

Caracterización morfológica de genotipos de maxixe (*Cucumis anguria* L.) en Gurupi-Tocantins, Brasil

Morphological Characterization of Genotypes Gherkin (*Cucumis anguria* L.) in Gurupi-Tocantins, Brazil

Irais Dolores Pascual Reyes*, Ana Claudia Fernandes, Danilo Alves Porto da Silva Lopes, Aline Torquato Tavares e Ildon Rodrigues do Nascimento

Universidad Federal de Tocantins, Programa de Pós-Graduación en Producción Vegetal. Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, Zona Rural, CEP 77402-970, Gurupi, Tocantins, Brasil.

*Correo de correspondencia: irais121@hotmail.com

Resumen

El maxixe (*Cucumis anguria* L.) es un cultivo de importancia alimentaria en Brasil. Es relevante la caracterización morfológica de los genotipos para poder identificar y fortalecer informaciones referentes a la variabilidad genética de la especie y de nuevos genotipos en la región. El objetivo del trabajo fue caracterizar morfológicamente seis genotipos de maxixe obtenidos de accesiones locales y tres cultivares comerciales. Se seleccionaron aleatoriamente ramas con longitud de 20 entrenudos para la caracterización vegetativa, cinco flores masculinas y cinco femeninas para la reproductiva y 20 frutos para su determinación. De los datos adquiridos se calcularon las medias y se compararon mediante Tukey ($P < 0.05$), además se realizó análisis de ACP. Los resultados mostraron diferencia estadística en las caracterizaciones vegetativa, flor masculina y de frutos. El genotipo Feltrin® Calcuta liso destacó en diámetro de la rama principal, diámetro del pedicelo y longitud del cáliz, comparando con los genotipos regionales MAXGU#06 en la caracterización vegetal y MAXGU#03 en la flor masculina. En la

Abstract

The maxixe (*Cucumis anguria* L.) is a crop of food importance in Brazil. Morphological characterization of genotypes is relevant to identify and strengthen information regarding the genetic variability of the species and new genotypes in the region. The objective of the work was to morphologically characterize six maxixe genotypes obtained from local accessions and three commercial cultivars. Branches with a length of 20 internodes were randomly selected for vegetative characterization, five male and five female flowers for reproductive characterization, and 20 fruits for characterization. Of the acquired measurements, the means were calculated and compared using Tukey ($P < 0.05$), and ACP analysis was also performed. The results showed statistical differences in the vegetative, male flower, and fruit characterizations. The Feltrin® Calcuta smooth genotype stood out in main branch diameter, pedicel diameter, and calyx length, compared with the regional genotypes MAXGU#06 in plant characterization and MAXGU#03 in the male flower. In the characterization of the

caracterización de los frutos se destacó el genotipo regional MAXGU#02 en diámetro del fruto, longitud del fruto y peso del fruto; y el genotipo regional MAXGU#01 en firmeza del fruto, frutos por planta y productividad. Genotipos regionales y comerciales resaltaron en la caracterización vegetal y flor masculina. El genotipo regional se destacó en la caracterización de la flor femenina y del fruto. A pesar de existir similitud entre los genotipos, los más recomendables para la productividad son los genotipos regionales. La formación de grupos concluye que también existe una variabilidad entre los genotipos estudiados.

Palabras clave

Cucumis anguria L., Análisis de componentes principales, vegetal, productiva, reproductiva.

fruits, the regional genotype MAXGU#02 in fruit diameter, fruit length and fruit weight, and the regional genotype MAXGU#01 in fruit firmness, fruits per plant, and productivity were highlighted. Regional and commercial genotypes stood out in the male flower and plant characterization. The regional genotype stood out in the characterization of the female flower and the fruit. Despite the similarity between genotypes, the most recommended for productivity are regional genotypes. The formation of groups concludes that there is also variability between the studied genotypes.

Keywords

Cucumis anguria L., principal component analysis, plant, productive, reproductive.

Introducción

El maxixe (*Cucumis anguria* L.) de la orden Cucurbitales y de la familia Cucurbitaceae es una planta de origen africana introducida en el Brasil, siendo bastante consumida principalmente en el noreste del país. Su consumo más común es en forma de maxixada, cuando el fruto está maduro o todavía verde es cocido y después consumido (Silva *et al.*, 2019). En esa región, la mayoría de las veces los frutos obtenidos son procedentes de las semillas de productos remanentes en el suelo, y que germinan espontáneamente en medios de cultivos tradicionales (Modolo y Costa, 2003a).

Segundo Sistema IBGE de Recuperación Automática - SIDRA (2017) Brasil tuvo poco más de 23 mil establecimientos agropecuarios de maxixe con una producción de 171 mil toneladas en total. Las regiones con mayor producción total de maxixe fue el norte (153,725 t), noreste (9,508 t) y sureste (5,485 t). Los estados con mayor producción fueron Pará con 150,301 t, seguido por Bahía con 2,812 t y en tercer lugar Maranhão con una producción de 2,773 t. El estado de Tocantins con 791 establecimientos agropecuarios tuvo una producción total de 402 t de maxixe.

Una de las maneras de conocer la variabilidad genética de una especie en plantaciones de la región, es a través de la caracterización, actividad esencial en el manejo de las colecciones de germoplasma, y consiste en obtener datos para describir, identificar y diferenciar genotipos de una misma especie, fortalecer informaciones para la conservación y uso de recursos genéticos (Burle y Oliveira, 2010). Existen diferentes formas complementarias de caracterización: morfológica, citogenética, química, bioquímica y molecular (Salomão, 2010).

En bancos de germoplasma, estos datos facilitan la organización de los genotipos y también posibilitan la identificación de nuevos genotipos en una región donde el cultivo es frecuentemente cultivado por agricultores que siembran a partir de semillas remanentes (Ritschel *et al.*, 1999).

