

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE 18 GENOTIPOS DE MAÍZ (*Zea mays*
L.) BAJO CONDICIONES DEL ALTIPLANO DE NARIÑO.***

**AGRONOMIC BEHAVIOR FROM EIGHTEEN CORN GENOTYPES UNDER
NARIÑO DEPARTMENT'S HIGHLANDS CONDITIONS.***

Maria Fernanda Villarreal M.¹

Maribel de Lourdes Santacruz J.¹

Jorge Fernando Navia E.²

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental Obonuco (FEDEPAPA), ubicado a 5 km de Pasto a una latitud norte de 1°13' y longitud oeste de 77°16', a una altura de 2800 msnm, con temperatura promedio de 11.61°C y precipitación de 622 mm, para evaluar el comportamiento agronómico de 13 genotipos de maíz amarillo y 5 genotipos de maíz blanco para clima frío provenientes del CIMMYT (México), INIAP (Ecuador) y algunos materiales regionales. Entre los genotipos más precoces de maíz amarillo y blanco se encuentran las líneas mejoradas L1 – L8/06B provenientes de CIMMYT (Batán, México), con FM entre 91– 99 días y FF entre 103 y 110.75 días. También los materiales mejorados, Población 13 e INIAP-180 (FM entre 105.25 y 119.25), (FF entre 115.5 y 131 días). Los genotipos de maíz amarillo que obtuvieron mayor rendimiento corresponden a la variedad mejorada INIAP – 180 del INIAP, Ecuador (1825.67 kg-ha⁻¹) y las variedades regionales Imués (1050.41 kg-ha⁻¹) y Mandarino Guaitarilla (960.87 kg-ha⁻¹). En materiales de maíz blanco, los genotipos que obtuvieron mayor rendimiento son las variedades regionales Ospina (1216.91 kg-ha⁻¹) e Imués (551.81 kg-ha⁻¹). Los materiales de más bajo rendimiento fueron las poblaciones provenientes del CIMMYT como son: Población 13 y Población 19

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

¹ Estudiantes Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. E-mail: fervi9@gmail.com - msantacruz@gmail.com. 2009.

² Ph.D. Profesor Asistente. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. E-mail: jornavia@udenar.edu.co. 2009.

con rendimientos de 49.56 y 48.28. Además de las líneas mejoradas: L1/06B-L8/06B con rendimientos que van desde 178.78 a 419.52 kg-ha⁻¹.

Palabras claves: Evaluación, materiales, clima frío.

ABSTRACT

In order to evaluate the agronomic behavior of 13 yellow white cold weather corn genotypes and 5 white cold weather corn genotypes coming from CIMMYT (Mexico), INIAP (Ecuador) and some regional materials, the following paper was carried out at Obonuco Experimental Center (FEDEPAPA). This center is located 5 kilometers from the city of Pasto at 1°13'N 77°16'W, 2800 m.a.s.l., with an average temperature of 11.61° and rainfall average of 622mm. Among the most premature yellow and white corn genotypes that can be found are the following: the L1 – L8/06B improved lines originate in CIMMYT (Batán, Mexico) with FM between 91 to 99 days and FF between 109 and 110.75 days, as well as the improved materials, population 13 and INIAP-180 (FM between 105.25 and 119.25), (FM between 115.5 and 131 days). The yellow corn genotypes that showed a higher performance are linked to the INIAP-180 from INIAP (Ecuador (1825.67 kg-ha⁻¹)) improved variety, the Imues (1050.41 kg-ha⁻¹) and the Mandarin Guaitarilla (960.87 kg-ha⁻¹) regional varieties. The genotypes that obtained the highest performance from the white corn materials were the Ospina (1216.91 kg-ha⁻¹) and Imues (551.81 kg-ha⁻¹) regional varieties. The materials with the lowest performance were: Population 13 and Population 19, originated from the CIMMYT with a performance of 49.56 and 48.28 along with L1/06B – L8/06B improved lines showing a production that ranges from 178.78 kg-ha⁻¹ to 419.52 kg-ha⁻¹.

Key words: Evaluation, materials, cold weather.

INTRODUCCIÓN

La producción de maíz a nivel mundial excede los 766,71 millones de toneladas. La producción de maíz blanco, se estima en unos 65 a 70 millones de toneladas, una cifra pequeña comparada con la producción anual de maíz amarillo que es de unos 430 millones de toneladas. El maíz blanco se cultiva casi exclusivamente para el consumo humano y tiene una enorme trascendencia en la nutrición y seguridad alimentaria de un gran número de países en desarrollo, especialmente África y algunos países de Latinoamérica. (Castello, 2008).

En Colombia, se siembra un área de 576.000 hectáreas de maíz al año, el cual esta distribuida entre maíz blanco que ocupa el 33,2% de la superficie y maíz amarillo con el 66,8%. También se agrupa el cultivo por grado de tecnificación, en tradicional y tecnificado. Predomina ligeramente el cultivo tradicional (50,5% del área), caracterizado por ser cultivado en pequeñas extensiones con el uso de semilla no certificada, bajo consumo de agroquímicos y en especial de fertilizantes. Su rendimiento promedio nacional es de 1,57 t-ha⁻¹ y buena parte de su producción se destina al autoconsumo (DANE, 2006).

El nivel tecnológico del cultivo de maíz en el departamento de Nariño es mínimo, lo cual es reflejado en los bajos rendimientos que dependen principalmente de los ambientes fluctuantes y de los recursos limitados. En el sector tradicional del departamento de Nariño, el área sembrada entre maíz amarillo y blanco alcanza las 7436 hectáreas, con un rendimiento anual de 1.63 t-ha⁻¹ (Ordoñez, 2006)

En el sector tradicional los rendimientos han pasado de 1.13 t-ha⁻¹ en 1970 a 1.54 t-ha⁻¹ en 2000, un crecimiento muy lento que escasamente llega a 50% de los del sector tecnificado, el cual se encuentra en 3.0 t-ha⁻¹ en 2000 (Ospina, 2000)

Actualmente, la escasez del grano originada por la disminución de la oferta a nivel internacional, debido a que el mercado esté orientado principalmente hacia la obtención de biocombustibles y de envase biodegradables, ha elevado sus precios y han puesto en peligro

la seguridad alimentaria. Sin embargo, se mantiene el maíz como un componente necesario para la nutrición humana, aunque no se hace un manejo técnico adecuado (Castello, 2008).

