

**EVALUACIÓN DE OCHO DENSIDADES DE SIEMBRA EN MAIZ (*Zea mays* L.)
VARIEDAD UDENAR CANARIO 100 EN GUAITARILLA, NARIÑO.**

Presentado por:

LEANDRO FUELANTALA R.

DARÍO ÁLVAREZ M.

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

2009

**EVALUACIÓN DE OCHO DENSIDADES DE SIEMBRA EN MAIZ (*Zea mays* L.)
VARIEDAD UDENAR CANARIO 100 EN GUAITARILLA, NARIÑO.**

Presentado por:

**LEANDRO FUELANTALA R.
DARÍO ÁLVAREZ M.**

Presentado a:

JAVIER GARCÍA A

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

2009

**EVALUACIÓN DE OCHO DENSIDADES DE SIEMBRA EN MAÍZ (*Zea mays* L.)
VARIEDAD UDENAR CANARIO 100 EN GUAITARILLA, NARIÑO¹.**

**EVALUATION OF EIGHT PLANTING DENSITIES IN CORN (*Zea mays* L.)
VARIETY CANARY UDENAR 100 IN GUAITARILLA, NARIÑO.**

Leandro Fuelantala R.²

Darío Álvarez M.²

Javier García A.³

Álvaro Castillo M.³

RESUMEN

Con el objeto de evaluar el comportamiento fenológico y componentes de rendimiento de maíz UDENAR CANARIO 100 bajo diferentes densidades poblacionales (166.666 pl./ha, 83.333 pl ha⁻¹, 55.555 pl ha⁻¹, 41.666 pl ha⁻¹, 33.333 pl ha⁻¹, 27.777 pl ha⁻¹, 16.666 pl ha⁻¹ y 25.000 pl ha⁻¹, se estableció el presente trabajo en el Municipio de Guaitarilla, Departamento de Nariño, situado a una altura de 2600 m.s.n.m., las evaluaciones realizadas en periodos semanales durante los meses de diciembre de 2006 y agosto de 2007 permitieron determinar el comportamiento de las diferentes etapas fenológicas como son Días a Emergencia (DE), Días a Emisión de Espiga (DEE), Días a formación de Mazorca (DFM), Días a Estado de Maíz Blando (DEMB), Días a estado Semipastoso (DESP) y Días a Madurez de Cosecha (DMC); de la misma forma también se logró determinar el comportamiento de los componentes de rendimiento tales como Numero de Mazorcas por Planta (NMP), Porcentaje de Vaneamiento (PV), Numero de Carreras por Mazorca (NCM), Numero de Granos por Mazorca (NGM), Peso de Granos por Mazorca (PGM), Peso de la Tusa (PT), Relación Grano Tusa (RGT), Peso de 100 Granos (P100G) y Rendimiento (REN). Los mejores rendimientos se obtuvieron con una densidad de 55.555 pl ha⁻¹, las variables DESP y DMC del ciclo de vida se vieron afectadas por efecto de las densidades, al igual que los diferentes componentes de rendimiento como son: PV, NGM, PGM, PT, RGT, P 100G y REN.

Palabras claves: Distancias de siembra, Fenología, Componentes de rendimiento

¹ Artículo derivado de la tesis de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

² Estudiantes de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
fuelan@yahoo.es.

³ Docentes. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
Javier@udenar.edu.co.

ABSTRACT.

In order to assess the phenology and yield components of maize UDENAR CANARIO 100 under different population densities (166.666 pl ha⁻¹, 83.33 pl ha⁻¹, 55.555 pl ha⁻¹, 41.666 pl ha⁻¹, 33.333 pl ha⁻¹, 27.777 pl ha⁻¹, 16.666 pl ha⁻¹ and 25.000 pl ha⁻¹, this paper was established in the Municipality of Guaitarilla, Nariño Department, located at an altitude of 2,600 m.s.s.l, the assessments made during weekly periods between December 2006 and August 2007 allowed us to determine the behavior of the different phenological stages such as Days of Emergence (DE), Spike Days to emission (DEE), Days to ear formation (DFM), Days to State Soft Corn (DEMB), Days to State Semipasty (DESP) and Days to harvest maturity (DMC) in the same way also determine the performance achievement of performance components such as number of ears per plant (NMP) , Percentage Vaneamiento (PV), Number of Strokes per Ear (NCM), number of grains per ear (NGM), weight of grains per ear (PGM), Weight of Cob (PT), Grain Value Cob (RGT) Weight of 100 grains (P100G) and Performance (REN). The best yields were obtained with a density of 55.555 pl ha⁻¹, the variables DESP and lifecycle DMC were affected by the density effect, as the different performance components including: PV, NGM, PGM, PT, RGT, P 100 and REN.

Keywords: planting distance, phenology, yield components

INTRODUCCION.

El maíz es un cultivo de gran importancia en la zona fría de Nariño, por cuanto forma parte esencial de la dieta alimenticia de la población y es un alimento básico para sus animales; sin embargo, los rendimientos son bajos debido a la escasa tecnología del cultivo en la región, representada por el uso de variedades poco productivas, escasa fertilización, dependencia de lluvias, distancias de siembra inadecuadas y deficiente manejo de plagas, enfermedades y malezas. (Criollo y Lagos, 2000).

