

REVISTA DE AGRONOMÍA

Año 2010 Vol. XXVII No. 1 (Pags. 18-26)

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE SIETE GENOTIPOS DE
MAÍZ AMARILLO *Zea mays* L. BAJO CONDICIONES DE CLIMA MEDIO
EN EL DEPARTAMENTO DE NARIÑO*

AGRONOMIC PERFORMANCE OF SEVEN GENOTYPES OF
MAIZE YELLOW *Zea may-s* L. UNDER CONDITIONS OF WARM CLIMATE
IN THE DEPARTMENT OF NARIÑO

Carlos Ortega Gómez¹, Franco Ortega Betancourth¹,
Francisco Torres Martínez², Tulio César Lagos Burbano³

Fecha de Recepción: 8 de Marzo 2009

Fecha de Aceptación: 16 de Junio 2010

RESUMEN

Con el fin de estudiar el comportamiento agronómico de siete genotipos de maíz amarillo *Zea mays* bajo condiciones de los municipios de Nariño, La Unión y Sandona, del departamento de Nariño, se evaluaron los cultivares L4/06B, L5/06B, L6/06B, L7/06B, L8/06B, la variedad mejorada ICA V-305 y el cultivar experimental Población 19, bajo un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro repeticiones en cada una de las localidades. Las variables evaluadas fueron: días a floración masculina y femenina, días a llenado de mazorca, altura de planta, altura de la primera mazorca, días a cosecha, número de mazorcas por planta, relación grano/mazorca, peso de cien granos y rendimiento. Los datos analizaron a través del Análisis de Varianza Combinado y pruebas de comparación de medias de Tukey. Los genotipos más precoces en las evaluaciones fueron ICA V-305 en La Unión con 65 días a flor femenina (DFF) y L5/06B con 65,5 DFF en Nariño. Los genotipos más destacados de las tres localidades fueron L6/06B y L7/06B con 68 y 69 DFF, respectivamente. Los genotipos con mayor altura encontrados en la evaluación fueron Población 19 con 1,73 m en Sandona y L5/06B con 1,67 m en la Unión. Los genotipos de mayores rendimientos en las tres localidades fueron: Población 19 y la variedad ICA V-305 destacando valores de 2006,53 Kg-ha⁻¹ en Sandona y 1708,58 Kg-ha⁻¹ en Nariño respectivamente.

Palabras clave: Población 19, evaluación, localidades, rendimiento, cultivares.

* Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

⁽¹⁾ Estudiantes de Ingeniería Agronómica. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, Colombia. E-mail: agrocar203@hotmail.com; francojavierortega@yahoo.es

⁽²⁾ Ing. Agr. M.Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. Colombia. E-mail; franjatm@hotmail.com

⁽³⁾ Ing. Agr. PhD. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. Colombia. E-mail; tclagos@hotmail.com.

ABSTRACT

In order to study the agronomic performance of seven genotypes of yellow corn *Zea mays* under conditions of the municipalities of Nariño, La Union and Sandona, the department of Nariño. The cultivars L4/06B, L5/06B, L6/06B, L7/06B, L8/06B, improved variety ICA V-305 and cultivar experimental Population 19 were evaluated under a Randomized Complete Block with four replications in each of the localities. The variables evaluated were: days to male and female flowering, days to fill ear, plant height, first ear height, days to harvest, number of pods per plant, ratio grain/ear, weight of hundred grains and performance. The data analyzed through the combined analysis of variance and mean comparison tests of Tukey. The earliest genotypes in the evaluations were ICA V-305 in La Union 65 days to female flower (DFF) and L5/06B with 65,5 DFF in Nariño. The genotypes most prominent of the three locations were L7/06B and L6/06B with 68 and 69 DFF, respectively. The genotypes having the highest found in the evaluation were Population 19 in Sandona with 1,73 m and L5/06B with 1.67 m in the Union. The genotypes for yield in the three locations were Population 19 and ICA V-305 variety emphasizing values 2006,53 Kg/ha in Sandona and 1708,58 kg/ha in Nariño, respectively.

Keywords: Population 19, evaluations, locations, performance, cultivars.

