

## COMPORTAMIENTO DE MATERIALES MEJORADOS DE MAÍZ BAJO DIFERENTES NIVELES DE BORO Y FÓSFORO

Hernando Criollo Escobar<sup>1</sup>  
 Tulio César Lagos Burbano<sup>2</sup>  
 Ricardo Paredes<sup>3</sup>  
 Andrés Benavides<sup>3</sup>

### RESUMEN

En la vereda de Matituy, municipio de La Florida, Nariño, localizada a 1970 msnm, con una temperatura media de 18°C, se realizó el presente trabajo para evaluar el efecto de tres niveles de fósforo (20, 30 y 40 kg/ha) y dos de boro (5,5 y 11,4 kg/ha) sobre el comportamiento de los materiales mejorados de maíz Población 19, variedad regional Matituy, V-305 y de los híbridos Dekalb DK-888 y Funk's G-5423. Se planteó un modelo factorial con tres factores (materiales, fósforo y boro) y cuatro repeticiones.

El número de mazorcas/planta varió con el material y con los niveles de fósforo; los híbridos y el nivel de 40 kg/ha de P fueron los más prolíficos. Los granos más pesados (peso de 100 granos) fueron los de la variedad regional (44,1 g) y los mayores rendimientos los del híbrido DK-888 (5,26 t/ha). No todos los materiales de maíz respondieron por igual a los niveles de fósforo, por lo que se estableció la presencia de una interacción material por niveles de fósforo; en ninguna de las variables se presentaron diferencias entre los niveles de boro estudiadas.

**Palabras clave:** maíz, fertilización, rendimiento

<sup>1</sup> Profesor Asociado. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. E-mail: hcriollo@hotmail.com

<sup>2</sup> Profesor Asistente. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. E-mail: pasto78@col2.telecom.com.co

<sup>3</sup> Ingenieros Agrónomos, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Nariño, Colombia

### SUMMARY

This study was carried in Matituy village, La Florida, Nariño, at 1970 masl, average temperature of 18°C, in order to evaluate the effect of three levels of P (20.30 and 40 kg/ha) and two of B (5.5 and 11.4 kg/ha) on the performance of bled corn materials; Pop 19 Matituy regional material, V-305 and hybrids Dekalbs DK-888 and Funk's G 5423.

A factorial model of three factors (materials, P and B) with four replications was used. Number of laus per plant varied with materials and P-levels being hybrids the most prolific with the P-level of 40 kg/ha. Regional material showed the highest 100 gram weight (44.1 gr), and DK - 888 hybrid the highest field (5.26 t/ha).

Response of all corn materials to P levels was not equal, establishing the presence of a material. P-levels interaction. There were not observed any difference between B-levels in the variables under to during.

**Keywords:** Corn, fertilization, yield.

### INTRODUCCION

El maíz es un cultivo que se adapta a un amplio rango de ambientes por su característica de gran adaptabilidad. Solo en la zona triguera del departamento de Nariño, se siembran aproximadamente 5.000 hectáreas ubicadas entre 2.000 y 3.000 msnm, con variedades regionales, principalmente de los tipos «morocho» o cristalino y «harinoso» o «capia», que presentan plantas de porte alto, poco prolíficas y con ciclo de vida largo, entre 10 y 12 meses.

El bajo 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, conllevan a unos rendimientos bajos que le dejan al agricultor un muy escaso margen para la comercialización, convirtiéndose el maíz en un cultivo de subsistencia.

Criollo, Lagos y Ruiz (2000), afirman que los dos principales problemas que presentan los productores de maíz en Nariño son la falta de materiales

mejorados de alta productividad y la utilización de semillas certificadas que garanticen el éxito del cultivo; la solución de estos dos aspectos mejoraría ostensiblemente la productividad y los remanentes comercializables de maíz, elevando así los ingresos de los agricultores.

A pesar de que el maíz se puede catalogar como uno de los cultivos importantes en Nariño (aproximadamente 10000 ha, según Sañudo y Arteaga, 1996), su productividad es demasiado baja tanto a nivel mundial como a nivel nacional, ya que en promedio no se superan los 1500 Kg/ha.

Según Heisey, citado por Harris (1999), una de las opciones más importantes que poseen los agricultores para incrementar los rendimientos es la adopción de variedades mejoradas y de híbridos adaptados a la región, que en el caso del maíz, pueden incrementar los rendimientos hasta en un 40%.