El maíz se constituye en una alternativa económica con el cultivo de materiales precoces de baja altura y prolíficos, que pueden sembrarse con densidades de población altas, con el fin de lograr un incremento significativo en los rendimientos, respecto a las variedades regionales. (Cifuentes y Muñoz, 2003).

En Colombia se siembra maíz en forma tradicional y técnica, en todos los pisos térmicos constituyéndose, en uno de los cultivos más importantes de la producción agrícola nacional, por la producción que genera (1.370.457 Ton) y el área de siembra. (626.616 ha) para el año 2008. (Perspectivas Cerealistas. 2009).

En el departamento de Nariño, el maíz es uno de los cultivos de mayor arraigo y tradición implantados en pequeñas extensiones de tierra, donde se le considera como un producto básico en la alimentación humana y animal. Además, su importancia se hace mayor al constituirse como materia prima indispensable en la industria molinera y en la fabricación de concentrados. (Criollo y Lagos. 2000).

El maíz morocho amarillo se ha cultivado tradicionalmente en varias regiones del departamento de Nariño, donde se tiene una producción de 13.737 toneladas, de las cuales se estima un área de producción de 8.839 hectáreas para el año 2008; de estas, corresponde la mayor parte a variedades regionales y sin manejo técnico adecuado, lo que a llevado a obtener rendimientos de grano seco menores o iguales a $1.554,1 \text{ kg ha}^{-1}$ (Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008).

En el ensayo se evaluó ocho densidades de siembra de maíz morocho amarillo variedad UDENAR CANARIO 100 en el municipio de Guaitarilla Departamento de Nariño, dando a conocer a los agricultores las bondades y las ventajas de este tipo de materiales precoces, para lo cual se hizo necesario el seguimiento de una serie de objetivos como determinar la densidad de siembra, bajo la cual se obtuvo el mejor rendimiento, se estableció también el efecto de la densidad de población en los componentes de rendimiento y fenológicos, por último se realizó un análisis económico de las densidades de siembra, para poder determinar los costos de producción y la rentabilidad de las diferentes densidades.

METODOLOGIA.

El presente trabajo se realizó entre los meses de diciembre de 2006 a agosto de 2007, en el Municipio de Guaitarilla, Departamento de Nariño, situado a una altura de 2600 m.s.n.m., el cual presenta una temperatura media de 16°C, una precipitación que fluctúa entre 725.6 y 1362 mm./año y una humedad relativa del 88%. (Guaitarilla Plan de Desarrollo Municipal. 2001).

El material vegetal evaluado, UDENAR CANARIO 100 fue creado por la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, tras investigaciones realizadas por el programa de mejoramiento genético de maíz morocho, esta variedad fue obtenida a partir de cruzamientos de selecciones individuales precoces de lotes comerciales de maíz regional con un material desconocido de origen japonés, con posteriores selecciones masales de estabilización independiente por color de grano, la cual posteriormente después de 18 años de trabajo es entregada a los agricultores en el 2004. (Ministerio De Agricultura Y Desarrollo Rural, 2004). El manejo del cultivo se desarrollo a partir de un plan integrado, consistente en un programa de fertilización, control de malezas, plagas y enfermedades y labores culturales.

Diseño experimental. Se trabajo con un diseño de bloques completos al azar, conformado por ocho tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos correspondieron a ocho densidades de siembra: T1 (166.666 pl ha⁻¹), T2 (83.333 pl ha⁻¹), T3 (55.555 pl ha⁻¹), T4 (41.666 pl ha⁻¹), T5 (33.333 pl ha⁻¹), T6 (27.777 pl ha⁻¹), T7 (16.666 pl ha⁻¹) y T8 o testigo (25.000 pl ha⁻¹); el área total del experimento fue de 1.540 m² (55,00 m. x 28,00 m); en el cual se trazaron cinco bloques de 55,00 m. por 4,80 m, para un área de cada bloque de 264 m². Cada bloque consistió de ocho tratamientos de 6.00 m por 4.80 m, para un área de cada unidad experimental de 28.8 m². Los tratamientos fueron distribuidos totalmente al azar.

Área útil. Teniendo en cuenta que el área de cada unidad experimental es de 28.8 m² y dependiendo de las distancias se siembra de cada tratamiento se tienen las siguientes áreas útiles y el número de plantas por cada tratamiento, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Área útil y número de plantas por hectárea para las diferentes densidades de siembra de maíz morocho amarillo Udenar Canario 100 en Guaitarilla, Nariño, (2006 – 2007).

Tratamiento	Distancia entre Plantas (m)	Distancia entre Surcos. (m)	Área útil (m²)	N° pl/tratamiento.
T1	0.1	0.6	20.88	348
T2	0.2	0.6	20.16	168
T3	0.3	0.6	19.44	108
T4	0.4	0.6	18.72	78
T5	0.5	0.6	18	60
T6	0.6	0.6	17.28	48
T7	1	0.6	14.4	24
T8 (testigo)	1	1.2	9.6	24

Variables a evaluar. Durante todo el ciclo del cultivo, se evaluaron algunos componentes fenológicos con el fin de determinar su comportamiento frente a las distintas densidades de siembra.

Días a emergencia. (DE). Se determinó número de días entre la siembra y la fecha en que más del 50 % de las plantas de los surcos centrales presentaron estado de emergencia.