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cereales más importantes de la producción en Colombia y su área corresponde a una tercera parte del total sembrado en cultivos de ciclo corto, ocupando el primer lugar en superficie con aproximadamente 576000 hectáreas en 2006 y una producción cercana a 1,8 millones de toneladas, la cual está distribuida entre maíz blanco que ocupa el 33,25% de la superficie y maíz amarillo con el 66,8%, prevaleciendo ligeramente el cultivo tradicional con 50,5 % de área cultivada (DANE, 2006), y con rendimientos promedios de 3,2 t/ha para maíz tecnificado y de 1,4 t/ha para maíz tradicional (Confecampo, 2008).

En el departamento de Nariño, este cultivo forma parte esencial de la dieta alimenticia de los agricultores y es un alimento básico para los animales; además, de la importancia para la generación de empleo rural y la ocupación del área agrícola. Cuenta con aproximadamente 7436 hectáreas distribuidas entre los 2000 y 3000 msnm, con un rendimiento promedio anual de 1,33 t/ha (Ordoñez, 2006). Sin embargo, estos rendimientos

son bajos debido al escaso potencial productivo de las variedades regionales y el desconocimiento de normas técnicas de manejo del cultivo de maíz, como cultivo comercial, principalmente en lo concerniente al uso de semilla de calidad, fertilización adecuada y manejo de problemas fitosanitarios, que se traducen en pobres rendimientos y con muy escasos márgenes de comercialización para el agricultor haciendo del maíz un cultivo de subsistencia (Criollo *et al.*, 2000). A ello se suma, la poca importancia que los agricultores le dan al cultivo, limitándose a una deshierba y un aporque (Sañudo y Arteaga, 1996), siendo la causa principal, la escasa investigación y transferencia de tecnología, que no han sido suficientes para la mejora en los rendimientos.

La comprensión de los aspectos socio económicos de los ambientes del maíz es esencial para una adecuada planificación y para llevar a cabo programas de mejoramiento y producción (Beck y Vasal, 1993). Según Harris (1999), una de las opciones más importantes que poseen los agricultores para incrementar los rendimientos es la adopción de

variedades mejoradas adaptadas a la región. La interacción de genotipo-ambiente puede modificar la magnitud del comportamiento de un cultivar a través de localidades y los agricultores demandan nuevos híbridos de maíz que respondan consistentemente a todos los ambientes de producción.

En el departamento de Nariño, son pocos los trabajos realizados en evaluación de materiales de maíz. Esta circunstancia entre otras, no ha permitido elevar los rendimientos, ni ha contribuido a los sistemas de desarrollo agrícola asociado a esta especie. Se destaca el trabajo realizado por Sañudo *et al*, (2004), quienes evaluaron el rendimiento de materiales Morocho Blanco Mediano y Morocho Amarillo en 14 ambientes de la zona cerealista del departamento de Nariño, donde los genotipos superaron a los cultivares regionales y presentaron un mejor comportamiento en ambientes favorables. Por su parte Criollo, *et al* (2000) evaluaron 17 híbridos de maíz de altura provenientes del CIMMYT (México), bajo las condiciones del centro de investigación de OBOUNUCO-FEDEPAPA (Pasto); los híbridos evaluados no mostraron un buen comportamiento, pero fueron los más precoces respecto a los materiales regionales. Los materiales de mayor rendimiento se destacaron por ser más tardíos y por presentar una mayor prolificidad.

Las metodologías que apuntan hacia el desarrollo y evaluación de variedades regionales, permiten una mejor recomendación de los materiales seleccionados y en consecuencia, la obtención de variedades mejoradas de maíz, se constituye en una invaluable contribución, encaminada hacia el desarrollo de este cultivo en la región andina del departamento de Nariño, que permitirá por una parte ampliar la base genética del cultivo dándole la sostenibilidad necesaria a su sistema productivo, y por otra, mejorar la seguridad alimentaria especialmente de los pequeños agricultores que predominan en el departamento.

En este sentido, debido a que este cereal posee una amplia área de cultivo dentro del departamento de Nariño abarca distintas condiciones edafoclimáticas.

Esta diversidad ambiental modifica el ordenamiento relativo de los distintos cultivares difundidos, condicionando el proceso de selección de genotipos próximos a inscripción ó la introducción de nuevo germoplasma. Por lo tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento agronómico de siete genotipos de maíz amarillo en tres localidades de clima medio del departamento de Nariño (La Unión, Sandona y Nariño) durante un ciclo productivo del cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La investigación se realizó en los municipios de Sandona, vereda San Miguel ubicada geográficamente a 77°28'37" LO, 01° 15'59" LN, 2243 msnm y una temperatura de 18-20 °C. El municipio de Nariño vereda la Pradera ubicada a 77° 28'13" LO, 01° 19'48" LN, 2025 msnm y 21-25 °C de temperatura, y el municipio de la Unión vereda la Pradera situada geográficamente a 77°11'02" LO, 01°25'12" LN 1850 msnm y 23-25 °C.

