

**COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE 7 GENOTIPOS DE MAIZ *Zea mays* L.
EN TRES LOCALIDADES DE CLIMA MEDIO EN EL DEPARTAMENTO DE
NARIÑO**

**CARLOS ORTEGA GÓMEZ.
FRANCO ORTEGA BETANCOURT
FRANCISCO TORRES**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA
SAN JUAN DE PASTO
2009**

**COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE 7 GENOTIPOS DE MAIZ *Zea mayz* L.
EN TRES LOCALIDADES DE CLIMA MEDIO EN EL DEPARTAMENTO DE
NARIÑO**

**CARLOS ORTEGA GÓMEZ.
FRANCO ORTEGA BETANCOURT
FRANCISCO TORRES**

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

**Asesor:
Ph.D. Tito Bacca**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA INGENIERIA AGRONOMICA
SAN JUAN DE PASTO
2009**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado, son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanada del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Asesor:
Dr. Carlos Arturo Ramirez Gomes

Jurado:
Dr. Luis Alberto Sarasty

Jurado:
Dr. Wilson Revelo

San Juan de Pasto, Diciembre de 2009

RESUMEN

Con el fin de estudiar el comportamiento agronómico de siete genotipos de maíz *Zea mays* en las localidades de Nariño, La Unión y Sandona del departamento de Nariño, se evaluaron las líneas de maíz L4/06B, L5/06B, L6/06B, L7/06B, L8/06B, la variedad mejorada ICA V- 305 y la variedad de maíz amarillo tipo morocho POBLACION 19, en un modelo estadístico de bloques al azar (DBA) con 7 tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: días a floración masculina y femenina, Días de llenado de mazorca, Altura de la planta, Altura de la primera mazorca, Días a cosecha, Mazorca por planta, Relación grano/mazorca, Peso de cien granos y Rendimiento. El análisis de los datos se realizó mediante indicadores estadísticos, ANDEVA combinado, y pruebas de comparación múltiple (Tukey). Los genotipos más precoces en las evaluaciones fueron: ICA V-305 en La Unión con 65.25 y L5/06B con 65.50 DFloF en Nariño; los genotipos más destacados de las tres localidades fueron L6/06B con 68.25 y L7/06B con 68.92 DFloF. Los materiales con mayor altura encontrados en la evaluación fueron: Población 19 con 173.25cm en Sandona y L5/06B con 167.25cm 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 1708.58Kg-ha⁻¹ en Nariño respectivamente.

Palabras claves: Maíz, Clima frio, evaluación, genotipos.

INTRODUCCION

El maíz es el cereal cuyo cultivo es de los mas importantes de la producción en Colombia, 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 esta distribuida entre maíz blanco que ocupa el 33,25% de la superficie y maíz amarillo con el 66.8%, prevaleciendo sutilmente el cultivo tradicional con 50.5 % de área cultivada (DANE, 2006), y con rendimientos promedios de 3,2 t-ha⁻¹ para maíz tecnificado y de 1,4 t-ha⁻¹ 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 7.436 hectáreas distribuidas entre los 2.000 y 3.000 msnm, con un rendimiento promedio anual de 1.33 t-ha⁻¹ (Ordoñez, 2006). Sin embargo, estos rendimientos son bajos debido a el 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 dejan al agricultor un muy escasos márgenes de comercialización, 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, 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 OBONUCO-FEDEPAPA (Pasto), los híbridos evaluados no mostraron un buen comportamiento; sin embargo, fueron los mas 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 el 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 METODOS

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 1.850 msnm y 23-25 °C..

El material vegetal evaluado proveniente del Centro internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México, y las variedades regionales a se obtuvieron a través de Corpoica (Pasto). Los genotipos evaluados fueron: L4/06B, L5/06B, L6/06B, L7/06B, L8/06B, la variedad mejorada ICA V-305 y el cultivar experimental POBLACION 19 (BA96 21 18-A# Pool 19BCI).

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, V-305 con los cuales se comparo la POBLACION 19.

