

RESPUESTA DE LA VARIEDAD DE MAÍZ (*Zea mays L.*) UDENAR CANARIO 100, A LA APLICACIÓN EDÁFICA DE N, P, K, EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO DE CARTAGO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO¹.

RESPONSE OF THE CULTIVAR OF CORN (*Zea mays L.*) UDENAR CANARIO 100, TO THE IMPLEMENTATION OF ODAFE N, P, K, IN THE SAN PEDRO OF CARTAGO TOWN, ON THE STATE OF NARIÑO.

Henry Charfuelán J. Luis Efrén Eraso U. Javier García Álzate.²

RESUMEN

El trabajo se realizó en la vereda El Salado, Municipio de San Pedro de Cartago- Nariño, ubicado a 82 km. de la ciudad de Pasto. La vereda esta situada a 1750 msnm, con una temperatura promedio de 17°C y humedad relativa del 80%. Se utilizo un diseño de bloques completos al azar, conformado por diez (10) tratamientos y cinco repeticiones, para un total de 50 unidades experimentales, los tratamientos estuvieron representados por la aplicación de N, P₂O₅ y K₂O, utilizando fuentes como UREA, SFT y KCL, respectivamente; en dosis de 4.8 g. de N; 3.2 g de P₂O₅; 1.6 gr de K₂O y 4.0 g de fertilizante compuesto 15-15-15; aplicados al momento de la siembra por cada planta y un testigo absoluto. Las variables evaluadas fueron: Número de mazorcas/ planta, número de carreras/ mazorca, número de granos de maíz/mazorca, peso de 100 granos y rendimiento en kilogramos/hectárea. Los resultados mostraron que el cultivo de maíz respondió a las aplicaciones de Nitrógeno y Fósforo y sus respectivas mezclas, en las variables evaluadas. Los menores rendimientos se observaron en los tratamientos en los cuales se utilizó Cloruro de Potasio y en el tratamiento de testigo absoluto. Los rendimientos obtenidos en la presente investigación oscilaron entre 145.2 kg/ha y 850.62 kg de maíz/ha.

Palabras clave: Fertilización, nitrógeno, fósforo, maíz

¹ Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo por parte de los dos primeros autores. Universidad de Nariño. Pasto. Email: henrycharf@yahoo.es – luis.eraso@cafedecolombia.com.co

² Profesor Asistente, Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño.

ABSTRACT

This work was carried out in a small village called The Salado which belongs to the of San Pedro of Cartago town (Nariño), it is placed 82 km. from Pasto city; its village is of 1750 meters from the sea level, its average temperature is 17 grades Celsius and moisture is of 80%. A random on blocks which were completed by chance; the design contained 10 treatments and 5 repetitions and 50 total experimental units. The treatments were represented by N, P₂O₅ and K₂O. It used sources such as: UREA, SFT and KCL in a respective way, under dose of 4.8 grs (UREA); 3.2 grs of SFT; 1.6 grs of KCL; 4.0 grs of compound fertilizer 15-15-15; they were put on each plant at the moment of sowing with an absolute treatment without fertilization or any fertilization technique. The variables were the following: Number of corns/plant, number of race/corn, number of corn de grains/corn, and weight by 100 grains and results by kilograms/hectares. The results showed that the corn sowing was favorable to the use of nitrogen and phosphorus and its corresponding mixture on the variables (number of corns/plants, number of grains/corn, weight by 100 seeds and results on kilogram/hectares/. The low results were noticed on the treatment in which was used KCL especially on the absolute treatment. The searching's results oscillated around 145.2 kilograms/hectares and 850.62 kilograms of corn/hectare.

Key words: Fertilization, nitrogen, phosphorus, corn.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es uno de los tres cereales más importantes del mundo, junto con el trigo y el arroz. Posee una gran diversidad genética y se cultiva en una amplia gama de ambientes, desde el Ecuador hasta cerca de 50° latitud norte y 42° latitud sur, y a alturas hasta 3800 msnm. Este cultivo se constituye en un alimento básico para el hombre y en una importante planta forrajera para los animales, además de sus otras utilidades. (Ortega, 1987).