El cultivar experimental Población 19 (BA96 21 18-A# Pool 19BCI) se introdujo desde el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México, y los cultivares experimentales L4/06B, L5/06B, L6/06B, L7/06B, L8/06B se obtuvieron a través de CORPOICA (Pasto). También se utilizó la variedad mejorada ICA V-305.

Diseño Experimental. En cada localidad, se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 7 tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos corresponden a: L4/06B, L5/06B, L6/06B, L7/06B, L8/06B, la Población 19 y la variedad ICA V-305 (Testigo).

La parcela experimental fue de 5 x 5 m (25 m²), utilizando una distancia de siembra entre surcos de 0,80 m y entre plantas de 0,30 m, para una densidad de 41.700 plantas por hectárea. Los surcos fueron de 5 m de largo x 0,8 m de ancho, correspondiendo el área útil a 10,2 m².

Preparación del suelo y siembra. En cada una de las localidades se determinó que el área experimental se trabajase con labranza mínima, por lo que solo se realizó la aplicación de un herbicida sistémico (Glicofosato). La siembra se realizó con un ahoyado a una profundidad de 0,05 m y una distancia entre plantas de 0,30 m depositando una semilla por sitio.

Labores culturales. El primer plateo se realizó tres semanas después de la siembra. Posteriormente, a los 45 días después se hizo un segundo plateo y simultáneamente la fertilización edáfica, aplicando en corona 12 g/planta del fertilizante completo 15-15-15.

Variables evaluadas. Se utilizó la metodología propuesta por el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT (Muñoz *et al.*, 1993), la cual emplea los descriptores varietales usados en este trabajo:

Días a floración masculina (DFM). Es el número de días transcurridos desde la fecha de siembra, hasta el momento en que se haya iniciado la emisión del polen en el 50% de las plantas.

Días a floración femenina (DFF). Es el número de días transcurridos desde la fecha de siembra, hasta el momento que sean visibles los estilos de las mazorcas en el 50 % de las plantas.

Días a formación de mazorcas (DFM). Se determinó el número de días entre la siembra, hasta cuando más del 50% de las plantas presentaron su primera mazorca.

Días de llenado de mazorca (DLLM). Es el número de días entre la siembra y la fecha en que más del 50% de las plantas, presentaron llenado de mazorca.

Altura de la planta (AP). Cuando las plantas alcanzaron su madurez de cosecha, se registró la AP de 20 plantas de la parcela útil tomadas al azar, midiendo desde el punto de la unión de la raíz y el tallo hasta la base de la inflorescencia masculina.

Altura de la primera mazorca (AM). Es la distancia comprendida entre el punto de inserción de las raíces hasta el nudo donde se produce la yema axilar que da lugar a la mazorca superior.

Días de cosecha (DAC). Se registraron desde la siembra hasta que del 50% de las mazorcas de la parcela útil, presentaron en la inserción de los granos una capa negra, carácter marcador del punto de cosecha.

Mazorca por planta (MPP). Corresponde al promedio del número de mazorcas de acuerdo a la cantidad de plantas sembradas en el área experimental, obtenido al momento de la cosecha.

Relación grano/mazorca (RGM). Una vez realizada la cosecha, se pesaron cinco mazorcas, se desgranaron y se pesó nuevamente el grano producido para establecer esta relación.

Peso de cien granos (P100). Es el peso de 100 granos secos de cada parcela cosechada, escogidos al azar, registrando este valor con base en el 14% de humedad.

