



Características morfo agronómicas en variedades nativas locales de maíz (*Zea mays* L.) en el medio y bajo Putumayo*

Miller Obando Rojas**✉

Cristian David Gelpud Chaves***

Cómo citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Obando, M. y Gelpud, C. (2015). Características morfo agronómicas en variedades nativas locales de maíz (*Zea mays* L.) en el medio y bajo Putumayo. *Revista UNIMAR*, 33(2), 261-268.

Fecha de recepción: 17 de julio de 2015

Fecha de revisión: 03 de septiembre de 2015

Fecha de aprobación: 12 de diciembre de 2015

RESUMEN

Las variedades de maíz (*Zea mays* L.) cultivadas en Colombia son el producto de la continua introgresión genética entre las variedades nativas y las variedades o híbridos mejorados. Se colectó ocho variedades nativas de maíz en el medio y bajo Putumayo, buscando evaluar características morfológicas y agronómicas. Se utilizó ocho descriptores de maíz propuestos por el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo (CIMMYT) y el *International Board For Plant Genetic Resources* (IBPGR), los cuales fueron sometidos a análisis de varianza y pruebas de comparación de medias. Los resultados indicaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre variedades para siete variables. Las variedades ZmPg02, ZmPg01 y ZmPl01 presentaron mayores valores de altura (cm) (376,76; 378,00; 391,50) siendo estadísticamente iguales. ZmOr01 fue la más precoz (74,25 días), mientras que ZmPg02 presentó el mejor rendimiento, con 1.205,25 kg.ha⁻¹. En esa medida se pudo concluir que existen grandes diferencias entre las variedades en las características evaluadas.

Palabras clave: características morfológicas, características agronómicas, maíz, variedad, variabilidad genética.

Morphoagronomic features in local native maize varieties (*Zea mays* L.) in the middle and lower Putumayo

ABSTRACT

The varieties of maize (*Zea mays* L.) grown in Colombia are the product of continuous genetic introgression between native varieties and improved varieties or hybrids. Eight native varieties of corn were collected in the middle and lower Putumayo, seeking to assess morphological and agronomic characteristics. Eight descriptors corn proposed by the International Center for Improvement of Maize and Wheat (CIMMYT, as known in Spanish) and the International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), which were subjected to analysis of variance and mean comparison tests, were used. The results indicated significant differences ($P \leq 0.05$) among varieties for seven variables. ZmPg02, ZmPg01 and ZmPl01 varieties had higher values of height (cm) (376.76; 378.00; 391.50) were statistically equal. ZmOr01 was the earliest (74.25 days), whereas ZmPg02 presented the best performance, with 1205.25 kg ha⁻¹. To that extent it was concluded that there are great differences between varieties in the evaluated characteristics.

Key words: morphological features, agronomic features, maize, variety, genetic variability.

* Artículo Resultado de Investigación.

**✉ Ingeniero Agroforestal; Especialista en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas; Magíster en Gestión y Auditoría Ambiental. Putumayo, Colombia. Correo electrónico: mobando@itp.edu.co

*** Ingeniero Agrónomo. Docente Catedrático Instituto Tecnológico del Putumayo, Colombia. Correo electrónico: lado-c@hotmail.com

Características morfológicas e agronômicas em variedades nativas locais de milho (*Zea mays* L.) no meio e baixo Putumayo

As variedades de milho (*Zea mays* L.) cultivadas na Colômbia são o produto de introgressão genética contínua entre as variedades nativas e variedades ou híbridos melhorados. Oito variedades nativas de milho foram coletadas no meio e baixo Putumayo, buscando analisar as características morfológicas e agronômicas. Foram utilizados oito descritores de milho propostos pelo Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT, como é conhecido em espanhol) e o Conselho Internacional dos Recursos Fitogenéticos (IBPGR, como é conhecido em inglês), que foram submetidos à análise de variância e as testes de comparação de médias. Os resultados indicaram diferenças significativas ($P \leq 0,05$) entre variedades para sete variáveis. As variedades ZmPg02, ZmPg01 e ZmPl01 teve maiores valores de altura (cm) (376,76; 378,00; 391,50) sendo estatisticamente iguais. ZmOr01 foi a primeira (74,25 dias), enquanto ZmPg02 apresentou o melhor desempenho, com 1205.25 kg ha⁻¹. Nessa medida, concluiu-se que existem grandes diferenças entre as variedades nas características avaliadas.