El maíz es el producto agrícola de mayor volumen de importación en el país, como consecuencia de la creciente demanda de materias primas para la elaboración de alimentos

de consumo humano, balanceados para animales y biocombustibles; las cifras muestran que para el año 2002 las importaciones de maíz llegaron a 2.000.000 de toneladas, mientras que la producción nacional se ha mantenido en un millón doscientas mil toneladas (1.200.000). (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Federación Nacional de Cafeteros, 2002)

En cuanto a la fertilización, el maíz es exigente en nitrógeno y fósforo, en menor proporción en potasio, pero en última instancia la fertilización se debe hacer teniendo en cuenta los resultados del análisis de suelo. El nitrógeno juega un papel muy importante en el crecimiento de la planta de maíz, debido a que produce una mayor área de captación foliar logrando una fotosíntesis mas eficiente; los niveles deficientes de fósforo, causan disminución en el área foliar y como consecuencia se presenta una menor oferta de carbohidratos, mientras que los incrementos de fósforo en el suelo, incrementan el peso seco de la planta y de la espiga, y promueven el crecimiento radical debido a las mayores tasas en el crecimiento de raíces centrales y laterales, esta proliferación de raíces esta relacionada con una mayor elongación y producción de pelos radicales; las deficiencias de potasio hace a la planta muy sensible al ataque de hongos y su porte es débil, ya que la raíz se ve muy afectada, las mazorcas no granan en la puntas. (Caicedo y Regalado, 1999).

La Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño lanzó las variedades de maíz tipo morocho blanco y amarillo (UDENAR GRANIZO 100 y UDENAR CANARIO 100), la variedad de maíz UDENAR CANARIO 100, se adapta en regiones localizadas entre los 2.500 y 3.000 m.s.n.m., tiene una altura de planta de 2.40 m, la cosecha se puede realizar a los 225-250 días después de la siembra, las anteriores variedades no han sido sometidas a evaluación agronómica. En consecuencia la presente investigación evaluó la respuesta de la variedad de maíz UDENAR CANARIO 100, a la aplicación edáfica de N, P₂O₅ y K₂O.

METODOLOGIA

La investigación se realizó en la vereda el Salado, finca el Llano, municipio de San Pedro de Cartago, departamento de Nariño, a una distancia de 84 km. de la capital, San Juan de Pasto, a una altura de 1.750 m.s.n.m.; durante el período de estudio se presentó una temperatura media de 19°C, una precipitación de 1433.9 mm y una humedad relativa del 78%. (IDEAM, 2007)

Se utilizó la variedad de maíz UDENAR CANARIO 100 desarrollada por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

La preparación del terreno se realizó con un pase de arado y dos rastrilladas con yunta de bueyes, posteriormente se hizo la siembra, colocando dos semillas de maíz por sitio, 15 días después de la emergencia del maíz se procedió a hacer un raleo; dejando una planta por sitio, la fertilización se realizó al momento de la siembra, con base a 138 kg, 92 kg y 60 kg/ha, de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente, para lo cual se utilizaron fuentes fertilizantes tales como: UREA, SFT, KCL,

Tabla 1. Análisis de suelo vereda el Salado, municipio de San Pedro de Cartago-Nariño.

Muestras	Unidad	Resultados
pH		5.3
Materia orgánica	%	11.5
Densidad aparente	g/cc	0.9
Fósforo (p) Bray II	ppm	8
Potasio de cambio	meq/100grsuelo	0.16

La cosecha del maíz se realizó cuando por lo menos el 50% de las plantas de la parcela útil llegó a su estado de madurez fisiológica, es decir, cuando las mazorcas se doblaron completamente sobre el tallo. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, conformado por diez (10) tratamientos y cinco repeticiones, para un total de 50 unidades

experimentales. Los tratamientos estuvieron representados por la combinación de N, P y K, un tratamiento tradicional de la zona (15-15-15), un testigo absoluto (sin fertilización) y un tratamiento con fertilización teniendo en cuenta el análisis de suelos (Tabla 2). Se evaluaron los componentes de rendimiento como: número de mazorcas por planta (MNP), número de carreras por mazorca (NCM), granos de maíz por mazorca (GMM), peso de 100 granos (P100G) y rendimiento. Con la información colectada se hizo un análisis de varianza y aquellos que presentaron diferencias estadísticas se sometieron a una prueba de Tukey, así mismo; se realizó un análisis económico.

