

**EVALUACION DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA DEL HIBRIDO DE  
MAIZ *Zea mays* L. DK 10-40 EN EL MUNICIPIO DE TUMACO  
DEPARTAMENTO DE NARIÑO\***

EVALUATION OF THREE DENSITIES OF SOWS THE HYBRID CORN *Zea mays*  
L. DK 10-40 IN THE MUNICIPALITY OF TUMACO DEPARTMENT NARIÑO.

**Ricardo Gómez A.<sup>1</sup>, Miller Preciado P.<sup>1</sup>, Germán Arteaga M.<sup>2</sup>**

**RESUMEN**

El presente trabajo se realizó entre los meses de marzo y junio del año 2009 en la plantación Palmas Santa Fe del Municipio de Tumaco departamento de Nariño, a una altura de 17 m.s.n.m, con una precipitación promedio de 3000 mm al año y una temperatura media anual de 30 ° C, con el fin de evaluar tres densidades de siembra del material de maíz híbrido DK 10-40, en monocultivo. Se utilizo un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, correspondientes a 62.500 plantas ha<sup>-1</sup>, 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> y 41.666 plantas ha<sup>-1</sup>. Las variables agronómicas evaluadas fueron: altura de planta, distancia entre nudos, número de nudos por planta, relación grano/mazorca, peso de cien semillas y rendimiento además se realizo un análisis económico para las densidades evaluadas.

Los resultados indicaron que la mayoría de factores agronómicos evaluados en el híbrido de maíz DK 10-40, no se ven afectados por la densidad de siembra utilizada. Se destaca la variable relación grano/mazorca, donde se percibe una reducción al aumentar la densidad. La mejor densidad de siembra fue de 62.500 plantas ha<sup>-1</sup>, expresando el mayor rendimiento con 7600 kg ha<sup>-1</sup> y destacándose económicamente al ser la más rentable con un ingreso neto de \$2.257.400.

**Palabras claves:** Maíz, Híbrido, Producción, Densidad, Evaluación.

---

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

<sup>1</sup> Estudiante de Ingeniería Agronómica. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, Colombia. 2010. E-mail: mympreciado@hotmail.es/ rinegoaragro@yahoo.es

<sup>2</sup> Ing. Agr. M.Sc. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. Colombia.

## ABSTRACT

The present work realized between March and June, 2009 in the plantation Palmas Santa Fe of the Municipality of Nariño's Tumaco department, to a height of 17 m.s.n.m, with a rainfall it mediates of 3000 mm a year and an annual average temperature of 30 ° C, in order evaluate three densities of sowing of the material of hybrid maize DK 10-40. I use a design of blocks at random with three treatments and three repetitions, correspondents to 41.666 plants ha<sup>-1</sup>, 50.000 plants ha<sup>-1</sup> and 62.500 plants ha<sup>-1</sup>. The distances of sowing between plants was of 0.20m, 0.25m, 0,30m and between ruts 0.80 m. The reproductive phase of the culture was submitted, to a stress generalized due to the water deficiency, which I reflect in low performances. They evaluated variables were: height of plant, distance between knots, number of knots for plant, relation grain/ear, I weigh hundred seeds and performance in addition I realize an economic analysis for the evaluated densities.

The results indicated that the majority of agronomic evaluated factors híbrido of maíz DK 10-40, they do not meet affected by the density of used sowing, and the changeable relation is outlined grain/ear, where a reduction is perceived on having increased this factor. The best treatment was the T1 whose of sowing density is of 62.500, expressing the biggest yield with 7.6 rhyme have-1 and standing out to the being economically the but profitable.

**Key words:** Corn, Hybrid, Production, Density, Evaluation.

## INTRODUCCION

El maíz *Zea mays* L. es el cultivo de mayor importancia para la alimentación de los colombianos. Su área corresponde a una tercera parte del total sembrado de cultivos de ciclo corto, ocupa el primer lugar en superficie con aproximadamente 555.000 hectáreas en 2008 y una producción cercana a 1,8 millones de toneladas (CONFECAMPO, 2008). De estas el 28% corresponde a maíz tecnificado y el 72% a maíz tradicional con un promedio de 1239 kg/ha<sup>-1</sup>. Los departamentos de maíz tecnificado son Córdoba, Valle, Tolima Meta y Sucre con una participación de 84.57%. (MORALES, *et al.*2002).