Palavras-chave: características morfológicas, características agronômicas, milho, variedade, variabilidade genética.

I. Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) a nivel mundial ocupa la tercera posición en cuanto a producción total, detrás del arroz y del trigo, se constituye en un producto agrícola estratégico para la seguridad alimentaria de la humanidad y animal (Mendoza et al., 2003).

México es considerado como el centro de origen, domesticación y dispersión del maíz (*Zea mays* L.). A la fecha se han descrito 59 razas potencialmente diferentes (Ortega, 2003; Kato et al., 2009). Como en el continente americano se reportaron unas 300 razas, la variación en México representa 22.7 % de la diversidad del maíz en el continente (Serratos, 2009). (Ángeles-Gaspar, Ortiz-Torres, López y López-Romero, 2010, p. 287).

Sin embargo, el centro de origen del maíz ha sido objeto de numerosos trabajos, "con base en los cuales se han sugerido varios sitios de origen que van desde Paraguay en Sur América hasta Guatemala y México en Mesoamérica" (Silva, 2005). Por otra parte, algunos autores atribuyen el centro de origen a las cumbres andinas del Perú, Bolivia y Ecuador (Carrillo, 2009).

La variabilidad genética en el maíz se debe a los mismos mecanismos que operan en las poblaciones de los organismos en el proceso evolutivo, tanto de manera espontánea como bajo domesticación, influenciada por los nichos ambientales, características del suelo, clima y manejo del cultivo (Carballoso, Mejía, Balderrama, Carballo y González, 2000).

Las variedades de maíz, denominadas criollas, que han sido seleccionadas y sembradas por los agricultores, han generado alta variabilidad como resultado de las mutaciones y la recombinación genética (Herrera et al., 2004; Aramendiz, Arias, Castro, Marín y López, 2005).

Según Aramendiz et al. (2005) y Ávila (2009), los maíces regionales son materiales que presentan excelente adaptación ecológica, lo que ha contribuido para su conservación en los sistemas de producción asociados con la economía campesina. Sin embargo, dichos materiales criollos o regionales pueden presentar baja productividad debido al mal manejo de labores técnicas del cultivo (Damián et al., 2007).

El mejor desempeño y adaptabilidad de las poblaciones nativas con respecto a las variedades mejoradas introducidas se atribuye a que las variedades mejoradas y los híbridos manifiestan su potencial productivo generalmente en condiciones óptimas de fertilización, humedad, manejo agronómico, control de plagas y enfermedades, similares al ambiente donde fueron obtenidas en campos experimentales (Centro de Investigaciones Agrarias, 1980). Es decir, existen variedades nativas que poseen mejores características en términos de comportamiento agronómico y adaptación al ambiente, debido a su amplia variación genética intrapoblacional y a su buen comportamiento *per se*, ventajas que pueden aprovecharse con fines de mejoramiento genético para áreas de temporal deficiente (Gil-Muñoz, López, Muñoz y López-Sánchez, 2004). (Ángeles-Gaspar et al., 2010, p. 291).

Las variedades de maíz cultivadas en Colombia son producto de la continua introgresión genética (cruzamiento) entre las variedades -criollas- y las variedades y/o híbridos mejorados (Cardona, Sánchez, Montoya y Quintero, 2005).