El maíz de clima frío tiene algunas limitaciones entre las que se destacan, el empleo de variedades regionales de ciclo de vida tardía (mayor de diez meses), el porte alto y la baja prolificidad. A ello se suma, la poca importancia que los agricultores le dan al cultivo, limitándose a una deshierba y un aporque. Como consecuencia los rendimientos son bajos, menores de la tonelada de grano seco por hectárea y su rentabilidad negativa (Sañudo y Arteaga, 1996).

En Nariño se han desarrollado algunas investigaciones por parte de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño como la obtención de cinco materiales, dos de morocho blanco, dos de morocho amarillo y uno de harinoso amarillo. (Sañudo y Arteaga, 1996).

Lagos, et al. (2000), evaluaron 19 materiales de maíz de clima frío en el Altiplano de Pasto, departamento de Nariño, en cual se obtuvo resultados de precocidad en los materiales Mishka , INIAP-160x(H1xH2) y las poblaciones mejoradas POB 86C5, Across-90900 y Toluca-8785 procedentes del CIMMYT (México).

Por lo tanto la obtención de variedades mejoradas de maíz en esta región constituye una invaluable contribución encaminada al mejoramiento de la seguridad alimentaria, especialmente de los pequeños agricultores que predominan en el departamento.

Con base en los antecedentes expuestos anteriormente, se planteó el presente trabajo con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de 13 genotipos de maíz amarillo y 5 genotipos de maíz blanco bajo las condiciones del altiplano de Nariño.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La investigación se realizó en el Centro Experimental Obonuco (FEDEPAPA), el cual está ubicado a 5Km de Pasto a una latitud norte de 1°13" y longitud

oeste de 77°16", a una altura de 2800 msnm, con una temperatura promedio anual de 11.61°C y una precipitación promedio anual de 622 mm. El suelo es franco.

El material vegetal evaluado fue obtenido del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador y variedades regionales a través de Corpoica (Pasto). Los genotipos de maíz amarillo corresponden a: INIAP 180 (Proveniente de INIAP – Ecuador), L-4/06B, L-5/06B, L-6/06B, L-7/06B, L-8/06B, Población 13 BA 952168 # Población 86 C5 2002A y Población 19: perteneciente a la unidad experimental BA96-2118-A# Pool9BCI. (provenientes de CIMMYT –Batán México). Además se evaluarán las variedades regionales Mandarino Guaitarilla, Sandoná, Pasto, Villamoreno, Imués

Los genotipos de maíz blanco fueron: L-1/06B, L-2/06B, L-3/06B y dos testigos regionales (Imués y Ospina).

Diseño Experimental. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 13 tratamientos y cuatro repeticiones para genotipos de maíz amarillo y 5 tratamientos y cuatro repeticiones para genotipos de maíz blanco.

La parcela experimental fue de 37 m x 43 m (1541 m²) para genotipos de maíz amarillo y de 14 m x 43 m (602 m²) para genotipos de maíz blanco, se utilizó una distancia de siembra entre surcos de 0.70 m y entre plantas de 0.50 m. La unidad de muestra correspondió a dos surcos centrales de 43 m de largo separados a 0.70 m equivalente a 30.1 m² para cada tratamiento, de ésta unidad experimental se muestrearon 20 plantas al azar. Las parcelas experimentales recibieron los tratamientos en forma aleatoria.

Preparación del Suelo y Siembra. El lote experimental se preparó con un pase de arado con yunta de bueyes demarcando conjuntamente los surcos de la parcela experimental a una distancia de 0.70m. Se colocaron en el surco dos semillas por sitio con distancia de 0.50m entre ellas.

Labores Culturales. Al momento de la siembra se realizó una aplicación localizada de fuente fertilizante de Nitrógeno (Urea 46%) 600 kg-ha⁻¹. A los 60 días después de la

siembra se aplicó fertilizante localizadamente 15-15-15 (560 kg-ha⁻¹) y se realizaron dos desyerbas a los 40 y 70 días después de la siembra.

En la siembra y en la época de emergencia se hizo una aplicación de Furadan 3G (Carbofurán) 30 kg-ha⁻¹ y de Metaldehído 20 kg-ha⁻¹ para el control de tierreros y babosas respectivamente.

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 usamos para este trabajo las siguientes:

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

Número de nudos/planta (NP). El número de nudos, que es igual al número de hojas se contó en el tallo principal desde el suelo hasta la base de la espiga

Largo de lamina Foliar (LH). La longitud de la lamina foliar se midió en cm, desde el punto de unión de la lamina foliar con la vaina hasta el ápice de la misma vaina.

Ancho de lamina Foliar (AH). La anchura de la lamina foliar se midió en cm de borde a borde, en la parte central de la lámina foliar.

Área de la lamina foliar (AF). El área foliar se midió en cm², multiplicando su longitud por su anchura por 0.75.

Diámetro de tallos (DT). Para calcular el diámetro, se partió el tallo por la mitad para determinar su diámetro en el corte transversal, se midió en cm.

Días a floración masculina (FM). 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 (FF). 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 la plantas.

Días de cosecha (DAC). Los DAC se registraron desde la siembra hasta cuando el 50% de las mazorcas de la parcela útil estuvieron a punto de cosecha, cuando los granos presentaron una capa negra, carácter marcador de la madurez fisiológica y de cosecha.

Mazorca por planta (MPP). Al momento de la cosecha se contaron todas las mazorcas obtenidas dentro de cada unidad experimental y se relacionaron con el número de plantas cosechadas.

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.

Diámetro de la mazorca (DM). Para calcular el diámetro, se partió la mazorca por la mitad para determinar su diámetro en el corte transversal, desde la corona de un grano a la corona del grano diametralmente opuesto.

Longitud de la mazorca (LM). Para calcular la longitud se midió en cm, desde la base de su inserción en el pedúnculo hasta su ápice.

