

VARIABLES MORFOLÓGICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES DE AUYAMA (*Cucurbita moschata* DUCH. ex. LAM.) *

Morphological variables for the characterization of pumpkin materials (*Cucurbita moschata* Duch. ex. Lam.)

Thaida Berrío¹, José Flores¹, Adriana Sánchez² y Darisol Pacheco²

RESUMEN

En Guanare, estado Portuguesa, Venezuela, se evaluaron características morfológicas vegetativas a plantas de *Cucurbita moschata* Duch. ex. Lam, con el fin de comparar materiales provenientes de frutos con diferentes formas. El ensayo se condujo como un diseño en bloques al azar con cinco tratamientos (frutos globulares, lageniformes, oblongos, piriformes y discoidales) y cuatro repeticiones. Se aplicaron las labores agronómicas propias del cultivo y se midieron entre los 15 y 50 días después de la siembra (dds): diámetro de tallo (DT), diámetro de peciolo (DP), longitud de peciolo (LP), longitud (LH) y ancho (AH) de la lámina foliar. Se realizaron los análisis de la varianza y las pruebas de comparación de medias de Tukey (5 %) y a fin de determinar las variables más importantes, se efectuó un análisis de componentes principales (ACP), mediante el programa SPSS. Los tres primeros componentes explicaron el 96,71 % de la varianza total. El CP1 explicó el 77,94 %; el CP2 el 14,31 % y el CP3 el 4,46 %. El CP1 tuvo mayor asociación con variables de la hoja (LH, AH y DP); el CP2 se asoció con el DT, mientras que el CP3 se asoció con la LP. Se concluyó que las características de la hoja asociadas al CP1, explicaron en mayor proporción la variabilidad morfológica entre los materiales. La LH presentó la más alta correlación, por lo que fue la más importante y aunque no se encontraron diferencias estadísticas entre los materiales para las variables medidas, hubo una ligera tendencia a la separación de los mismos propiciada por las variables AH, LH y DP asociadas al CP1, en dos grupos, uno formado por los materiales de frutos globulares, piriformes y discoidales y otro formado por los materiales de frutos lageniformes y oblongos, los cuales tuvieron valores superiores en las mismas.

Palabras clave: ACP, calabaza, frutos, morfología, variabilidad.

ABSTRACT

In Guanare, Portuguesa state, Venezuela, vegetative morphological characteristics of *Cucurbita moschata* Duch ex. Lam, plants were evaluated, in order to compare materials from fruits with different shapes. The trial was conducted as a randomized block design with five treatments (globular, piriform, oblong, pyriform and discoid fruits) and four repetitions. The agronomic work of the crop was applied and stem diameter (DT), petiole diameter (DP), leaf length (LH), leaf width (AH) and petiole length (LP) were measured between 15 and 50 days after sowing (dds). The analysis of the variance and the tests of comparison of means of Tukey (5 %) were carried out and in order to determine the most important variables, a principal components analysis (PCA) was carried out through the SPSS program. The first three components explained 96.71 % of the total variance. CP1 explained 77.94 %; CP2 14.31 % and CP3 4.46 %. CP1 had greater association with leaf variables (LH, AH and DP); CP2 was associated with the DT, while CP3 was associated with the LP. It was concluded that the characteristics of the leaf associated to CP1, explained in greater proportion the morphological variability between the materials. The LH presented the highest

(*) Recibido: 25-07-2019

Aceptado: 20-10-2019

¹Programa Ciencias del Agro y del Mar, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora", Guanare, Portuguesa. Apartado 3350. thberrio@hotmail.com.

² Departamento de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Apartado 15205.

correlation, so it was the most important and although no statistical differences were found between the materials for the measured variables, there was a slight tendency to separate them due to the associated AH, LH and DP variables. to CP1, in two groups, one formed by globular, piriform and discoid fruits and another formed by lageniform and oblong fruits, which had higher values in them.

Key words: ACP, pumpkin, fruits, morphology, variability.