Los híbridos simples tienen rendimientos más altos que las variedades de polinización libre debido a la heterosis o vigor híbrido; sin embargo, para que estos híbridos puedan desarrollar su potencial productivo es necesario proporcionarles un ambiente favorable mediante la implementación de tecnologías apropiadas de cultivo. Por esta razón, los híbridos de alta producción deben emplearlos productores de buen nivel tecnológico mientras que las variedades rústicas se deben recomendar para productores con bajo nivel tecnológico, con miras a garantizarles la cosecha (Hallauer y Miranda, 1988).

El uso de variedades mejoradas y de híbridos de maíz en Nariño es muy bajo; además, no se cuenta con estudios que demuestren su adaptación y comportamiento frente a las condiciones de clima y suelo de cada región maicera.

Otro aspecto que afecta severamente la productividad del maíz es la escasa o nula fertilización que realizan los agricultores, lo cual se traduce en problemas relacionados con el poco vigor de las plantas, escasa resistencia a problemas sanitarios y altos índices de vaneamiento; por esta razón se justifica la realización de un estudio tendiente a establecer las mejores alternativas de fertilización en la zona, ya que según Monómeros Venezolanos (1998), una buena respuesta a la fertilización exige tener en cuenta factores relacionados con el suelo, la planta y el clima, además de considerar la cantidad, clase y épocas de aplicación.

Basados en estas consideraciones, se planteó el presente estudio con el objetivo de comparar la productividad de los materiales mejorados V-305, Población 19, de los híbridos DK-888 y Funk's G-5423 y de la variedad regional Matituy, fertilizados con tres niveles de fósforo y dos niveles de boro.

## METODOLOGÍA

El trabajo se realizó en el año 2001, en la vereda de Matituy, municipio de La Florida, departamento de Nariño, localizado a 1930 msnm, con una temperatura media de 18 °C y 1200 mm de precipitación anual. Los suelos son de textura arcillo-arenosa, con un pH de 5,2, con 6,7% de materia orgánica, 9 ppm de fósforo, 0,14 ppm de boro y una capacidad de intercambio catiónico de 17,2 meq/100 g de suelo.

El diseño del experimento correspondió a un trifactorial en bloques al azar en donde el factor A correspondió a los materiales de maíz (V-305), Población 19, los híbridos DK-888, Funk's G-5423 y variedad regional Matituy), el factor B a los niveles de boro (5,5 y 11,4 kg/ha) y el factor C a los niveles de fósforo (20, 30, 40 kg/ha). Todos los tratamientos recibieron 150 kg/ha de urea.

Se utilizaron cuatro repeticiones para un total de 120 unidades experimentales, equivalentes a un surco de 10 m y una parcela útil de 7,20 m<sup>2</sup> después de eliminar las plantas de los extremos.

**Descripción de los materiales de maíz.** Población 19: la población pertenece al material experimental BA96-2118-A# Pool9BCI, introducido por la FACIA en el año de 1999-A desde el CIMMYT; es un material de transición para clima medio, con granos dentados de color amarillo. Bajo condiciones de Botana a 2750 msnm, presentó una altura de planta de 0,87 m, con 1,02 mazorcas por planta y un rendimiento de 494 kg/ha (Lagos, Criollo y Checa, 2000).

ICA V-305; es una variedad amarilla obtenida a partir de una introducción de CIMMYT (Suwan x La Posta, amarillo), la cual fue sometida durante ocho semestres a continua evaluación y selección, dando como resultado, después de cuatro ciclos de selección masal estratificada y dos de selección modificada mazorca por surco, una variedad uniforme, estable, de una altura de 2,34 m y un rendimiento superior a los 4.000 kg/ha (Navas, Posada y Pérez, 1993)

**Dekalb DK-888.** Es un híbrido comercial con grano de color amarillo, cristalino, cuyas características aún no se han evaluado, bajo las condiciones del departamento de Nariño.