Relación grano/mazorca (GM). Una vez realizada la cosecha, se pesó el 10% de las mazorcas cosechadas, se desgranaron y se pesó nuevamente el grano producido para establecer esta relación.

Peso de cien granos (P100). Una vez los granos estuvieron secos, de cada parcela cosechada se tomaron al azar cien granos al azar y se pesó, registrando este valor con base al 14% de humedad.

Rendimiento (RTO). El rendimiento se calculó con base en la cosecha de la parcela útil, además se determinó el contenido de humedad del grano con un medidor marca Multi-

grain® modelo 462331247, para ajustar el rendimiento del maíz por hectárea con un contenido de humedad del 14%. La fórmula utilizada para este cálculo fue:

$$R (14\%) = P \times (100 - PH) / (100 - PHE)$$

R (14%) = Rendimiento con humedad de 14%

P = Peso del grano sin corregir (en cosecha)

PH = Porcentaje de humedad de la muestra

PHE = Porcentaje de humedad estándar

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Se utilizó el Análisis de Varianza (ANDEVA) para el modelo Bloques Completos al Azar (BCA) tanto para genotipos de maíz amarillo como genotipos de maíz blanco para cada una de las variables anteriormente mencionadas y al presentarse diferencias entre los tratamientos se realizó la prueba de comparación de medias o Tukey al 95%. Igualmente, se analizaron algunas correlaciones existentes entre las variables evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al ANDEVA (Tabla 1a.) se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos evaluados de maíz amarillo para las variables días a floración masculina (FM), días a floración femenina (FF), altura de planta (AP), número de nudos por planta (NP), largo de hoja (LH), área foliar (AF), diámetro de tallos (DT), mazorca por planta (MPP), altura de la primera mazorca (AM), diámetro de mazorca (DM), longitud de mazorca (LM) y rendimiento (RTO). Mientras para materiales de maíz blanco detectó diferencias estadísticas altamente significativas entre los genotipos evaluados para todas las variables.

Tabla 1a. Cuadrados Medios del ANDEVA de los materiales de maíz AMARILLO para las variables: días a floración masculina (FM), días a floración femenina (FF), altura de planta (AP), número de nudos por planta (NP), largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH), área foliar (AF), altura de primera mazorca (AM), mazorca por planta (MPP), diámetro de tallo (DT), días a cosecha (DAC), diámetro de mazorca (DM), longitud de mazorca (LM), relación grano-mazorca (GM), peso de 100 granos (P100), y rendimiento (RTO). Centro Experimental FEDEPAPA, Obonuco, 2008.

F.V	G.L	FM	FF	AP (cm)	NP	LH (cm)	AH (cm)	AF (cm ²)	AM (cm)	MPP	DT (cm)	DAC	DM	LM (cm)	GM	P100	RTO
Bloque	3	237.18	95.50	769.74	5.86	415.46	61.29	27960.16	216.65	0.60	0.07	0	0.01	4.88	0.02	2748.99	208754.89
Tratamiento	12	2673.77**	4171.81**	14828.22**	41.29**	2931.94**	66.55ns	234470.67**	10422**	0.85ns	1.61**	9256.41**	3.54**	43.41**	0.02*	2588.55ns	1000136.69**
Error	36	125.07	171.49	458.42	2.02	902.02	75.84	53810.69	618.09	0.77	0.06	0	0.05	7.64	0.01	2628.09	104287.03
C.V (%)		9.34	9.44	13.93	15.17	46.64	97.93	58.01	39.44	52.41	15.41	0	6.97	17.45	15.68	95.93	58.56
Media		119.77	138.63	153.60	9.38	64.38	8.89	399.88	63.02	1.68	1.63	237.53	3.42	15.84	0.65	53.43	551.44

Tabla 1b. Cuadrados Medios del ANDEVA de los materiales de maíz BLANCO para las variables: días a floración masculina (FM), días a floración femenina (FF), altura de planta (AP), número de nudos por planta (NP), largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH), área foliar (AF), altura de primera mazorca (AM), mazorca por planta (MPP), diámetro de tallo (DT), días a cosecha (DAC), diámetro de mazorca (DM), longitud de mazorca (LM), relación grano-mazorca (GM), peso de 100 granos (P100), y rendimiento (RTO). Centro Experimental FEDEPAPA, Obonuco, 2008.

F.V	G.L	FM	FF	AP (cm)	NP	LH (cm)	AH (cm)	AF (cm ²)	AM (cm)	MPP	DT (cm)	DAC	DM (cm)	LM (cm)	GM	P100	RTO
Bloque	3	285.46	181.38	1150.69	16.53	56.46	0.07	3557	245.48	0.10	0.28	0	0.84	0.69	0.001	89.49	179621.61
Tratamiento	4	5785.87**	7887.42**	19591.55**	60.09**	1886.80**	27.12**	210227.84**	18541.71**	0.13**	4.41**	10830**	9.93**	58.39**	0.006*	1040.75**	552010.74**
Error	12	54.34	69.42	305.61	5.54	35.29	0.52	2269.63	318.57	0.02	0.13	0	1.35	0.93	0.002	13.33	85564.36
C.V (%)		6.19	6.08	10.86	26.33	9.92	10.90	14.77	24.33	9.17	20.64	0	31.80	6.43	41.73	7.18	51.17
Media		119	136.95	160.86	8.94	59.88	6.61	322.43	73.34	1.58	1.76	239	3.66	15.05	0.09	50.80	571.63

* = Diferencias estadísticas significativas (95%)

** = Diferencias estadísticas altamente significativas (99%)

ns = Diferencias estadísticas no significativas (< 95%)

Días a floración masculina (FM) y días a floración femenina (FF). El análisis de correlación (Tablas 3a y 3b), muestra una alta asociación entre las variables FM y FF en los genotipos evaluados tanto de maíz amarillo ($r = 0.94^{**}$) como de maíz blanco ($r = 0.98^{**}$), es decir que los genotipos que presentan mayor días a floración masculina también presentan mayor número de días a floración femenina. Por esta razón en este caso, solo se analizará la FF, que es una variable de importancia para escoger variables de mayor precocidad.