La parcela experimental fue de 5 x 5 m (25 m²), utilizando una distancia de siembra entre surcos de 0,8 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 10,2m². Las parcelas experimentales recibieron los tratamientos, en forma aleatoria.

Preparación del suelo y siembra. En cada una de las localidades se determino que el área experimental se trabajase con labranza mínima, por lo que solo se realizo la aplicación de

un herbicida sistémico (Glifosato). 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). El cual emplea descriptores varietales de los que se usaron para este trabajo las siguientes:

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

Días a floración femenina (DFloF). Es el número de días transcurridos desde la fecha de siembra en suelo húmedo o con riego de germinación, hasta el momento que sean visibles los filamentos o cabellos jóvenes 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 fisiológica, se registró el 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 sus 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 (GM). Una vez realizada la cosecha, se pesó 5 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 propuesta por CIMMYT 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⁻¹

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 DISCUSION

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la matriz de correlación de Pearson donde se observa el grado de asociación de las variables, de tal manera que cuando dos ó más variables presentaron correlación alta y significativa solo una de ellas se incluyó en el análisis, esto nos indica que cuando una variable evaluada, presenta alta relación con otra solo se evaluara la conlleve a la formación de la otra variable y su relación sea altamente significativa según nos muestre la tabla de Pearson. Como ejemplo podemos mencionar las variables días a floración femenina y días a floración masculina, en este caso únicamente se incluye en el análisis para días a floración femenina ya que la otra variable que tiene relación es producto de la primera variable.

Días a floración femenina (DFloF). Se encontraron asociaciones altas ($r = 0.93^{**}$) entre las variables: DFloM y DFloF. Esta correlación se explica, debido a que los genotipos que presentan mayor días a floración masculina también presentan un mayor número de días a floración femenina, por esta razón, solo se analizará la DFloF, 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 análisis de varianza combinado para esta variable (Tabla 2) indicó que se presentaron diferencias estadísticas significativas entre localidades, genotipos e interacción genotipo ambiente. De igual forma se presentaron diferencias altamente significativas para esta variable en el ANDEVA para cada localidad (Tabla 4).

La prueba de LSD al 5% (Tabla 3), encontró diferencias estadísticas altamente significativas entre las localidades evaluadas destacando el municipio de Sandona, donde el promedio general de DFloF fue más tardía (74.04 días), que los genotipos de los

municipios de la Unión y Nariño, localidades que presentaron un comportamiento similar con valores promedios de 71,36 y 72,07 días respectivamente. Al parecer las condiciones de temperatura y humedad ofrecidas por la altitud de esta localidad. Parsons (2001), afirma que la temperatura es el elemento primario que influye sobre la floración.

Tabla 1. Matriz de correlación de Pearson, para las variables: días a floración masculina (DFloM), días a floración femenina (DFloF), días a formación de mazorca (DFM), 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, peso de cien granos (P100) y rendimiento (RTO), evaluadas de 7 genotipos de maíz amarillo en las localidades de La Unión, Sandona y Nariño en el Departamento de Nariño.

	DFloM	DFloF	DFM	DLLM	AP	AM	DAC	MPP	GM	P100	RTO
DFloM	1.00										
DFloF	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			
GM	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

* = Altamente significativo (95%)

** = Altamente significativo (99%)

ns =No significativo

Tabla 2. ANDEVA para las variables: días a floración femenina (DFloF), altura de planta (AP), mazorca por planta (MPP), relación grano/mazorca, peso de cien granos (P100) y rendimiento (RTO), evaluadas de 7 genotipos de maíz amarillo en las localidades de La Unión, Sandona y Nariño en el Departamento de Nariño.