**Funk's G-5423 (El colorado):** es un híbrido registrado por CIBA en el año de 1994; se caracteriza por presentar granos de color anaranjado o amarillo intenso, con altos contenidos de caroteno, vitamina A; el potencial de rendimiento entre el nivel del mar y los 1.300 msnm, oscila entre 2,5 a 7 t/ha (Torregroza, 1994). **Regional Matituy:** maíz de color amarillo, con plantas de porte alto (2,5 m), susceptible al vaneamiento, con un rendimiento promedio en la zona de 600 kg/ha. Ciclo de vida tardío.

**Siembra.** La siembra se hizo a chuzo, colocando dos semillas por sitio, con una distancia entre sitios de 0,50 m. y de 0,80 m. entre surcos. En el momento de la siembra se colocó el fertilizante correspondiente a cada tratamiento más la urea, alrededor del sitio y se tapó con una ligera capa de tierra. El mismo día se hizo una aplicación de glifosato para el control de malezas, debido a que se trabajó con un sistema de labranza cero.

**Labores culturales.** Durante los primeros días después de la siembra se hizo una aplicación de riego para acelerar la germinación; de allí en adelante el cultivo se mantuvo solamente con la lluvia natural. Cuando el maíz estuvo en estado rodillero se hizo una aplicación del insecticida triclorfon (Dipterex 80) en dosis de 800g/ha para el control del gusano cogollero.

**Variables evaluadas.** Número de mazorcas por planta (NMP). Al momento de la cosecha se contabilizaron el número de plantas y de mazorcas cosechadas, para establecer el número promedio de mazorcas correspondientes a cada planta.

**Relación grano/mazorca (GM).** Una vez realizada la cosecha se tomaron al azar un total de 10 mazorcas, se pesaron y se desgranaron en una desgranadora mecánica. El grano se pesó para establecer una relación entre el peso del grano y el de la mazorca.

**Peso de cien granos (PIÓOS).** De la cosecha de cada uno de los tratamientos y repeticiones, se tomaron dos muestras al azar de 100 granos, para promediar y obtener el peso de los 100 granos en cada unidad experimental.

**Rendimiento (RTO).** El rendimiento se calculó con base en la producción de la parcela útil, determinando la humedad del grano en un medidor Motonko, lo cual sirvió para ajustar toda la producción a una humedad constante del 14% (Criollo, Lagos y Ruiz, 2000).

**Análisis estadístico.** Las variables evaluadas se analizaron mediante el análisis de variancia correspondiente al modelo propuesto; aquellas que mostraron diferencias estadísticas se compararon con la prueba DMS al 5% de probabilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Número de mazorcas/planta.** El análisis de esta variable mostró diferencias estadísticas a nivel de materiales de maíz y de los niveles de fósforo (Cuadro 1), demostrándose la capacidad diferencial de los materiales en cuanto a prolificidad y a su respuesta a la aplicación de fósforo, en suelos con niveles críticos de este elemento como el experimental.

**Tabla 1. Análisis de variancia para las variables número de mazorcas/planta (NMP), relación grano/mazorca (GM), peso de 100 granos (PIÓOS) y rendimiento (RTO) de materiales mejorados de maíz.**

FUENTES DE VARIACION	CUADROS MEDIOS			
	NMP	GM	PIÓOS	RTO
Repetición	0,44**	0,355	64,99	32,74**
Materiales	0,63**	0,508	530,88**	20,47**
Boro (B)	0,037	0,440	9,74	1,06
Matxboro	0,071	0,369	40,72	1,22
Fósforo (P)	0,416**	0,550	33,83	7,54*
Materxp	0,154	0,481	17,35	5,16*
BxP	0,009	0,453	14,11	0,01
MaterxBxP	0,083	0,380	25,24	2,32
Error	0,081	0,444	18,65	2,13

\* Diferencias estadísticas significativas (95%).

\*\* Diferencias estadísticas altamente significativas (99%).

La prueba de comparación de medias (Tabla 2), mostró que el híbrido DK888 con 1,25 NMP fue más prolífico que los materiales V305 (1.03NMP), Matituy (0.985NMP) y Población 19 (0.81NMP), con diferencias estadísticas significativas. Todos los materiales fueron más prolíficos que la población 19, lo cual es un aspecto importante desde el punto de vista de la productividad de los materiales.