En Tocantins, el cultivo de maxixe es común entre los productores de hortalizas, donde se utilizan semillas oriundas de siembras secuenciales. Por lo tanto, a pesar de que esta especie es bastante cultivada y consumida en la región, existe poca información acerca del maxixe, además de la falta de información referente a la caracterización morfológica de los genotipos utilizados. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo caracterizar morfológicamente genotipos de maxixe cultivados por los productores de hortalizas de la región sur de Tocantins y comparar con genotipos comerciales ampliamente utilizados en Brasil. Esta caracterización busca analizar la variabilidad genética de los genotipos producidos en esta región, posibilitando identificar aquellos que son superiores y que resulten ser los más adecuados para esta zona.

Materiales y métodos

El experimento fue conducido en el área experimental de la Universidad Federal de Tocantins (UFT), Campus Universitario de Gurupi (S11°43'45", W49°04'07"), localizado en la región centro-sur de Tocantins, con altitud media de 280 m. La clasificación climática de la región es de tipo B1wA" a", húmedo con moderada deficiencia hídrica (Köppen, 1948). La temperatura media anual es de 29.5 °C, con precipitación media anual de 1,804 mm. El suelo es clasificado como litosol rojo-amarillo (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria [EMBRAPA], 2011).

Se obtuvieron semillas de seis genotipos de maxixe cultivadas por productores de hortalizas en el municipio de Gurupi-TO, asimismo tres genotipos comerciales (cuadro 1). Para la obtención de las plantas, las semillas fueron sembradas en bandejas de poliestireno de 128 células, se usó sustrato comercial Bioflora® (compuesto con corteza de pino triturado, fibra de coco, una mezcla de carbón y materia orgánica). El trasplante para campo ocurrió cuando las plantas estaban en un estadio de cuatro a cinco hojas, teniendo una duración de 14 días en vivero antes de trasplantarse a campo abierto. El experimento fue conducido en diseño de bloques al azar, con nueve tratamientos (uno de cada genotipo) y tres repeticiones de cada uno.

Cada parcela contenía 10 plantas trasplantadas a los surcos con espacio de 0.80 x 0.80 m entre plantas y entre líneas de plantío. La fertilización fue realizada incorporando tres kg/m² de estiércol de bovino y 150 g/m² de NPK (04-14-08) al levantar los surcos. Para la fertilización de cobertura fue mediante cuatro aplicaciones que se realizaron semanalmente, la incorporación de mono amonio fosfato (MAP) y monóxido de dipotasio (K₂O), en las cantidades de 250 g/m² y 85 g/m² respetivamente. El manejo cultural fue efectuado siempre que fue necesario, como el riego que se realizó por sistema de goteo y diariamente durante el periodo de ausencia de precipitación, el desbaste de maleza se efectuó manualmente. No fue necesaria la aplicación de insecticida y fungicida debido a la ausencia de plagas y enfermedades. A los 30 días después del trasplante a campo se

inició la floración (femenina y masculina) y a partir de los 61 días la planta se encontraba cargada con frutos en su punto comercial para cosechar.

Cuadro 1

Identificación, origen y área de obtención de los genotipos de maxixe (*Cucumis anguria* L.) utilizados en el estudio en Gurupi-Tocantis, Brasil (2016)

Identificación	Origen del genotipo	Área de obtención de las semillas
1. MAXGU#01	Paulo (común con espínculos)	Asentamiento, Gurupi
2. MAXGU#02	Preta (similar al tipo paulista)	Asentamiento, Gurupi
3. MAXGU#03	Clarinda (común con espínculos)	Próximo al Parque Mutuca, Gurupi
4. MAXGU#04	Valdecir (común con espínculos)	Valle Verde, Gurupi
5. MAXGU#05	Marcilene (común con espínculos)	Valle Verde, Gurupi
6. MAXGU#06	Omezina (común con espínculos)	Valle Verde, Gurupi
7. Feltrin® Nordeste	Feltrin (nordeste con espínculos)	Comercial
8. Feltrin® Calcutá liso	Feltrin (Calcutá liso)	Comercial
9. Topseed® Norte con espínculos	Topseed (norte con espínculos)	Comercial

La obtención del material de estudio se realizó a los 61 días después del trasplante en campo, para la caracterización vegetal se colectaron cinco ramas de cada parcela con al menos 20 entrenudos, las cuales fueron cortadas a partir del tallo principal de la planta, se herborizo y se trasladaron al laboratorio. Para la caracterización reproductiva se colectaron cinco flores femeninas y cinco flores masculinas de esas plantas. Las flores fueron colocadas en frascos con alcohol a 70% y llevadas al laboratorio. Para la caracterización de frutos se colectaron los frutos a partir de los 61 días después del trasplante en campo, en bolsas de papel y de manera aleatoria se seleccionaron 20 frutos en total de cada parcela, identificando cada una de las bolsas y se trasladaron al laboratorio.

Para la caracterización de la porción vegetativa, se obtuvieron cinco mediciones con ayuda de un calibrador Vernier digital, para las siguientes características: diámetro de la rama principal (DR en mm), longitud de entrenudos (LE en mm), longitud de zarcillo (LZ en mm), longitud de pecíolo (LPC en mm), diámetro de pecíolo (DPC en mm), longitud total de limbo (LTL en mm), longitud de ancho total del limbo (LATL en mm), número de lóbulos, longitud del primer lóbulo en sentido horario (L1L en mm), longitud de ancho del primer lóbulo en sentido horario (L1A en mm), número de sublóbulos del primer lóbulo, longitud de ancho del segundo lóbulo en sentido horario (L2L en mm), longitud del segundo lóbulo en sentido horario, número de sublóbulos del segundo lóbulo, longitud del tercer lóbulo en sentido horario (L3L en mm), longitud de ancho del tercer

lóbulo en sentido horario, número de sublóbulos del tercer lóbulo y ángulo de la base (AB). El ángulo de la base se obtuvo con auxilio de un transportador.