Investigaciones orientadas a la caracterización de materiales nativos en regiones de Colombia son reportados por Aramendiz et al. (2005), quienes caracterizaron morfológicamente maíces regionales de la costa Caribe, encontrando alta variabilidad en los componentes resultantes y características altamente deseables, las cuales pueden incorporarse en programas de mejoramiento. De igual manera, Ligarreto, Ballén y Huertas (1998), caracterizaron morfológicamente 25 accesiones de maíz de la zona pertenecientes a la colección del ICA - CORPOICA, encontrando alta variabilidad cuantitativa en dos ambientes evaluados, permitiendo ampliar la base para la selección de progenitores, además del diseño de estrategias de conservación del germoplasma.

Actualmente, no se reportan investigaciones sobre caracterizaciones o evaluaciones de variedades nativas de maíz del medio y bajo Putumayo, razón por la cual se desconoce la variabilidad y las características morfológicas y agronómicas de dichas variedades. La presente investigación tiene como objetivo, la evaluación de algunas características morfológicas de materiales nativos colectados en la zona mencionada, ampliando el conocimiento de la variabilidad de la especie con la posible identificación de caracteres deseables, además de incentivar las políticas de conservación del germoplasma evaluado, puesto que constituye una base genética importante.

2. Metodología

Localización. Esta investigación se realizó en el corregimiento del Jauno, municipio de Puerto Guzmán, Putumayo; ubicado a una altura promedio de 350 msnm, con una temperatura promedio de 27° C y una precipitación de 5.200 mm/año, humedad relativa 92,3%. Los suelos se caracterizan por presentar una capa orgánica bastante pobre, inferior a 10 cm de espesor (Acosta, 2007).

Material vegetal. La colección de las variedades nativas de maíz, se realizó en el departamento del Putumayo. Las zonas geográficas de muestreo correspondieron al medio y bajo Putumayo, en las cuales se ubican los

municipios de: Mocoa, Villa Garzón, Orito, Puerto Guzmán, Puerto Asís, Puerto Caicedo, San Miguel, Puerto Leguizamo y Valle del Guamuez.

En dichas zonas se realizaron muestreos teniendo en cuenta áreas en las cuales tradicionalmente los agricultores cultivan maíz, además de los reportes institucionales de los municipios con la participación del área de siembra y de la producción del departamento.

Colecta. En cada área de producción de maíz tradicional, identificada previamente en los distintos municipios que componen la zona del medio y bajo Putumayo, se procedió a identificar las plantas por sus características morfológicas, mediante la hoja de pasaporte. Para cada muestra recolectada se determinaron datos como número de entrada, fecha de colección, departamento, altitud, fuente de población, tipo de población, número de mazorcas colectadas, peso de la semilla, nombres vulgares o locales, uso de la entrada, latitud y longitud, según el formulario propuesto por el CIMMYT/IBPGR (1991). La localización exacta de cada colección se determinó mediante el GPS (Global Position System).

Complementariamente se realizaron entrevistas con la población lugareña para obtener datos etnobotánicos, como nombre común, nombre de la localidad, usos de la colección, origen y edad.

Seguidamente, se estableció una base de datos con información de cada variedad nativa recaudada, asignándoles pasaportes codificados según el municipio de procedencia; Valle del Guamuez (ZmVg), Puerto Leguizamo (ZmPl); Puerto Guzmán (ZmPg), Orito (ZmOr), Puerto Asís (ZmPa) (ver Tabla 1).

Tabla 1. Base de datos genotipos colectados

Material	Latitud	Longitud	Altura (msnm)
ZmPl01	00° 10' 52.2''	074° 46' 36.4''	288
ZmPl02	00° 12' 44.8''	074° 46' 033''	289
ZmVg01	00° 20' 23.7''	076° 59' 53.1''	336
ZmVg02	00° 22' 25.7''	076° 50' 26.8''	334
ZmPg01	00° 38' 49.8''	076° 30' 17.6''	310
ZmPg02	00° 40' 9.5''	076° 34' 0.91''	305
ZmPa01	00° 31' 27.7''	076° 26' 14.6''	290
ZmOr01	00° 31' 07.1''	076° 53' 34.5''	345

Evaluación de las variables. La caracterización morfológica y agronómica se realizó según el estado fenológico, teniendo en cuenta algunos descriptores propuestos por el CIMMYT/IBPGR (1991) para el cultivo del maíz (*Zea mays* L.); cada uno de estos descriptores constituyó una variable evaluada. En la recolección de datos de cada una de las variables, se tomaron 10 plantas por parcela; además, se incluyó la evaluación de la variable: rendimiento en ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) como carácter agronómico evaluado, siguiendo la metodología propuesta por Ligarreto et al. (1998); Martín et al. (2008) y Ángeles-Gaspar et al. (2010).