**Cuadro 2. Prueba de comparación de promedios (DMS) de NMP, GM, PIÓOS y del rendimiento alcanzado por los materiales mejorados de maíz.**

MATERIAL	NMP	GM	PIÓOS	RENDIMIENTO
DK888	1,25	AV0,81	A36,7	B526A
Funk's	1,10	AB1,13	A32,1	C4,68A
V305	1,03	B0,81	A34,2	BC4,73A
Matituy	0,98	C0,81	A44,1	A5,13A
P19	0,81	D0,81	A33,7	C2,96B

Promedios con letras semejantes son estadísticamente similares (DMS 5%)

En cuanto a la aplicación de fósforo, la prueba de comparación de medias mostró diferencias estadísticas en el número de mazorcas/planta obtenido con 40 k/ha de fósforo (1,12 mazorcas/pl) y el nivel de 20 k/ha (0,92 mazorcas/pl). Estos resultados permiten confirmar la baja disposición de P en el suelo (9 ppm) y al maíz como una especie de alta sensibilidad a la deficiencia de fósforo (Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1984); además, se considera que el fósforo es importante para la formación de estructuras reproductivas (Monómeros Colombo-Venezolanos, 1998) lo cual puede relacionarse con la presencia de un mayor o menor número de mazorcas/planta.

**Relación grano/mazorca.** La relación entre el peso del grano y el de la mazorca no mostró variación estadística entre las fuentes de variación analizadas (Tabla 1). Esta situación puede explicarse porque todos los materiales, aún la variedad regional, han tenido procesos de selección tendientes a obtener mazorcas delgadas con granos grandes; además, la aplicación del fertilizante fosfórico y del boro redujo el vaneamiento a valores mínimos en todos los materiales de maíz.

**Peso de 100 semillas.** Esta variable presentó diferencias estadísticas entre materiales, demostrándose la variabilidad en el tamaño y en la densidad de los

granos producidos por cada uno de los materiales de maíz estudiados, los tratamientos relacionados con la fertilización fosfórica y con boro no mostraron diferencias en cuanto al peso del grano (Tabla 1).

La prueba de comparación de promedios mostró un mayor peso de los granos de la variedad regional Matituy (44,1 g) en comparación con los demás materiales, con diferencias estadísticas significativas. Como razones de este comportamiento se pueden discutir el tamaño del grano del material regional y sobre todo el mayor contenido de humedad de los granos cosechados, por tratarse de un material más tardío que los otros materiales estudiados (Tabla 2).

El material DK-888 mostró un mayor PIÓOS (36,74 g) que la Población 19 (33,81 g) y que el híbrido Funk's (32,14 g), debido a su mayor tamaño y densidad y a que fue menos precoz que el material Funk's, lo cual implicó que al momento de la cosecha, este último presentara un menor contenido de humedad.

**Rendimiento.** En la Tabla 1, correspondiente a rendimiento de maíz, se observan diferencias estadísticas altamente significativas entre materiales y significativas entre las dosis de fósforo y en la interacción variedad x fósforo.

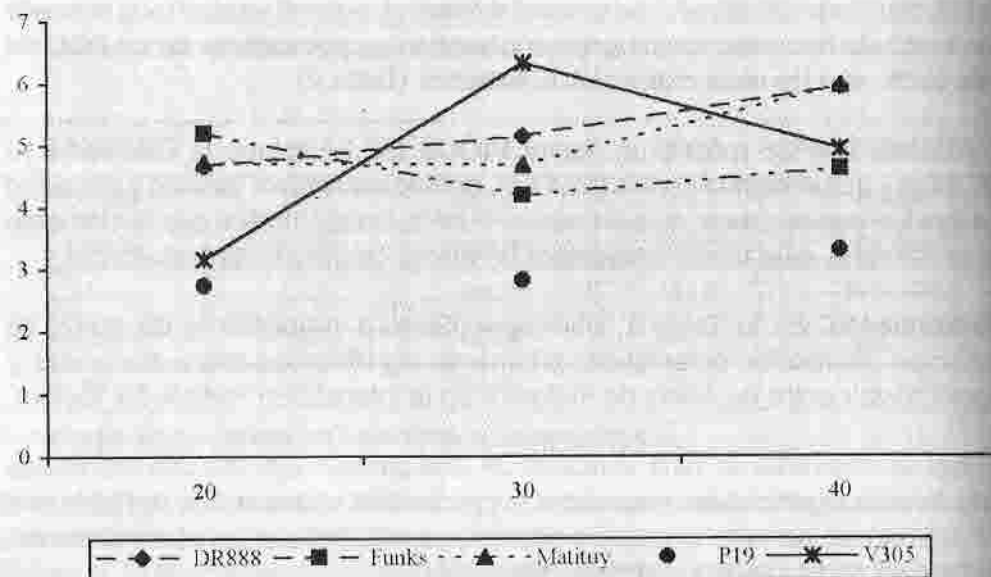
A nivel de materiales de maíz, el híbrido DK-888 produjo 5,26 t/ha con diferencias estadísticas significativas respecto a la producción obtenida con la Población 19 (2,96 t/ha); no se presentaron diferencias estadísticas en el rendimiento, cuando se compararon los demás materiales.