Días a emisión de espiga (DEE). Se contó el número de días entre la siembra y la fecha en que más del 50 % de las plantas de los surcos centrales iniciaron la emisión de espiga.

Días a formación de la mazorca (DFM). Se estableció el número de días desde la siembra, hasta cuando más del 50 % de las plantas de los surcos centrales mostraron la primera mazorca con los estilos sobresalientes.

Días a estado de maíz blando (DEMB). Se tomó el número de días desde la siembra hasta cuando más del 50 % de las plantas de los surcos centrales tuvieron la primera mazorca bien desarrollada y el grano lechoso.

Días a estado semipastoso. (DESP). Se contó el número de días desde la siembra, hasta cuando más del 50 % de las plantas de los surcos centrales presentaron la primera mazorca con el grano sarazo.

Días a madurez de cosecha (DMC). Se determinó el número de días desde la siembra, hasta cuando más del 50 % de las plantas de los surcos centrales presentaron la primera mazorca con grano duro.

Componentes de rendimiento. En época de cosecha, se evaluó el número total de Mazorcas en 10 plantas al azar de los surcos centrales de cada parcela, para evaluar cada uno de los componentes de rendimiento.

Número de mazorcas por planta (NMP). Este parámetro se estableció tomando diez plantas al azar de los surcos centrales de cada tratamiento, contabilizando el número total de mazorcas y obteniendo un promedio por planta.

Porcentaje de Vaneamiento (PV). Se fijó utilizando 10 mazorcas al azar de los surcos centrales de cada tratamiento y se contabilizó el número de mazorcas vanas en cada planta de maíz, para luego aplicar la formula de vaneamiento. (ICA 1991):

$$\% \text{ de vaneamiento} = \left(\frac{100 - \text{mazorcas llenas}}{\text{mazorcas total}} \right) * 100$$

Número de carreras por mazorca (NCM). Se obtuvo tras el conteo respectivo de las hileras de cada una de las mazorcas seleccionadas al azar de cada tratamiento.

Número de granos por mazorca (NGM). Se realizó el conteo de los granos de cada mazorca de las 10 tomadas al azar de cada tratamiento.

Peso de granos de maíz por mazorca (PGM). De las mismas diez mazorcas seleccionadas, después de el conteo de granos por mazorca y una vez secos se pesó y registró este valor en gramos y con base al 15 % de humedad.

Peso de 100 granos (P100 G). La evaluación de esta variable se hizo una vez los granos estuvieron secos, realizándose cinco conteos de 100 semillas cada uno, los cuales se pesaron y promediaron en gramos.

Peso tusa. (PT). Una vez secas las respectivas tusas, se efectuó el pesaje, para luego registrar este valor.

Relación grano/tusa. (RGT). Se cosechó las mazorcas de las plantas seleccionadas, las cuales se secaron durante una semana, posteriormente se realizó el pesaje total, luego se desgranaron y finalmente se pesó el grano y tusa por separado, para establecer así el peso promedio por mazorca, peso en gramos de maíz por mazorca, peso de la tusa y la relación grano/tusa.

Rendimiento (REN). Se realizó la cosecha total de los surcos centrales de cada tratamiento, secando las mazorcas, para hacer el desgrane, limpia, y pesaje, para obtener los rendimientos de grano seco en kilos por hectárea. Se determinó el contenido de humedad del grano con un medidor de humedad, el cual sirve para ajustar el rendimiento del maíz por hectárea con un contenido de humedad del 14 %, aplicando la fórmula propuesta por CIMMYT 1981.

$$Rend = \left(\frac{PPU \times 10.000}{APU} \right) \times \left(\frac{100 - \%HM}{86} \right)$$

Donde:

PPU = Producción parcela útil.

APU = Área parcela útil.

HM = Humedad de la muestra

Análisis económico. Con la información del análisis estadístico y los rendimientos obtenidos se realizó el análisis económico de acuerdo con el presupuesto parcial. Este análisis permite organizar los datos experimentales y otra información sobre costos y beneficios de varios tratamientos, de tal manera que nos ayude a tomar una decisión de manejo.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Variabes fenológicas. En el análisis de varianza presentado en la Tabla 2, se observa que se presentaron diferencias al $p < 0,05$ en las densidades de siembra para las variables Días a Estado Semipastoso (DESP) y Días a Madurez de Cosecha (DMC), las variables Días a Emergencia (DE), Días a Emisión de Espiga (DEE), Días a Formación de Mazorca (DFM) y Días a Estado de Maíz Blando (DEMB) no presentaron diferencias significativas, lo que implica que las densidades de siembra no afectaron los Días a Emergencia, Días a Emisión de Espiga, Días a Formación de Mazorca y Días a Estado de Maíz Blando.

La falta de significancia entre los tratamiento de la mayoría de las variables fenológicas, posiblemente sean debidos a factores climáticos y no a las densidades de siembra. Por su parte Torregrosa (1975), afirma que la temperatura incide de manera inversa en el comportamiento de este tipo de variables, Reyes (1990), afirma que el comportamiento de maíz a la germinación esta dado por factores como tamaño de la semilla y profundidad de siembra advirtienddo que mayores tamaños en semilla desarrollan plantas con características superiores en los primeros días de desarrollo.