Para la caracterización de la parte reproductiva, fueron realizadas diez mediciones (cinco de las flores femeninas y cinco de las masculinas), para ambos tipos de flores se usó un calibrador Vernier digital, para las características: longitud de pedicelo en flor masculina (LPD), longitud del cáliz (LCA en mm), longitud de los lóbulos del cáliz (LLCA en mm), longitud de la corola (LCO en mm), longitud de los lóbulos de la corola (LLOCO en mm), longitud de ancho de los lóbulos de la corola en las flores masculinas (LLCO en mm), longitud del conjunto de anteras (LCA en mm), longitud de ancho del conjunto de anteras (LAA en mm), longitud del estigma (LE en mm), longitud de ancho del estigma (LAE en mm), longitud del ovario (LOV en mm) y longitud de ancho del ovario (LAOV en mm).

Para la caracterización de los frutos se realizaron 20 mediciones, con la determinación de las características: diámetro de fruto (DF en mm) y longitud de fruto (LF en mm), obtenidos con auxilio de un calibrador Vernier digital; peso de fruto (PF en g), mediante la utilización de una balanza digital, firmeza de la cáscara y pulpa (FF en Newton), se utilizó penetrómetro, frutos por planta (FxP se obtuvo el número de frutos por planta calculando las medias de los mismos obtenidos en cada planta de cada parcela y productividad obtenida por el peso de los frutos colectados por parcela en una balanza digital y convertidos a t/ha^{-1} (PT).

A partir de las mediciones se obtuvieron las medias de las características para cada genotipo. Las medias se sometieron a análisis de varianza, comparadas por la prueba de Tukey (1949) $p \leq 0.05$, utilizando el software estadístico SISVAR versión 5.5 (Ferreira, 2019). Para el análisis de disimilitud genética entre los genotipos, fueron considerados a penas algunos caracteres vegetativos, reproductivos y de frutos para la obtención del Análisis de Componentes Principales (ACP/PCA-*Principal Component Analysis*), mediante el *software* estadístico GENES (Cruz, 2016).

Resultados

Caracterización morfológica de los genotipos de maxixe

En la caracterización morfológica vegetal, existió diferenciación estadística para las variables de diámetro de rama principal, diámetro de pecíolo, número de lóbulos y longitud del tercer lóbulo en sentido del horario, para las demás características no se encontró diferencia significativa. Las diferencias estadísticas encontradas para diámetro de rama principal (2.52 mm) y diámetro de pecíolo (1.16 mm) fueron en el genotipo comercial Feltrin® Calcutá liso en relación a los genotipos regionales MAXGU#05 (1.65 mm) y MAXGU#06 (1.70 mm) con similitud estadística con el resto de los genotipos. Mientras para diámetro de pecíolo fue también el Feltrin® Calcutá liso mayor en comparación con el genotipo regional MAXGU#06 con 0.54 mm. Para la característica longitud del tercer lóbulo en sentido del horario existieron diferencias significativas entre los genotipos regionales MAXGU#04 (63.93 mm) y MAXGU#06 (32.06 mm), del mismo

modo hubo similitud de esos dos genotipos regionales con los demás, tanto regionales como comerciales. Todos los genotipos tuvieron cinco lóbulos, con excepción del genotipo MAXGU#06 que destacó por tener menor cantidad de lóbulos (tres lóbulos) (cuadro 2).

Cuadro 2

Valores medios de las características morfológicas vegetativas en genotipos de maxixe (*Cucumis anguria* L.) en Gurupi-Tocantis, Brasil (2016)

Genotipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Error medio	C.V. (%)	P
DR (mm)	1.90 ab	2.08 ab	2.24 ab	2.15 ab	1.65 b	1.70 b	2.00 ab	2.52 a	2.25 ab	0.07	13.28	0.025
LR (mm)	66.58 a	71.12 a	56.76 a	68.86 a	58.58 a	77.12 a	60.01 a	81.86 a	60.67 a	178.99	20.02	0.323
LZ (mm)	68.06 a	72.52 a	60.49 a	66.74 a	57.78 a	57.94 a	59.06 a	72.29 a	72.87 a	68.56	12.68	0.138
LPC (mm)	67.94 a	65.27 a	53.28 a	71.70 a	69.15 a	54.01 a	74.03 a	79.86 a	61.91 a	261.46	24.37	0.543
DP (mm)	0.84 ab	1.01 ab	1.00 ab	0.83 ab	0.60 ab	0.54 b	0.59 ab	1.16 a	1.05 ab	0;05	25.01	0.166
LTL (mm)	72.42 a	64.95 a	60.12 a	78.80 a	68.34 a	62.12 a	69.73 a	73.89 a	66.85 a	134.36	16.90	0.629
LATL (mm)	73.54 a	81.23 a	71.80 a	87.06 a	63.34 a	55.98 a	62.68 a	73.57 a	66.08 a	247.02	22.27	0.389
NL	5 a	5 a	5 a	5 a	5 a	3 b	5 a	5 a	5 a	0.11	7.14	0.000
L1L (mm)	23.79 a	26.71 a	22.83 a	26.60 a	19.52 a	29.94 a	22.70 a	23.00 a	23.40 a	48.46	28.67	0.790
L2L (mm)	37.64 a	39.76 a	39.17 a	43.5 a	34.71 a	48.21 a	42.99 a	37.65 a	40.81 a	65.72	20.02	0.667
L3L (mm)	59.26 ab	46.50 ab	45.25 ab	63.93 a	55.75 ab	32.06 b	50.93 ab	58.15 ab	48.40 ab	108.17	20.34	0.548
AB (°)	118 a	114 a	107 a	112 a	98 a	112 a	122 a	121 a	109 a	152.45	10.97	0.412

Genotipo: 1. MAXGU#01; 2. MAXGU#02; 3. MAXGU#03; 4. MAXGU#04; 5. MAXGU#05; 6. MAXGU#06; 7. Feltrin® nordeste; 8. Feltrin® Calcutá liso; 9. Topseed®.