Tabla 2. Características morfológicas y agronómicas evaluadas (CIMMYT/IBPGR, 1991).

Carácter	Unidad de medida
Altura de planta	Cm
Diámetro del tallo	cm
Número de mazorcas por planta	Unidad
Longitud de la mazorca	cm
Diámetro de la mazorca	cm
Peso de 100 granos.	unidad
Días a floración	días
Rendimiento	Kg/ha

Diseño y área experimental. En la siembra de cada material se dispusieron surcos de 10 m de largo y 90 cm de distancia entre cada surco; se sembraron entre 6 y 8 hileras, dependiendo de la disponibilidad de la semilla. También, se tomó como parcela útil para la toma de información los cuatro surcos centrales, marcando al azar 5 plantas por surco para un total de 20 plantas muestreadas por parcela, siguiendo la metodología propuesta por Ligarreto et al. (1998); Aramendiz et al. (2005); Hortelano, Muñoz, Santacruz, Miranda y Córdova (2008) y Ángeles-Gaspar et al. (2010).

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, donde cada tratamiento evaluado correspondió a un material colectado, siendo un total de 8 tratamientos evaluados. Cada variable se sometió a análisis de varianza. Las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) fueron sometidas a la prueba de comparación de medias de Tukey. Se utilizó el software estadístico SAS (SAS Institute Inc., 2004), acorde con la metodología propuesta por Ángeles-Gaspar et al. (2010).

3. Resultados y Discusión

El análisis de la varianza para las variables morfológicas y agronómicas evaluadas en las ocho variedades nativas colectadas en el medio y bajo Putumayo (Tabla 1), indicó que existen diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre genotipos para siete de las ocho variables evaluadas, siendo no significativa, únicamente, la variable número de mazorca por planta. Dichas diferencias estadísticas encontradas para las siete variables restantes, indican que existe diversidad genética entre las variedades nativas evaluadas; estos resultados concuerdan con los reportados por Ángeles-Gaspar et al. (2010), quienes en su estudio orientado a la caracterización de poblaciones nativas de maíces en Molcaxac (México), reportaron diferencias estadísticas significativas entre las poblaciones evaluadas en más del 75% de las variables estimadas, indicando que existe diversidad genética entre las poblaciones. De igual manera, Ligarreto et al. (1998) en una investigación que evaluó 25 accesiones de maíz de la zona andina, reportó alto grado de variabilidad de los caracteres evaluados; esta variabilidad es atribuible a la diversidad fenotípica de las accesiones evaluadas.

Las pruebas de comparación de medias de Tukey para las variables (Tabla 2) que mostraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), indicando que para la variable altura, las variedades nativas ZmPg02, ZmPg01 y ZmPl01 con alturas de 376,76 cm, 378,00 cm y 391,50 cm, respectivamente, presentaron los mayores valores, siendo estadísticamente iguales, en contraste con la variedad ZmOr01, la cual presentó el valor más bajo de altura con 265,50 cm, categorizándose como variedades de porte medio a alto.

Respecto de la variable altura, Aramendiz et al. (2005) obtuvieron resultados similares en la caracterización de variedades nativas de maíz del Caribe colombiano, reportando diferencias estadísticas significativas entre cultivares, cuyas alturas en los grupos obtenidos oscilan entre los 294,37 cm y 310,41 cm, que los establecen como cultivares de alto vigor, con posibles usos en el desarrollo de variedades para cultivos asociados, puesto que además, dichas alturas se asocian a buenas capacidades de anclaje, según los valores de capacitancia obtenidos.