Díaz (1990), afirma que los materiales de porte bajo y las bajas densidades de siembra favorecen el desarrollo de la planta porque hay un mayor aprovechamiento de la luz, favoreciendo los procesos fotosintéticos, además su maduración es más homogénea. Lo cual son características presentes en la variedad Udenar Canario 100.

Días a Estado Semipastoso. La prueba de comparación de medias para las variables días a estado semipastoso (DESP) (Tabla 3), se presenta al tratamiento 1 ($166.666 \text{ pl ha}^{-1}$), con el promedio más bajo en esta variable con un valor de 161.20, comportándose estadísticamente igual que los tratamientos T2, T3, T5, T4, T6 y el testigo (T8), promedios que van desde 161.2 hasta 168.00 días a estado semipastoso, el promedio más alto se obtuvo con el T7, en cual se comporto estadísticamente diferente a las primeras distancias con un valor de 170 días a estado semipastoso.

Días a Madurez de Cosecha. El tratamiento T2 es la distancia que presenta el promedio más bajo, con un valor de 235.20 días a madurez de cosecha, comportándose estadísticamente igual que el testigo (T8) y los tratamientos T3, T1, T4, T5 y T6, con promedio de 242.0, 236.4, 236.4, 237.4, 239.8 y 240.8 respectivamente; el promedio más alto fue para el T7 con un promedio de 243.0 días a madurez de cosecha.

Desde que el grano alcanza el peso seco total, el rendimiento por hectárea no puede aumentar ni disminuir a causa de las condiciones externas, por lo tanto, el periodo de maduración no es un periodo crucial para el rendimiento final; además la velocidad de la pérdida de la humedad después de la madurez fisiológica depende más de las condiciones climáticas que de cualquier otro factor. (Espinosa, Mendoza y Ortiz. 2004).

Tabla 2. Cuadrados medios del análisis de varianza para ciclo de vida del maíz morocho amarillo Udenar Canario 100 en Guaitarilla, Nariño, (2006 – 2007).

F. de V.	GL	DE	DEE	DFM	DEMB	DESP	DMC
		CM	CM	CM	CM	CM	CM
BLOQ	4	6,88 ^{NS}	6,6 ^{NS}	15,21 ^{NS}	2,91 ^{NS}	2,34 ^{NS}	9,13 ^{NS}
TRAT	7	2,86 ^{NS}	20,48 ^{NS}	26,74 ^{NS}	37,63 ^{NS}	51,80*	42,34*
Error	28	6.88	18.93	18,21	16,24	15,61	13,63

* = Diferencias significativas

** = Diferencias altamente significativas

NS = Diferencias no significativas

Tabla 3. Prueba de comparación de medias para DESP y DMC de maíz morocho amarillo Udenar Canario 100 en Guaitarilla, Nariño, (2006 – 2007).

Tratamiento	pl ha ⁻¹	DESP	DMC
T4	41.666	164,60ab	237,40ab
T1	166.666	161,20b	236,40ab
T6	27.777	167,80ab	240,80ab
T7	16.666	170,00a	243,00a
T5	33.333	163,40ab	239,80ab
T2	83.333	162,40ab	235,20b
T3	55.555	162,40ab	236,40ab
T8	25.000	168,00ab	242,00ab

Medias con letras distinta son estadísticamente diferentes (p<= 0,05)

Componentes de rendimiento. El análisis de varianza presentado en la Tabla 4, mostró diferencias altamente significativas para las variables Porcentaje de Vaneamiento (PV), Numero de Granos por Mazorca (NGM), Peso de Granos por Mazorca (PGM), Peso de Tusa (PT), Relación Grano Tusa (RGT), Peso de Cien Granos (P100G) y Rendimiento (REN), en contraste las variables Número de Mazorcas por Planta (NMP), y Número de Carreras por Mazorca (NCM), las cuales no presentaron diferencias significativas en las diferentes densidades de siembra.

Tabla 4. Cuadrados medios del análisis de varianza para los componentes de rendimiento de maíz morocho amarillo Udenar Canario 100 en Guaitarilla, Nariño, (2006 – 2007).

		NMP	PV	NCM	NGM	PGM	PT	RGT	P100G	REN
F de V	GL	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM	CM
BLOQ	4	0,05 ^{NS}	10,56 *	0,46 ^{NS}	130,21 ^{NS}	46,01 ^{NS}	1,66 ^{NS}	0,23 ^{NS}	1,09 *	7991,34 *
TRAT	7	0,05 ^{NS}	316,48 **	0,77 ^{NS}	1883,00 **	1396,93 **	8,85 **	1,33 **	99,27 **	2429132,88 **
Error	28	0,05	3,28	0,71	326,68	54,32	1,13	0,28	0,28	2755,62

* = Diferencias significativas

** = Diferencias altamente significativas

NS = Diferencias no significativas

La falta de significancia en las variables numero de mazorcas por planta (NMP) y número de carreras por mazorca (NCM), se explica a partir de que estas características son propias de los diferentes genotipos de maíz, y “esta variedad en particular a tenido un proceso largo de mejoramiento genético para mejorar las características de prolificidad, precocidad y porte”, las cuales no se vieron afectadas al modificar el número de plantas por hectárea.