Tabla 2. Descripción de las dosis aplicadas en los tratamientos en el cultivo de maíz variedad UDENAR CANARIO 100; San Pedro de Cartago - Nariño.

T	FUENTE	DESCRIPCION
1	UREA	4.8 g/planta, a la siembra
2	SFT *	3.2 g/planta, a la siembra
3	KCL**	1.6 g/planta, a la siembra
4	UREA + SFT	4.8 g/planta de UREA + 3.2 g/planta de SFT a la siembra.
5	UREA + KCL	4.8 g/planta de UREA + 1.6 g/planta de KCL, a la siembra.
6	SFT + KCL	3.2 g/planta de SFT + 1.6 g/planta de KCL a la siembra.
7	UREA + SFT + KCL	4.8 g/planta de UREA + 3.2 g/planta de SFT + 1.6 g/planta de KCL a la siembra.
8	15-15-15	4.0 grs/planta a la siembra
9	Análisis de suelos, con base a 77.625 Kg/N, 32.96 Kg/P ₂ O ₅ y 134.72 Kg/K ₂ O por hectárea.	4.05 g/planta de UREA+1.8 g/planta de SFT+3.59 g/planta de KCL
10	Testigo Absoluto	Sin fertilización

* SFT: Súper Fosfato Triple.

**KCL: Cloruro de Potasio

RESULTADOS Y DISCUSION

En el análisis de varianza (Tabla 3), se observa que los fertilizantes con las diferentes dosis aplicadas en cada uno de los tratamientos, no afectó el NMP (Número de mazorcas por planta), por el contrario si afecto al NCM (Número de carreras por mazorca), NGM (Granos de maíz por mazorca), P100G (Peso de 100 granos), REND (Rendimiento).

San Pedro de Cartago presenta dos periodos de lluvia medianamente definidos, el primero en Marzo, Abril y Mayo y el segundo para los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, con valores promedios anuales de precipitación de 1600 mm. Y un periodo seco como consecuencia de la ausencia de lluvias en los meses de Junio, Julio, Agosto y se presenta un brillo solar que oscila entre 1.782 – 2.104 horas anuales, registrándose menor brillo solar en los meses de Abril y Octubre en cuanto que en los meses de Junio, Julio y Agosto se presenta el mayor brillo solar coincidiendo con las épocas o estaciones secas.

Número de mazorcas por planta: En cuanto al número de mazorcas por planta, el análisis de varianza (Tabla 3), mostró que esta variable no presentó diferencias estadísticas, encontrándose valores que oscilaron entre 0.58 y 1.69 mazorcas por planta para los tratamientos evaluados. Esta característica no presento diferencia, posiblemente debido a que ella es de carácter genético y no debe variar con relación a las reconocidas por los creadores, cuyo promedio de mazorcas por planta es de 1.81 mazorcas. (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2004).

Tabla 3. Análisis de varianza para las variables: NMP, NCM, NGM, P100G y REN.

F de V	DF	CM				
		NMP	NCM	NGM	P100G	REND
BLOQ	4	2.498NS	46.236**	47.666**	13.396NS	23811.068**
TRAT	9	3.710NS	254.640**	253.073**	392.569**	268117.512**
ERROR	13	3.337	190.516	189.871	275.900	192.946.299

NS No hay diferencias significativas (1%)

*=diferencias significativas (5%)