Es importante observar en la gráfica de interacción (Figura 1), la gran respuesta productiva del material V305 a la aplicación de 30 kg/ha de fósforo (6,33 t/ha), comparada con la de los demás materiales, demostrándose una gran sensibilidad del material a los niveles bajos de fósforo. La Población 19 fue el material que menos respuesta mostró a las aplicaciones de fósforo (2,70, 2,82 y 3,32 t/ha), posiblemente porque es un material rústico, seleccionado para zonas con niveles bajo este elemento. Los materiales DK-888 (4,68, 5,15 y 5,95 t/ha) y Matituy (4,73, 4,69 y 5,98 t/ha) mostraron una respuesta consistente hasta el nivel de 40 Kg/ha de P, por lo que se los podría catalogar como exigentes en niveles altos de fósforo, contrario al híbrido Funk's G-5423 que alcanzó su mayor rendimiento con el nivel de 20 Kg/ha de fósforo (5,20 t/ha).

En todos los casos, con todos los materiales, la aplicación de niveles de fósforo y boro permitió reducir el vaneamiento del maíz, observado comúnmente en la

zona, lo cual conllevó a obtener rendimientos superiores al promedio nacional de 1,56 t/ha de maíz tradicional y de 3,65 t/ha de maíz tecnificado (Ministerio de Agricultura, 2002).

**Figura 1. Comportamiento de los materiales de maíz a diferentes niveles de fósforo**



### CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio se determinó que el híbrido de maíz DK-888 mostró mayor número de mazorcas/planta que los materiales V-305, Matituy y Población 19; todos los materiales mostraron una relación grano/mazorca similar.

En cuanto al rendimiento, todos los materiales fueron superiores a la Población 19, los rendimientos alcanzados con el nivel de 40 kg/ha de fósforo fueron superiores a los rendimientos con el nivel de 20 kg/ha de fósforo.

Los materiales de maíz estudiados, mostraron respuestas diferentes a los niveles de fósforo.

### BIBLIOGRAFIA

CRIOLLO, H. LAGOS, C. y RUIZ, H. Calidad de la semilla de maíz utilizada en algunas zonas maiceras de Nariño. Revista de Ciencias Agrícolas-Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, Colombia, 17(2):21-34. 2000.

HALLAUER, A. y MIRANDA, J. Quantitative genetics in maize breeding. Second ed. Iowa, Iowa State University Press, Ames, 1988. 468p.

LAGOS, T., CRIOLLO, H. y CHECA, O. 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. 2000.

MONOMEROS COLOMBO VENEZOLANOS. Fertilización de cultivos en clima frío. Editor: Ricardo Guerrero R. Bogotá, 1998. 425 p.

NAVAS, A., POSADA, H. y PÉREZ, J. Variedades de maíz para la zona cafetera: ICA V-305, ICA V-354. Número 263. Chinchiná, ICA-FENALCE-CENICAFE. 1993. 6p.

SOCIEDAD COLOMBIANA DE LA CIENCIA DEL SUELO. Fertilidad de suelos Diagnóstico y control. Editor: Francisco Silva M. Bogotá, 1984. 418 p.

SAÑUDO, B. y ARTEAGA, G. Perspectivas del maíz para regiones trigueras de Nariño. Revista de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, Colombia, 14(1 y 2):69-72. 1996.

TORREGROZA, M. G-5426: Híbrido de maíz con granos de color anaranjado, altos contenidos de caroteno, vitamina A y excelente rendimiento. Agricultura Tropical (Colombia). 31(3): 107-111. 1994.