INTRODUCCIÓN

La auyama (*Cucurbita moschata* Duch. ex Lam.) es un cultivo de ciclo corto de siembra tradicional en el estado Portuguesa, Venezuela. Sus frutos tienen valor nutricional, económico y agroindustrial, presentan una amplia diversidad morfológica, por lo que no hay uniformidad de formas y dimensiones en la cosecha, lo que influye en la calidad y limita la competitividad para su comercialización. Es así como Lira (1995) indicó para esta especie. “la notable diversidad morfológica de sus frutos (colores, formas, grosores y durabilidad del epicarpio del fruto) y semillas”. Hazra *et al.* (2007) señalaron que esta diversidad puede ser evaluada por varias características morfológicas tanto de las plantas como de los frutos y han resultado importantes en trabajos de selección de genotipos.

Por otra parte Aruah *et al.* (2010) y Budi *et al.* (2015) refirieron que mediante estudios morfológicos se puede identificar el rango de variación y similitud entre accesiones; la identificación y selección de características útiles para futuras evaluaciones, la conservación de la diversidad y la descripción morfológica de nuevos materiales o cultivares y detección de duplicados en las colecciones. Por este motivo se condujo un ensayo en Guanare, y se determinaron variables morfológicas de plantas provenientes de semillas de cinco materiales con frutos globulares, lageniformes, oblongos, piriformes y discoidales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de frutos globulares, lageniformes, oblongos, piriformes y discoidales, se obtuvieron en comercios de la ciudad de Guanare. En el 2017, la siembra se realizó en el sector Marfilar, municipio Guanare, estado Portuguesa y el ensayo se condujo como un diseño

en bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Se aplicaron las labores agronómicas pertinentes y se midieron las variables morfológicas vegetativas diámetro de tallo (DT), diámetro de pecíolo (DP), longitud de la lámina (LH), ancho de la lámina (AH) foliar y longitud de pecíolo (LP) entre los 15 y 50 días después de la siembra (dds), tal como lo señala el CATIE (1986). Se realizaron los análisis de la varianza y las pruebas de comparación de medias de Tukey al 5 % de probabilidad. Posteriormente a fin de establecer las variables más importantes para la caracterización de los materiales se realizó un análisis de componentes principales (ACP), mediante el programa SPSS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ACP realizado con los valores promedios de todas las evaluaciones de cada una de las variables fueron válidos, ya que el estadístico Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) presentó un valor de 0,805; lo que indicó que la muestra considerada fue adecuada. Igualmente, la prueba de esfericidad de Barlett resultó altamente significativa ($P < 0,01$), lo cual reveló que la nube de puntos que se conformaría al graficar las correlaciones de las variables en los dos componentes principales, no daría origen a una esfera, confirmando la relación lineal entre la variables y los componentes (De La Fuente 2011).

El conjunto de datos y variables analizadas: ancho de la hoja (AH), longitud de la hoja (LH); diámetro del tallo (DT); longitud del pecíolo (LP) y diámetro del pecíolo (DP), reflejaron que los tres primeros componentes explicaron el 96,71 % de la varianza total. El CP1 explicó el 77,94 %; el CP2 explicó el 14,31 % y el CP3 explicó el 4,46 % (Tabla 1).

El CP1 se asoció con variables morfológicas de la hoja (LH, AH y DP); el CP2 se asoció con el DT, mientras que el CP3 se asoció con la LP; no obstante el DP asociado al CP1, también presentó una correlación importante con el CP2 y la LP asociada al CP3, también presentó correlaciones importantes con el CP1 y el CP2.

LH por su más alta correlación, es la de mayor peso asociada a este componente. De acuerdo con estos resultados sería apropiado denominar al CP1 como morfología de la hoja, al CP2, como morfología del tallo y al CP3 como morfología del pecíolo.

Tabla 1. Porcentaje de varianza explicada por los tres primeros componentes principales de los promedios de variables morfológicas de cinco materiales de auyama.

Componente	Autovalores	% de varianza explicada	% de varianza acumulada
1	2,840	77,94	77,94
2	1,773	14,31	92,25
3	0,715	4,46	96,71

Tabla2. Matriz de correlación en los componentes rotados de los promedios de variables morfológicas vegetativas de cinco materiales de auyama.