Dicha variabilidad en los valores de altura y otras características, puede ser explicada según lo planteado por Mangelsdorf (1974, citado por Bennetzen et al., 2001), quien menciona que en Colombia, en los departamentos de Cundinamarca y otros adyacentes al Valle del Magdalena, entre los 400 a 2000 msnm, la razas de maíz Pira y Confite Morocho, constituyeron dos de las seis razas primitivas, las cuales dieron origen a todo un "linaje", al que pertenecen variedades nativas altamente desarrolladas presentes en la Amazonia brasilera, Uruguay, Venezuela, Perú e inclusive zonas del Ecuador, con límites en el sur de Colombia. A pesar de la influencia de razas de la zona Andina alta, las variedades derivadas de Pira y Morocho presentan adaptabilidad a alturas entre los 300 y 1.500 msnm.

Tabla 3. Cuadrados medios de los análisis de varianza y coeficientes de variación de las variables evaluadas de maíces nativos del medio y bajo Putumayo

Cuadrados medios CV.			
Variable	Var	Error	%
Altura de la planta	8469,14**	1214,39	10,22
Diámetro del tallo	0,42**	0,07	7,67
Numero mazorcas por planta	0,29ns	0,14	30,24
Longitud de la mazorca	12,42**	1,32	7,02
Diámetro de la mazorca	0,34**	0,02	3,12
Peso de 100 granos	13,39**	3,22	5,17
Días a floración	59,13**	1,47	1,53
Rendimiento	63475,91**	2875,8	5,51

* = $P \leq 0,05$; ** = $P \leq 0,01$; ns = No significativo Var: Variedad., CV: coeficiente variación.

Por otra parte, los valores de diámetro de la mazorca en la prueba de comparación de medias, mostraron que la variedad nativa ZmPl01, presentó mayor valor de diámetro con 4,65 cm, en contraste con las variedades ZmVg02 y ZmPa01, las cuales presentaron los menores valores: 3,85 cm y 3,70 cm respectivamente.

Resultados similares son reportados por Ángeles-Gaspar et al. (2010), quienes en la caracterización

de poblaciones nativas de maíces en Molcaxac (México), encontraron diferencias estadísticas significativas en los valores de diámetro de mazorca, y obteniéndose como máximos de 4,78 cm y mínimos de 4,02 cm. De igual manera, Hortelano et al. (2008) en la evaluación de la diversidad morfológica de maíces nativos del Valle de Puebla, encontraron diferencias estadísticas significativas en el diámetro de la mazorca, reportando valores de diámetro comprendidos entre 3,8 cm y 4,9 cm. Adicionalmente, Ligarreto et al. (1998), reportan valores promedio de diámetro de 3,51 cm en maíces de la zona Andina.

La variabilidad expresada en los valores de diámetro de mazorca y de otras características evaluadas, puede ser explicada según lo planteado por Muñoz (2003, citado por López-Romero, 2005), quien señala que dicha variabilidad es atribuible a la selección realizada por los agricultores, quienes participan para color de grano, forma, tamaño y diámetro de la mazorca, entre otros criterios de selección. Por otra parte, la variabilidad genética presente dentro y entre poblaciones de maíz, ha sido reconocida como una de las más abundantes del reino vegetal, ya que mucha de esta variabilidad se debe a factores unitarios que han sido identificados a través del tiempo, y que controlan características fácilmente visibles como: colores, formas y estructuras (Acosta, 2007).

En cuanto a los valores de peso de 100 granos (g), la prueba de comparación de medias indicó que la variedad ZmPl02 presentó el valor más alto de peso de 100 g, con un valor de 38,0 g, mientras que las variedades ZmOr01 y ZmPl01 presentaron los menores valores: 32,0 g y 33,5 g respectivamente.

Los resultados obtenidos de peso de 100 granos, concuerdan con los reportados por Ángeles-Gaspar et al. (2010), quienes reportan valores comprendidos entre 24,9 g y 40,4 g.