F.V.	GL	DFloF	AP	MPP	GM	P100	RTO
Modelo	20	75,17 **	92,5 **	1,41 *	2,84**	7,26 **	53,22**
Localidad	2	27,42 **	1,33 *	1,62 *	5,11**	0,28 ns	1,00*
Genotipo	6	224,26 **	306,79 **	2,54 **	5,88**	22,87**	175,33**
Localidad*Genotipo	12	8,59 **	0,55 ns	0,81 *	0,94*	0,62 ns	0,87**
C.V	-	1,93	3,33	21,44	8,13	9,11	14,06

ns = No significativo

* = Diferencias estadísticas significativas (95%)

** = Diferencias estadísticas significativas (99%)

En Sandona, la prueba de Tukey (Tabla 5) detectó que los genotipos tardíos de esta localidad son: Población 19 y L8/06B con 83.75 y 82.00 días respectivamente, mientras que V-305 y las líneas L6/06B, L4/06B, L7/06B, y L5/06B, fueron las precoces cuyos promedios en su orden son: 70.25, 71.50, 70.50, 70.25 y 70.00 días. De igual forma en la Unión, Tukey al 5% indicó que Población 19 y la línea L8/06B son los materiales tardíos de esta localidad, con valores de 80.00 y 79.25 días respectivamente, por su parte ICA V-305 y las líneas L6/06B y L4/06B con 65.25, 67.75 y 67.75 días, las mas precoces. Para Nariño se obtuvo resultados similares a los presentados por las otras localidades, donde Población 19 y L8/06B con promedios de 81.50 y 81.50 días fueron los materiales tardíos, destaca en esta localidad la línea mejorada L5/06B con 65.50 DFloF, la más precoz. Estos resultados indican que los genotipos evaluados presentaron poca variabilidad genética expresando similares resultados en las tres localidades, indicando que al parecer, estas diferencias numéricas son mas atribuibles a efectos ambientales que a efectos genéticos de los materiales.

Además los datos determinados para DFloF en esta evaluación concordaron con el trabajo realizado por Lagos, *et al.* (2000), los cuales afirman que las líneas evaluadas provenientes del CIMMYT, obtuvieron mayor precocidad.

Altura de la planta (AP): En el análisis de correlación de Pearson (Tabla 1), se encontró altamente asociadas a las variables AP y AM con un coeficiente de $r = 0.74$, esto indica que la altura de la mazorca está estrechamente relacionada con la altura de la planta, a mayor altura de la planta mayor será la altura de la primera mazorca. Por esta razón en este caso, solo se analizará la AP, por ser una variable de importancia en el momento de escoger materiales con buena arquitectura de la planta.

En los resultados de ANDEVA (Tabla 2) se presentaron diferencias estadísticas significativas entre localidades, mas no se presentaron diferencias estadísticas en la interacción localidad genotipo.

Tabla 3. Prueba de LSD entre Localidades de las variables: días a floración femenina (DFloF), altura de planta (AP), mazorca por planta (MPP), relación grano/mazorca, peso de cien granos (P100) y rendimiento (RTO), evaluadas de 7 genotipos de maíz amarillo en las localidades de La Unión, Sandona y Nariño en el Departamento de Nariño.

Localidad	DFloF	AP	MPP	GM	P100	RTO
La Unión	71,36 A	148,11 A	1,07 A	0,8 B	27,21 A	992,7 A
Sandona	74,04 B	147,39 A	1 ^a	0,82 A	27,61 A	1044,95 A
Nariño	72,07 A	146 A	1,11 A	0,85 A	27,68 A	1032,29 A

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

Tabla 4. ANDEVA de las localidades de La Unión, Sandona y Nariño para las variables: días a floración femenina (DFloF), altura de planta (AP), mazorca por planta (MPP), relación grano/mazorca, peso de cien granos (P100) y rendimiento (RTO), evaluadas de 7 genotipos de maíz amarillo en el Departamento de Nariño.

F.V.	gl	DFloF	AP	MPP	GM	P100	RTO
La Unión	6	116,9**	64,4**	0,83*	10,29**	4,86**	85,6**
Sandona	6	85,61**	108,68**	1.00**	1,81**	5,21**	45,44**
Nariño	6	62,05**	191,66**	1,86*	2,51**	20,34**	61,49**

ns = No significativo

* = Diferencias estadísticas significativas (95%)

** = Diferencias estadísticas significativas (99%)

Tabla 5. Promedio de las variables: días a floración femenina (DFloF), altura de planta (AP), mazorca por planta (MPP), relación grano/mazorca y rendimiento (RTO), evaluadas de 7 genotipos de maíz amarillo de las localidades de La Unión, Sandona y Nariño en el Departamento de Nariño.