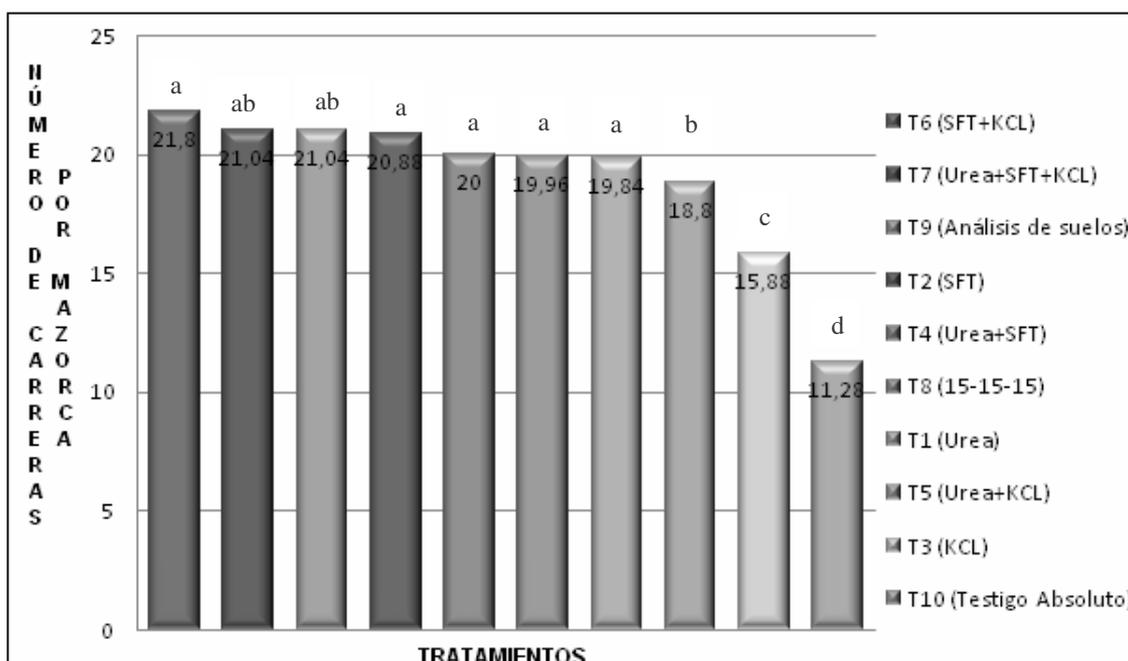
**=diferencias altamente

Número de carreras por mazorca: Con relación a la variable número de carreras por mazorca, se encontró que las diferentes dosis aplicadas presentaron diferencias estadísticas (Figura 1). La prueba de comparación determinó que los tratamientos 1, 2, 4, 6, 7, 8 y 9, fueron estadísticamente diferentes de los tratamientos 3, 5 y 10, con valores que oscilaron entre 19.84, 20.88, 20.00, 21.80, 21.04, 19.96, 21.04 y 15.88, 18.80 y 11.28 respectivamente. Esta variable presentó diferencias debido a que la variedad de maíz UDENAR CANARIO 100, fue evaluada en un ambiente distinto del que fue obtenida.

Hernández y Alfaro (2002), mencionan que las poblaciones de maíz en cada siembra debido a sus genes, manifiestan sus características fenotípicas las cuales pueden estar modificadas o reguladas por los factores genéticos como ambientales o fisiológicos.

Cifuentes y Muñoz (2003), encontraron que el número de carreras por mazorca no es de marcada importancia en el rendimiento debido a que su número varía mucho de acuerdo a las variedades.

FIGURA 1. Número de carreras por mazorca



Número de granos de maíz por mazorca: Con relación a la variable número de granos de maíz por mazorca, se encontró que las diferentes dosis aplicadas presentaron diferencias estadísticas (Figura 2). La prueba de comparación determinó que los tratamientos 6, 1, 2, 4, 5, 7, 8 y 9 , fueron estadísticamente diferentes de los tratamientos 3 y 10, con valores que oscilaron entre 263.28, 234.72, 253.72, 239.76, 228.08, 259.12, 251.84, 255.88 y 185.36 y 124.68 respectivamente. Durante el periodo de estudio las condiciones climáticas no fueron las adecuadas, presentándose un déficit en precipitación en estado de floración de 25,1 mm. (Tabla 4).