Al respecto Lagos, Criollo y Checa, (2000) argumentan que los materiales mejorados, tienden a tener mayor prolificidad, debido a que los programas de mejoramiento genético dedican grandes esfuerzos para mejorar esta característica, que es uno de los componentes importantes de rendimiento.

La falta de significancia estadística en cuanto al número de carreras por mazorca (NCM), se corrobora a lo propuesto por Bravo y Cevallos (2003) quienes afirman que el número de carreras por mazorca depende de las condiciones genéticas del material mejorado más que de los factores ambientales.

Porcentaje de Vaneamiento. Se encontró que el T7 presentó los promedio más bajos con un valor de 16.0 %, comportándose estadísticamente igual que el tratamiento T8 (testigo), con un promedio de 19.6%, los promedios más altos se presentaron para los tratamientos T1 y T2 con valores de 39.2 y 35.6, respectivamente.

Estos altos resultados de vaneamiento obtenidos a partir de densidades de siembra de 166.666 pl ha⁻¹ (T1) y 83.333 pl ha⁻¹ (T2), hacen suponer que a medida que aumenta el número de plantas por metro cuadrado, se reduce la polinización y se aumenta el auto sombreado del cultivo, factores que favorecen el retraso del desarrollo de la floración femenina. Al respecto Espinosa, Mendoza y Ortiz. (2004), manifiestan que puede ocurrir que a densidades altas, la floración se atrase más que la liberación del polen y es por esta causa que algunas espigas quedan débilmente polinizadas y por consiguiente habrá un mayor número de mazorcas vanas.

Rivera (1984) afirma, que la luminosidad es uno de los factores más importantes en el rendimiento del maíz, por cuanto facilita el desarrollo normal de la floración; por otra parte, Aldrich y Leng (1974), asegura que altas densidades aumenta el vuelco, la esterilidad en las plantas y la formación de mazorcas imperfectas.

Número de Granos por Mazorca. Se encontró que el tratamiento T5, fue el que presento el mayor Número de Granos por Mazorca con un promedio de 311.6 granos por mazorca, comportándose estadísticamente igual que los tratamientos T7, T4, T6, T3 y T8, con valores de 301.2, 296.4, 292.0, 286.2 y 280.0 granos por mazorca; el promedio mas bajo fue para el tratamiento T1 con un valor de 250.6 granos por mazorca, comportándose estadísticamente igual que los tratamientos T2, T8 y T3.

El aumento en esta variable hace suponer que a medida que se disminuye la densidad, se aumentará el número de granos por mazorca, posiblemente esto sea influenciado por la interceptación de la luz por parte de las hojas lo cual hace que sea el responsable del aumento de esta variable, Díaz (1990), conceptúa que en los ensayos de investigación, el efecto de la luz de acuerdo a la densidad de siembra, afecta principalmente a la planta durante la floración influyendo en la determinación del número de granos.

Al respecto Bravo y Cevallos (2003), manifiestan que el número de granos por mazorca posiblemente es una característica de los materiales mejorados la cual puede estar influenciada por los factores ambientales y nutricionales que aseguran una buena polinización.

Por otra parte Arnoldo y Castro (2006), argumentan que al existir plantas diferentes al cultivo o una excesiva población de las mismas, habrá una competencia en cuanto a recursos disponibles como luz y nutrientes, conllevando a una reducción en el tamaño y número de granos.

Durante la fase de desarrollo vegetativo se debe brindar las mejores condiciones para que todas las características vegetativas completen su desarrollo satisfactoriamente, ya que en esta fase se define el número de espigas y granos en la mazorca. Arnoldo y Castro (2006).

Peso de Granos por Mazorca. Se encontró que el tratamiento T7 fue el de mayor promedio, con un valor de 137.81, con comportamiento estadísticamente igual que el testigo (T8), el promedio más bajo fue para el T1, con un valor de 86.28, comportándose estadísticamente igual que el tratamiento T2.

Es posible que el resultado anterior se deba al espaciamiento entre las plantas, lo cual promovería un mejor desarrollo de las raíces afectando directamente la absorción de nutrientes, sumado a un mejor desarrollo foliar lo cual permitiría una mejora fotosintética y acumulación de energía que permitiría un mejor desarrollo del grano.

Al respecto Espinosa, Mendoza y Ortiz. (2004), manifiestan que el proceso de transformación de energía depende en su mayoría de los genotipos sembrados, de las condiciones de luz y temperatura.

Las condiciones de clima especialmente la precipitación influye en la formación y llenado de grano. El ICA (1990), concluye que las condiciones climáticas como la precipitación y temperatura influyen en el número de granos, en el tamaño final del mismo y en la velocidad del aumento del peso de la mazorca. Esto varía entre los diferentes genotipos y los diferentes aspectos ambientales.

Peso Tusa. Se encontró que el tratamiento T1 presentó el menor peso de tusa, con un promedio de 18.0 gr, con características estadísticas similares a los tratamientos T3 y T2 con promedios de 20.04 gr y 20.12 gr, respectivamente. El promedio más alto fue para el tratamiento T7, con un valor de 22.45 gr, comportándose estadísticamente igual que el testigo (T8) y los tratamientos T6, T4 y T5.

Para esta variable se encontró que densidades altas de población reducen el tamaño y peso de la mazorca, lo cual coincide con lo propuesto por Reyes, (1990), quien afirma que densidades altas de población inducen reducción en el tamaño y peso de la mazorca, produciendo así mazorcas más cortas y menos pesadas.