Genotipo	Unión					Localidad Sandona					Nariño				
	DFloF	AP	MPP	GM	RTO	DFloF	AP	MPP	GM	RTO	DFloF	AP	MPP	GM	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 ($p \leq 0,05$)

En la prueba de LSD al 5 % de significancia entre localidades (Tabla 3) no existieron diferencias estadísticas, indicando que la altura promedio general de los 7 materiales evaluados en cada localidad fue similar, debido a que las condiciones ambientales de estas localidades son semejantes, oscilando las alturas promedio de estos materiales entre 146 y 148.11 cm.

Se presentaron diferencias altamente significativas en cada localidad (Tabla 4), distinguiéndose Sandona, lugar donde se presentaron los genotipos más bajos de las tres zonas evaluadas, destacando L7/06B con 106.50 cm y L6/06B con 116,75 cm; los materiales altos de la evaluación se presentaron en el municipio de Nariño en el que Población 19 con 178.00 cm y L5/06B con 166.50 cm fueron los más representativos. Por su parte, en la localidad de La Unión, se presentaron resultados similares donde Población 19 y la línea L5/06B con 172.00 y 167.25 cm respectivamente fueron los genotipos altos de esta localidad, mientras que los materiales bajos también fueron L7/06B y L6/06B con 109,50 y 120,25cm.

En general Población 19 tuvo la mayor altura, entre los genotipos, con un promedio de 174,42 cm, seguido por L5/06B, L4/06B, L8/06B y V-305 con promedios de: 166.08, 160.08, 153.67 y 149.67cm respectivamente y la línea L7/06B fue la de menor porte con una media de 107.58 cm.

Como se puede observar existe una variación entre los genotipos de maíz evaluados respecto a esta variable, un carácter que es utilizado en la selección del germoplasma con mayor tolerancia al vuelco. Por esta razón en el análisis de esta variable se detectó que las variedades regionales, como Población 19 e ICA V-305, tienen mayor AP por ser provenientes de zonas tropicales, donde existe una gran variación en la altura de la planta y en el número de hojas. En general, el maíz tropical es una planta alta, con muchas hojas y con un exceso de crecimiento vegetativo. (Paliwal, 2007).

Por otra parte, Según Lagos *et al*, 2000 Población 19 presentó bajo condiciones de Botana (2750 msnm) una altura de planta de 0.87 m, lo que indica que la altura de la planta, al

parecer, si esta influenciada por el ambiente. Es decir que la población 19 exhibe un mayor desarrollo vegetativo expresado en la altura de la planta, en climas menos fríos.

Mazorca por planta (MPP). De acuerdo a la prueba de comparación de LSD al 5% (Tabla 3) entre las localidades indica que no existen diferencias estadísticas significativas, sobresaliendo Nariño lugar donde el promedio de mazorcas por planta esta en 1,11.

La población 19 junto con la variedad mejorada ICA V 305, fueron los más prolíficos, entre genotipos, ya que presentaron los mayores promedios con 1,25 y 1,17 MPP; los demás materiales tuvieron un comportamiento similar cuyo promedio fue de 1 MPP. Estos resultados mostraron similitud con el trabajo de Lagos *et al* (2000), en la evaluación de la población 19, quienes encontraron que este material alcanza 1.2 MPP.

