainous area of the State is grown for consumption along with maize and beans and are an important part of their diet, which could be improved and complement the nutrition due to its characteristics as a vegetable and the advantage of consuming its seeds.

The aim of this study was to establish the level of morphological diversity in four species of pumpkin grown in Nayarit; and the definition of the characteristics of more descriptive value for these species.

## Materials and methods

### Sites collections of accessions

From the year 2009 started with the collection of accessions in the coastal and mountainous area of Nayar and in 2012 was collected in the north and south of the State; accessions were obtained from 25 sites (Table 1 and Figure 1), which consisted in obtaining fruits and seeds producers in houses, fields and local markets.

### Location of test sites

Two test sites were established in the spring summer 2012 cycle; both under humid conditions of rainfall precipitation (rainfed), one located in the grounds of the Academic Unit of Agriculture of the Autonomous University of Nayarit, located at km 9 of the Tepic-Compostela road, geographical location 21° 25' 40" north latitude and 105° 53' 29" west longitude, elevation 960 m. The second batch was established in the town of Ixtlan del Rio, near the town of Mexpan whose geographical location is at 21° 01' 00" North latitude and 104° 25' 00" west longitude, with 1 000 m.

de altitud. El segundo lote fue establecido en el municipio de Ixtlán del Rio, cerca de la población de Mexpan cuya ubicación geográfica es 21° 01' 00" latitud norte y 104° 25' 00" longitud oeste, con 1 000 m de altitud.

### Diseño experimental

Para la distribución de los tratamientos (en ambos sitios) se utilizó un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones. Cada unidad experimental constó de siete materos con dos plantas colocadas en línea recta con distancias de tres metros y separación entre líneas de cuatro metros (72 m<sup>2</sup>). Como parcela útil se utilizó la parte central (48 m<sup>2</sup>) tomando cinco plantas con las que se realizó la obtención de datos.

### Experimental design

A design randomized complete block with two replications was used for the distribution of the treatments (at both sites). Each experimental unit had seven samples with two plants placed in a straight line distance of three meters with line spacing and four meters (72 m<sup>2</sup>). As useful plot the central part (48 m<sup>2</sup>) was used, taking five plants for gathering data.

### Morphological descriptors used

Morphological characters were recorded with the descriptor of *Cucurbita* proposed by Esquinas and Gulick (1983) and others proposed by Villanueva (2007); 43 descriptors

### Cuadro 1. Ubicación geográfica de sitios de colectas de especies de calabaza (*Cucurbita* spp.) en municipios del estado de Nayarit.

Table 1. Geographical location of the collections sites of pumpkin species (*Cucurbita* spp.) in municipalities in the State of Nayarit.

Accesiones*	Municipio	Localidad	Longitud	Latitud	Altitud (m)
C. mos01	Tepic	Venustiano Carranza	-104.973	21.525	1063
C. fic02	El Nayar	Cumbre del Duraznito	-104.7386	22.1458	1740
C. arg03	El Nayar	San Gregorio	-104.7027	22.1841	1260
C. arg04	El Nayar	Ciénega de Santa Rosa	-104.4663	22.2741	660
C. arg05	Huajicori	Mesa de los Ricos	-105.0808	22.8358	1710
C. pep06	Jala	Cofradía de Juanacatlan	-104.3227	21.1077	1900
C. arg07	El Nayar	Ciénega del Mango	-104.8016	22.0108	700
C. arg08	El Nayar	Mesa del Nayar	-104.647	22.2136	1403
C. mos09	Tecuala	Tecuala	-105.474	22.3972	11
C. mos10	Acaponeta	Las Casitas	-105.403	22.4797	15
C. mos11	Rosamorada	Rosamorada	-105.216	22.0947	25
C. arg12	San Pedro Lagunillas	Tequilita	-104.806	21.1039	979
C. arg13	Tepic	Caleras de Cofrados	-104.7136	21.6227	1030
C. pep14	Jala	Rosa Blanca	-104.358	21.123	1045
C. mos15	Ruiz	El Venado	-104.9997	21.9447	50
C. mos17	El Nayar	San Miguel del Zapote	-104.7825	21.9947	700
C. arg18	El Nayar	El Roble	-104.4672	21.5049	1220
C. arg19	Ahuacatlán	Ahuacatlán	-104.4844	21.0544	1000
C. mos20	Ahuacatlán	Uzeta	-104.6019	21.1147	760
C. pep21	El Nayar	Santa Teresa	-104.765	22.4969	2120
C. fic22	Jala	Rosa Blanca	-104.358	21.123	1950
C. arg23	Jala	Cofradía de Buenos Aires	-104.2925	21.2211	920
C. mos24	Amatlán de Cañas	Amatlán de Cañas	-104.4069	20.808	760
C. mos25	Santiago Ixcuintla	Villa Hidalgo	-105.2311	21.7436	30
C. fic26	Jala	Rosa Blanca	-104.358	21.123	1950
C. mos27	Santiago Ixcuintla	Villa Hidalgo	-105.2311	21.7436	30
C. arg29	El Nayar	Mesa del Nayar	-104.647	22.2136	1403
C. arg30	El Nayar	Mesa del Nayar	-104.647	22.2136	1403
C. arg31	Huajicori	Mesa de los Ricos	-105.0808	22.8358	1710
C. arg32	El Nayar	Mesa del Nayar	-104.647	22.2136	1403
C. arg33	El Nayar	Mesa del Nayar	-104.647	22.2136	1403
C. arg37	El Nayar	Cumbre del Duraznito	-104.7386	22.1458	1740