Variables	CP1	CP2	CP3
DT	0,233	0,933	0,264
DP	0,809	0,402	0,297
LH	0,940	0,160	0,252
AH	0,914	0,221	0,285
LP	0,454	0,427	0,782

DT= diámetro del tallo, DP= diámetro del pecíolo, LH= longitud de la hoja, AH= ancho de la hoja, LP= longitud del pecíolo
CP1= Componente principal 1; CP2= Componente principal 2, CP3= Componente principal 3

Otros autores encontraron altos valores de correlación entre variables morfológicas y los componentes principales, es así como Gichimu *et al.* (2009) mediante características de hojas, tallos y frutos, encontraron que los dos primeros componentes explicaron el 97 % de la variabilidad total entre seis cultivares de patilla (*Citrullus* spp.) en Kenia. Las características morfológicas de la hoja como dimensiones, forma y lóbulos, fueron las más importantes y además influyeron en la separación de los cultivares.

Por otro lado, Rodríguez *et al.* (2009) caracterizaron 32 accesiones de calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber) en México, mediante variables morfológicas y encontraron que los tres primeros componentes explicaron el 76 % de la variabilidad total de las características evaluadas, logrando separarlas en cinco grupos.

Lo anterior evidenció que las características de la hoja asociadas al CP1, explicaron en mayor proporción la variabilidad morfológica existente entre los materiales de *C. moschata* (Tabla 2). La

Entre tanto, Ruelas *et al.* (2015) encontraron que los tres primeros componentes principales explicaron el 53,30 % de la variabilidad total, en 33 accesiones de *Cucurbita* de la costa de Natyarit, en México. El tamaño de la hoja estuvo asociado al primer componente, el cual explicó el 26,80 % de la varianza, y fue una de las características que contribuyó a la explicación de la diversidad encontrada, mientras que la longitud del entrenudo resultó ser de poca utilidad.

Así mismo, Kiramana e Isutsa (2017) recopilaron 123 accesiones de *C. moschata* de Kenia y evaluaron 26 caracteres morfológicos. Los dos primeros componentes explicaron el 50,50 % de la variabilidad total; el diámetro del tallo asociado al primer componente y las dimensiones de las hojas al segundo componente fueron las variables más importantes. El estudio mostró que la caracterización fenotípica se podría utilizar para distinguir las especies de calabazas relacionadas.

Finalmente, Aguilar *et al.* (2017) realizaron en el Salvador, la caracterización morfo agronómica de seis cultivares de *C. moschata*, con diferentes formas de sus frutos y encontraron que el

62 % de la varianza total fue explicada por los dos primeros componentes principales; al primer componente se asociaron longitud y ancho de hoja. El estudio reunió los cultivares en tres grupos con características distintivas.

En la representación gráfica de la distribución de los tratamientos en los componentes principales (Figura 1), se observa que el grupo de puntos de cada uno de los materiales estuvieron muy próximos, e incluso se solaparon, lo cual indica que los valores de las variables resultaron similares en muchos casos.

Aunque la representación gráfica de los CP presentó amplio solapamiento, se encontró una leve tendencia a la convergencia de los materiales en dos grupos cuando se observó la representación gráfica del CP1 x CP2 (Figura 1-A), un primer grupo incluyó a los materiales de frutos globulares, piriformes y discoidales y un segundo grupo incluyó a los de frutos lageniformes y oblongos, probablemente porque los dos últimos presentaron más altos valores de AH y LH (datos no mostrados), que fueron las variables con más alto coeficiente de correlación con el CP1, mientras que los otros materiales tuvieron menores valores. Por otra parte, hubo una importante correlación de la LP tanto en el CP1, como en el CP2, lo que pudo contribuir a una mayor dispersión de la nube de puntos, haciendo más difícil la separación entre los grupos y aminorando la influencia del DT asociado al CP2.

Esta tendencia al solapamiento se mantuvo cuando se observó la representación gráfica del CP1 x CP3, aunque se mantuvo la similitud de los grupos, conformados el primero por los materiales de frutos globulares, piriformes y discoidales y el segundo por los de frutos lageniformes y oblongos (Figura 1-B). Lo anterior pudiera atribuirse a la participación de la LP con mayor asociación al CP3, lo cual habría reforzado la permanencia del material de frutos piriformes en un grupo y el de frutos oblongos en el otro, por sus valores más altos y más bajos respectivamente en esta variable (datos no mostrados).