Tabla 4. Promedios de algunas variables morfológicas y agronómicas en las ocho variedades nativas colectadas en el medio y bajo Putumayo

variedad	Altura	DT	LM	DM	P100gr	DAF	Rend
	Cm	cm	Cm	cm		días	Kg.ha
ZmPl01	391,50 c	3,45 abc	19,00 c	4,65 d	33,50 a	75,75 ab	1099,25 cd
ZmPl02	358,00 bc	4,00 c	16,00 ab	4,30 c	38,0 b	75,50 bc	1205,25 d
ZmVg01	324,00 abc	3,08 a	15,00 a	4,08 bc	35,00 ab	82,25 de	950,25 ab
ZmVg02	349,25 bc	3,13 a	15,75 ab	3,85 a	33,00 a	85,25 f	871,00 ab
ZmPg01	378,00 c	3,43 abc	18,25 bc	4,23 c	34,75 ab	79,50 cd	847,25 a
ZmPg02	376,75 c	3,30 ab	17,75 bc	4,30 c	36,50 ab	82,50 ef	981,75 bc
ZmPa01	283,75 ab	3,85 bc	14,50 a	3,70 a	34,50 ab	76,50 ab	979,50 bc
ZmOr01	265,50 a	3,40 abc	14,51 a	4,22 c	32,00 a	74,25 a	851,25 a

Medias con la misma letra en columnas son iguales estadísticamente ($P < 0.05$). DT: diámetro de tallo. LM: longitud de mazorca. DM: diámetro de mazorca. P100gr.: Peso de 100 granos. DAF: Días a floración. Rend: Rendimiento kg.ha-1.

La variable días a floración total, mostró en la prueba de comparación de medias, que la variedad de más rápida floración fue ZmOr01 con un valor de 74,25 días después de la siembra, en contraste con la variedad de más tardía floración, que correspondió a ZmVg02 con un valor de 82,25 días.

Al respecto, estos valores de días a floración son similares a los reportados por *Ángeles-Gaspar et al.* (2010), quienes reportaron este fenómeno entre los 85 y 93 días después de la siembra. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los resultados reportados por *Ángeles-Gaspar et al.*, se obtuvieron en una localidad de México ubicada a 1850 msnm, 22° C, y 650 mm de precipitación; dichos datos divergen ampliamente con los reportados por *Ligarreto et al.* (1998), quienes reportan valores de días a floración en promedio de 25 accesiones de maíz de la zona Andina de 132,39 días, ya que en el ensayo se realizó en Cundinamarca, Colombia, a 2.543 msnm, 13° C y 645 mm de precipitación; en esa medida, se evidencia una amplia variación en los días de floración, es decir, todo depende de las condiciones ambientales del lugar de cultivo.

La característica de la precocidad en algunas variedades nativas, es según *Gil-Muñoz et al.* (2004) una variable importante para denotar adaptación de poblaciones a condiciones de humedad imperantes. Teniendo en cuenta los valores de días a floración obtenidos en la presente investigación de 74,25 días para la variedad ZmOr01, la cual según la

clasificación propuesta por *Gil-Muñoz et al.* (2004), se clasifica como precoz, es probable que sea una expresión de adaptabilidad a las condiciones de humedad presentes en las distintas zonas de muestreo en el departamento del Putumayo, en donde la HR% está por encima del 84%.

Por otra parte, los resultados para la variable rendimiento, en la prueba de comparación de medias, mostró que los rendimientos más altos fueron los obtenidos por la variedad nativa ZmPg02 con un valor de 1.205,25 kg.ha⁻¹, mientras que el valor más bajo lo reportó la variedad ZmPg01 con un valor de 871,00 kg.ha⁻¹. Estos resultados son muy distantes de los reportados por *Ángeles-Gaspar et al.* (2010), quienes obtuvieron un valor máximo de rendimiento de variedades nativas en Molcaxac (México) de 5.607 kg.ha⁻¹ y un mínimo de 2.448 kg.ha. De igual manera, *Martín et al.* (2008), en investigaciones realizadas en la caracterización de maíces nativos del norte de México, reportó rendimientos de dichos maíces entre los 4.491 kg.ha⁻¹ y 274 kg.ha⁻¹, resultados que se asocian a la alta variabilidad tanto en la expresión de la precocidad, el peso de los granos, tamaño, entre otros caracteres que permiten obtener rendimientos estadísticamente significativos entre variedades nativas.