\*C. mos = *Cucurbita moschata*, C. fic = *Cucurbita ficifolia*, C. pep = *Cucurbita pepo* y C. arg = *Cucurbita argyrosperma*. Se utilizó además el híbrido comercial tipo Zuchini (C. pep28) como material contrastante al resto de las accesiones.

## Descriptores morfológicos utilizados

Los caracteres morfológicos se registraron con el descriptor de *Cucurbita* propuesto por Esquinas y Gulick (1983) y otros propuestos por Villanueva (2007); se emplearon 43 descriptores que contemplaron hábitos de la planta, características de tallo, hoja, flor, fruto, semilla y cotiledón; en total se consideraron 29 variables cualitativas y 14 cuantitativas.

Variables cualitativas: Hábito de crecimiento (HAB), días a madurez fisiológica (DMF), tamaño del cotiledón (TC), color del cotiledón (CC), forma transversal del tallo (FT), presencia de zarcillos (ZA), tamaño de la hoja (TH), color de las manchas foliares (CMF), lóbulos foliares (LBF), pubescencia del haz de la hoja (PHH), pubescencia del envés de la hoja (PHE), días a floración femenina (DFF), color de la flor (CF), forma transversal del pedúnculo (FTP), características del pedúnculo (CP), forma del fruto (FF), costillas en el fruto (COF), forma apical del fruto (FAF), forma basal del fruto (FBF), color externo del fruto (CEF), color secundario del fruto (CSF), diseño del color secundario del fruto (DCS), textura externa del fruto (TEF), color de la pulpa del fruto (CPF), cantidad de tejido placentar del fruto (CTP), facilidad para separar la semilla de la placenta (FSP), sabor de la pulpa del fruto (SP), textura de la pulpa del fruto (TPF), dureza de la cascara del fruto (DCF).

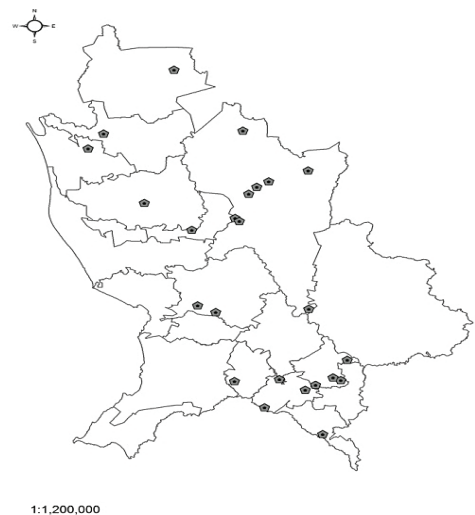
Variables cuantitativas: longitud del entrenudo (LE), grosor de la parte media del pedúnculo (GPMP), longitud del pedúnculo (LP), grosor de la base del pedúnculo (GBP), longitud del fruto (LF), ancho de fruto (AF), peso de fruto (PF), grosor de la pulpa del fruto (GPF), grosor de la cascara del fruto (GCF), número de semillas por fruto (NSF), longitud de la semilla (LS), ancho de la semilla (AS), grosor de la semilla (GS), peso de 100 semillas (P100S).

## Análisis estadístico

Con los datos de ambos sitios, se obtuvo el valor promedio para los datos cuantitativos y para los cualitativos utilizando su valor modal con lo que se realizó una matriz básica de datos (MBD). Se realizó análisis multivariado de componentes principales y análisis de agrupamiento por el método de Ward. El análisis estadístico se efectuó con el paquete Statistical Analysis System, versión 9 (SAS, 2002).

contemplated plant habits, characteristics of stem, leaf, flower, fruit, seed and cotyledon were used; a total of 29 qualitative and 14 quantitative variables were considered. Qualitative variables: growth (HAB), days to physiological maturity (DMF), cotyledon size (CT), colour of cotyledon (CC), transverse stem form (FT), presence of tendrils (ZA), size leaf (TH), colour leaf spot (CMF), leaf lobes (LBF), pubescence of the leaf (PHH), pubescence of lower leaf surface (PHE), days to silking (DFF), colour Flower (CF), the stalk crosswise (FTP), characteristics of the peduncle (CP), fruit shape (FF), ribs in the fruit (COF), apical fruit shape (FAF), basal fruit shape (FBF) external fruit colour (CEF), secondary colour of the fruit (CSF), secondary colour design fruit (DCS), external texture of the fruit (TEF), colour of the fruit pulp (CPF), amount of placental tissue fruit (CTP), easy to separate the seeds from the placenta (FSP), taste the fruit pulp (SP), texture of the fruit pulp (TPF), hardness of the shell of the fruit (DCF).