En el departamento de Nariño, este cultivo forma parte esencial de la dieta alimenticia de los agricultores y es un alimento básico para los animales, además de la importancia para la generación de empleo rural. El consolidado agropecuario (2008), muestra que los municipios con mayor área sembrada son Linares, El Peñol, Arboleda, Ancuya y La Unión. En Tumaco, este cultivo ha sido explotado a nivel tradicional siendo el área sembrada de maíz tecnificado en el año 2008 de aproximadamente 25 has de las cuales el 70% se sembró en las plantaciones de palma de aceite como Palmar Angelita, Palmas Santa Fe. (VICTOR 2007).

Según PALIWAL (2007), en el maíz tropical se ha descubierto tardíamente los altos rendimientos generados por la heterosis, por lo que la investigación para el desarrollo de híbridos superiores y el uso del maíz híbrido, en ambientes favorables en los trópicos con condiciones para una alta productividad, han sido recientes y bien aceptados. Habitualmente en el municipio de Tumaco se ha venido sembrando materiales híbridos, de las diferentes empresas productoras de semilla, obteniéndose rendimientos, alrededor de 28.000 kg ha<sup>-1</sup> año. En el caso del híbrido DK 1040, no se ha efectuado estudios técnicos en cuanto a la densidad de siembra que se puede obtener altos rendimientos por hectárea a bajos costos de producción. Las plantaciones de palma y los agricultores desconocen estudios del material en la región en cuanto al manejo agronómico y menos a costos de producción. Según HARRIS (1999), una de las opciones más importantes que poseen los agricultores para incrementar los rendimientos es la adopción de variedades mejoradas adaptadas a la región y recientemente los nuevos híbridos de maíz que respondan eficientemente a todos los ambientes de producción.

Actualmente el cultivo de maíz se presenta como una alternativa rentable e importante siempre que se logren altos rendimientos, dentro de las plantaciones de palma africana, constituyendo renglones importantes para la seguridad alimentaria, alimentación animal (ensilaje), materia prima industrial y como una perspectiva de biodiesel, sin embargo las empresas palmeras y los medianos y pequeños productores no cuentan con estudios acerca de este material. Se requiere un estudio de los híbridos, cuales cuenten con manejo técnico para lograr buenas producciones y generar alternativas tanto para el

consumo humano y animal.

En Tumaco los registros obtenidos por plantaciones como palmar Angelita, son favorables para el establecimiento de este híbrido a nivel industrial. La necesidad de mejorar la producción de maíz para la región pacífica, ha llevado a la ejecución de estudios, evaluaciones, lográndose la meta de 7 toneladas de grano seco por hectárea del material DK 1040 con porte bajo y tolerante a diferentes problemas fitosanitarios además de una precocidad en producción que promedia en 4 meses, generando una ventaja para el caso de la zona andina de 2 cosechas más en el año. (PALMAS SANTA FE, 2009)

La densidad de población, es considerada como el factor de mayor importancia para obtener mayores rendimientos en los cultivos, principalmente en maíz. Según SANGOI (2000), este factor en el maíz ejerce alta influencia sobre el rendimiento de grano y las características agronómicas, debido a que el rendimiento de grano se incrementa con la densidad de población, hasta llegar a un máximo y disminuye cuando la densidad se incrementa más allá de este punto. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1981) sugiere densidades óptimas de siembra de 65000 plantas/ha<sup>-1</sup> para genotipos tropicales de maíz que tengan una altura de planta superior a los 2.4 m. Si el productor utiliza una densidad de población mayor que la óptima, incrementa la competencia por luz, agua y nutrientes, lo cual ocasiona reducción en el volumen radical, número de mazorcas, cantidad y la calidad del grano por planta, e incrementa la frecuencia de pudriciones de raíz y tallo, lo que propicia acame (MAYA & RAMÍREZ 2002). Por el contrario, las densidades de población menores que las óptimas provocan problemas con maleza o de desperdicio de suelo (NJOKA *et al.* 2005). Los cambios en este factor afectan la cantidad de recursos disponibles por planta (ANDRADE *et al.*, 1999). Además, los híbridos difieren en la habilidad para capturar y/o usar los recursos adicionales por planta provenientes de densidades menores (CAMPOS *et al.*, 2004).