El ANDEVA (Tabla 1a.) detectó diferencias altamente significativas para materiales de maíz amarillo y maíz blanco entre los genotipos evaluados. Para los primeros, los materiales más tardíos corresponden a las variedades regionales Sandoná, Mandarinó Guaitarilla, Imues y Pasto con valores que oscilan entre 185.75 y 159 días a floración femenina, además el material mejorado Población 19 (155.5 FF).

Los materiales más precoces son las líneas mejoradas L5 a L8/06B y Población 13 con 104 – 115.5 días a floración femenina, también la variedad INIAP-180 con 131 FF.

Por cuanto en materiales de maíz blanco la variedad regional Imues fue la más tardía con 176.5 días a floración femenina obteniendo diferencias estadísticas significativas con los demás materiales evaluados (Tabla 2b). Los materiales más precoces son las líneas mejoradas L1/06B, L2/06B y L3/06B con 110.75, 103 y 106.25 días respectivamente.

Los datos anteriormente determinados tanto para FF, presentaron similitud con el trabajo realizado por Lagos, et al. (2000), los cuales afirman que las variedades evaluadas en su trabajo provenientes del CIMMYT, obtuvieron mayor precocidad.

Por otra parte, Parsons, (2001) afirma que la floración es afectada por la temperatura. Temperaturas superiores a 30°C tienden a provocar una inflorescencia masculina más tardía que la femenina. Bajo condiciones en temperaturas menores a 20°C, la inflorescencia femenina aparece mas tarde que la masculina. Debido a que en la zona de estudio se presenta una temperatura promedio de 11.65°C, se obtuvo que la inflorescencia femenina fue mas tardía que la masculina.

Tabla 2a. Prueba de Comparación de Medias (Tukey) de los materiales de maíz AMARILLO para las variables: días a floración masculina (FM), días a floración femenina (FF), altura de planta (AP), número de nudos por planta (NP), largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH), área foliar (AF), altura de primera mazorca (AM), mazorca por planta (MPP), diámetro de tallo (DT), días a cosecha (DAC), diámetro de mazorca (DM), longitud de mazorca (LM), relación grano-mazorca (GM), peso de 100 granos (P100), y rendimiento (RTO). Centro Experimental FEDEPAPA, Obonuco, 2008.

GENOTIPO	FM	FF	AP (cm)	NP	LH (cm)	AH (cm)	AF (cm ²)	AM (cm)	MPP	DT (cm)	DM (cm)	DAC	LM (cm)	GM	P100	RTO (Kg/ha)
Sandoná	164,250a	185,750a	219.15ab	13,000a	78,30ab	8,325a	491,2ab	113,80a	2,900a	2,130a	4,2025b	296a	19,336ab	0.612ab	48,31a	595.6bcd
Mandarino G	157,250ab	186,500a	211.60ab	13,000a	82,70ab	10,165a	627,5ab	122,70a	1,450a	2,345a	4,2400b	296a	22,855a	0.675ab	51,85a	960.9bc
Imués	155,500ab	185,250a	253.75a	13,250a	86,03ab	9,450a	608,4ab	151,25a	1,400a	2,445a	4,6025ab	296a	18,383ab	0.685ab	60,73a	1050.4ab
Pasto	131,500bc	159,000ab	209.45ab	13,650a	85,55ab	9,800a	626,8ab	126,25a	1,400a	2,495a	4,9100a	201b	19,135ab	0.732a	65,40a	717.9bcd
Población 19 (C)	129,500bc	155,500ab	92,200c	8,250b	52,40b	8,700a	345,6b	41,45bc	1,200a	1,300b	3,2438c	201b	14,825b	0.562ab	36,42a	48.3d
INIAP – 180 (E)	119,250cd	131,000bcd	169.55b	8,400b	46,80b	6,950a	247,4b	126,25a	2,400a	1,000b	3,1175cd	296a	16,470ab	0.682ab	49,42a	1825.7a
Villamoreno	115,750cd	140,500bc	220.10ab	12,900a	132,30a	9,415	959,2a	102,80ab	1,550a	2,535a	4,6500ab	201b	16,940ab	0.747a	55,63a	574.9bcd
Población 13 (C)	105,250cd	115,500cd	93,050c	5,900b	46,85b	5,800a	204,1b	17,75c	1,550a	1,100b	2,6025d	224.7b	12,675b	0.467b	35,10a	49.6d
L5/06B (C)	99,000d	110,250cd	111,70c	7,950b	44,15b	6,650a	219,4b	23,00c	1,800a	1,105b	2,5650d	201b	13,182b	0.655ab	37,40a	178.8cd
L4/06B (C)	96,250d	112,000cd	103,95c	6,100b	50,85b	6,400a	243,5b	20,50c	1,550a	1,000b	2,6250d	201b	13,070b	0.692ab	45,03a	292.3bcd
L7/06B (C)	95,500d	107,000d	104,20c	6,900b	36,60b	21,450a	169,1b	20,65c	1,600a	1,270b	2,6900cd	201b	13,563b	0.612ab	39,98a	192.2cd
L6/06B (C)	94,250d	110,000cd	103,85c	6,100b	43,75b	6,100a	200,3b	28,30c	1,500a	1,185b	2,5500d	201b	12,550b	0.705ab	37,65a	315.2bcd
L8/06B (C)	93,750d	104,000d	104,35c	6,550b	50,70b	6,400a	256,0b	27,55c	1,600a	1,380b	2,5400d	296a	12,995b	0.700ab	131,77 _a	367.1bcd

Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes
(C) = Introducidos del CIMMYT – Batán, México.
(E) = Introducidos del INIAP, Est. Exp. Santa Catalina – Ecuador.

Tabla 2b. Prueba de Comparación de Medias (Tukey) de los materiales de maíz BLANCO para las variables: días a floración masculina (FM), días a floración femenina (FF), altura de planta (AP), numero de nudos por planta (NP), largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH), área foliar (AF), altura de primera mazorca (AM), mazorca por planta (MPP), diámetro de tallo (DT), días a cosecha (DAC), diámetro de mazorca (DM), longitud de mazorca (LM), relación grano-mazorca (GM), peso de 100 granos (P100), y rendimiento (RTO). Centro Experimental FEDEPAPA, Obonuco, 2008.