Quantitative variables: internode length (LE), the average thickness of the peduncle (GPMP), peduncle length (LP), thickness of the base of the peduncle (GBP), fruit length (LF), width of fruit (AF), fruit weight (PF), thickness of the fruit pulp (GPF), thickness of the rind of the fruit (GCF), number of seeds per fruit (NSF), the seed length (LS), width of the seed (AS), thickness of the seed (GS), weight of 100 seeds (P100S).



**Figura 1. Ubicación geográfica de los sitios de colectas de accesiones de especies de calabaza cultivada en Nayarit.**

**Figure 1. Geographical location of the collections sites of accessions of pumpkin species grown in Nayarit.**

## Resultados y discusión

Los tres componentes principales (CP) explicaron 53.3% de la variabilidad total de las características evaluadas (Cuadro 2). El CP1 fue el más importante con mayor porcentaje de participación (26.75%). En el mismo Cuadro 2 se registran las variables que más influyeron en la variabilidad de los tres componentes principales, siendo aquellos que expresaron los mayores valores de correlación; por lo que, el CP1 se asoció con características del fruto (peso, ancho y color de la pulpa), características de la semilla (grosor y número de semillas por fruto) y tamaño de hoja. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Balkaya *et al.* (2010), Delgado-Paredes *et al.* (2014) y con lo señalado por Azurdia (1999) quienes mencionan que la diversidad en calabaza cultivada se encuentra en la morfología, tamaño de frutos y semillas, así como en color y sabor de mesocarpio.

**Cuadro 2. Valores y vectores-características en tres componentes principales de 43 características para 33 accesiones de calabazas (*Cucurbita* spp.). Análisis conjunto Mexpan y Xalisco, Nayarit. Primavera- verano 2012.**

**Table 2. Values and vectors-features on three principal features components of 43 features to 33 accessions of pumpkins (*Cucurbita* spp.). Mexpan joint analysis and Xalisco, Nayarit. Spring-summer 2012.**

Característica	CP1*	CP2	CP3
Habito de crecimiento	0.108	0.160	-0.262
Días a madurez fisiológica	0.055	-0.164	-0.285
Tamaño del cotiledón	0.051	0.209	-0.093
Color del cotiledón	-0.085	0.146	0.200
Forma transversal del tallo	-0.255	0.093	-0.038
Presencia de zarcillos	0.071	0.083	-0.327
Tamaño de la hoja	<b>0.231</b>	-0.105	0.068
Color de las manchas foliares	0.080	0.193	0.200
Lóbulos foliares	-0.151	0.032	0.183
Pubescencia del haz de la hoja	0.003	0.108	0.195
Pubescencia del envés de la hoja	0.030	0.129	0.202
Días a floración femenina	0.052	-0.155	-0.303
Color de la flor	-0.085	-0.135	<b>0.227</b>
Forma transversal del pedúnculo	0.176	-0.199	0.119
Características del pedúnculo	-0.017	<b>0.347</b>	-0.015
Forma del fruto	0.128	-0.028	0.184
Costillas en el fruto	0.124	-0.151	0.091
Forma apical del fruto	-0.085	0.139	0.205
Forma basal del fruto	-0.018	-0.063	<b>0.225</b>
Color externo del fruto	0.210	-0.052	0.167
Color secundario del fruto	0.041	-0.179	0.078
Diseño del color secundario del fruto	0.069	0.039	0.028
Textura externa del fruto	0.197	-0.148	-0.055
Color de la pulpa del fruto	<b>0.236</b>	0.063	0.162
Cantidad de tejido placentar del fruto	-0.052	-0.207	0.044
Facilidad para separar la semilla de la placenta	-0.066	-0.171	-0.116

\*Indica los mayores valores positivos señalados en negritas para cada componente.

## Statistical analysis

With data from both sites, we obtained the average value for the quantitative and qualitative data was obtained using the modal value with a basic data matrix (MBD). Multivariate principal component analysis and cluster analysis by Ward's method was performed. Statistical analysis was performed with the package Statistical Analysis System, version 9 (SAS, 2002).