A pesar de que *Ávila* (2009) señala que los maíces regionales son materiales que presentan excelente adaptación ecológica, debido a la variabilidad genética generada por las mutaciones y las recombinaciones genéticas que alimentan

la variabilidad (Aramendiz et al., 2005), dichas variedades nativas pueden tener baja productividad debido al mal manejo de labores técnicas del cultivo (Damián et al., 2007).

Sin embargo, la baja productividad de las variedades criollas en sistemas agrícolas, es explicada según lo propuesto por Rosas-Sotomayor, Gallardo y Jiménez (2006), ya que se debe a la siembra en suelos marginales, baja capacidad económica de los agricultores y a la falta de un paquete tecnológico adecuado sobre el cultivo.

A pesar de que las poblaciones nativas de maíz pueden presentar características de baja productividad, según González, Vázquez, Sahagún y Rodríguez (2008), pueden incrementar los rendimientos cuando son combinadas con variedades mejoradas, obteniéndose materiales de alto rendimiento, constituyendo una base para los programas de mejoramiento. De igual manera, Espinoza, Sierra y Gómez (2003) mencionan que los cruzamientos de maíces mejorados con nativos optimizan la heterosis, reduciendo la erosión genética.

Por tanto, las variabilidad de características morfológicas y agronómicas de las variedades nativas del medio y bajo Putumayo descritas en esta investigación, constituyen un avance importante para fortalecer la base genética, partiendo de la identificación de características deseables que pueden ser usadas en programas de mejoramiento (Carballoso et al., 2000), además de incentivar la toma de medidas de conservación del germoplasma evaluado.

4. Conclusiones

Existe variabilidad en las características morfológicas y agronómicas en las variedades nativas del medio y bajo Putumayo.

La variedad colectada del municipio de Puerto Leguízamo, presentó el mayor rendimiento en contraste con la variedad colectada en el municipio de Puerto Guzmán, la cual presentó el menor rendimiento.

Los resultados de esta investigación podrán utilizarse en evaluaciones posteriores en ambientes diferentes, el conocimiento de las razas nativas de maíz, puede permitir la selección de progenitores deseables para programas de mejoramiento y de

estrategias de conservación del germoplasma en bancos de semillas y de conservación *in situ*.

5. Conflicto de intereses

Los autores de este artículo declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses del trabajo presentado.

Referencias

- Acosta, R. (2007). Selección participativa de germoplasma cubano de maíz (*Zea mays*, L.) en el sistema local de Batabanó, La Habana. *Cultivos Tropicales*, 28(2), 63-70.
- Ángeles-Gaspar, E., Ortiz-Torres, E., López, P. y López-Romero, G. (2010). Caracterización y rendimiento de poblaciones de maíz nativas de Molcaxac, Puebla. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 33(4), 287-296.
- Aramendiz, H., Arias, Y., Castro, D., Marín, N. y López A. (2005). Caracterización morfológica de maíces criollos del Caribe colombiano. *Agronomía Colombiana*, 23(1), 28-34.
- Ávila, C. (2009). Los maíces transgénicos y sus riesgos. *Ciencias*, (92-93), 74-79.
- Bennetzen, J., Buckler, E., Chandler, V., Doebley, J., Dorweiler, J., Gaut, B., Freeling, M., Hake, S. et al. (2001). Genetic Evidence And The Origen Of Maize. *Latin American Antiquity*, 12(1), 84-86.
- Carballoso, T., Mejía, C., Balderrama, C., Carballo, C. y González, C. (2000). Divergencia en poblaciones de maíz nativas de valles altos de México. *Agrociencia*, 34(002), 167-174.
- Cardona, C., Sánchez, Ó., Montoya, M. y Quintero, J. (2005). Producción de etanol carburante: material lignocelulósico una nueva alternativa. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 2(1), 47-55.
- Carrillo, C. (2009). El origen del maíz naturaleza y cultura en Mesoamérica. *Ciencias*, (92 – 93), 4-13.
- Damián, M., Ramírez, B., Parra, F., Paredes, J., Gil, A., Cruz, A. y López, J. (2007). Apropiación de tecnología por productores de maíz en el estado de Tlaxacala, México. *Agricultura Técnica en México*, 33(2), 163-173.
- Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y del Trigo (CIMMYT/IBPGR). (1991). *Descriptors for maize*. International Maize and Wheat Improvement Center: México - City/International Board for plant Genetic Resources: Rome CIMMYT/IBPGR ROME.