Rendimiento (RTO). El rendimiento se calculó con base en la cosecha de la parcela útil, determinando el contenido de humedad del grano, con un medidor de humedad marca Motomco, para ajustar el rendimiento de maíz por hectárea. La fórmula para este cálculo es la siguiente:

$$Rto = [(RP \times 10000 \text{ m}^2 / AC \text{ m}^2)] [(100 - \%HM) / 86],$$

donde:

Rto= Rendimiento de maíz en Kg/ha

RP= Rendimiento por parcela

AC= Área constante

HM= Humedad de la muestra

86= Constante

Análisis Estadístico. Se efectuó un análisis combinado de Varianza. El modelo usado correspondió a un modelo mixto, que considera a localidades como

de efecto aleatorio y a tratamientos como de efecto fijo. Al presentarse diferencias entre los tratamientos se realizó la prueba de comparación de medias o Tukey al 5%. Igualmente, se analizaron las correlaciones existentes entre las variables evaluadas mediante Pearson al 95%. Para los cálculos se utilizó programa estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra el análisis de correlación de Pearson entre las variables evaluadas, de tal manera que cuando dos ó más variables presentaron correlación alta y significativa, solo una de ellas se incluyó en el análisis; esto indica, que cuando una variable presenta alta relación con otra, solo se evaluará la que conlleve a la formación de la otra variable. También es posible que las dos variables estén en el mismo grupo de ligamiento genético, por lo tanto, presentarán la misma forma de covariancia. Como ejemplo, se tienen las variables días a floración femenina y días a floración masculina. En este caso, únicamente se incluye en el análisis días a floración femenina, ya que esta variable es indicador de la precocidad.

Días a floración femenina (DFF). Se encontraron asociaciones altas ($r = 0,93^{**}$) entre las DFM y DFF (Tabla 1). Esta correlación se explica, debido a que los genotipos que presentan un valor alto de DFM, también mostraron un mayor número de DFF; por esta razón, solo se analizará la DFF, que es una variable de importancia para escoger genotipos de mayor precocidad. La floración es generalmente usada como el evento del desarrollo que caracteriza los cultivares como tempranos o tardíos (Paliwal, 2007).

El ANDEVA combinado para DFF mostró diferencias significativas entre localidades y genotipos, así mismo, la interacción genotipo por ambiente fue significativa. De igual forma, se presentaron dife-

rencias altamente significativas para esta variable en el ANDEVA para cada localidad.

Acorde con la prueba de comparación de medias DMS (Tabla 2) se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas entre las localidades evaluadas destacándose el municipio de Sandona, donde las poblaciones fueron mas tardías (74,04 DFF) que los municipios de la Unión (71,36 DFF) y Nariño (72,07 DFF). Estos resultados demuestran que las condiciones microambientales son decisivas en la manifestación de la precocidad, especialmente la temperatura y humedad ofrecidas por la altitud. En este sentido, Parsons (2001) afirma que la temperatura es el elemento primario que influye sobre la floración.

En Sandona, la prueba de Tukey (Tabla 3) detectó que las poblaciones tardías de esta localidad fueron Población 19 y L8/06B con 83,75 y 82,00 DFF, respectivamente, mientras que ICA V-305, L6/06B, L4/06B, L7/06B y L5/06B, fueron las precoces cuyos DFF oscilan entre 70,00 y 71,50. De igual forma, en la Unión, la Población 19 y la línea L8/06B son los más tardíos de esta localidad, con valores de 80,00 y 79,25 DFF, en su orden. Por su parte ICA V-305 y las líneas L6/06B y L4/06B con DFF entre 65,25 y 67,75, son los más precoces.

Para Nariño se obtuvieron resultados similares a los presentados en las otras localidades, donde la Población 19 y L8/06B con promedios de 81,50 DFF fueron los tardíos. Se destaca en esta localidad L5/06B con 65,50 DFF, la más precoz. Estos resultados indican que los genotipos evaluados presentaron poca variabilidad genética, expresando similares resultados en las tres localidades. Las diferencias numéricas son más atribuibles a efectos ambientales que a las diferencias de tipo genético.

Tabla 1. Análisis de correlación para días a floración masculina (DFM), días a floración femenina (DFF), días a formación de mazorca (DFMA), días a llenado de mazorca (DLLM), altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), días a cosecha (DAC), mazorca por planta (MPP), relación grano/mazorca (RGM), peso de cien granos (P100) y rendimiento (RTO), variables evaluadas en siete genotipos de maíz amarillo bajo condiciones de clima medio del departamento de Nariño.