## Results and discussion

The three principal components (PC) explained 53.3% of the total variability of the evaluated characteristics (Table 2). CP1 was the most important with the highest percentage of participation (26.75%). Table 2 shows in the same

**Cuadro 2. Valores y vectores-características en tres componentes principales de 43 características para 33 accesiones de calabazas (*Cucurbita* spp.). Análisis conjunto Mexpan y Xalisco, Nayarit. Primavera-verano 2012 (Continuación).**  
**Table 2. Values and vectors-features on three principal features components of 43 features to 33 accessions of pumpkins (*Cucurbita* spp.). Mexpan joint analysis and Xalisco, Nayarit. Spring-summer 2012 (Continuation).**

Característica	CP1*	CP2	CP3
Sabor de la pulpa del fruto	0.171	-0.172	-0.060
Textura de la pulpa del fruto	-0.161	0.026	-0.135
Dureza de la cascara del fruto	-0.192	-0.072	-0.205
Longitud del entrenudo (cm)	0.224	0.032	-0.179
Grosor de la parte media del pedúnculo (cm)	-0.062	<b>0.238</b>	-0.065
Longitud del pedúnculo (cm)	0.102	-0.121	-0.018
Grosor de la base del pedúnculo (cm)	0.223	<b>0.222</b>	-0.014
Longitud del fruto (cm)	0.185	-0.094	0.094
Ancho de fruto (cm)	<b>0.241</b>	0.032	-0.097
Peso de fruto (Kg)	<b>0.275</b>	-0.045	-0.022
Grosor de la pulpa del fruto (cm)	0.157	0.031	-0.034
Grosor de la cascara del fruto (cm)	0.180	0.161	0.118
Número de semillas por fruto	<b>0.278</b>	0.028	0.060
Longitud de la semilla (mm)	-0.001	<b>0.300</b>	-0.054
Ancho de la semilla (mm)	0.106	0.210	-0.120
Grosor de la semilla (mm)	<b>0.233</b>	0.073	-0.049
Peso de 100 semillas (g)	0.117	<b>0.264</b>	-0.082
<b>Valores propios</b>	<b>10.13</b>	<b>7.54</b>	<b>5.21</b>
<b>Varianza explicada (%)</b>	<b>23.6</b>	<b>17.6</b>	<b>12.1</b>
<b>Varianza acumulada (%)</b>	<b>23.6</b>	<b>41.2</b>	<b>53.3</b>

\*Indica los mayores valores positivos señalados en negritas para cada componente.

El CP2 se relacionó con características y dimensiones del pedúnculo (grosor de la base y grosor de la parte media) y por características de semilla (longitud y peso de 100 semillas). En el CP3 las características de forma basal del fruto y color de la flor presentaron los valores más altos de correlación. De esta forma, las características morfológicas de fruto, semilla y pedúnculo, fueron determinantes de la diversidad mostrada por las diferentes accesiones de calabaza.

La representación gráfica de la distribución de las accesiones estudiadas de calabaza, el CP1 (Figuras 2 y 3), indican que la distribución de las poblaciones sobre este eje, está relacionada con los valores mayores de correlación referentes a las características evaluadas, por lo que las poblaciones 17, 10, 25, 15 y 27 de *C. moschata* en el extremo positivo del eje, registró los frutos más pesados y anchos con pulpa color salmón, mayor número de semillas, grosor de semilla y mayor tamaño de hoja; mientras que las ubicadas en el extremo negativo del eje (*C. argyrosperma*, *C. ficifolia* y *C. pepo*) mostraron los valores inferiores en las mismas variables. Al respecto, de acuerdo con Montes (1991), *C. moschata* se caracteriza por la cantidad de semillas producidas superiores a las de *C. argyrosperma* y *C. ficifolia*, y en el mismo sentido con lo mostrado con *C. pepo* en el presente estudio.

variables that most influenced the variability of the three main components are recorded, with those who expressed the greatest correlation values; therefore, the CP1 was associated with fruit characteristics (height, width and colour of the flesh), seed characteristics (thickness and number of seeds per fruit) and leaf size. These results agree with the findings of Balkaya *et al.* (2010), Delgado-Paredes *et al.* (2014) and Azurdia (1999), who mentioned that diversity pumpkin is cultivated in morphology, size of fruits and seeds, as well as colour and flavour of mesocarp.

CP2 was associated with characteristics and dimensions of the peduncle (base thickness and thickness of the middle) and seed characteristics (length and weight of 100 seeds). In the basal characteristics CP3 fruit shape and colour of the flower had the highest correlation values. Thus, the morphological characteristics of fruit, seed and stem were determinants of the diversity shown by the different accessions pumpkin.