Dónde: DR= diámetro de rama principal; LR= longitud de rama principal; LZ= longitud de zarcillos; LPC= longitud de peciolo; DP= diámetro de peciolo; LTL= longitud total de limbo; LATL= longitud de ancho total de limbo; NL= número de lóbulos; L1L= longitud del primer lóbulo en sentido horario; L2L= longitud del segundo lóbulo en sentido horario; L3L= longitud del tercer lóbulo en sentido horario; AB= ángulo de la base.

Medias seguidas de la misma letra en minúsculas en la fila indican que no difieren estadísticamente entre sí por la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Con relación a los caracteres reproductivos de la flor masculina, solamente se encontró diferencia significativa en la característica longitud de cáliz de 6.62 mm en el genotipo comercial Feltrin® Calcutá liso, comparado con el 5.40 mm en el genotipo regional MAXGU#03, éstos a su vez comparten similitud estadística con el resto de los genotipos, tanto en con los comerciales como también con los regionales, todas las demás características tuvieron valores no significativos (cuadro 3).

En la caracterización de las flores femeninas, no existió diferencia significativa entre los genotipos regionales y comerciales de los caracteres evaluados (cuadro 4).

Cuadro 3

Valores medios de las características morfológicas de la flor masculina en genotipos de maxixe (*Cucumis anguria* L.) en Gurupi-Tocantis, Brasil (2016)

Genotipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Error medio	C.V. (%)	P
LPD (mm)	17.92 a	22.5 a	17.3 a	24.35 a	19.11 a	21.3 a	23.11 a	21.05 a	20.67 a	21.69	22.37	0.633
LCA (mm)	6.16 ab	6.27 ab	5.40 b	6.16 ab	5.72 ab	6.06 ab	6.20 ab	6.62 a	5.46 ab	0.17	6.84	0.358
LLCA (mm)	1.95 a	2.01 a	1.69 a	2.10 a	1.94 a	1.80 a	1.96 a	2.19 a	1.74 a	0.06	13.01	0.320
LCO (mm)	7.64 a	8.21 a	6.85 a	7.89 a	7.24 a	7.43 a	8.18 a	8.62 a	7.21 a	0.53	9.42	0.139
LLOCO (mm)	6.27 a	7.82 a	7.06 a	4.90 a	6.68 a	6.49 a	7.68 a	7.54 a	6.26 a	0.50	9.94	0.411
LLCO (mm)	4.54 a	5.56 a	4.06 a	4.95 a	4.24 a	3.98 a	5.25 a	4.74 a	4.22 a	0.43	14.28	0.990
LCA (mm)	2.55 a	2.75 a	2.43 a	2.65 a	2.43 a	2.38 a	2.54 a	2.60 a	2.45 a	0.09	11.58	0.834
LAA (mm)	1.12 a	1.36 a	1.21 a	1.15 a	1.13 a	1.11 a	1.26 a	1.15 a	1.37 a	0.02	12.42	0.283
NA	3 a	2 a	2 a	3 a	3 a	3 a	3 a	3 a	3 a	0.07	9.12	0.648

Genotipo: 1. MAXGU#01; 2. MAXGU#02; 3. MAXGU#03; 4. MAXGU#04; 5. MAXGU#05; 6. MAXGU#06; 7. Feltrin® nordeste; 8. Feltrin® Calcutá liso; 9. Topseed®.

Dónde: LPD= longitud de pedicelo; LCA= longitud de cáliz; LLCA= longitud de los lóbulos del cáliz; LCO= longitud de la corola; LLOCO= longitud de los lóbulos de la corola; LLCO= longitud de ancho de los lóbulos de la corola; LCA= longitud de las anteras; LAA= longitud de ancho de las anteras; NA= número de anteras.

Medias seguidas de la misma letra en minúsculas en la fila indican que no difieren estadísticamente entre sí por la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Cuadro 4

Valores medios de las características morfológicas de la flor femenina en genotipos de maxixe (*Cucumis anguria* L.) en Gurupi-Tocantis, Brasil (2016)

Genotipo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Error medio	C.V. (%)	P (%)
LPD (mm)	51.13 a	47.17 a	36.27 a	45.85 a	31.91 a	41.05 a	39.30 a	36.35 a	40.81 a	21.17	35.41	0.824
LCA (mm)	5.26 a	5.36 a	3.24 a	4.96 a	3.69 a	4.07 a	4.38 a	3.87 a	3.73 a	1.98	32.84	0.568
LLCA (mm)	2.27 a	2.25 a	1.45 a	2.38 a	1.51 a	1.61 a	1.87 a	1.60 a	1.35 a	0.46	37.39	0.459
LCO (mm)	6.45 a	6.36 a	4.39 a	6.30 a	6.15 a	5.82 a	6.16 a	5.59 a	5.33 a	4.45	36.12	0.958
LLOCO (mm)	6.10 a	9.77 a	4.59 a	7.28 a	5.74 a	4.81 a	5.72 a	4.78 a	4.71 a	21.76	32.31	0.473
LLCO (mm)	3.93 a	4.60 a	2.72 a	3.78 a	3.60 a	2.66 a	3.34 a	3.05 a	3.37 a	1.60	36.65	0.683
LE (mm)	3.93 a	3.25 a	1.82 a	2.36 a	2.41 a	2.49 a	2.07 a	1.75 a	1.90 a	0.62	32.20	0.541
LAE (mm)	2.13 a	2.18 a	1.53 a	1.94 a	1.66 a	1.60 a	1.60 a	1.52 a	1.46 a	0.23	27.79	0.487
LOV (mm)	10.47 a	10.18 a	7.81 a	9.40 a	8.31 a	7.85 a	8.26 a	6.80 a	7.31 a	6.37	29.73	0.645
LAOV (mm)	4.52 a	4.64 a	3.62 a	4.40 a	4.03 a	3.54 a	3.96 a	3.15 a	3.40 a	1.21	28.04	0.695

Genotipo: 1. MAXGU#01; 2. MAXGU#02; 3. MAXGU#03; 4. MAXGU#04; 5. MAXGU#05; 6. MAXGU#06; 7. Feltrin® nordeste; 8. Feltrin® Calcutá liso; 9. Topseed®.