GENOTIPO	FM	FF	AP (cm)	NP	LH (cm)	AH (cm)	AF (cm ²)	AM (cm)	MPP	DT (cm)	DM (cm)	DAC	LM (cm)	GM	P100	RTO (Kg/ha)
Imués	176,500a	204,500a	251.8a	14,000a	86,850a	9,6750a	585,88a	160,25a	1,300b	3,2800a	5,6983a	296a	20,5858a	0.44a	58,595b	551.81b
Ospina	139,750b	160,250b	221.35a	12,250a	80,200a	9,2500a	560,85a	134,20a	1,800a	2,4650a	5,0475ab	296a	17,5400b	0.05b	75,703a	1216.91a
L1/06B (c)	95,000c	110,750c	106.9b	5,800b	44,000b	4,8000b	158,36b	23,80b	1,600b	0,9300b	2,4425b	201b	12,4775c	0.08b	38,408c	341.1b
L3/06B (c)	92,750c	106,250c	111.6b	6,300b	43,450b	4,6500b	151,09b	26,25b	1,650ab	1,1250b	2,5125b	201b	11,9840c	0.16b	40,913c	328.9b
L2/06B (c)	91,000c	103,000c	112.65b	6,350b	44,900b	4,7000b	156,00b	22,23b	1,550ab	1,0425b	2,6300b	201b	12,6975c	0.12b	40,383c	419.5b

Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes

(C) = Introducidos del CIMMYT – Batán, México.

Altura de planta (AP), número de nudos por planta (NP), Altura de primera mazorca (AM) y Días a cosecha (DAC). El análisis de correlación (Tablas 3a y 3b), muestra una alta asociación tanto para maíz amarillo como de maíz blanco entre las variables AP con NP ($r = 0.83^{**}$) ($r = 0.84^{**}$), AM ($r = 0.86^{**}$) ($r = 0.92^{**}$) y DAC ($r = 0.85^{**}$) ($r = 0.94^{**}$) en los genotipos evaluados, es decir que los genotipos que presentan mayor altura también presentan mayor número de nudos por planta, mayor altura de primera mazorca y mayor número de días a cosecha. Por esta razón en este caso, solo se analizará la AP, por ser una variable de importancia en el momento de escoger materiales para mejorar la arquitectura de la planta.

El análisis de ésta variable indica que los materiales de maíz amarillo y blanco evaluados obtuvieron diferencias altamente significativas entre los genotipos (Tablas 1a y 1b). Para maíz amarillo, la variedad regional Imués tuvo mayor altura de planta con 253.7 cm, las demás variedades regionales también obtuvieron mayor AP con valores entre 209.45 y 220.1 cm. Los materiales Pob 13 y Pob 19 tienen menor AP (93.05 y 92.20 cm respectivamente).

Para maíz blanco, las menores AP las obtuvieron las líneas mejoradas L1 –L3/06B con valores que oscilan entre 106.9 y 112.65 cm. Según Poehlman y Allen (2003), los estudios de mejoramiento genético pueden lograr además de plantas con más baja altura, plantas con mazorcas situadas en la parte media ó baja del tallo para facilitar la posterior recolección e incrementar la densidad de plantas por hectárea. Por esto, los materiales mejorados provenientes del CIMMYT (México) obtuvieron menor AM y AP con relación a variedades regionales analizadas

En el maíz tropical hay una gran variación en la altura de la planta, en el número de hojas y en su tamaño. En general, el maíz tropical es una planta alta, con muchas hojas y con un exceso de crecimiento vegetativo. Por lo general, el maíz cultivado en los trópicos no macolla y tiene un solo tallo principal por lo cual toda la energía producida por la planta la utiliza para elongar su tallo (Paliwal, 2007). Por ésta razón en el análisis de ésta variable se

Tabla 3a. Análisis de correlación de los materiales de maíz AMARILLO para las variables: días a floración masculina (FM), días a floración femenina (FF), altura de planta (AP), número de nudos por planta (NP), largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH), área foliar (AF), altura de primera mazorca (AM), mazorca por planta (MPP), diámetro de tallo (DT), días a cosecha (DAC), diámetro de mazorca (DM), longitud de mazorca (LM), relación grano-mazorca (GM), peso de 100 granos (P100), y rendimiento (RTO). Centro Experimental FEDEPAPA, Obonuco, 2008.

	FM	FF	AP (cm)	NP	LH (cm)	AH (cm)	AF (cm ²)	AM (cm)	MPP	DT (cm)	DAC	DM (cm)	LM (cm)	GM	P100	RTO (Kg/ha)
FM	1.00	0.94**	0.70**	0.66**	0.33*	0.03ns	0.40**	0.69**	0.20ns	0.59**	0.70**	0.72**	0.71**	-0.01ns	-0.07ns	0.41**
FF		1.00	0.73**	0.72**	0.38**	0.02ns	0.45**	0.73**	0.12ns	0.68**	0.74**	0.79**	0.77**	-0.04ns	-0.07ns	0.38**
AP (cm)			1.00	0.83**	0.62**	-0.007ns	0.66**	0.86**	0.12ns	0.80**	0.85**	0.86**	0.69**	-0.33*	0.05ns	0.51**
NP				1.00	0.61**	0.07ns	0.68**	0.86**	0.002ns	0.82**	0.83**	0.90**	0.68**	-0.18ns	0.03ns	0.37**
LH (cm)					1.00	0.04ns	0.98**	0.67**	-0.05ns	0.60**	0.59**	0.63**	0.41**	-0.16ns	0.03ns	0.21ns
AH (cm)						1.00	0.06ns	0.01ns	-0.008ns	0.05ns	0.03ns	0.03ns	0.04ns	-0.04ns	-0.02ns	-0.02ns
AF (cm²)							1.00	0.71**	-0.08ns	0.64**	0.64**	0.70**	0.47**	-0.18ns	0.02ns	0.22ns
AM (cm)								1.00	-0.09ns	0.89**	0.86**	0.87**	0.69**	-0.20ns	0.07ns	0.36**
MPP									1.00	-0.08ns	0.03ns	-0.04ns	-0.02ns	0.08ns	-0.02ns	0.04ns
DT (cm)										1.00	0.89**	0.90**	0.60**	-0.21ns	0.09ns	0.32*
DAC											1.00	0.88**	0.65**	-0.26ns	0.03ns	0.30*
DM (cm)												1.00	0.70**	-0.21ns	0.04ns	0.40**
LM (cm)													1.00	-0.20ns	0.05ns	0.42**
GM														1.00	-0.07ns	-0.29*
P100															1.00	0.08ns
RTO																1.00