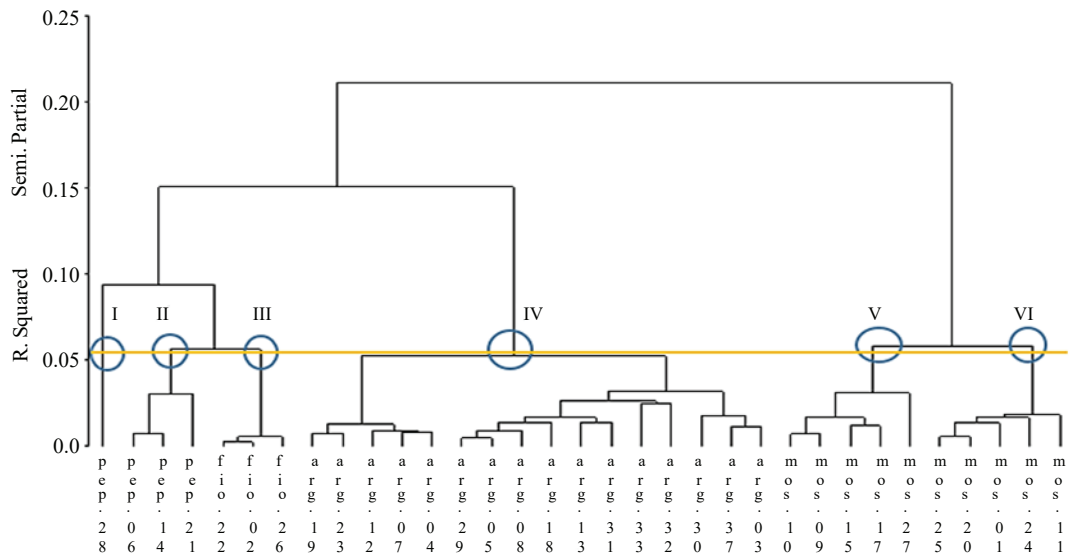
The graphical representation of the distribution of accessions studied pumpkin, the CP1 (Figures 2 and 3) indicate that the population distributions on this axis is related to the largest correlation values concerning the evaluated characteristics,





ya que algunas de sus características sobresalientes fueron hábito erecto (árbol), mayor precocidad y ausencia de zarcillos, no comunes al resto de accesiones.

The cluster analysis (Figure 4) formed six groups with 33 accessions of pumpkin with Euclidean distance of 0.06. Group I was formed with the accession *C. pepo*-28 used as



**Figura 4. Dendrograma generado por 33 accesiones de calabaza (*Cucurbita* spp) cultivadas en Nayarit. Utilizando el método Ward. Análisis conjunto de Mexpan y Xalisco, Nayarit. Primavera-verano, 2012.**

**Figure 4. Dendrogram generated with 33 accessions of pumpkin (*Cucurbita* spp.) grown in Nayarit. Using the Ward method. Mexpan set and Xalisco, Nayarit analysis. Spring-summer, 2012.**

El grupo II se conformó por tres accesiones de la especie *C. pepo* (06, 14 y 21) que presentaron valores bajos en características de peso y ancho de fruto, pedúnculos y menor número de semillas por fruto y color crema de la pulpa, con valores inferiores al resto de las accesiones (Cuadro 3 y Figura 4: D, E y F).

contrast control (commercial hybrid), as some of its salient features were of erect habit (tree), more precocious and no earrings, no common to other accessions.

Las accesiones que integran el grupo III pertenecen a *C. ficifolia* 22, 02 y 26, al igual que el grupo anterior, presentó valores inferiores de los caracteres distintivos que en el actual estudio permitieron distinguir grupos de accesiones, estas accesiones presentaron hoja pequeña y color blanco de la pulpa del fruto, características propias de la especie a la que pertenecen. Los datos morfológicos concuerdan con los mencionados por Delgado-Paredes *et al.* (2014) en forma y color de frutos de colores de crema a verde y de textura suave y lisa, (Figura 4: J y K).

Group II was formed by three accessions of the species *C. pepo* (06, 14 and 21) that had low values in weight and width characteristics of fruit, stems and fewer seeds per fruit and cream flesh colour, with lower values than the other accessions (D, E and F Table 3 and Figure 4).

Accessions in the group III belong to *C. ficifolia* 22, 02 and 26, just like the previous group, presented lower values of distinctive character in the current study allowed us to distinguish groups of accessions, these accessions had small leaves and white pulp of the fruit, typical of the characteristics species to which they belong. The morphological data agree with those reported by Delgado-Paredes *et al.* (2014) in shape and colour of fruits cream coloured green and soft and smooth texture (Figure 4: J and K).

Referente al grupo IV, todas las accesiones pertenecen a *C. argyrosperma* (Figura 4: G, H e I), estas mostraron diferencias en longitud y peso de semilla (Cuadro 3), lo que evidencia procesos de mejoramiento por los productores para estas características ya que las accesiones corresponden a lugares donde se produce para este fin; lo cual concuerda

Concerning the group IV, all accessions belonging to *C. argyrosperma* (Figure 4 G, H and I), they showed differences in length and seed weight (Table 3), which shows

con lo reportado por Canul *et al.* (2005) y Rodríguez-Amaya *et al.* (2009) quienes señalan características propias como semillas grandes con margen grueso y frutos de tamaño pequeño a mediano, para esta especie.