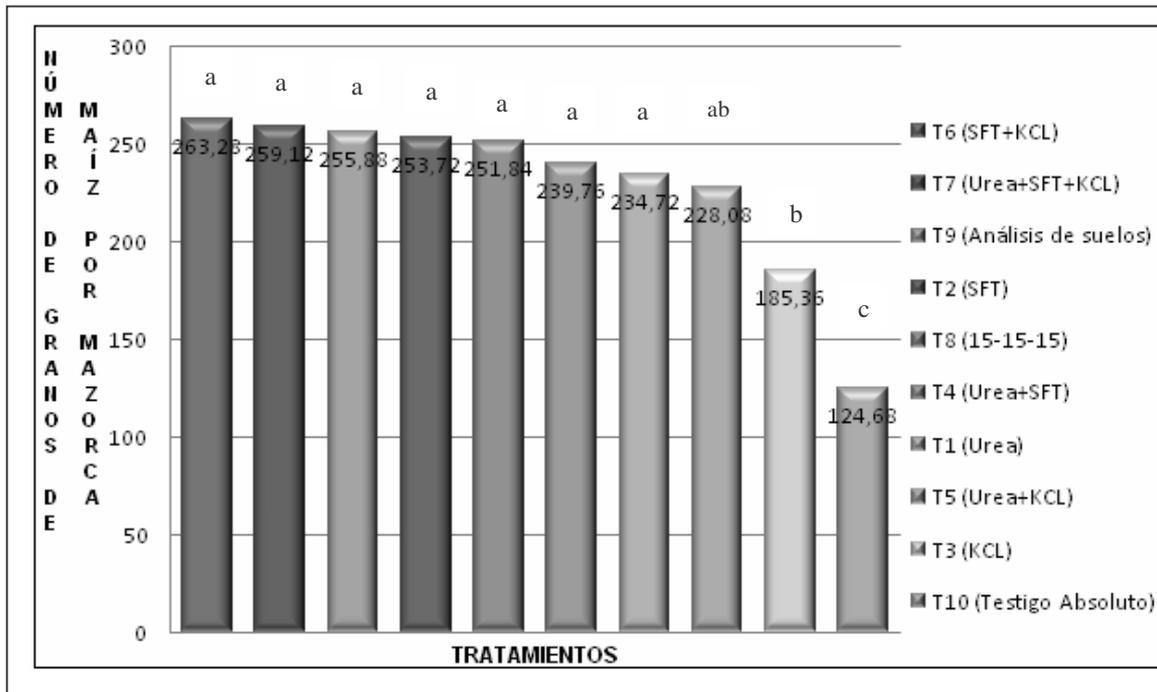
Tabla 4. Precipitación durante el periodo de estudio (Nov., Abril/2007), municipio de San Pedro de Cartago (Nariño).

Mes	Precipitación en mm
Noviembre	362,4
Diciembre	277,5
Enero	186,9
Febrero	25,1
Marzo	252,2
Abril	329,8

Arboleda (1984), encontró que durante la fase de desarrollo vegetativo del cultivo se debe brindar las mejores condiciones para que todas sus estructuras vegetativas completen su desarrollo satisfactoriamente, ya que en esta fase se define el número de granos por mazorca.

De la misma forma Hernández y Alfaro (2002), encontraron que la inestabilidad tanto en temperatura como en precipitación influyen para que se presente una baja polinización o la no receptibilidad del polen por parte de la flor femenina del maíz.