* = Diferencias estadísticas significativas (95%)

** = Diferencias estadísticas altamente significativas (99%)

ns = Diferencias estadísticas no significativas (< 95%)

Tabla 3b. Análisis de correlación de los materiales de maíz BLANCO para las variables: días a floración masculina (FM), días a floración femenina (FF), altura de planta (AP), número de nudos por planta (NP), largo de hoja (LH), ancho de hoja (AH), área foliar (AF), altura de primera mazorca (AM), mazorca por planta (MPP), diámetro de tallo (DT), días a cosecha (DAC), diámetro de mazorca (DM), longitud de mazorca (LM), relación grano-mazorca (GM), peso de 100 granos (P100), y rendimiento (RTO). Centro Experimental FEDEPAPA, Obonuco, 2008.

	FM	FF	AP (cm)	NP	LH (cm)	AH (cm)	AF (cm ²)	AM (cm)	MPP	DT (cm)	DAC	DM (cm)	LM (cm)	GM	P100	RTO (Kg/ha)
FM	1.00	0.98**	0.87**	0.74**	0.91**	0.88**	0.90**	0.94**	-0.32ns	0.85**	0.90**	0.79**	0.93**	-0.40ns	0.70**	0.33ns
FF		1.00	0.90**	0.75**	0.89**	0.90**	0.90**	0.93**	-0.34ns	0.90**	0.91**	0.79**	0.95**	-0.40ns	0.69**	0.09ns
AP (cm)			1.00	0.84**	0.92**	0.92**	0.95**	0.92**	-0.14ns	0.93**	0.94**	0.87**	0.94**	-0.42ns	0.76**	0.57**
NP				1.00	0.77**	0.76**	0.83**	0.77**	-0.21ns	0.77**	0.80**	0.74**	0.80**	-0.39ns	0.64**	0.40ns
LH (cm)					1.00	0.91**	0.97**	0.97**	-0.07ns	0.87**	0.95**	0.85**	0.92**	-0.51*	0.81**	0.53*
AH (cm)						1.00	0.96**	0.92**	-0.12ns	0.92**	0.96**	0.77**	0.91**	-0.50*	0.84**	0.57**
AF (cm²)							1.00	0.95**	-0.06ns	0.91**	0.97**	0.85**	0.93**	-0.51*	0.85**	0.62**
AM (cm)								1.00	-0.14ns	0.88**	0.96**	0.89**	0.92**	-0.44*	0.83**	0.47*
MPP									1.00	-0.19ns	-0.10**	-0.11ns	-0.30ns	-0.04ns	0.22ns	0.41ns
DT (cm)										1.00	0.89**	0.77**	0.90**	-0.41ns	0.69**	0.53*
DAC											1.00	0.81**	0.93**	-0.53*	0.88**	0.58**
DM (cm)												1.00	0.82**	-0.30ns	0.69**	0.45*
LM (cm)													1.00	-0.51*	0.69**	0.49*
GM														1.00	-0.45*	-0.44*
P100															1.00	0.62**
RTO																1.00

* = Diferencias estadísticas significativas (95%)

** = Diferencias estadísticas altamente significativas (99%)

ns = Diferencias estadísticas no significativas (< 95%)

detectó que las variedades regionales tienen mayor AP por ser provenientes de zonas tropicales.

Según Lesur, (2005) las variedades regionales pueden alcanzar un número de nudos promedio de 16 lo que determina también el número de hojas por planta, por esta razón, en el presente estudio las variedades regionales evaluadas obtuvieron mayor número de nudos que las demás.

Largo de lámina foliar (LH) y área foliar (AF). El análisis de correlación (Tablas 3a y 3b), muestra una alta asociación entre las variables LH y AF en los genotipos evaluados tanto de maíz amarillo ($r = 0.98^{**}$) como de maíz blanco ($r = 0.83^{**}$), es decir que los genotipos que presentan mayor longitud de lámina foliar también presentan mayor área foliar. Por esta razón en este caso, solo se analizará la AF.

Para la variable AF se presentaron diferencias altamente significativas para materiales de maíz blanco y amarillo de acuerdo al ANDEVA (Tablas 1a y 1b). De acuerdo a la prueba de comparación de medias para maíz amarillo (Tabla 2a), la variedad regional Villamoreno obtuvo la mayor AF 959.2 cm, como también las variedades Sandoná, Mandarino Guaitarilla, Imués y Pasto registraron longitudes mayores con valores que oscilaron entre 608 y 627.5 cm.

Para materiales de maíz blanco, las variedades regionales también obtuvieron mayor AF con 585.88 cm para Imués y 560.85 cm para Ospina.

En general, en los trópicos el período de crecimiento no está limitado por el régimen de temperaturas. Las plantas de maíz tropical, por lo tanto, producen un mayor número de hojas y más grandes que las plantas en las zonas templadas (Poething, 1994, citado por Paliwal, 2007). Por ésta razón, tanto para las variables LH y AF las variedades mejoradas provenientes de CIMMYT (México) obtuvieron menores valores ya que provienen de zonas templadas.

Mazorca por planta (MPP). De acuerdo a la prueba de comparación de TUKEY para maíz amarillo (Tabla 2a) indica que la variedad regional Sandoná presenta el mayor

número de mazorcas por planta (2.9 MPP), pero sin existir diferencias estadísticas significativas con los demás genotipos evaluados de acuerdo al ANDEVA (Tabla 1a).

Para materiales de maíz blanco, el ANDEVA (Tabla 1b) indica que existen diferencias significativas entre los genotipos, el material más prolífico es Ospina con 1.8 MPP. Los materiales L3/06B y L2/06B tienen también mayor número de MPP con valores de 1.65 y 1.55 respectivamente.