Las accesiones del grupo V y VI pertenecen a *C. moschata* (Figura 4: A, B y C), ambos grupos difieren en peso y ancho de fruto, el grupo V mostró los más altos valores en estas características; con respecto al grupo VI, los anteriores valores fueron en menor escala (Cuadro 3), ambos grupos presentaron pulpa color salmón; por otra parte, una característica distintiva dentro de ambos grupos de esta especie es la forma del fruto; el grupo V presentó frutos de forma globular o aplanados con costillas, mientras que los del VI presentaron formas curvadas (de buche) y en ambos grupos el número de semillas por fruto mostraron los valores más altos.

improvement processes by producers for these features as accessions correspond to places where it is produced for this finish; which is consistent with that reported by Canul *et al.* (2005) and Rodríguez-Amaya *et al.* (2009) who pointed out characteristics such as large seeds and fruit gross margin of small to medium size for this species.

The accessions of group V and VI belong to *C. moschata* (Figure 4: A, B and C), both groups differ in weight and width of fruit, the group V showed the highest values of these characteristics; with respect to the group VI, previous values were on a smaller scale (Table 3), both groups had salmon flesh; Moreover, a characteristic feature within both groups of this species is fruit shape; the group V presented fruits of globular or flattened with ribs, while the sixth had curved shapes (of crop) and in both groups the number of seeds per fruit showed the highest values.

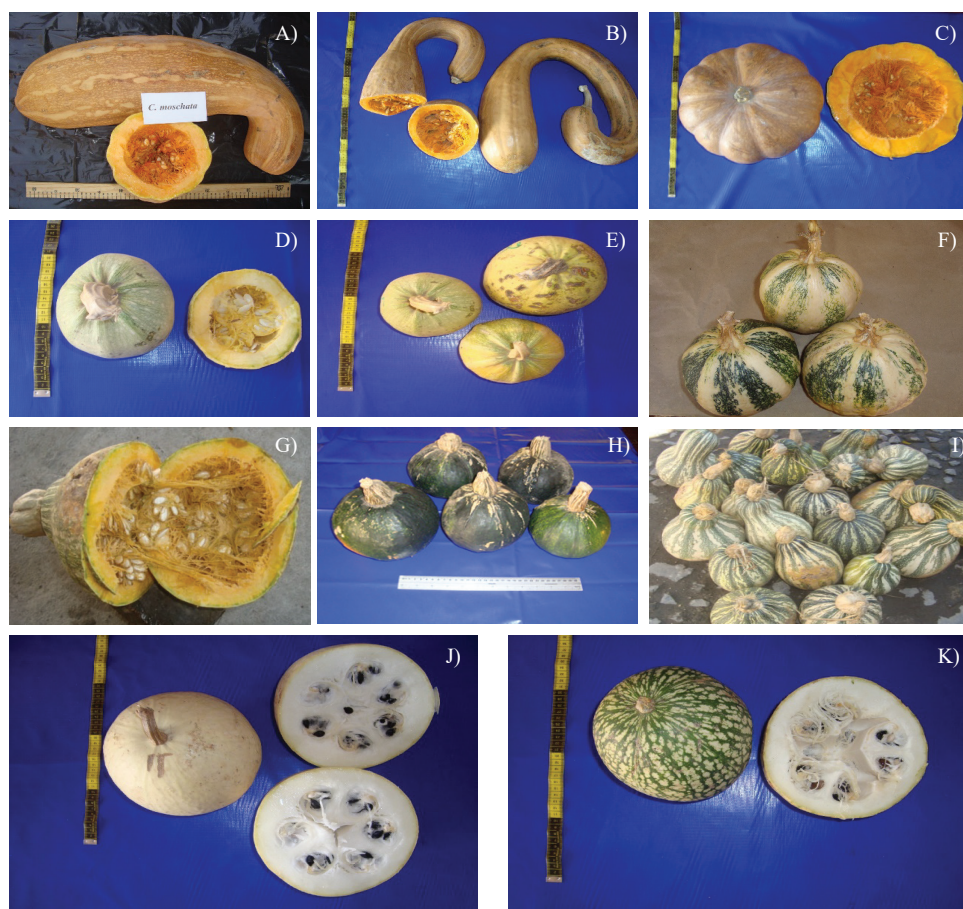


Figura 5. Accesiones de calabaza cultivadas en Nayarit: *Cucurbita moschata* (A, B y C), *Cucurbita pepo* (D, E y F), *Cucurbita argyrosperma* (G, H e I), y *Cucurbita ficifolia* (J y K).