FIGURA 2. Número de granos de maíz por mazorca

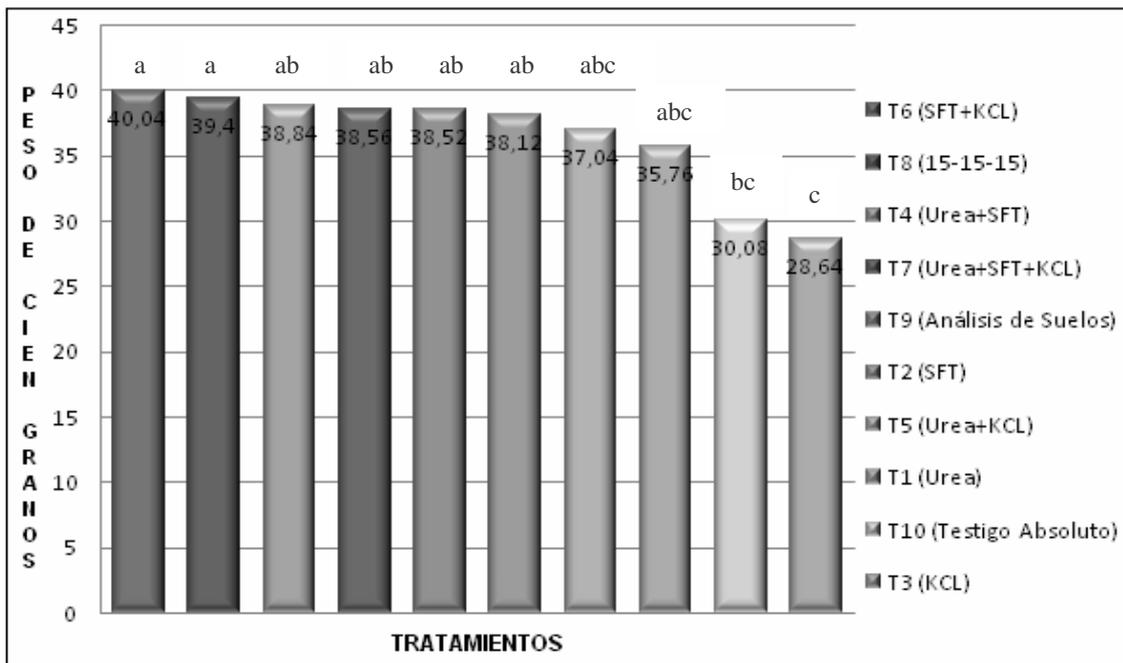


Peso de 100 granos: Con relación a la variable peso de 100 granos, se encontró que las diferentes dosis aplicadas presentaron diferencias estadísticas (Figura 3). La prueba de comparación determinó que los tratamientos 6, 1, 2, 4, 5, 7, 8 y 9, fueron estadísticamente diferentes de los tratamientos 10 y 3, con valores que oscilaron entre 40.04, 35.760, 38.120, 38.840, 37.040, 38.560, 39.400, 38.520 y 30.080 y 28.640 respectivamente. Esta característica presentó diferencias debido posiblemente a que durante el periodo de la investigación las condiciones climáticas no fueron las mejores durante las épocas críticas del cultivo como es en la polinización.

Cabrera y Dorado (1988), encontraron que el crecimiento se localiza en la espiga, principalmente en los granos del maíz, los cuales comienzan a acumular reservas de almidón aumentando de peso en forma casi constante.

Así mismo Correa y Torregrosa (1982), manifiestan que las condiciones climáticas como precipitación, temperatura y el tipo de genotipo utilizado influyen en el número de granos, en el tamaño final de los mismos y en el incremento del peso de la mazorca.

FIGURA 3. Peso de 100 granos



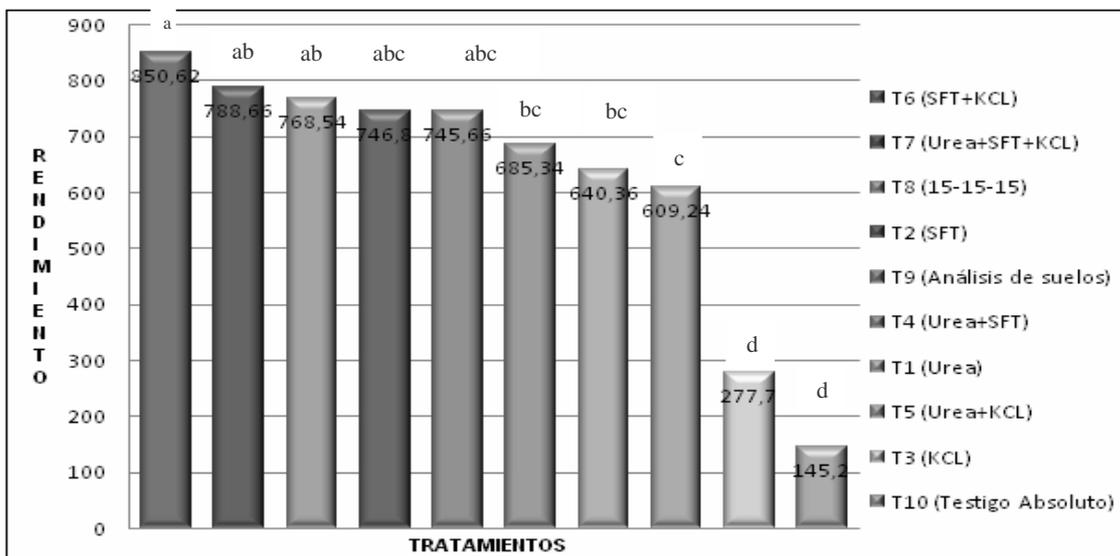
Rendimiento: Con relación a la variable rendimiento, se encontró que las diferentes dosis aplicadas presentaron diferencias estadísticas (Figura 4). La prueba de comparación determinó que los tratamientos 6, 7, 8, 2, 9 fueron estadísticamente diferentes de los tratamientos 4, 1 a la vez de los tratamientos 5 y 3 y 10 con valores que oscilaron entre 850.62, 788.66, 768.54, 746.8, 745.66, 685.34, 640.36, 609.24, 277.7 y 145.2 respectivamente. Esta característica presentó diferencias debido a que los factores ambientales en la cual fue evaluada esta variedad de maíz, no fueron las más apropiadas para el normal desarrollo y producción del cultivo de maíz.