Variable	DFM	DFF	DFMA	DLLM	AP	AM	DAC	MPP	RGM	P100	RTO
DFM	1,00										
DFF	0,93**	1,00									
DFM	0,87**	0,85**	1,00								
DLLM	0,30ns	0,19 ns	0,51*	1,00							
AP	0,44 ns	0,46 ns	0,38 ns	0,26 ns	1,00						
AM	0,27 ns	0,37 ns	0,45 ns	0,2 ns	0,74**	1,00					
DAC	0,76**	0,72 **	0,76**	0,76**	0,32 ns	-0,01 ns	1,00				
MPP	0,16 ns	0,18 ns	0,21 ns	0,15 ns	0,23 ns	0,36 ns	0,08 ns	1,00			
RGM	0,01 ns	0,06 ns	0,01 ns	-0,14 ns	0,34 ns	0,42 ns	-0,17 ns	0,11 ns	1,00		
P100	0,23 ns	0,23 ns	0,4 ns	0,23 ns	0,06 ns	0,48 ns	0,12 ns	0,3 ns	0,31 ns	1,00	
RTO	0,29 ns	0,35 ns	0,47 ns	0,23 ns	0,52 *	0,69*	0,08 ns	0,35 ns	0,50 *	0,67 *	1,00

* = Correlaciones significativas (95%), ** = Correlaciones altamente significativo (99%), ns = Correlaciones no significativo.

Tabla 2. Diferencia mínima significativa (DMS) entre localidades para días a floración femenina (DFF), altura de planta (AP), mazorca por planta (MPP), relación grano/mazorca (RGM), peso de cien granos (P100) y rendimiento (RTO), variables evaluadas en siete genotipos de maíz amarillo bajo condiciones de clima medio del departamento de Nariño.

Localidad	DFF	AP	MPP	RGM	P100	RTO
La Unión	71,36 A	148,11 A	1,07 A	0,80 B	27,21 A	992,7 A
Sandona	74,04 B	147,39 A	1,00A	0,82 A	27,61 A	1044,95 A
Nariño	72,07 A	146,00 A	1,11 A	0,85 A	27,68 A	1032,29 A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Tabla 3. Comparación de promedios de Tukey para días a floración femenina (DFF), altura de planta (AP), mazorca por planta (MPP), relación grano/mazorca (RGM) y rendimiento (RTO), evaluadas en siete genotipos de maíz amarillo bajo condiciones de clima medio del departamento de Nariño.

Genotipo	Localidad														
	Unión					Sandona					Nariño				
	DFF	AP	MPP	RGM	RTO	DFF	AP	MPP	RGM	RTO	DFF	AP	MPP	RGM	RTO
L4/06B	67,75 AB	160,75 BCD	1.08 A	0,87 BC	879,67 B	70,50 A	158,75 BC	0,98 A	0,84 A	918,09 B	70,25 B C	160,75 D	1,00 A	0,83A	787,67 B
L5/06B	72,00 C	167,25 CD	1.00 A	0,82 AB	739,65 AB	70,00 A	164,50 CD	0,93 A	0,80 A	706,49 AB	65,50 A	166,50 D	0,98 A	0,80A	781,68 B
L6/06B	66,75 A	120,25 A	1.06 A	0,90 BC	894,15 B	71,50 A	116,75 A	0,99 A	0,77 A	950,05 B	66,50 AB	119,00 B	0,97A	0,80A	786,49 B
L7/06B	68,50 B	109,50 A	0,93 A	0,76 A	503,82 A	70,25 A	106,50 A	0,96 A	0,71 A	449,92 A	68,00 ABC	106,75 A	0,90 A	0,78A	342,11 A
L8/06B	79,25 D	157,00 BC	1.09 A	0,82 AB	739,19 AB	82,00 B	152,25 B	1,01 A	0,79 A	677,14 AB	81,50 D	151,75 C	0,99 A	0,75A	606,03 AB
V-305	65,25 A	150,00 B	1,25 B	0,91 C	1582,78 C	70,25 A	150,00 B	1,02 A	0,91 A	1606,45C	71,25 C	149,00 C	1.22 B	0,81A	1708,57 C
Población 19	80,00 D	172,00 D	1,25 B	0,91 C	1886,79 D	83,75 B	173,25 D	1,08 A	0,90 A	2006,53 D	81,50 D	178,00 E	1.17 B	0,83A	1936,40 C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Además, los datos de DFF obtenidos en esta evaluación, concordaron con el trabajo realizado por Lagos *et al.* (2000) quienes afirman que algunas poblaciones provenientes del CIMMYT, fueron los más precoces debido a que el programa de mejoramiento de esta entidad busca seleccionar por esta característica.