Figure 5. Accessions of squash grown in Nayarit: *Cucurbita moschata* (A, B and C), *Cucurbita pepo* (D, E and F), *Cucurbita argyrosperma* (G, H and I), and *Cucurbita ficifolia* (J and K).

**Cuadro 3. Valores de estadísticos descriptivos para caracteres cuantitativos y cualitativos por grupos en base al dendrograma formado para accesiones de calabaza en Nayarit.****Table 3. Values of descriptive statistics for quantitative and qualitative characteristics of groups based on the dendrogram formed for pumpkin accessions in Nayarit.**

G <sup>1</sup>	Accesión	E <sup>2</sup>	Característica <sup>3</sup>										
			GPMP (cm)	GBP (cm)	AF (cm)	PF (Kg)	NSF (n°)	LS (mm)	GS (mm)	P100S (g)	TH	CP	CPF
I	<i>C. pepo</i> 28	$\bar{x}$	1.1	1.45	9.63	0.8	148	12.8	2.43	8.65			
		S	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	4
II	<i>C. pepo</i> 06, 14 y 21	$\bar{x}$	1.49	1.95	9.97	0.54	177	17.4	2.67	13.49			
		S	0.25	0.26	0.76	0.22	86	0.59	0.25	6.16	1	1	3
III	<i>C. ficifolia</i> 22, 26 y 02	$\bar{x}$	0.97	1.57	12.7	1.02	96	14.7	2.46	11.66			
		S	0.03	0.13	0.69	0.11	11.3	0.04	0.1	1.3	1	1	1
IV	<i>C. argyrosperma</i> 19, 23, 12, 07 y 04, 29, 33, 31, 18, 32, 05, 37, 08, 03, 30 y 13	$\bar{x}$	2.89	2.97	13.0	1.06	234	19.45	2.8	18.45			
		S	0.90	0.55	1.9	0.39	79.8	2.69	0.32	3.93	2	4	3
V	<i>C. moschata</i> 10, 27, 09, 15 y 17	$\bar{x}$	1.49	3.63	22.8	5.89	490	16.6	3.36	18.82			
		S	0.17	0.8	6.04	2.7	78.5	0.72	0.22	3.74	3	2	5
VI	<i>C. moschata</i> 25, 20, 01, 24 y 11	$\bar{x}$	1.31	2.89	13.7	3.22	385	16.0	2.98	14.47			
		S	0.09	0.29	3.22	1.44	79.5	0.51	0.2	1.95	3	2	5

<sup>1</sup>Grupo. <sup>2</sup>Estadísticos ( $\bar{x}$  = media, S = desviación estándar). <sup>3</sup>GPMP = grosor de la parte media del pedúnculo; GBP = grosor de la base del pedúnculo; AF = ancho de fruto; PF = peso de fruto; NSF = número de semillas por fruto; LS = longitud de semilla; GP = grosor de semilla; P100S = peso de 100 semillas. TH = tamaño de hoja (1: pequeña; 2: intermedia; 3: grande); CP = características del pedúnculo (1: duro no acampanado; 2: duro y acampanado; 3: no acampanado agrandado por corteza dura; 4: no acampanado agrandado por corteza suave); CPF = color de la pulpa del fruto (1: blanca; 2: verde; 3: amarilla; 4: anaranjada; 5: salmón).

**Conclusiones**

Se encontró variabilidad morfológica entre y dentro de especies de *Cucurbita*, con lo que se logró establecer la diversidad existente de las especies que se cultivan en el estado de Nayarit. *C. moschata* mostró la mayor diversidad, seguida de *C. argyrosperma*, *C. pepo* y *C. ficifolia*. Las características que contribuyeron en mayor medida a la explicación de la diversidad encontrada y que permitieron hacer distinciones entre especies fueron para: *C. moschata*, fue contrastante al resto de especies en tamaño de hoja, grosor y número de semillas, peso y ancho de fruto, *C. argyrosperma* en características y dimensiones

**Conclusions**

We found morphological variability between and within the species of *Cucurbita*, establishing the diversity of species that are grown in the State of Nayarit. *C. moschata* showed the highest diversity, followed by *C. argyrosperma*, *C. pepo* and *C. ficifolia*. The characteristics that contributed on a larger scale for explaining the diversity found and that also allowed to distinguish between species were for *C. moschata*, it was quite contrasting to other species regarding leaf size, thickness and number of seeds, weight and width of fruit, *C. argyrosperma* in features and dimensions of the stem, width, length and weight of 100

del pedúnculo, ancho, longitud y peso de 100 semillas, *C. ficifolia* en color de la pulpa del fruto y *C. pepo* en peso y dimensiones del fruto y semilla con los menores valores al resto de especies en estudio.

seeds, *C. ficifolia* in colour of the fruit pulp and *C. pepo* weight and dimensions of fruit and seed with the lowest values than other species under study.