Pereyra (1981), afirma que el maíz es particularmente sensible a la deficiencia hídrica en la fase de floración pudiendo determinar una pérdida en el rendimiento final del grano. La

máxima demanda de agua en el cultivo de maíz ocurre durante la iniciación de órganos reproductores y la emisión de los pelos de la mazorca. Un estrés de humedad de solo dos días causa una reducción del rendimiento hasta de un 22%, pero si el déficit se prolonga de seis a ocho días la producción se reduce en un 50%.

Ospina (2005), manifiesta que cualquier factor ambiental que influya sobre el proceso de fotosíntesis afectara la eficiencia de la planta para convertir la energía solar en energía química y por ende el rendimiento.

FIGURA 4. Rendimiento



Análisis económico. Los costos diferenciales por tratamiento presentaron valores que oscilaron entre \$ 150.000 y \$ 855.000 respectivamente (Tabla 5), de la misma forma el factor que mas afecto los costos fue el tratamiento 9 (Análisis de suelos + 10 jornales) con un valor de \$ 855.000

Los costos diferenciales fueron incrementales porque hubo un aumento en las actividades y operaciones en los tratamientos analizados (T3 y T9). El precio por kilo de maíz (grano seco) se estimó a \$3.000 kg (precio de compra al productor en la fecha de cosecha, abril/2007). El ingreso bruto generado por hectárea se obtuvo multiplicando el rendimiento

de maíz estimado en kg/ha por el precio de kilo a razón de \$3.000/kg, para cada tratamiento, y luego al restarle a este valor el costo total se genera un ingreso neto; donde se encontró que el tratamiento que presentó el mayor ingreso neto fue el tratamiento 6 (Super Fosfato triple + Cloruro de Potasio) con \$ 978.460 (Tabla 5). Por el contrario el T10, (Testigo absoluto), y el T3 (Cloruro de potasio) a pesar que fueron los que registraron menores costos de producción generaron pérdidas de \$ 772.860 y \$ 525.300 respectivamente.

Tabla 5. Análisis de rendimiento para efecto de La aplicación de fuentes simples de fertilizantes en maíz (*Zea mays L.*), variedad UDENAR CANARIO 100.

Trat	Rendimiento kg/ha	Precio/kilo	Ingreso bruto \$	Costos totales	Ingreso neto \$/ha
1	640.36	\$ 3.000	1.921.080	1.488.400	432.680
2	746.80	\$ 3.000	2.240.400	1.429.400	811.000
3	277.70	\$ 3.000	833.100	1.358.400	-525.300
4	685.34	\$ 3.000	2.056.020	1.673.400	382.620
5	681.56	\$ 3.000	2.044.680	1.608.400	436.280
6	850.62	\$ 3.000	2.551.860	1.573.400	978.460
7	788.66	\$ 3.000	2.365.980	1.853.400	512.580
8	768.54	\$ 3.000	2.305.620	1.471.600	834.020
9	745.66	\$ 3.000	2.236.980	2.053.400	183.580
10	145.20	\$ 3.000	435.600	1.208.400	-772.800

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio la variedad de maíz UDENAR CANARIO 100, respondió a las aplicaciones de Nitrógeno y Fósforo y sus respectivas mezclas en todas las variables analizadas (número de mazorcas/planta, número de carreras/mazorca, número de granos de maíz/mazorca, peso de de 100 granos y rendimiento en kg/ha)

Se observó que el menor número de mazorca/planta, número de carreras/mazorca, número de granos de maíz/mazorca, peso de 100 granos y los menores rendimientos se dieron en los tratamientos en los cuales se utilizó Cloruro de Potasio y Testigo absoluto. Los rendimientos obtenidos en la presente investigación oscilaron entre 145.2 kg/ha y 850.62 kg/ha de maíz.