La contribución del número de mazorcas por planta en el rendimiento no es tan importante tal como lo demuestra la no significancia en la correlación entre estas dos variables tanto para genotipos de maíz amarillo ($r = 0.04ns$) como maíz blanco ($r = 0.41ns$), por tanto según Tanguila y García, (2005), los cultivares con dos o más mazorcas no representan por lo general una ventaja en rendimiento, esta característica depende exclusivamente de la condición genética, climática y alguna influencia edáfica.

Diámetro del tallo (DT) y Diámetro de mazorca (DM). El análisis de correlación (Tablas 3a y 3b), muestra una alta asociación entre las variables DT y DM en los genotipos evaluados tanto de maíz amarillo ($r = 0.90^{**}$) como de maíz blanco ($r = 0.77^{**}$), es decir que los genotipos que presentan mayor diámetro de tallo también presentan mayor diámetro de mazorca. Por esta razón en este caso, solo se analizará la DM por ser una variable de importancia en el momento de escoger materiales de mayor rendimiento.

El análisis para diámetro de mazorca muestra diferencias altamente significativas entre genotipos evaluados (Tablas 1a y 1b). Los menores valores para maíz amarillo los obtuvieron los materiales mejorados INIAP-180, Pob 19, Pob 13 y líneas L5 – L8/06B con valores que oscilan entre 2.54 y 3.24 cm (Tabla 2a), al igual que los materiales de maíz blanco en los cuales las líneas mejoradas lograron menor DM con valores entre 2.44 y 2.63 cm (Tabla 2b).

Esta situación puede explicarse porque todos éstos materiales han tenido largos estudios y procesos de selección tendientes a obtener mazorcas delgadas con granos grandes además con inclinación a reducir el vaneamiento de mazorca, siendo ésta una de las causas de

reducción en el rendimiento (Criollo et al., 2002). Además, mediante estudios realizados por Poehman y Allen (2003) acerca de mejoramiento genético del maíz afirman que uno de los objetivos de éste es la obtención de materiales con tallos mucho más resistentes, por tanto el diámetro o grosor determinan la resistencia inherente del tallo. Sin embargo, de acuerdo al uso destinado de las plantas mejoradas se confieren distintas características a éstas. Es por eso que en este estudio las variedades provenientes del CIMMYT obtuvieron menor DT ya que pueden ser destinadas como maíz forrajero al tener entre otras características menos dureza que puede ser una característica determinante de la cantidad de lignina en sus tallos lo que los hace mucho más digeribles para los animales (Parsons, 2001).

Longitud de mazorca (LM). El análisis de ésta variable muestra diferencias altamente significativas en materiales tanto de maíz amarillo como de maíz blanco (Tablas 1a y 1b), además la prueba de comparación de medias para maíz amarillo (Tabla 2a) muestra que la variedad regional Mandarino Guaitarilla tiene mayor longitud de mazorca con 22.85 cm. Las demás variedades evaluadas también lograron mayores longitudes de mazorca entre 16.94 y 19.33 cm. La variedad INIAP-180 que no presentó diferencias con las anteriores variedades, también presentó una de las mayores LM (16.47 cm).

Para maíz blanco según la prueba de comparación de Tukey (Tabla 2b), muestra que la variedad regional Imués obtuvo la mayor longitud de mazorca con 20.58 cm, teniendo diferencias significativas con los demás materiales.

Mediante el análisis de correlación tanto para materiales de maíz amarillo ($r = 0.42^{**}$) como blanco ($r = 0.49^{*}$), se determinó que existe una baja correlación de LM con el rendimiento, es así como la contribución de la longitud de la mazorca con el rendimiento no es tan importante (Tablas 3a y 3b).

Relación grano/mazorca (GM). Para materiales de maíz amarillo no existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre la gran parte de los genotipos evaluados, presentando los mayores valores de GM entre otros: Pasto, Villamoreno, Sandoná,

Mandarino Guaitarilla, INIAP-180 con valores de 0.56 a 0.74 (Tabla 2a). El material Población 13 con 0.46 fue el de menor relación GM.

Para materiales de maíz blanco los mayores valores de GM lo obtuvo la variedad regional Imués (0.44). Los demás materiales evaluados tienen menor relación GM sin existir diferencias estadísticas entre ellos (Tabla 2b).

De acuerdo con trabajos realizados por Jaramillo, (1998) confirman 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.

Peso de 100 granos (P100): Para materiales de maíz blanco, el análisis para ésta variable detectó diferencias significativas (Tabla 1b). La variedad regional Ospina tuvo mayor peso de los granos (75.70g), seguido de Imués (58.59g). Como razones de éste comportamiento se puede discutir 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 (Criollo et al., 2002).

Rendimiento (RTO). El análisis de varianza ANDEVA muestra que existen diferencias altamente significativas entre los materiales estudiados, tanto para maíz amarillo como para blanco (Tablas 1a y 1b). Los genotipos de mayor rendimiento para materiales de maíz amarillo corresponden a la variedad mejorada INIAP-180 del INIAP, Ecuador (1825.67 kg-ha⁻¹) obteniendo mayor rendimiento que en el estudio realizado por Lagos et al., (2000) el cual ésta variedad obtuvo rendimientos de 1747.83 kg-ha⁻¹. Además, las variedades regionales Imués (1050.41 kg-ha⁻¹) y Mandarino Guaitarilla (960.87 kg-ha⁻¹) también obtuvieron altos rendimientos (Tabla 2a).

En cuanto a materiales de maíz blanco, los genotipos que obtuvieron mayor rendimiento son las variedades regionales Ospina (1216.91 kg-ha⁻¹) e Imués (551.81 kg-ha⁻¹) (Tabla 2b).

Los materiales antes descritos presentan diferencias altamente significativas con las poblaciones provenientes del CIMMYT como son: Población 13 y Población 19 con

rendimientos de 49.56 y 48.28 kg-ha⁻¹. Además de las líneas mejoradas: L1/06B, L2/06B, L3/06B, L4/06B, L5/06B, L6/06B, L7/06B y L8/06B con rendimientos que van desde 178.78 a 419.52 kg-ha⁻¹. Resultados similares se encontraron en el estudio realizado por Criollo et al., (2002), el cual la población 19 evaluado con otros 4 materiales de maíz para observar el comportamiento a diferentes niveles de boro y fósforo, obtuvo el menor rendimiento con 2.96 t-ha⁻¹.