*End of the English version*



## Literatura citada

- Acevedo, G. F. 2009. La bioseguridad en México y los organismos genéticamente modificados: cómo enfrentar un nuevo desafío, en capital natural de México. Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México. II:319-353.
- Azurdia, C. 1999. Las *Cucurbitas* de Guatemala. Tikalia. 17:41-58.
- Balkaya, A.; Özbakir, M. and Kurtar, E. S. 2010. The phenotypic diversity and fruit characterization of winter squash (*Cucurbita maxima*) populations from the Black Sea Region of Turkey. Afr. J. Biotechnol. 9(2):152-162.
- Canul, K. J.; Ramírez, V. P.; Castillo, G. F. y Chávez S., J. L. 2005. Diversidad morfológica de calabaza cultivada en el centro-oriente de Yucatán, México. Rev. Fitotec. Mex. 28:339-349.
- Cerón, G. L.; Legaría, S. J.; Villanueva, V. C. y Sahagún, C. J. 2010. Diversidad genética en cuatro especies mexicanas de calabaza (*Cucurbita* spp). Rev. Fitotec. Mex. 33(3):189-196.
- Chávez, S. J. L.; Tuxill, T. y Jarvis, D. I. 2004. Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali, Colombia. 264 p.
- Delgado-Paredes, G. E.; Rojas-Idrogo, C.; Sencie-Tarazona, A. y Vásquez-Núñez, L. 2014. Caracterización de frutos y semillas de algunas cucurbitáceas en el norte del Perú. Rev. Fitotec. Mex. 37(1):7-20.
- Esquinas, A. J. T. and Gulick, P. J. 1983. Genetic resources of *Cucurbitaceae*. International Board for Plant Genetic Resources. AGPG:IBPGR/82/48. Rome, Italy. 113 p.
- Ferriol, M.; Picó, B. y Nuez, F. 2004. Morphological and molecular diversity of a collection of *Cucurbita máxima* Landraces. J. Amer. Hort. Sci. 129(1):60-69.
- Jacobo-Valenzuela, N.; Zazueta-Morales, J. J.; Gallegos-Infante, J. A.; Aguilar-Gutiérrez, F.; Camacho-Hernández, I. L.; Rocha-Guzmán, E. y González-Laredo, R. F. 2011. Chemical and physicochemical characterization of winter squash (*Cucurbita moschata* D). Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj. 39(1):34-40.
- Lira-Saade, R. 1995. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las cucurbitáceas latinoamericanas de importancia económica. IPGRI. Roma, Italia. 281 p.
- Mera, O. L. M.; Bye, B. R. A.; Villanueva, V. C. y Luna, M. A. 2011. Documento de diagnóstico de las especies cultivadas de *Cucurbita* L. SAGARPA, SINAREFI, SNICS. México. 79 p.
- Montes, H. S. 1991. Calabazas (*Cucurbita* spp.). In: avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. Ortega, P. R.; Palomino, H. G.; Castillo, G. F.; González, H. V. A. y Livera, M. M. (Eds). SOMEFI. Chapingo, México. 239-250 pp.
- Montes, H. S. and Eguiarte, L. E. 2002. Genetic structure and indirect estimates of gene flow in three taxa of *cucurbita* (*cucurbitaceae*) in western México. Am. J. Bot. 89(7):1156-1163.
- Montes, R. C.; Vallejo, C. F. A. y Baena, G. D. 2004. Diversidad genética de germoplasma colombiano de zapallo (*Cucurbita moschata* dúchesne exp. prior). Acta Agron. 53(3):43-50.
- Onamu, R.; Legaría, S. J. P.; Sahagún, C. J.; Rodríguez, de la O, J. y Pérez, N. J. 2012. Análisis de marcadores morfológicos y moleculares en papa (*Solanum tuberosum* L.). Rev. Fitotec. Mex. 35(4):267-277.
- Rodríguez-Amaya, R.; Montes-Hernández, S.; Rangel-Lucio, J. A. Mendoza-Elos, M. y Latournerie-Moreno, L. 2009. Caracterización morfológica de la calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber). Agric. Téc. Méx. 35(4):378-388.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
- SAS (Statistical Analysis System). 2002. User's Guide, versión 9. By SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Smith B D. 1997. The initial domestication of *Cucurbita* in the Americas 10 000 years ago. Science. 276:932-934.
- Tsivelikas, A. L.; Koutita, L.; Anastasiadou, A.; Skaracis, G. N.; Traca-Mavrona, E. and Koutsika-Sotiriou, M. 2009. Brazilian Archives of Biology and Technology. An International Journal. 25(2):271-283.
- Villanueva, V. C. 2007. Calabazas cultivadas. Identificación de especies, caracterización y descripción varietal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 123 p.
- Whitaker, T. W. 1968. Ecological aspects of the cultivated *Cucurbita*. Hort Science 3:9-11.