En Nariño se destacaron los materiales Población 19 e ICA V -305 con promedios de 1.17 y 1.22 MPP, las líneas provenientes del CYMMIT 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 Población 19 e ICA V-305 fueron los mas sobresalientes con valores promedios de 1.25 MPP, seguido de las líneas 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, esto debido a que esta característica depende de la condición genética, climática, alguna influencia edáfica y el sistema de siembra. En este caso la localidad de Sandona, al parecer no ofreció las condiciones óptimas para esta variable. No obstante el número de mazorcas por planta al parecer no es tan importante para el rendimiento, en este estudio, debido a que como se observa en la matriz de correlación no existe una asociación importante entre estas dos variables, esto lo corroboran Tanguila y García (2005), quienes afirman que los cultivares con dos o mas mazorcas no representan por lo general una ventaja en el rendimiento.

Relación grano/mazorca (GM). Presentó diferencias estadísticas para todas las localidades, donde Nariño fue la de mayor coeficiente de relación grano mazorca (0.85) Tabla 3, aunque no se encontraron diferencias entre los genotipos; se destacan, en esta localidad, Población 19 y la línea L4/06B con 0.83. De igual forma se presentó para la

localidad de Sandona cuyo GM 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 con un coeficiente de 0.80, si se presentaron diferencias estadísticas, los genotipos sobresalientes fueron: ICA V-305 y Población 19 con 0.91 GM.

En general Población 19 e ICA V-305 con valores medios de 0.88 fueron los más destacados entre los genotipos, indicando que las mazorcas producidas por estos materiales en estos ambientes son largas, delgadas y con granos medianos, esto debido a los procesos de selección realizados a estos materiales. Jaramillo (1998), confirma que en Colombia existen un sin número de variedades regionales que tienen buena selección de semilla a lo largo del tiempo obteniendo buena relación grano mazorca y éstas pueden ser sembradas con rendimientos aceptables en condiciones favorables. Caso contrario se presenta con las líneas L4/06B, L5/06B y L6/06B con coeficientes de relación de 0.84, 0.81 y 0.82 respectivamente, cuyas mazorcas en estos ambientes, son delgadas y/o pequeñas y con pocos granos.

Peso de 100 granos (P100): En el análisis de Varianza combinado (ANDEVA) (Tabla 2) no se encontraron diferencias significativas al 5 % de probabilidad entre las localidades e interacción genotipo-ambiente. Esto indica que no existe variación de los materiales entre los diferentes ambientes donde se realizó el ensayo.

Entre los materiales evaluados Población 19 fue la mejor con valores medios de 32.67 g, seguido de la variedad ICA V-305 y L6/06B con 30.92 y 29.25 g respectivamente. Las líneas L7/06B, L8/06B, L5/06B y L4/06B presentaron los mas bajos valores que en su orden son: 25.75, 25.75, 24.75 y 23.42 g.

Aquí se demuestra la variabilidad en el tamaño y en la densidad de los granos de los materiales de maíz estudiados, lo cual Criollo *et al* (2002), afirma que el tamaño del grano de los materiales regionales depende entre otras causas del contenido de humedad de los granos cosechados por tratarse de materiales más tardíos que los demás materiales evaluados, mientras que para los materiales, donde se ha realizado una selección

Encaminada hacia la búsqueda en el peso de grano, esto depende en su gran mayoría del aspecto genético.

Rendimiento (RTO). No se presentaron diferencias estadísticas en la prueba de LSD al 5% entre localidades (Tabla 3), indicando que los rendimientos generales de todos los materiales de las tres localidades fueron similares, sin embargo si hubo diferencias estadísticas significativas en cada localidad (Tabla 5), donde el mejor material en la evaluación fue la población 19 cuyos rendimientos promedios fueron altos y constantes en todas las localidades presentando valores de 2006.53 Kg-ha⁻¹ en Sandona, 1936.40 Kg-ha⁻¹ en Nariño y 1886.79 Kg-ha⁻¹ en La Unión, sobrepasando la media nacional de cultivo tradicional (1.56 ton -ha⁻¹) y lo reportado por Lagos *et al* (2000), en su evaluación donde Población 19 tuvo un rendimiento de 494 Kg-ha⁻¹. Así mismo estos resultados son superiores a los obtenidos por Criollo *et al.* (2002), en el cual este genotipo fue evaluado con otros materiales de maíz para observar el comportamiento a diferentes niveles de boro y fósforo, donde obtuvo el menor rendimiento. Estos autores atribuyeron estos resultados a que la población 19 es un material rustico.