Es claro que los materiales provenientes del CIMMYT obtenidos en el Batán (México), obtuvieron bajos rendimientos debido a la desadaptación a los climas andinos tropicales, ya que éstos se han obtenido en climas templados, en donde hay una mayor uniformidad en cuanto a las condiciones climáticas, a diferencia de las condiciones de clima de la zona de estudio, que está sometida a grandes fluctuaciones de periodos secos y de lluvias. Por ésta razón los programas de mejoramiento de la zona andina deben seguir explotando la variabilidad genotípica de maíces andinos para originar materiales mejorados. Los datos anteriormente mencionados coinciden con el trabajo de Lagos et al., (2000).

El único material mejorado de los evaluados en ésta investigación que tuvo mayor rendimiento sobrepasando además a algunos materiales regionales fue INIAP-180, éste fue obtenida en la Est. Exp. Santa Catalina del INIAP, a partir del cruzamiento de las siguientes variedades: INIAP-176, INIAP-178, (INIAP-176 x Pool 4B), ICA-V-507 y MB-517 x ICA-V-507. Las características agronómicas son: ciclo vegetativo de 260 días en localidades de 2760 msnm y con 14,5 grados C de temperatura media. Emerge a los 12 días después de la siembra. Se cosecha en grano a los 260 días. El porcentaje de grano es de 80 por ciento y la tusa 20 por ciento. La altura promedio de planta es de 270 cm. y la altura de inserción de mazorca de 170 cm. El número de hileras/mazorca es de 14 a 16. El tipo de grano es mediano, amarillo, duro, sin embargo existe aproximadamente un cuatro por ciento de segregación hacia grano rojo. El peso de 1000 semillas es de 498 gramos. El rendimiento promedio de grano a nivel experimental es de 5,5 t-ha⁻¹, y a nivel semicomercial de 3,2 t-ha⁻¹. Su producción en forraje verde es de 53 t-ha⁻¹. INIAP 180 posee resistencia a enfermedades como: tizón foliar (*Helminthosporium sp.*), Mancha foliar (*Cercospora*

zeaemaydis) y roya (*Puccinia sp.*) y a pudriciones de la mazorca causada por *Gibberello* y *Diplodia maydis*.

CONCLUSIONES

Los genotipos de mayor rendimiento de materiales de maíz amarillo, corresponden a la variedad mejorada INIAP-180 del INIAP-Ecuador y las variedades regionales Imués y Mandarino Guaitarilla.

Con relación a los materiales de maíz blanco los genotipos que obtuvieron mayor rendimiento fueron las variedades regionales Ospina e Imués.

En cuanto a los materiales evaluados provenientes del CIMMYT (Batán, México), presentaron bajos rendimientos tanto en materiales de maíz amarillo como de maíz blanco.

RECOMENDACIONES

Por obtener buenos rendimientos en el presente estudio, los autores recomiendan impulsar la variedad INIAP-180 como material de importancia para el altiplano de pasto.

Realizar estudios encaminados a la evaluación de materiales provenientes del CIMMYT de México en especial las líneas mejoradas L1 –L8/06B ya que por su precocidad, alta cantidad de follaje y tallos delgados de mayor digestibilidad, pueden ser de valiosa utilidad como maíz forrajero.

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, a Jorge Fernando Navia Ph.D. Director del Programa de Ingeniería Agroforestal Facultad de ciencias agrícolas por su valiosa colaboración y apoyo en la ejecución y finalización del presente trabajo. A los Ingenieros Tulio Cesar Lagos Ph.D. Decano Facultad de ciencias agrícolas y Jorge Vélez Lozano Ms.c. Profesor Facultad de ciencias agrícolas por su

apreciable contribución y participación en la presente investigación. A la VIPRI por la financiación de éste trabajo que hace parte del macroproyecto “Evaluación y obtención de una variedad mejorada de maíz amarillo para clima frío moderado” del grupo de investigación Producción de frutales andinos. A FEDEPAPA por el apoyo ofrecido para la realización de éste trabajo.

BIBLIOGRAFIA

CASTELLO, L. 2008. Biocombustibles y seguridad alimentaria. <http://www.fao.org.co/articbiocomb.pdf>. Consulta: Septiembre 2008.

CAVIEDES, M. 1986. INIAP-180 Nueva variedad de maíz de alto rendimiento. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Quito, Ecuador. p.180.

CRIOLLO, H., LAGOS, T., PAREDES, R. y BENAVIDES, A. 2002. Comportamiento de materiales mejorados de maíz bajo diferentes niveles de boro y fósforo. p. 168-177. En: Revista de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Vol. 19, No.1- 2.

DANE. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Secretaria Técnica Comercio Exterior. 2006. http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/ena/maiz_tecnificado.pdf. Consulta: Septiembre 2008.

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. En: Revista de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Vol. 17, No. 2. p. 9-20.

LESUR, L. 2005. Manual del cultivo de maíz. Editorial Trillas. México. 80p.

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.

OSPINA, J. 2000. Tecnología del cultivo de maíz. Produmedios. Bogotá, Colombia. 332 p.

PALIWAL, R.. 2007. El maíz en los trópicos. En: Depósito de documentos de la FAO. http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s04.htm#P10_3937. Consulta: noviembre 2008.

PARSONS, D. 2001. Maíz: Manuales para la educación agropecuaria. Editorial Trillas. México. 56 p.

POEHLMAN, J. y ALLEN, D. 2003. Mejoramiento genético de las cosechas. Tercera edición. México D.F. Ed. Limusa. p. 337-360.

POETHIG, R. 1994. The maize shoot. *The maize handbook*. New York, NY, USA, Springer-Verlag. p. 11-17.

SAÑUDO, B. y ARTEAGA, G. 1996. Perspectivas del maíz para zonas trigueras de Nariño. En: Revista de Ciencias Agrícolas, Pasto. Vol XIV, Nos. I y II. Universidad de Nariño. 87 p.

TANGUILA, C. y GARCIA, 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.