Altura de la planta (AP). En el análisis de correlación de Pearson (Tabla 1) se encontró que la altura de la planta (AP) está altamente asociada a la altura de mazorca (AM) con un coeficiente de correlación de 0,74**. Esto indica que a mayor AP se obtiene una mayor AM. Por esta razón, solo se analizará la AP, por ser una variable de importancia en el momento de escoger materiales con buena arquitectura de la planta.

El ANDEVA identificó diferencias estadísticas significativas entre localidades. La interacción genotipo por localidad no fue significativa. La AP de las siete poblaciones evaluadas en cada localidad fue similar, debido a que las condiciones ambientales son semejantes. La AP osciló entre 146 y 148,11 cm.

Se presentaron diferencias altamente significativas en cada localidad, distinguiéndose Sandona, donde se presentaron las menores alturas de las tres zonas evaluadas, destacándose L7/06B con 106,50 cm y L6/06B con 116,75 cm. La mayor AP de los genotipos se presentó en el municipio de Nariño donde la Población 19 presentó una AP de 178,00 cm, seguido de L5/06B con 166,50 cm. Por su parte, en la Unión, se presentaron resultados similares, siendo la Población 19 y la línea L5/06B con 172,00 y 167,25 cm, respectivamente, los genotipos altos de esta localidad, mientras que los más bajos fueron L7/06B y L6/06B con 109,50 y 120,25 cm, en su orden.

En general, la Población 19 tuvo la mayor AP entre los genotipos, con un promedio de 174,42 cm. A este genotipo, le siguieron L5/06B, L4/06B, L8/06B y V-305 con valores de AP que oscilaron entre 149,67 y 166,08 cm. L7/06B fue la de menor porte con una media de 107,58 cm. Como se puede observar, existe variación entre los genotipos evaluados respecto a esta variable, dado por el tipo de selección del germoplasma. La Población 19 e ICA V-305, tienen mayor AP debido a que son po-

blaciones de polinización abierta, mientras que los demás genotipos han sufrido autofecundaciones, y por lo tanto, han perdido su vigor en cuanto a la AP.

En ensayos preliminares y bajo condiciones de Botana (2750 msnm), la Población 19 presentó una AP de 0,87 m, lo que indica que la AP, al parecer, está influenciada por el ambiente. Es decir, que la población 19 exhibe un mayor desarrollo vegetativo expresado en la AP, en climas menos fríos (Lagos *et al.*, 2000).

Mazorca por planta (MPP). No se encontraron diferencias significativas entre las localidades. El número de MPP presentó un rango entre 1,00 y 1,11.

La Población 19 junto con la variedad mejorada ICA V-305, fueron los más prolíficos, ya que presentaron los mayores promedios con 1,25 y 1,17 MPP. Las demás poblaciones tuvieron un comportamiento similar con un promedio de una MPP. Estos resultados mostraron similitud con el trabajo de Lagos *et al.* (2000), quienes encontraron que la Población 19 obtuvo 1,2 MPP.

En Nariño, se destacaron la Población 19 e ICA V-305 con promedios de 1,17 y 1,22 MPP. Las demás poblaciones presentaron valores que oscilaron entre 0,90 MPP para L7/06B y 1,00 MPP para L4/06B. En la Unión se presentaron resultados análogos, puesto que la Población 19 e ICA V-305 fueron los más sobresalientes con valores promedios de 1,25 MPP, seguidos de L4/06B y L8/06B con 1,08 y 1,06 MPP, respectivamente.

En la localidad de Sandona no hubo diferencias estadísticas entre los genotipos, cuyo valor promedio para los genotipos fue de 1,00 MPP. Debido a que esta característica depende de la condición genética, climática, alguna influencia edáfica y el sistema de siembra, es probable que Sandona no ofreció las condiciones óptimas para esta variable. No obstante, el número de MPP no es tan importante para el rendimiento, tal como se estableció el análisis de correlación, donde no existe una asociación importante entre estas dos variables. Esto lo corroboran Tanguila y García (2005), quienes afirman que los cultivares con dos o más mazorcas no representan, por lo general, una ventaja en el rendimiento.