Relación Grano Tusa. Se encontró que el valor más alto fue para el tratamiento T7, con un promedio de 6.14 en la relación, representado con un 14 % en tusa, comportándose estadísticamente igual que los tratamientos T5, T4, T6, T3, al igual que el testigo; el promedio más bajo fue para el tratamiento T2 con un valor de 4.76, representado con un 17.42 % en tusa, comportándose estadísticamente igual que el tratamiento T1.

A partir de los resultados obtenidos se puede establecer que el aumento en la relación grano/tusa, favorece el aumento del grano y disminuye el peso de la tusa, con lo cual se podría afirmar que densidades altas generan un aumento en la tusa y disminución en el

peso del grano. Reyes (1990), afirma que la tuza de la mazorca debe variar del 8 al 30%, para facilitar las labores de cosecha, desgrane y secado.

Peso de Cien Granos. Se presentó al tratamiento T7 como el promedio más alto con un valor de 44.66 gr, con un comportamiento estadístico similar al testigo (T8) con un valor de 44.57 gr. El promedio mas bajo fue para el tratamiento T1 con un valor de 33.12 gr.

En este caso se observa que entre los tratamientos con menores densidades de siembra T7 (16.666 pl ha⁻¹) y T8 (25.000 pl ha⁻¹), presentan mayor peso en el grano, posiblemente se deba a que tienen mayores posibilidades de captar la energía del sol, transformarla en energía y transmitirla a los órganos reproductores para formar el grano. En comparación con densidades altas como el tratamiento T1, el cual tiene una densidad de 166.666 pl ha⁻¹ presentó el promedio más bajo, con un peso en 100 granos de 43 gr, posiblemente estos resultados estén relacionados a la competencia de luz y nutrientes que requieren las plantas para los procesos de fotosíntesis.

Al respecto Espinosa, Mendoza y Ortiz (2004), afirman que el peso del grano se debe a que la planta de maíz obtiene energía después de la floración por la captación de luz, y la asimilación de agua y nutrientes para la producción de almidón que se almacena en el grano y el peso de cien semillas es un indicador de la calidad que se manifiesta por la capacidad de la planta de traslocar y acumular energía en el grano formado

Rendimiento (REN). Se encontró que el tratamiento T3, presentó el promedio más alto con un valor de 3.502,6 kg ha⁻¹, los promedios más bajos fueron para el tratamiento T7 con un valor de 1.565 kg ha⁻¹, comparado con los rendimientos del testigo (T8) que fueron de 2079,20 kg ha⁻¹.

La ubicación del tratamiento T3, por encima de los rendimiento de los demás tratamientos, puede ser debido a que este tratamiento tuvo un mayor número de granos por mazorca y un porcentaje de vaneamiento intermedio de 32.6 %, parámetros definitivos en la producción final del maíz, así como el número de plantas por hectárea,

que en este caso el T3 supero en rendimiento al T1 teniendo un menor número de plantas por hectárea.

El rendimiento en el tratamiento T1 el cual tiene un mayor número de plantas por hectárea, se pudo ver afectado por el alto porcentaje de vaneamiento, que posiblemente se produjo por la alta densidad de población, causando así un mayor número de mazorcas vanas por efecto de las bajas tasas de polinización y de competencia entre las mismas plantas.

Reyes, (1990), afirma que la luminosidad es entre otros factores el que mas influyen en el rendimiento de maíz, puesto que se considera importante antes y después de la floración, ya que en días nublados y con bajas condiciones de luz se reduce la producción fotosintética y por tanto los rendimientos.

Cifuentes y Muñoz (2003), aseguran que cualquier factor ambiental que influya sobre el proceso de fotosíntesis, afecta la eficiencia de las plantas para convertir la energía solar en energía química.

Tabla 5. Prueba de comparación de medias para componentes de rendimiento de maíz morocho amarillo Udenar Canario 100 en Guaitarilla, Nariño, (2006 – 2007).

TRAT	pl ha ⁻¹	PV	NGM	PGM	PT	RGT	P 100G	REN (kg ha ⁻¹)
T4	41.666	27,20c	296,40ab	110,54cd	20,50ab	5,43ab	36,18bc	3081,60c
T1	166.666	39,20a	250,60c	86,28e	18,00c	4,80b	33,12e	3145,60c
T6	27.777	23,80c	292,00ab	112,03c	21,48ab	5,23ab	37,24b	2139,60e
T7	16.666	16,00d	301,20ab	137,81a	22,45 ^a	6,14 ^a	44,66a	1565,00f
T5	33.333	25,00c	311,60a	116,94bc	20,28ab	5,80ab	36,48b	2520,60d
T2	83.333	35,60ab	268,20bc	95,36de	20,12bc	4,76b	34,32d	3332,00b
T3	55.555	32,60b	286,20abc	103,77cd	20,04bc	5,19ab	35,09cd	3502,60 ^a
T8	25.000	19,60d	280,00abc	128,12ab	21,49ab	5,97 ^a	44,57a	2079,20e

Medias con letras distinta son estadísticamente diferentes (p<= 0,05)

Tabla 6. Correlación de Pearson para maíz morocho amarillo Udenar Canario 100 en Guaitarilla, Nariño, (2006 – 2007).