Dónde: LPD= longitud de pedicelo; LCA= longitud de cáliz; LLCA= longitud de lóbulo de cáliz; LCO= longitud de la corola; LLCO= longitud de los lóbulos de la corola; LLOCO= longitud de ancho de los lóbulos de la corola; LE= longitud del estigma; LAE= longitud de ancho del estigma; LOV= longitud de ovario; LAOV= longitud de ancho de ovario.

Medias seguidas de la misma letra en minúsculas en la fila indican que no difieren estadísticamente entre sí por la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Para la caracterización de los frutos, existieron diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos para todas las características evaluadas. El genotipo MAXGU#02 destacó por tener medias superiores en las características de diámetro de fruto (31.61 mm), longitud de fruto (49.52 mm) y peso medio de fruto (26.68 g fruto⁻¹). Mientras que el genotipo regional MAXGU#01 sobresalió estadísticamente en la característica de firmeza del fruto (50.22 N), número de frutos por planta (39.67 frutos planta⁻¹) y en productividad (6.35 t ha⁻¹). Mientras en el genotipo regional MAXGU#03 se encontraron valores que fueron inferiores a comparación de los demás genotipos, tanto regionales como comerciales para todas las características evaluadas, no en tanto el genotipo comercial Feltrin® Calcutá liso se encontró media inferior en la característica productividad y número de frutos por planta a pesar de ser estadísticamente igual al MAXGU#03 (cuadro 5).

Cuadro 5

Valores medios de las características de los frutos planta en los genotipos de maxixe (*Cucumis anguria* L.) en Gurupi-Tocantis, Brasil (2016)

Genotipo	DF (mm)	LF (mm)	PF (g)	FF (Newton)	FxP	PT (t/ha ⁻¹)
1	26.72 bc	45.59 abc	25.31 ab	50.22 a	39.67 a	6.35 a
2	31.61 a	49.52 a	26.68 a	37.51 bcd	31.00 ab	5.51 ab
3	20.61 d	32.40 d	17.40 e	23.78 e	15.00 d	2.47 bc
4	28.33 abc	43.55 cd	23.88 bcd	38.20 bc	29.33 bc	4.40 ab
5	29.05 abc	46.15 abc	25.32 ab	37.82 bcd	24.00 c	3.93 b
6	28.32 abc	45.68 abc	22.08 cd	37.11 bcd	22.33 c	2.97 bc
7	29.60 bc	47.58 ab	22.89 cd	32.41 d	19.00 cd	2.71 bc
8	29.18 abc	48.15 ab	24.90 bc	38.34 bc	14.67 d	2.26 c
9	28.45 abc	46.28 abc	22.07 cd	36.19 cd	21.00 c	2.91 abc
Error Medio	5.29	7.89	9.50	57.02	49.69	2.14
C.V (%)	7.88	6.00	12.65	19.79	28.36	39.33
P	0.370	0.318	0.525	0.333	0.192	0.336

Genotipo: 1. MAXGU#01; 2. MAXGU#02; 3. MAXGU#03; 4. MAXGU#04; 5. MAXGU#05; 6. MAXGU#06; 7. Feltrin® nordeste; 8. Feltrin® Calcutá liso; 9. Topseed®.

Dónde: DF= diámetro de fruto; LF= longitud de fruto; PF= peso medio de fruto; FF= firmeza del fruto; FxP= frutos por planta; PT= productividad.

Medias seguidas de la misma letra en minúsculas en la fila indican que no difieren estadísticamente entre sí por la Prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

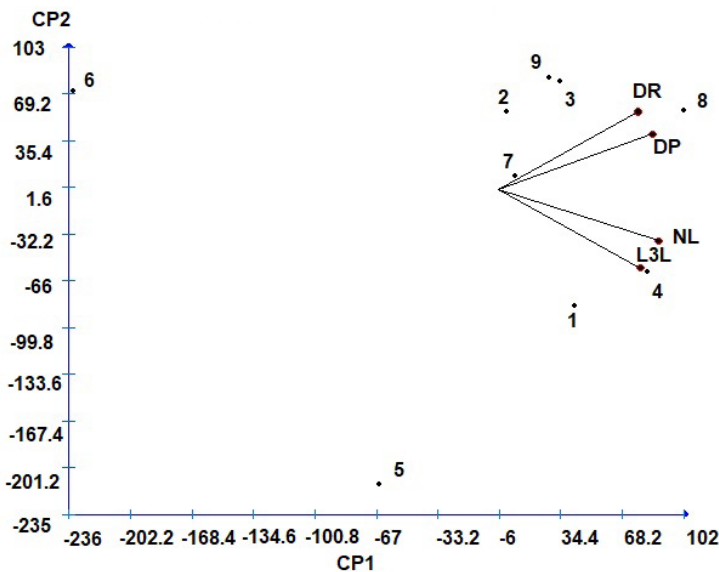
Análisis de los componentes principales de los caracteres vegetativos en maxixe

Para el ACP vegetativo, primero se procedió a crear los componentes principales 1 y 2 utilizando los caracteres que tuvieron diferencias estadísticas entre los genotipos, los cuales fueron: diámetro de rama principal, diámetro de pecíolo, número de lóbulos, longitud del tercer lóbulo en sentido horario. Los dos componentes (CP1 y CP2) en conjunto aportaron 90.88% de la información acumulada de todos los genotipos y de las variables analizadas, siendo el aporte del CP1 (número de lóbulos) de 67.56% y la aportación del CP2 (longitud del tercer lóbulo en sentido horario) de 23.32% (figura 1).