En el municipio de Tumaco evaluaciones sobre densidades de población en híbridos de maíz, son escasas. Esta circunstancia, no ha permitido elevar los rendimientos, ni ha contribuido a los sistemas de desarrollo agrícola asociado a esta especie. Trabajos

foráneos sobre densidades de población en maíz, han sido realizadas bajo temporal en el trópico húmedo de México, CANO *et al.* 2001 demostraron que al aumentar la densidad de 50 000 a 62 500 plantas/ha<sup>-1</sup> obtuvieron el mayor rendimiento de grano, ya que el rendimiento se incrementó en 300 kg/ha<sup>-1</sup>. También, CARRERA & CERVANTES (2006) reportaron que el rendimiento aumentó 600 Kg/ha<sup>-1</sup> al incrementar la densidad de población de 60.000 a 70.000 plantas/ha<sup>-1</sup>. Varios estudios indicaron que el maíz difirió en su respuesta a la densidad de población en función del genotipo y de las condiciones ambientales (SENER *et al.* 2004). En Colombia CABRERA (1996) señala densidades de siembra de más de 100.000 plantas/ha<sup>-1</sup> en condiciones de los llanos, con tendencia a incrementar los rendimientos.

Sin embargo, la respuesta del híbrido DK 10-40 a diferentes densidades de población, bajo condiciones del litoral pacífico en Tumaco, no se conocen. Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivos: evaluar el efecto de las diferentes densidades de población sobre algunas variables agronómicas y el rendimiento del híbrido de maíz DK 10-40 y realizar un análisis económico parcial (producciones Vs costos de producción), con el fin de establecer la densidad de plantas más adecuada económicamente.

## MATERIALES Y METODOS

**Localización.** La evaluación del material, se realizó en la plantación Santa Fe ubicada en el Km 52 en la vía Tumaco -Pasto. A una altitud de 17 m.s.n.m con una precipitación promedio de 3000 mm al año y una temperatura media de 30 °C con una máxima de 33°C y una mínima de 26 °C; Brillo solar anual medio entre 800 a 1100 horas y una humedad relativa de 80%. Ecológicamente pertenece a la zona tropical húmeda y presenta suelos franco arcillosos. (PALMAS SANTA FE, 2009).

**Suelos.** La zona de estudio presenta restricciones para siembras como el maíz, ya que agroecológicamente no presentan vocación para explotación de cultivos limpios, por las altas precipitaciones que se presentan que puede ocasionar arrastre de suelo.

El material evaluado fue el Híbrido DK 1040, el cual es de origen Brasileño de clima cálido, color amarillo, tamaño de grano mediano, ciclo vegetativo corto entre 3-4 meses, una altura de planta de 2– 2.5 metros, se adapta desde los 0 – 1000 msnm. Su rendimiento promedio a nivel de campo es de 7-8 ton /ha<sup>-1</sup> en el Brasil, y el potencial productivo a nivel de pruebas realizadas por los productores, en Brasil, es de 10.4 ton/ha<sup>-1</sup>. (MONSANTO, 2008)

**Diseño experimental.** Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y tres repeticiones en un área experimental de 6000 m<sup>2</sup> se utilizó 3 bloques donde cada bloque tuvo una dimensión de 2000 m<sup>2</sup> con tres repeticiones. El área de la parcela experimental fue de 30 m de largo por 20 m de ancho con un área de 600 m<sup>2</sup> y una parcela útil de 200 m<sup>2</sup> (10 surcos por parcela). Los tratamientos representados por las tres densidades fueron las siguientes:

Densidades de siembra evaluadas para el híbrido de Maíz *Zea mays* L. DK 10-40 en el municipio de Tumaco departamento de Nariño.

Densidad de siembra (Plantas/ha <sup>-1</sup> )	Distancia entre planta (m)	Distancia entre surco (m)
62.500	0.20	0.80
50.000	0.25	0.80
41.666	0.30	0.80

**Preparación del terreno y siembra.** El sistema de siembra utilizado fue en monocultivo, donde se preparó el suelo de forma tradicional, una arada y dos pases de rastra. La siembra se realizó mecánicamente utilizando una sembradora MONTANA de cuatro surcos, colocando una semilla por sitio, a una profundidad de 0.04 m.

**Labores culturales.** Se efectuaron tres fertilizaciones; la primera se hizo en la siembra con P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, a razón de 34.5 kg/ha<sup>-1</sup>, acompañada de la adición de 60 kg/ha<sup>-1</sup> de KCL. La segunda fertilización se realizó 20 días después de la siembra aplicando 46 kg/ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 60 kg/ha<sup>-1</sup> de KCL. La tercera fertilización fue a los 45 días después de la siembra aplicando 92 kg/ha<sup>-1</sup> de Urea. ( PALMAS SANTA FE, 2009)

El control de arvenses se realizo a los 30 días y la segunda a los 60 días después de la siembra utilizando un control químico , para disminuir la competencia por luz, espacio agua y nutrientes del cultivo.