Relación grano/mazorca (RGM). Esta variable presentó diferencias estadísticas entre las localidades, donde Nariño fue la de mayor RGM (0,85). La Población 19 y L4/06B obtuvieron una RGM de 0,83. De igual forma, se presentó para la localidad de Sandona cuya RGM promedio fue de 0,82, donde los genotipos que sobresalieron fueron: V-305 y Población 19 con 0,91 y 0,90 respectivamente. Para el municipio de La Unión se presentaron diferencias estadísticas, siendo los genotipos sobresalientes ICA V-305 y la Población 19 con una RGM de 0,91 (Tabla 2).

En general, la Población 19 e ICA V-305, con valores medios de 0,88, fueron los más destacados entre los genotipos en la RGM. Las mazorcas producidas por estas poblaciones tienen menos peso de tusa que de grano, debido a los procesos de selección a que han sido sometidos. Jaramillo (1998) confirma que en Colombia existe un sinnúmero de variedades regionales que tienen buena selección de semilla a lo largo del tiempo, obteniendo buena RGM y éstas pueden ser sembradas con rendimientos aceptables en condiciones favorables. Caso contrario, se presenta con L4/06B, L5/06B y L6/06B que mostraron valores de RGM de 0,84, 0,81 y 0,82, respectivamente, y cuyas mazorcas en estos ambientes, son delgadas o pequeñas y con pocos granos.

Peso de 100 granos (P100): En el ANDEVA combinado no se encontraron diferencias significativas entre las localidades, y la interacción genotipo por ambiente no fue significativa. Esto indica que no existe variación en el tamaño de grano de las poblaciones evaluadas a través de los diferentes ambientes.

La Población 19 presentó un P100 de 32,67 g, seguido de la variedad ICA V-305 y L6/06B con 30,92 y 29,25 g, respectivamente. Las demás poblaciones obtuvieron un P100 entre 23,42 y 25,75g.

Al respecto del P100, Criollo *et al.* (2002) afirman que el tamaño del grano de los genotipos regionales depende, entre otras causas, del contenido de humedad de los granos cosechados; así, como también del genotipo, sea este tardío o precoz. La selección encaminada hacia la búsqueda en el peso de grano, depende en su gran mayoría de la variabilidad genética disponible.

Rendimiento (RTO). No se presentaron diferencias estadísticas entre localidades, lo cual indica que los rendimientos fueron similares en todas las poblaciones y localidades; sin embargo, hubo diferencias estadísticas significativas en cada localidad (Tabla 3), donde el mejor genotipo fue la Población 19 cuyos rendimientos promedios fueron altos y constantes en todas las localidades presentando valores de 2006,53 Kg/ha en Sandona, 1936,40 Kg/ha en Nariño y 1886,79 Kg/ha en La Unión, superando la media nacional de cultivo tradicional de 1,56 t/ha, y a lo reportado por Lagos *et al.* (2000), donde la Población 19 tuvo un rendimiento de 494 Kg/ha. Así mismo, estos resultados son superiores a los obtenidos por el trabajo de Criollo *et al.* (2002), en el cual, este genotipo fue evaluado para observar su comportamiento en comparación con diferentes genotipos y frente a niveles de boro y fósforo, y obtuvo el menor rendimiento.

Cabe resaltar que las evaluaciones anteriores fueron realizadas en condiciones del altiplano de Pasto (Botana, 2750 msnm), indicando que la Población 19 exhibe un mejor comportamiento en un ambiente determinado y no necesariamente en todos los ambientes; en consecuencia, la Población 19 expresa al máximo su potencial productivo en condiciones de clima medio.

Por su parte, ICA V-305 presentó rendimientos promedios 1708,57 Kg/ha en Nariño, 1606,45 Kg/ha en Sandona y 1582,79 Kg/ha en La Unión, demostrando que genotipos como este, que tienen una buena selección y en condiciones favorables pueden tener rendimientos aceptables.

Finalmente, es claro que las líneas provenientes del CIMMYT y donadas por CORPOICA, tuvieron bajos rendimientos, los cuales oscilaron entre 342,13 Kg/ha para L7/06B en Nariño y 950,05 Kg/ha para L6/06B en Sandona. Estos resultados se explican por la poca adaptación a los climas andinos tropicales, ya que éstos se han obtenido en climas templados, donde se presenta una mayor uniformidad en cuanto a las condiciones climáticas, a diferencia de las condiciones de clima de las zonas de estudio. Las variedades que exhiben características promisorias en un determinado ambiente, pueden resultar inadecuadas en un ambiente diferente.