En el ACP vegetal se observó la formación de dos agrupaciones, siendo un grupo conformado por los genotipos regionales MAXGU#01 y MAXGU#04. El segundo grupo se constituyó por genotipos regionales (MAXGU#02 y MAXGU#03) y genotipos comerciales (Feltrin® Nordeste y Topseed®), mientras los restantes genotipo (MAXGU#06 MAXGU#05 y Feltrin® Calcutá liso) resultaron tener una mayor dispersión, es decir, lejos de las agrupaciones (figura 1).

Figura 1

Análisis de componentes principales a partir de caracteres vegetativos en genotipos de maxixe en Gurupi-Tocantis, Brasil (2016)



Genotipo: 1. MAXGU#01; 2. MAXGU#02; 3. MAXGU#03; 4. MAXGU#04; 5. MAXGU#05; 6. MAXGU#06; 7. Feltrin® nordeste; 8. Feltrin® Calcutá liso; 9. Topseed®.

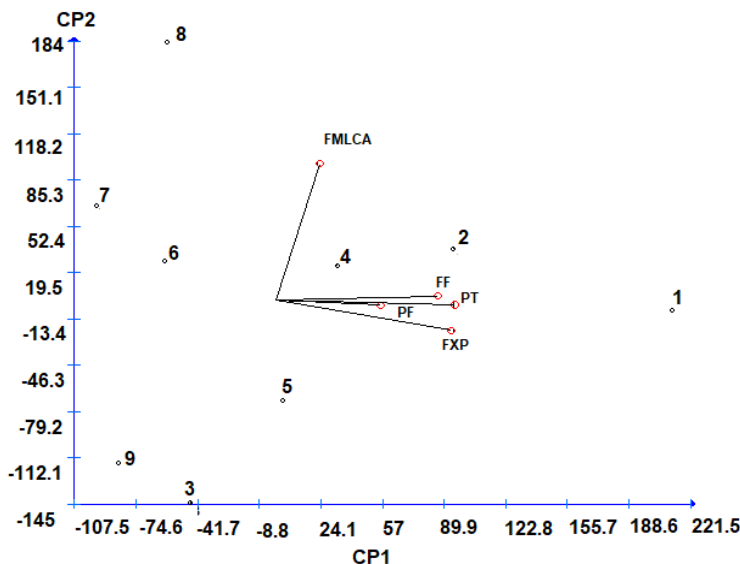
Dónde: DR= diámetro de rama principal; DP= diámetro de pecíolo; NL= número de lóbulos; L3L= longitud del tercer lóbulo en sentido horario.

Análisis de componentes principales de los caracteres reproductivos en maxixe

De igual manera para la obtención del ACP reproductivo se utilizaron los caracteres donde existieron diferencias estadísticas entre los genotipos para la caracterización de la flor masculina (longitud del cáliz) y de las características del fruto (peso medio, firmeza, frutos por planta y productividad); debido a que en la flor femenina no se encontraron diferencias estadísticas entre los caracteres evaluados se excluyó. La información de los genotipos y las variables analizadas aportaron una información acumulada entre los dos componentes (CP1 y CP2) de 78.03%, donde el CP1 aportó 58.22% (productividad) y el CP2 aportó 19.81% (longitud del cáliz de la flor masculina). En el análisis de componentes principales se resaltó que efectivamente existe una disimilitud entre los genotipos regionales y los comerciales para las características evaluadas (figura 2).

Figura 2

Análisis de componentes principales a partir de caracteres reproductivos y de fruto en genotipos de maxixe en Gurupi-Tocantis, Brasil (2016)



Genotipo: 1. MAXGU#01; 2. MAXGU#02; 3. MAXGU#03; 4. MAXGU#04; 5. MAXGU#05; 6. MAXGU#06; 7. Feltrin® Nordeste; 8. Feltrin® Calcutá liso; 9. Topseed®.

Dónde: FMLCA= flor masculina longitud de cáliz; PF= peso medio de fruto; FF= firmeza del fruto; FxP= frutos por planta; PT= productividad.

En el ACP reproductivo se formaron tres agrupaciones. Siendo un grupo formado por únicamente genotipos regionales (MAXGU#02 y MAXGU#04) y dos grupos constituidos por un regional y un comercial; es decir, un grupo constituido por MAX-

GU#03 y Topseed® y otro grupo formado con los genotipos MAXGU#06 y Feltrin® Nordeste. Los genotipos restantes (MAXGU#01 MAXGU#05 y Feltrin® Calcutá liso) quedaron dispersos de los demás genotipos (figura 2).

Discusión

En todos los genotipos se encontraron tres anteras, a excepción de los genotipos MAXGU#02 y MAXGU#03 en los que se encontraron dos anteras en cada uno, Taiz *et al.* (2017), constataron que el hormonio jasmonato —derivado del ácido linolénico— regula el crecimiento vegetal, incluyendo el desenvolvimiento de anteras y polen, como puede verse en el cuadro 3, el número de anteras no está regido por el tamaño del cáliz de la flor. Esto demuestra que es necesario la realización de más estudios con relación a este cultivar, pues también fueron encontrados flores con presencia de hasta cinco anteras como máximo.

El genotipo que sobresalió estadísticamente entre los demás, en tres características, fue el genotipo MAXGU#02, que es similar al paulista; resultante del cruzamiento de *C. anguria* L., con *Cucumis longipes* (Modolo y Costa, 2003b).