Finalmente la representación gráfica del CP2 x CP3, mostró una nube de puntos, que

aunque pareciera que separa los materiales en dos grupos, no permite una diferenciación entre ninguno de los mismos, lo que pareciera deberse por una parte a la cercanía de los promedios de las variables entre los materiales (datos no mostrados) y por la otra a que la LP, a pesar de su alta asociación con el CP3, también posee una importante correlación con el CP2 y el DP con alta correlación con el CP1, también posee una importante correlación con el CP2 (Figura 1-C).

En este sentido Beovides *et al.* (2014) sí lograron ubicar 50 cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) en tres grupos bien definidos, de acuerdo con sus características morfológicas, lo cual demostró que el ACP fue importante para futuras aplicaciones en trabajos de mejora genética de este cultivo.

Los resultados de esta investigación indicaron que fueron las variables asociadas a características de la lámina foliar LH y AH, asociadas al CP1, las que mejor definieron esta incipiente separación de los materiales y que aunque el DP y la LP mostraron alta asociación con el CP1 y el CP3 respectivamente, también mostraron una correlación importante con el CP2, aspecto que más bien pudo interferir en la separación de los materiales.

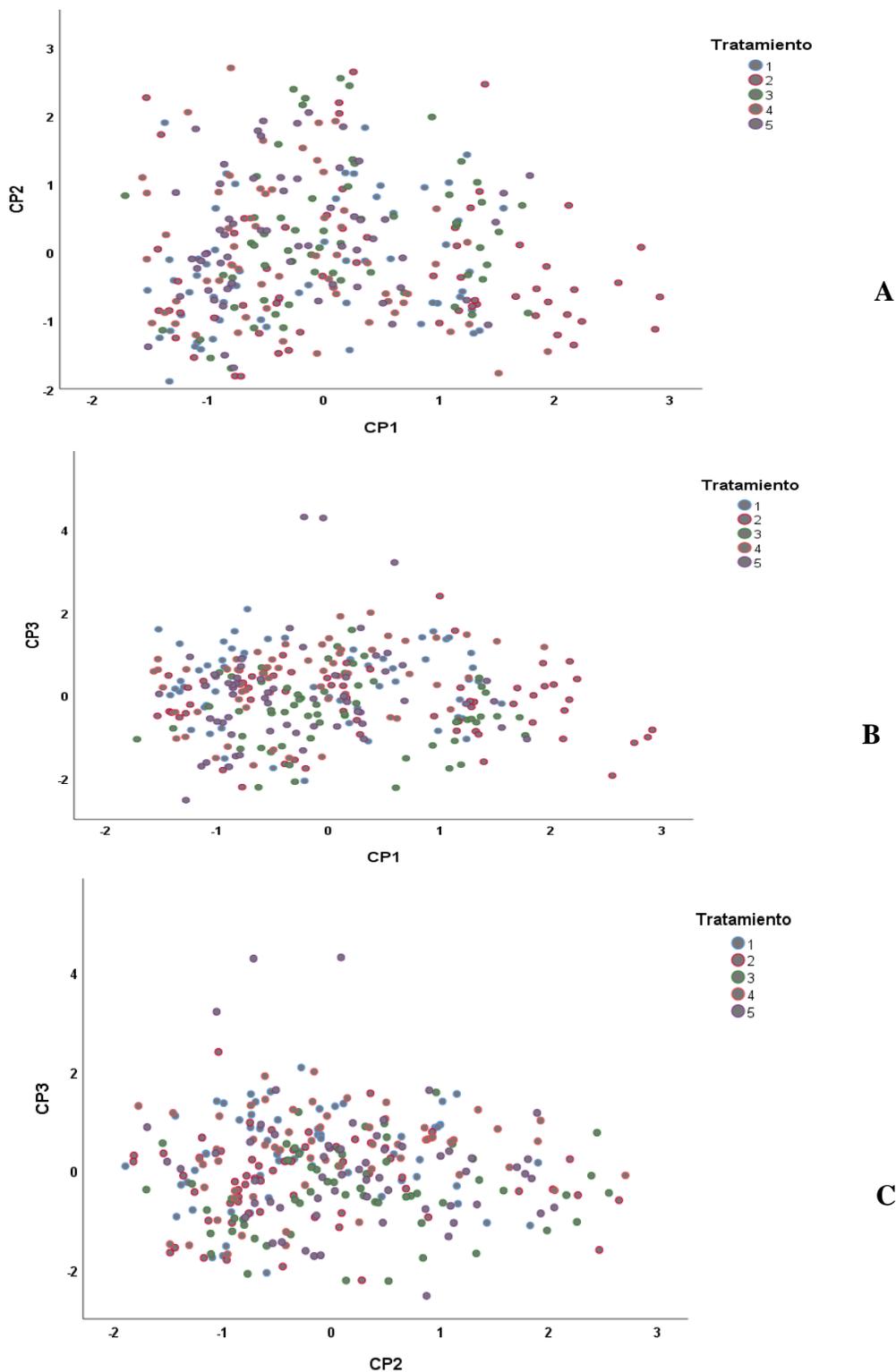


Figura 1. Distribución de cinco materiales de auyama (*Cucurbita moschata*) en los tres primeros componentes principales de acuerdo con el promedio de los valores de variables morfológicas vegetativas (T1: globulares; T2: lageniformes; T3:oblongos; T4:piriformes y T5:discoidales) .

CONCLUSIONES

Las características de las hojas explicaron en mayor grado la variabilidad morfológica existente entre los materiales; entre las cuáles la LH fue la más importante.

El ACP mostró una ligera tendencia a la separación en dos grupos, propiciada por las variables AH, LH y DP asociadas al CP1, uno formado por los materiales de frutos globulares, piriformes y discoidales y otro formado por los de frutos lageniformes y oblongos.

REFERENCIAS

- Aguilar, M., Lara, F., Serrano, L. y Pérez, M. 2017. Caracterización morfoagronómica de seis cultivares de ayote (*Cucurbita moschata* Duch.) e incidencia de artrópodos y enfermedades. *Agrociencia* 1(1):45-55.