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

Por su parte ICA V-305, fue el segundo mejor material dentro de esta variable exhibiendo rendimientos promedios de 1708.57 Kg-ha⁻¹ en Nariño, 1606.45 Kg-ha⁻¹, en Sandona y 1582.79 Kg-ha⁻¹ en La Unión, demostrando que materiales con buena selección y en condiciones favorables pueden obtener buenos rendimientos.

Finalmente es claro que las líneas mejoradas provenientes del CIMMYT tuvieron bajos rendimientos cuyos valores oscilaron entre 342.13 Kg-ha⁻¹ para L7/06B en Nariño y 950.05 Kg-ha⁻¹ para L6/06B en Sandona, esto debido a 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. Es decir que variedades que exhiben características promisorias en un determinado ambiente, pueden resultar inadecuadas en un ambiente diferente (condiciones diferentes).

CONCLUSIONES

POBLACION 19 fue el material de mejor comportamiento en la evaluación, expresando todo su potencial productivo superando a las líneas mejoradas en componentes de rendimiento en las tres localidades de clima medio del departamento de Nariño.

El genotipo de mayor porte en las tres localidades fue POBLACION 19, contrastando con otras evaluaciones realizadas a este material en otros ambientes, evidenciando que existe influencia ambiental en el desarrollo de este material.

En el municipio de Sandona se presentaron los genotipos más tardíos de la evaluación, aunque fue la localidad que presentó los mejores rendimientos promedios generales.

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

RECOMENDACIONES

Debido a las buenas características presentadas por Población 19, en este estudio, los autores recomiendan impulsar este material como idóneo para zonas de clima medio en el departamento de Nariño.

Por su precocidad, alta cantidad de follaje y tallos delgados de mayor digestibilidad, se recomienda realizar estudios encaminados a la evaluación de materiales provenientes del CIMMYT de México, ya que pueden ser de valiosa utilidad como maíz forrajero.

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, al Ingeniero Álvaro Castillo Marín, por su colaboración y apoyo en la realización y finalización del presente trabajo.

A los ingenieros Yolanda Jiménez y Antonio Bolaños Alomia funcionarios de CORPOICA, por su contribución y su valiosa participación en la presente investigación.

BIBLIOGRAFÍA

BECK, D. & 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.

BOLAÑOS, J. 1995. Physiological bases for yield differences in selected maize cultivars from Central America. Field Crops Res., 42: p. 69-80.

CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. Adiestramiento de maíz. Experimento fuera de estación. Documento de trabajo. Mexico: CIMMYT, 1981. 18p.

CONFEDERACIÓN EMPRESARIAL DEL CAMPO DE COLOMBIA - CONFECAMPO. 2008. Estudio De Mercado Del Maíz En Colombia. Departamento Técnico Confecampo Bogotá D.C. [http://www.google.com/search?hl=es&q=maiz+tecnificado++para+maiz+tradicional+\(Confecampo%2C+2008\).pdf](http://www.google.com/search?hl=es&q=maiz+tecnificado++para+maiz+tradicional+(Confecampo%2C+2008).pdf). 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. En: Revista de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Vol. 17, No.2; p. 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. 168—177. En:

Revista de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Vol. 19. No. 1- 2; p 168-177.

DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Secretaria Técnica Comercio Exterior. 2006. http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/ena/maíz_tecnificado.pdf. Consulta: Septiembre 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. Centro Internacional de Agricultura Tropical — CIAT Colombia. p. 85-108.

ORDOÑES, J. 2006 Consolidado agropecuario. Secretaria de agricultura de Nariño. Edinar. Pasto, Colombia. p. 23-40

PALIWAL, R. 2007. El maíz en los trópicos. En: Deposito de documentos FAO. http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s04.htm#P0_0 Consulta: octubre de 2009.

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. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, Colombia, 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 mays* L.), en la comunidad Porotuyacus, Canton Archidona. Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 18p.