Los resultados obtenidos en la presente investigación no fueron los esperados debido a que la variedad de maíz UDENAR CANARIO 100, fue evaluada en condiciones climáticas distintas a las que fue obtenida.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Gerardo Charfuelán, Carmen Jumbo y Epifanio Eraso, Graciela Urbano.

Javier García Álzate. Ingeniero agrónomo M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas.
Universidad de Nariño.

Jesús Castillo Franco. Ingeniero Agrónomo Ph.D. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas.
Universidad de Nariño.

Alberto Unigarro. Ingeniero Agrónomo M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas.
Universidad de Nariño.

Jorge Vélez Lozano Ingeniero Agroforestal. M.Sc. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas.
Universidad de Nariño.

Benjamín Sañudo Sotelo. Ingeniero Agrónomo.

Jairo Gómez Zúñiga. Ingeniero Agrónomo. Gerente COMERCIALIZADORA INSUMAS,
Pasto.

Gerardo Alcibíades Burbano. Zootecnista. Coordinador UMATA, San Pedro de Cartago.

Álvaro Castillo Marín. Ingeniero Agrónomo. Secretario Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad de Nariño.

Todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización del presente
trabajo.

BIBLIOGRAFIA

Arboleda, F. 1984. El maíz una posibilidad altamente rentable. p. 80-83. En IICA – Prociandino. Experiencias del cultivo de maíz en el área andina. Vol. III, ed. Prociandino, Quito, Ecuador:

Cabrera, J. y Dorado, L. 1988. Comportamiento de cinco variedades de maíz (*Zea mays L.*) bajo diferentes niveles de fertilización, en una zona del municipio de San Lorenzo, departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 68 p.

Caicedo, A. y Regalado, D. 1999. Evaluación de nueve materiales de maíz amarillo harinoso en dos regiones del municipio de Yacuanquer, departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 118 p.

Cifuentes, C. y Muñoz, O. 2003. Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz (*Zea mays L.*) tipo morocho en dos zonas del municipio de Tangua, departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 62 p.

Correa, J. y Torregrosa, M. 1982. Etapas del desarrollo de una planta de maíz. p. 16-39. En: Conferencia del cultivo de maíz. ICA. Bogotá, Colombia..

Hernández, M. y Alfaro, D. 2002. Evaluación de dos líneas mejoradas de maíz tipo morocho en el corregimiento de Mapachico municipio de Pasto, departamento de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto. 80 p.

Instituto de Estudios Ambientales y Meteorológicos (IDEAM). 2007. Pasto, Nariño, Colombia.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – Federación Nacional de Cafeteros – FENALCE. 2002. Maíz en la zona cafetera. Instructivo técnico. 1ª ed... Produmedios. Bogotá, Colombia. 5, 19, 20 p.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2004. Variedades mejoradas de maíz morocho para la zona cerealista del departamento de Nariño, boletín divulg. No. 3.

Ortega, A. 1987. Insectos Nocivos del maíz, una guía para su identificación en el campo. México, D. F.: CIMMYT. 106 p.

Ospina, H. 2005. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia – CENICAFE. ¿Cómo obtener ingresos adicionales en cafetales renovados?. Chinchiná, Caldas, Colombia. p. 22-25-26-27.

Pereyra, A. 1981. Efectos del desecamiento del suelo sobre el metabolismo de nitrógeno entre cultivares de maíz (*Zea mays L.*). Turrialba (Costa Rica), 31 (3): 227-235.

Perrin, R. Winkelman y Anderson, J. 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. México: CIMMYT. p. 54.