- Aruah, B., Uguru, I. and Oyiga, C. 2010. Variations among some Nigerian *Cucurbita* landraces. *African Journal of Plant Science*. 4 (10): 374-386.
- Beovides, Y., Miilán, M., Coto, O., Rayas, A., Basail, M., Santos, A., López, J., Medero, V., Cruz, J., Ruiz, E. y Rodríguez, D. 2014. Caracterización morfológica y agronómica de cultivares de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). *Cultivos Tropicales* 35(2):43-50.
- Budi, P., Daryono, S. and Beta, M. 2015. Variability and intraspecies classification of pumpkin (*Cucurbita moschata* (Duch. ex Lam.) Duch. ex Poir.) based on morphological characters. *The 3rd International Conference on Biological Science*, Gadjah, Indonesia. 2: 286-293.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1986. Reunión Regional sobre Recursos Fitogenéticos de Mesoamérica y el Caribe. Descriptores para *Cucurbita*. pp. 625-627. [documento en línea]. En:
- books.google.co.ve/books?id=ysoOAAQAAIAAJ. [agosto de 2016].
- De La Fuente, S. 2011. Componentes Principales. Universidad Autónoma de Madrid. 11 p.
- Gichimu, B., Owour, B., Mwai, G. and Dida, M. 2009. Morphological characterization of some wild and cultivated watermelon (*Citrullu* spp.) accessions in Kenya. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science* 4(2):10-18.
- Hazra, P., Roy, R. and Sen, S. 2007. Isolation of antibacterial pentahydroxy flavones from the seeds of *Mimosa pteleifolia* Linn. *Afr J Biotechnol* 6(12):1446-1449.
- Kiramana, J. e Isutsa, D. 2017. Morphological characterization of naturalized pumpkin (*Cucurbita moschata* (Lam.) Poir.) accessions in Kenya. *African Journal Horticultural Science* 12:61-83.
- Lira, R. 1995. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica. *International Plant Genetic Resources Institute*, Rome, Italy. 281 p.
- Rodríguez, R., Montes, S., Rangel, J., Mendoza, M. y Latournerie, L. 2009. Caracterización Morfológica de la Calabaza Pipiana (*Cucurbita argyrosperma* Huber). *Agricultura. Técnica de México* 35(4) 378-388.
- Ruelas, P., Aguilar, J., García, J., Valdivia, R. y López, G. 2015. Diversidad morfológica de especies cultivadas de calabaza (*Cucurbita* spp.) en el estado de Nayarit. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(8):1845-1856.