Mahajan *et al.* (2014), al estudiar las flores de *C. anguria* describen la flor masculina como flores en fascículo de 2 a 10 flores, con pedicelos de 0.5 a 3 cm de longitud y tres estambres, este trabajo concuerda al obtener resultados similares, y las flores femeninas como solitarias, con pedicelo de 2 a 10 cm de longitud, presentando ovario ínfero, elipsoide de 7 a 9 mm de longitud, suavemente espinoso y estigma con tres lóbulos, este trabajo concuerda al obtener resultados similares.

En el trabajo de Medeiros *et al.* (2014), al cultivar el maxixe en fibra de coco y utilizando fertirrigación con diferentes concentraciones de nitrógeno, encontraron medias en el diámetro de fruto de 27.8 mm, longitud de fruto con 42.4 mm y una media de 19.5 g fruto⁻¹ para peso y con 36 frutos planta⁻¹, medidas que fueron inferiores a las medias encontradas en los genotipos de esta región.

En un estudio de Modolo y Costa (2003b), al evaluar linajes de maxixe paulista y maxixe común plantados en camas con cobertura de polietileno, compararon las medias de peso de fruto y productividad, y determinaron los parámetros que mejor caracterizaron las diferencias entre los dos tipos de genotipos de maxixe, concluyendo que los genotipos son inversamente proporcionales; es decir, genotipo paulista es mayor en peso y genotipo común mayor en productividad, datos que fueron corroborados en este estudio.

Duarte *et al.* (2015a) registraron en su trabajo mejor peso por fruto en genotipos comerciales (Calcutá liso con 43.46 g) comparándolo con los genotipos de la región (19.71 g) en Juazeiro-BA; mientras que Medeiros (2009) registro al genotipo comercial del norte con espínculos un peso medio de 22.66 g fruto en Mossoró – RN y Oliveira *et al.* (2010) dieron a conocer que el genotipo comercial nordeste, y estudiado con diferentes espacios de siembra, se encontró con un mayor peso medio de fruto con 38 g en Areia-PB. En este trabajo se da a conocer que los genotipos comerciales se encuentran dentro de las medias obtenidas de los genotipos de la región, y no por encima de ellos, a pesar de existir diferencias estadísticas en algunas características morfológicas.

Según Oliveira *et al.* (1988), la espesura del epicarpio está relacionada al rendimiento del jugo del fruto, es decir, a mayor espesura del epicarpio menor rendimiento del jugo del fruto; de esta manera, la industria y el mercado de frutos *in natura* considera la espesura del revestimiento del fruto primordial; sin embargo, la firmeza de la pulpa es adecuada para el consumo *in natura* o cocida y la grosura del epicarpio beneficia en la prolongación del tiempo de almacenamiento.

En el trabajo de Carneiro-Neto *et al.* (2018), al comparar genotipos comerciales con genotipos de la región (Juazeiro-BA), encontraron que sobresalió el genotipo comercial Calcutá liso (diámetro de fruto de 35.02 mm, longitud de fruto de 52.65 mm, peso de fruto con 32.73 g, firmeza del fruto con 31.42 Newtons y con productividad máxima de 1.02 t/ha⁻¹), en comparación con el genotipo regional (diámetro de fruto de 27.75 mm, longitud de fruto de 44.59 mm, peso de fruto con 19.60 g, firmeza del fruto con 25.25 Newtons, 18.77 frutos por planta y productividad máxima de 0.77 t/ha⁻¹), en este trabajo se encontraron menores medias en las características evaluadas, en comparación con Carneiro-Neto *et al.* (2018), a excepción de las características de frutos por planta con 39.67 frutos y productividad con 6.35 t/ha⁻¹, que resultaron tener una producción dos veces mayor que las obtenidas por Carneiro-Neto *et al.* (2018), debido a que los que sobresalieron fueron los genotipos regionales y no los comerciales.

Análisis de los componentes principales de los caracteres vegetativos en maxixe

Las características morfológicas de las plantas de la misma especie pueden variar de acuerdo con las particularidades ambientales donde se desenvuelven (Bongers y Popma, 1990). En el trabajo de Mariscal *et al.* (2007), al realizar la caracterización morfológica en hojas de *Casearia sylvestris* Sw., demostraron la separación de las especies en grupos: uno de individuos con ramas mayores, con hojas más leves y de mayor área foliar, y el otro grupo con ramas menores, con hojas de menor área foliar, en diferentes áreas de cerrado.

En este estudio, el análisis de componentes principales de caracteres vegetativos en maxixe (figura 1) no mostró una clara distinción morfológica entre los genotipos analizados. Dentro del análisis de componentes principales y con ayuda de dos componentes representados por los ejes CP1 y CP2, se consiguió la interpretación de las relaciones existentes entre las variables y, consecuentemente, en la toma de decisiones. Dando a entender que existen grupos donde algunos genotipos tienen mayor similitud con unos que con otros, formando diversos grupos que pueden contribuir para una variabilidad general en las características analizadas.

Análisis de componentes principales de los caracteres reproductivos en maxixe

Los caracteres reproductivos tienden a ser más constantes entre individuos de una misma especie, siendo utilizados, por lo tanto, como buenos marcadores morfológicos para los diferentes taxones. El agrupamiento de los caracteres reproductivos (figura 2) reveló que

existen diferencias entre los genotipos de maxixe y más allá de que los genotipos sean provenientes de diferentes condiciones, hubo separación significativa, no hay similitud entre ellos.

Conclusiones

Los genotipos comerciales Feltrin[®], Topseed[®] y los regionales MAXGU#04 y MAXGU#06 se destacaron en la caracterización vegetal.

Los genotipos comerciales Feltrin[®], Topseed[®] y el genotipo regional MAXGU#02 se destacaron en la caracterización de la flor masculina.

Los genotipos regionales MAXGU#01, MAXGU#02 y MAXGU#04 se destacaron en la caracterización de la flor femenina.