### **VARIABLES EVALUADAS.**

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

**Distancia y numero de nudos por planta (DNP y NNP).** De la parte media del tallo principal se midió el largo de entrenudos en centímetros y número total de nudos desde la base hasta el inicio la inflorescencia.

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

**Peso de cien 100 granos (P100).** Se efectuó cuando las semillas estuvieron secas realizando cinco conteos de 100 semillas cada uno para luego obtener el peso promedio, registrando el valor con base al 15% de humedad.

**Rendimiento (Kg/ha de grano seco (RTO).** El rendimiento se calculó con base en la cosecha de la parcela útil, determinando el contenido de humedad del grano, con un medidor de humedad marca MOTOMCO, para ajustar el rendimiento de maíz por hectárea. La fórmula propuesta por CIMMYT para este cálculo es la siguiente:

$$\text{RENDIMIENTO} = [(\text{RPU} \times 10000 \text{m}^2 / \text{APU} \text{m}^2) * (100 - \% \text{HM}) / 85]$$

#### **Donde:**

RM= Rendimiento maíz kilogramo hectárea

RPU= Rendimiento parcela útil

APU= Área parcela útil

HM= Humedad de la muestra

**Análisis Estadístico.** Con los resultados obtenidos, se efectuó el análisis de Variancia (ANDEVA), y en aquellos variables que se presentaron diferencias significativas se les realizó la prueba de comparación de medias Tukey. Igualmente, se analizaron las correlaciones existentes entre las variables evaluadas mediante Pearson.

**Análisis económico.** Se realizó un análisis a partir del valor total teniéndose en cuenta la mano de obra para las labores, insumos, arriendo del terreno, interés al capital invertido del 3%, además se tuvo en cuenta el 5% por los servicios de administración en base a los costos directos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

**Altura de la planta (AP), Numero de nudos por planta (NNP) y Peso de 100 granos (P100).** No se presentaron diferencias estadísticas significativas para estas variables, indicando que estas características fueron iguales en las tres densidades de población evaluadas (Tabla 1), es decir no se vieron afectadas al aumentar la densidad de población. En la Tabla 2, se observa una correlación altamente significativa en las variables AP y DNP con un coeficiente de  $r = 0.97$ , esto indica que la altura de la planta está estrechamente relacionada con la distancia entre nudos.

**Relación grano/mazorca (GM).** Se encontraron diferencias significativas, en el análisis de variancia realizado con un  $p < 0,0260$  (Tabla 1). Las diferencias estadísticas presentan a la densidad de 41666 plantas/ha<sup>-1</sup> como la de mayor coeficiente con 0.77, la de menor coeficiente 0.70 fue mostrado por la densidad de 62500 plantas/ha<sup>-1</sup> y la densidad de 50000 plantas/ha<sup>-1</sup> con 0.72 fue estadísticamente igual a la de mayor densidad. (Tabla1).

La diferencia entre las densidades de población indica que a mayor densidad de plantas el peso de granos y de la mazorca disminuye, expresando un coeficiente de relación

**Tabla1.** Variables agronómicas bajo tres densidades de siembra para las variables: altura de la planta (AP), nudos por planta (NNP), relación granos / mazorca (GM), peso de cien granos (P100) y rendimiento (RTO), evaluadas de tres densidades de siembra del híbrido de Maíz *Zea mays* L DK 10-40 en el municipio de Tumaco departamento de Nariño.

Densidad de Plantas	AP (cm)	NNP	GM	P100 (g)	RTO (Kg ha <sup>-1</sup> )
<b>62.500</b>	2,44 a	13,08 a	0.70 b	40,5 a	7600 a
<b>50.000</b>	2,39 a	13,02 a	0.72 ab	40,33 a	6310 b
<b>41.666</b>	2,39 a	13,03 a	0.77 a	41,67 a	6200 b
<b>DMS</b>	<b>0,13124</b>	<b>0,78953</b>	<b>0,06442</b>	<b>10,01262</b>	<b>962,38176</b>

Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey  $p \leq 0,05$ )

**Tabla 2.** Matriz de Correlación de Pearson, para las variables: altura de la planta (AP), distancia entre nudos (DNP), nudos por planta (NNP), relación granos / mazorca (GM), peso de cien granos (P100) y rendimiento (RTO), evaluadas de tres densidades de siembra del híbrido de Maíz *Zea mays* L. DK 10-40 en el municipio de Tumaco departamento de Nariño.