- Espinoza, A., Sierra, M. y Gómez, N. (2003). Producción y Tecnologías de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana*, 14(1), 117-121.
- Gil-Muñoz, A.; López, P., Muñoz, A. y López-Sánchez, H. (2014). Variedades criollas de Maíz (*Zea mays* L) en el estado de Puebla, Mexico: Diversidad y utilización. En: J. L. Chaves, J. Tuxil y D. I. Jarvis (eds.). *Manejo de la diversidad de los cultivos en los Agro sistemas tradicionales* (pp. 18-25). Recuperado de http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx_news/Manejo_de_la_diversidad_de_los_cultivos_en_los_agroecosistemas_tradicionales_1068.pdf
- González, A., Vázquez, L., Sahagún, J. y Rodríguez, J. (2008). Diversidad fenotípica de variedades e híbridos de maíz en el Valle Toluca-Atacomulco, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(1), 67-76.
- Herrera, E., Castillo, F., Sánchez, J., Hernández, J., Ortega, R. y Goodman, M. (2004). Diversidad del maíz chalqueño. *Agrociencia*, 38(2), 191-206.
- Hortelano, R., Muños, A., Santacruz, A., Miranda, S. y Córdova, L. (2008). Diversidad morfológica de maíces nativos del Valle de Puebla. *Agricultura Técnica en México*, 34(2), 189-200.
- Ligarreto, G., Ballén, A. y Huertas, D. (1998). Evaluación de las Características Cuantitativas de 25 Acciones de Maíz (*Zea Mays* L.) de la Zona Andina. *Revista CORPOICA*, 2(2), 1-5.
- López-Romero, G., Santacruz-Varela, A., Muñoz-Orozco, A., Castillo-González, F., Córdova-Téllez, L. y Vaquera-Huerta, H. (2003). Caracterización morfológica de poblaciones nativas de maíz del istmo de Tehuantepec, México. *Revista de ciencia y tecnología de América*, 30(5), 284-290.
- Martín, J., Ron, J., Sánchez, J., De la Cruz, L., Morales, M., Carrera, J., Ortega, A., Vidal, V., Guerrero, M. (2008). Caracterización agronómica y morfológica de maíces nativos del noroccidente de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31(4), 331-340.
- Mendoza, M., López, A., Oyervides, A., Martínez, G., León, C., Moreno, E. (2003). Herencia Genética y Citoplásmica de la Resistencia a la Pudrición de la Mazorca del Maíz (*Zea mays* L.) Causada por *Fusarium moniliforme* Sheld. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 21(3), 267-271.
- Rosas-Sotomayor, J., Gallardo, O. y Jiménez, J. 2006. Mejoramiento de maíces criollos de Honduras mediante la aplicación de metodologías de fitomejoramiento participativo. *Agronomía Mesoamericana*, 17(3), 383-382.
- SAS Institute Inc. (2004). *SAS/STAT® 9.1 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Silva, C. (2005). *Maíz genéticamente modificado*. Bogotá, Colombia: AGRO-BIO.