Los genotipos regionales MAXGU#01 y MAXGU#02 se destacaron en la caracterización del fruto.

A pesar de existir similitud entre los genotipos, los más recomendables para la productividad son los genotipos regionales.

La formación de grupos concluye que también existe una variabilidad entre los genotipos estudiados.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) en México por el apoyo financiero y al Programa de Posgraduación en Producción Vegetal de la Universidad Federal de Tocantins (UFT) por la infraestructura concedida.

Literatura citada

- Bongers, F. y Pompa, J. (1990). Leaf characteristics of the tropical rain forest flora of Tuxtlas, Mexico. *Botanical Gazette*, 151(1): 354-365.
- Burle, M.L. y Oliveira, M.S.P. (2010). *Manual de curadores de germoplasma – Vegetal: caracterização morfológica*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília. 16 p.
- Carneiro-Neto, T. F. D. S.; Santos-Silva, G. B.; Almeida-Neto, S. V.; Rodrigues, R. M. P.; Souza-Feitosa, M.; Duarte, P. M.; Silva, N. C. y Siqueira, K. M. M. (2018). Floração e biologia floral do maxixeiro. *Revista Ouricuri*, 8(1): 057-068.
- Cruz, C.D. (2016). Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*. 38(4): 547-552.
- Duarte, P.M.; Silva, G.B.S.; Silva, N.C.; Carneiro-Neto, T.F.S.; Siqueira, K.M.M. (2015). Produção do maxixeiro (*Cucumis anguria* L.), Crioulo e a cultivar comercial Liso Calcutá. In: *XI SEMBIO: Uma discussão acerca da diversidade nos biomas brasileiros*. Paulo Afonso, 5(5): 30-33.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (2011). *Manual de Métodos de Análise de Solo*. 2 ed. Embrapa. Rio de Janeiro, Brasil. 230p.
- Ferreira, D.F. (2019). SISVAR: Computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4): 529-535.
- Köppen, W. (1948). *Climatología: con un estudio de los climas de la Tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 478 p.
- Mahajan, A.; Gill, N.S. y Arora, R. (2014). *Cucumis anguria*: a medicinally important plant of cucurbitaceae family. *International Journal of Recent Advances in Pharmaceutical Research*, 4(3): 21-27.

- Mariscal, A.A.; Binder, A.; Nunes, C.E.; Dinato, D.O.; Shimizu, G.H.; Pupo, M.V. y Brito, V.L. (2007). *Morfometria de folhas de Casearia sylvestris (Flacourtiaceae) em fragmentos de Cerrado-Itrapina*. SP: Relatórios. Recuperado de <https://www2.ib.unicamp.br/profs/fsantos/ecocampo/bt791/2006/R4-BT791.pdf>. (Consultado el 22 de abril 2016).
- Medeiros, M. A. (2009). *Maturação fisiológica em sementes de maxixe (Cucumis anguria L.)*. 37 f. Tesis de Maestria (Maestria en Agronomía: Fitotecnia) – Universidad Federal Rural del Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.
- Medeiros, A.S.; Gomes, L.P.; Guedes, R.A.A.; Lima, L.A.; Bezerra, F.M.S.; de-Lima, L.R. y de-Oliveira, F.D.A. (2014). Produção de maxixeiro cultivado em fibra de coco fertirrigado com diferentes concentrações de nitrogênio. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 10(3): 60-64.
- Modolo, V.A. y Costa, C.P. (2003a). Maxixe: uma hortaliça de tripla forma de consumo. *Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação*, v. 19. Recuperado de <http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/sites/www4.esalq.usp.br/biblioteca/files/publicacoes-a-venda/pdf/SPR19.pdf> (Consultado el 22 Abril 2016).
- Modolo, V.A. y Costa, C.P. (2003b). Avaliação de linhagens de maxixe paulista cultivadas em canteiros com cobertura de polietileno. *Horticultura Brasileira*, 21 (3): 534-538.
- Oliveira, J.C.; Ferreira, F.R.; Ruggiero, C. y Nakamura, L. (1988). Caracterização e avaliação de germoplasma de *Passiflora edulis*. In: congreso brasileiro de fruticultura, Campinas. *Anais. Sociedade Brasileira de Fruticultura*, 2(1): 585-590.
- Oliveira, A.P.; Silva, J.A.; Oliveira, A.N.P.; Silva, D.F.; Santos, R.R.; Silva y N.V. (2010). Produção do maxixeiro em função de espaçamentos entre fileiras e entre plantas. *Horticultura Brasileira*, 28(3), 344-347.
- Ritschel, P.S.; Thomazelli, L.C. y Huamán, Z. (1999). *Caracterização morfológica do germoplasma de batata-doce mantido pela EPAGRI*. EMBRAPA-CNPQ. Brasília. 7p.
- Salomão, A.N. (2010). *Manual de curadores de germoplasma – Vegetal: glossário*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília. 14p.
- SIDRA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. (2017). *Número de estabelecimentos agropecuarios y cantidad producida, por producto de la horticultura – resultados 2017*. Disponible en <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6619#resultado> (Consultado el 24 de septiembre de 2019).
- Silva, C.D.; Souza-David, A.M.S.; Figueiredo, J.C.; Barbosa, J.L.R. y Alves, R.A. (2019). Estádio de maturação do fruto na qualidade fisiológica de sementes de maxixe. *Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)*, 49(1): e53188-e53188 p.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Møller, I.M. y Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6ª ed. Editora Artmed. SP-Brasil. 857p.
- Tukey, J.W. (1949). Comparing individual means in the analysis of variance. *Biometrics*, 5(2):99-114p.

Recepción: 22 de enero de 2020

Envío a arbitraje: 31 de enero de 2020

Dictamen: 04 de abril de 2020

Aceptado: 27 de abril de 2020