	AP	DNP	NNP	GM	P100	RTO
AP	1					
DNP	0,97**	1				
NNP	0,47ns	0,38ns	1			
GM	-0,27ns	0,39ns	0,04ns	1		
P100	-0,49ns	-0,55*	-0,15sns	-0,47ns	1	
RTO	0,10ns	0,13ns	0,24ns	-0,49ns	-0,12ns	1

\* = Altamente significativo (95%)

\*\* = Altamente significativo (99%)

ns =No significativo

decreciente. Esto probablemente se deba a la competencia por nutrientes, agua, luz solar, etc., a la que están sometidas las plantas en altas densidades de población, (GARDNER Y KAGHO, 1998 a y b). No obstante los diferentes cultivos, en este caso el maíz, varían en la capacidad para mantener sus rendimientos en un rango amplio de densidades de siembra (FERRARIS *et al*, 2001), esto por su alta plasticidad.

Además el detrimento del peso de granos y mazorcas, observado al incrementar la densidad de plantas, al parecer no inciden notoriamente en el rendimiento (GARDNER y KAGHO, 1998 a y b), hecho que se puede corroborar en la matriz de correlación de Pearson (Tabla2) de este trabajo, cuyo factor es de -0.49.

A pesar de las diferencias, de población, se observo que las mazorcas producidas por el híbrido en estas condiciones son largas, delgadas y con granos medianos a grandes. Esta situación puede explicarse porque todos los materiales, incluso los híbridos, han tenido procesos de selección tendientes a obtener mazorcas delgadas con granos grandes. CRIOLLO *et al* (2002).

**Rendimiento (RTO).** La densidad de población afectó significativamente el rendimiento de grano ( $p < 0,0215$ ), registrando diferencias significativas entre densidades de plantas (Tabla 1). El mayor rendimiento de grano se obtuvo con la densidad de 62500 plantas/ ha<sup>-1</sup> con 7600 kg/ha<sup>-1</sup>. Este rendimiento resulto significativamente diferente a los obtenidos en las otras 2 densidades de plantas cuyos valores fueron de 6200 kg/ha<sup>-1</sup> para 41666 plantas/ha<sup>-1</sup> y 6310 kg/ha<sup>-1</sup> para 50000 plantas/ha<sup>-1</sup>, quienes presentaron rendimientos estadísticamente iguales entre si (Tabla1).

Bajo las condiciones agroecológicas del presente estudio, el incremento de densidad de plantas de 41666 plantas/ha<sup>-1</sup> utilizado por los agricultores, hasta 62500 plantas/ha<sup>-1</sup> tuvo rendimientos entre 1290 kg/ha<sup>-1</sup> a 1400 kg/ha<sup>-1</sup>, es decir un incremento de producción de 18.42 % más. Este rendimiento se debe a un mayor número de mazorcas en una misma área, es decir a una mayor población de plantas y mejor del suelo haciendo que haya un mejor aprovechamiento por parte de la plantas de nutrientes, agua y luz sin incidir significativamente entre sí.

El rendimiento de 7600 kg ha<sup>-1</sup> resulto equivalente al suministrado por MONSANTO (2008) quien reporta que el promedio a nivel de campo en el Brasil, es de 7000 a 8000 kg ha<sup>-1</sup>, aunque se ha llegado a registrar hasta 10400 kg/ha<sup>-1</sup>, por parte de los productores en Brasil, lo que indica una buena adaptación del híbrido de maíz DK 10-40 a mayor densidad de población y a las condiciones climáticas de la zona.

Por otra parte el incremento presentado en este trabajo, fue similar al encontrado en otros estudios, en los cuales se observan aumentos del rendimiento de 7000 kg/ha<sup>-1</sup> de grano en densidades superiores a 50000 plantas/ha<sup>-1</sup> (CANO *et al*, 2001; VIOLIC, 2001; CARRERA & CERVANTES, 2006). Por su parte ESPINOSA y TADEO (1990) en estudios de fertilización y densidades con las cruza simples progenitoras del híbrido doble de maíz H-137 concluyeron que la densidad de población que da el mayor rendimiento (6290 kg ha<sup>-1</sup>) en ambas cruza simples es a 62500 plantas ha<sup>-1</sup>. Al respecto, COX (1996) afirma, que el rendimiento de grano de maíz por unidad de área aumenta, siguiendo una tendencia cuadrática con el típico punto máximo seguido por un decrecimiento, conforme aumenta la densidad de población; lo que infiere que el híbrido evaluado ha sido mejorado para soportar densidades de plantas mayores a 60000 plantas ha<sup>-1</sup>, no obstante debido a que no se presentó una disminución del rendimiento de grano con el aumento de la densidad de población, no se determinó en el presente estudio la densidad de población máxima. Sin embargo, esto no se puede generalizar, dado que la respuesta para distintas densidades de plantas varía de acuerdo al tipo de híbrido que se esté utilizando, dependiendo además de factores climáticos y/o edáficos (CARLONNE y RUSSEL, 1987; TOLLENAAR *et al*, 1993).