CONCLUSIONES

La Población 19 fue el genotipo de mejor comportamiento, expresando todo su potencial productivo y superando a las líneas mejoradas en componentes de rendimiento en las tres localidades de clima medio del departamento de Nariño.

En el municipio de Sandona, los genotipos fueron más tardíos, aunque fue la localidad que presentó los mejores rendimientos.

Las líneas provenientes del CYMMIT mostraron mejor comportamiento en variables de crecimiento y desarrollo del cultivo que la Población 19 e ICA V-305, en las tres localidades.

Debido a las buenas características presentadas por la Población 19, se recomienda impulsar este genotipo como idóneo para zonas de clima medio en el departamento de Nariño.

BIBLIOGRAFÍA

- BECK, D. y VASAL, S.K. 1993. Our clients, their research capacities, and germoplasm needs. In: R.N. Wedderburn, ed. International testing: evaluating and distributing maize germoplasm products. CIMMYT Maize Program Special Report, Mexico p. 1-10.
- CONFECAMPO. CONFEDERACIÓN EMPRESARIAL DEL CAMPO DE COLOMBIA. 2008. Estudio de mercado del maíz en Colombia. Bogotá, Confecampo Bogotá D.C. <http://www.google.com/search?hl=es&q=maiz+tecnificado++para+maiz> Consulta: Octubre de 2009.
- CRIOLLO, H., LAGOS, T. y RUIZ, H. 2000. Calidad de la semilla de maíz utilizada en algunas zonas maiceras de Nariño. Revista de Ciencias Agrícolas. 17(2): 9-20.
- CRIOLLO, H., LAGOS, T., PAREDES, R. y BENAVIDES, A. 2002. Comportamiento de materiales mejorados de maíz bajo diferentes niveles de boro y fósforo. Revista de Ciencias Agrícolas. 19(1- 2): 168-177.
- DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Secretaria Técnica Comercio Exterior. 2006. http://www.dane.ov.co/t1es/investigaciones/agropecuaria/ena/maiz_tecnificado.pdf. Consulta: Septiembre 2009.
- HARRIS, L.J. 1999. Possible role of trichothecene mycotoxins in virulence of *Fusarium graminearum* on maize: in plant disease. Vol. 83, No. 10 <http://APS journals. APS net.org/doi/pdf/10.1094/Pdis.1999.83.10954>. Consulta octubre 2009.
- PALIWAL, R. 2007. El maíz en los trópicos. En: Depósito de documentos FAO. <http://www.fao.org>. Consulta octubre 2009.
- JARAMILLO, M. 1998. El cultivo de maíz. Federación Nacional de Cafeteros. Colombia. p. 4-5.
- LAGOS, T., CRIOLLO, H. Y CHECA, O. 2000. Evaluación de 19 materiales de maíz de clima frío en una zona del altiplano de Pasto, departamento de Nariño. Revista de ciencias agrícolas (Colombia). 17 (2): 9-20.
- MUÑOZ, G., GIRALDO, G. y FERNANDEZ DE SOTO, J. 1993. Descriptores Varietales Arroz, frijol, maíz, frijol. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT. p. 85-108.
- ORDOÑES, J. 2006 Consolidado agropecuario. Secretaria de agricultura de Nariño. Edinar. Pasto, Colombia. p. 23-40.
- POEHLMAN, J y ALLEN, D. 2003. Mejoramiento genético de las cosechas. Tercera edición. México D.F., Ed. Limusa. p. 337-360.
- PARSONS, D. 2001. Maíz: Manuales para la educación agropecuaria. Editorial Trillas. México. 56 p.
- SAÑUDO, B y ARTEAGA, G. 1996. Perspectivas del maíz para regiones trigueras de Nariño. Revista de Ciencias Agrícolas. 14 (1 y2): 69-72.
- SAÑUDO, B., CHECA, O., LAGOS, T., ARTEAGA, G., BETANCOURT, C. 2004. UDENAR GRANIZO 100 Variedad mejorada de maíz morocho blanco para la zona cerealista del departamento de Nariño. En: Colombia finalidad: Facultad de Ciencias Agrícolas.
- SAS: institute. Inc., SAS/STAT. User`s guide, version 9.1. Carey, NC, 1998.
- TANGUILA, C. y GARCÍA, R. 2005. Evaluación agronómica de una variedad y cuatro híbridos de maíz duro (*Zea mayz L.*), en la comunidad Porotuyacus, Canton Archidona. Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 18p.