	DE	DEE	DFM	DEMB	DESP	DMC	NMP	PV	NCM	NGM	PGM	PT	RGT	P100G	REN	
DE	1	0.61**	0.51**	0.37*	-0.18*	0.03NS	0.19NS	0.09NS	-0.03NS	0.07NS	-0.01NS	-0.13NS	0.04NS	-0.09NS	0.06NS	
DEE			0.87**	0.71**	-0.41**	-0.44**	-0.44**	0.44**	-0.31*	-0.08NS	-0.29NS	-0.27NS	-0.20NS	-0.37*	0.36*	
DFM				0.86**	-0.33*	-0.52**	-0.33*	0.46**	-0.35*	-0.06NS	-0.30NS	-0.30NS	-0.20NS	-0.41**	0.42**	
DEMB					-0.37*	-0.61**	-0.45**	0.58**	-0.39*	-0.13NS	-0.41**	-0.43**	-0.25NS	-0.50**	0.52**	
DESP						0.49**	0.21NS	-0.62**	0.40**	0.28NS	0.55**	0.51**	0.36*	0.58**	-0.62**	
DMC							0.36*	-0.59**	0.22NS	0.36*	0.58**	0.39*	0.46**	0.55**	-0.63**	
NMP								-0.48**	0.50**	0.22NS	0.36*	0.24NS	0.28NS	0.33*	0.27NS	
PV									-0.46**	-0.57**	0.91**	-0.68**	-0.69**	0.87**	-0.86**	
NCM										0.32*	0.36*	0.25NS	0.29NS	0.27NS	0.29NS	
NGM											0.73**	0.24NS	0.76**	0.29NS	0.34*	
PGM												0.56**	0.86**	0.86**	0.77**	
PT													0.08NS	0.62**	-0.61**	
RGT														0.65**	0.55**	
P100G															-0.83**	
REN																1

NS (no existen correlaciones significativas), * (correlaciones significativas), ** (correlaciones altamente significativas).

El análisis de correlación de Pearson (Tabla 6), se muestran las variables del ciclo de vida: días a estado semipastoso (DESP) y días a madurez de cosecha (DMC), como las variables que más inciden en el rendimiento con valores de -0.62** y -0.63**, respectivamente, y en cuanto a variables de componentes de rendimiento: porcentaje de vaneamiento (PV), peso granos mazorca (PGM), peso de cien granos (P100G) y peso de tusa (PT). Como las variables que más inciden en el rendimiento con valores de (- 0.86**), (0.77**), (- 0.83**) y (- 0.61**).

Estos resultados hacen suponer que la reducción en los días al estado semipastoso y días a madurez de cosecha, favorecen los resultados en rendimiento del cultivo. En cuanto a porcentaje de vaneamiento (PV), peso de cien granos (P100G) y peso de la tusa (PT), aumentos en estas variables afectan negativamente las ganancias en rendimiento, en contraste al peso de granos por mazorca que inciden en el rendimiento de una manera positiva.

Análisis económico. En la Tabla 7, se observa que el tratamiento que presentó el mayor ingreso fue el T3 con \$ 1.546.870 el cual tenía una densidad de población de 55.555 pl ha⁻¹, por el contrario el T1 el cual consistió en una densidad de población de 166.666 pl ha⁻¹, genero un ingreso de \$ 405.681, pese a que su costo de producción es elevado no genera pérdidas al igual que los demás tratamientos.

En cuanto a las rentabilidades generadas por los tratamientos observamos que el tratamiento T3 (55.555 pl ha⁻¹), presentó los mejores porcentajes de rentabilidad 55%, el porcentaje con más baja rentabilidad se obtuvo con el T1 (166.666 pl ha⁻¹) 16%. Estos resultados pueden ser debidos a los altos porcentajes de vaneamiento presentes en este tratamiento y a los altos costos de producción del kg de maíz \$671. El tratamiento T1, aunque no generó perdidas presenta retribuciones muy bajas, de \$405.681 por hectárea.

Tabla 7. Calculo de rentabilidad para efecto de las diferentes densidades de población en maíz morocho amarillo variedad UDENAR CANARIO 100 en Guaitarilla, Nariño, (2006 – 2007).

TRATAMIENTO	DISTANCIAS (cm)	No. Pl ha ⁻¹	PROD kg ha ⁻¹	VALOR PROD (INGRESOS BRUTOS) (\$)	COSTOS TOTALES (\$)	INGRESO NETO (\$)	COSTO UNIDAD (\$/kg)	RENTAB %
T1	10 x 60	166.666	3.146	2.516.480	2.110.799	405.681	671	16
T2	20 x 60	83.333	3.332	2.665.600	1.497.583	1.168.017	449	44
T3	30 x 60	55.555	3.503	2.802.080	1.255.210	1.546.870	358	55
T4	40 x 60	41.666	3.082	2.465.280	1.182.477	1.282.803	384	52
T5	50 x 60	33.333	2.521	2.016.480	1.107.315	909.165	439	45
T6	60 x 60	27.777	2.140	1.711.680	1.035.795	675.885	484	39
T7	100 x 60	16.666	1.565	1.252.000	960.633	291.367	614	23
T8	100 x 120	25.000	2.079	1.663.360	1.034.581	628.779	498	38

CONCLUSIONES.

La densidad de siembra bajo la cual se obtuvo el mayor rendimiento fue la del tratamiento T3, el cual lo conformaba una densidad de población de 55.555 plantas/ ha, con distancias de siembra de 0.30 x 0.60 m, la cual presentó un promedio de 3.502,60 kg ha⁻¹ de grano seco.

Los componentes de rendimiento que estuvieron influenciados por la densidad de plantas fueron: porcentaje de vaneamiento (PV), número de granos por mazorca (NGM), peso de granos por mazorca (PGM), peso de la tusa (PT), relación grano tusa (RGT), peso de 100 granos (P100G) y rendimiento (REN).

El peso de 100 granos presentó una diferencia altamente significativa en lo que se relaciona a los tratamientos, esto lo podemos comprobar con la prueba de medias (Tabla 2), que nos confirma que el mejor peso se lo obtuvo mediante el tratamiento 7, esto está directamente relacionado con la densidad poblacional de cada tratamiento, pues el tratamiento 7 es el que menos densidad de población presenta.

El mayor ingreso y la mejor rentabilidad se la obtuvo con una densidad de población de 55.555 pl ha⁻¹, donde se produjo un ingreso de \$ 1.546.870, con una rentabilidad del 55%, mostrando una alternativa favorable frente a los ingresos obtenidos por los otros tratamientos, lo cual indica que esta densidad es la que mejor se comporta económicamente.

BIBLIOGRAFIA.

ALDRICH, Samuel y LENG Earl. 1974 Producción Moderna Del Maíz, Buenos Aires Argentina, Editorial Hemisferio Sur. 308p.

ARNOLDO, Juan y CASTO, Sergio, 2006. Temperatura Alta Y Estrés Hídrico Durante La Floración En Poblaciones De Maíz Tropical. Revista Internacional de BOTANICA EXPERIMENTAL Argentina Vol 75 N° 3 pp. 31 – 40.

BRAVO, Norman y CEVALLOS, Jorge. 2003. Evaluación de Dos Variedades de Maíz (*Zea Mayz L*) Tipo Morocho en la Vereda Guaitungal del Municipio de Córdoba, Nariño. Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto. 108p

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz Y Trigo. Adiestramiento de Maíz Experimentos Fuera de la Estación. México: CIMMYT, 1981. 36 p.

CIFUENTES, Carlos y MUÑOZ, Orlando. 2003. Evaluación de Dos Variedades de Maíz Tipo Morocho en Dos Zonas del Municipio de Tangua Nariño. Tesis de Grado Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto 108p.

CRIOLLO, Hernando y LAGOS, Tulio. 2000. Comportamiento del Crecimiento Del Maíz (*Zea mayz L.*) Cultivado a Diferentes Distancias De Siembra. En: Revista de Ciencias Agrícolas. Vol. XVII, No. 2: 65 – 78.

DIAZ, Alberto. 1990. Evaluación del crecimiento y desarrollo del maíz adaptado a clima frío moderado. Medellín, p. 63.

ESPINOSA, Edgar, MENDOZA, María y ORTIZ Joaquín. 2004. Rendimiento de grano y sus componentes en poblaciones prolíficas de maíz, bajo dos densidades de siembra. Revista fitotecnia mexicana, 2004, Sociedad mexicana fitogenética, Chapingo México. Vol. 27 N° 1 pp 39 – 41.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. 1990. Serie de Folletos sobre Maíz y Sorgo. Bogotá: ASIAVA, 117. p.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Cultive mejor su maíz. Cartilla Campesina N° 3. Pasto. Centro Nacional de Investigación. 1991. 20 p.

LAGOS, Tulio, CRIOLLO, Hernando, y CHECA, Oscar. 2000. Evaluación De 19 Materiales De Maíz De Clima Frio En Una Zona Del Altiplano De Pasto, Departamento de Nariño. En: Revista de Ciencias Agrícolas. Vol. XVII N° 2: 9-20.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS. ICA. Variedades mejoradas de maíz morocho para la zona cerealista el Departamento de Nariño, 2004. Boletín Divulgativo N° 3.

OSPINA, Gabriel. 1999, Tecnología Del Cultivo Del Maíz. Bogotá: Produmedios, 332p.

PERSPECTIVAS CEREALISTAS. 2009. Fondo Nacional Cerealista. Fondo Nacional de Leguminosas. Fenalce. No. 55 - boletín mes de Enero. Página de Internet consultada en abril de 2009. http://fenalce.net/arch_public/Perpectivas%2055.pdf

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL. Participación y Bienestar Social. Administración Municipal de Guaitarilla, Colombia. 2001- 2003. 91 p.

REYES, Pedro. 1990. El maíz y su cultivo. México: AGT Editor, pp 116. 460 p.

RIVERA, Antonio. 1984. Efecto de la luz, precipitación y temperatura sobre los rendimientos del maíz (*Zea mayz. L*). II Reunión de maiceros de la zona Andina y II congreso Latinoamericano de maíz. Colombia, pp 303 – 327.

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. 2008. Anuario Estadístico agropecuario. Pasto, Nariño. 166 p.

TORREGROSA, Manuel. 1975. Apuntes Generales Sobre El Cultivo Del Maíz Sembrado En Clima Frio. Bogotá: ICA, 71 p.