La caída del rendimiento por encima de una densidad óptima está asociada, en el maíz, por presentar plantas con menos de una mazorca por planta aún cuando en el ambiente haya un índice foliar óptimo para el rendimiento. En el caso del maíz hay grandes diferencias entre los cultivares en lo que respecta a la alta densidad y los últimos híbridos se caracterizan por su capacidad para producir mazorcas a muy altas densidades (TOLLENAAR, *et al* 1993), como el DK 10-40.

**Tabla 3.** Ingresos netos, costos variables y la relación beneficio – costo, evaluadas de tres densidades de siembra del híbrido de Maíz *Zea mays* L. DK 10-40 en el municipio de Tumaco departamento de Nariño año 2009.

<b>DENSIDAD DE PLANTAS</b>	<b>RENDIMIENTO Ton ha<sup>-1</sup></b>	<b>INGRESO BRUTO (\$/HA)</b>	<b>COSTOS TOTALES(\$/HA)</b>	<b>INGRESO NETO (\$/HA)</b>
<b>62.500</b>	7,6	4.788.000	2.530.600	2.257.400
<b>50.000</b>	6,31	3.975.300	2.472.985	1.502.315
<b>41.666</b>	6,2	3.906.000	2.447.600	1.458.400

\***Precio:** 630.000 \$/ton de maíz y costo de la semilla 5.400 \$/Kg.

\***Anexo:** Base de datos

**Análisis Económico.** En la Tabla 3 se presentan los ingresos brutos, los costos variables y el ingreso neto, de las tres densidades de siembra evaluadas. El máximo ingreso bruto de \$ 4.788.000 se obtuvo con la densidad de plantas de 62500 plantas/ha<sup>-1</sup>, con costo de producción de \$2.530.600 para un ingreso neto de \$2.257.400.

Los costos totales no mostraron diferencias entre densidades de plantas, sin embargo, los costos de la densidad de 62500 plantas/ha<sup>-1</sup>, fueron \$57.615 más que la densidad de 50000 plantas/ha<sup>-1</sup> y \$83.000 más que la densidad de 41666 plantas/ha<sup>-1</sup>. Aquí se observa que en la mayor densidad de plantas hay un costo superior, el cual radica en la utilización de más semilla (26 kg) y la cantidad de empaques para cosecha, en comparación con las otras densidades. Sin embargo las labores del cultivo presentaron los mismos gastos en las 3 densidades \$1.292.000, (datos presentados anexo), así mismo se presentó en la cantidad de insumos (datos presentados anexo) debido a que las diferencias de plantas por hectárea no son altas y se siguen las recomendaciones por hectárea de todos los productos sin tener en cuenta las densidades.

En cuanto a los ingresos netos la densidad de 62500 plantas/ha<sup>-1</sup> fue la mejor, cuyo ingreso fue el más alto de la evaluación con \$2.257.400, \$755.085 más que la densidad de 50000 plantas/ha<sup>-1</sup> y \$1.099.000 más que la densidad de 41666 plantas/ha<sup>-1</sup>, esto producto de la mayor producción presentada de grano por hectárea.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones presentadas en la evaluación, los resultados obtenidos permiten señalar que la mejor densidad de cultivo para implementar con el híbrido DK 10-40 en el municipio de Tumaco, es la de 62.500 plantas ha<sup>-1</sup>.

A una densidad de siembra de 62500 plantas/ha<sup>-1</sup> del híbrido DK 10-40, aumenta el rendimiento del cultivo sin afectar significativamente ninguno de los componentes evaluados.

Económicamente la densidad de siembra con mayor rentabilidad es la de 62.500

plantas/ ha<sup>-1</sup> con \$ 2.257.400 / ha<sup>-1</sup> de ingreso.

## BIBLIOGRAFIA

ANDRADE *et al* (1999). ANDRADE F.H., VEGA C., UHART S., CIRILO A., CANTARERO M. and O. VALENTINUZ. Kernel Number Determination in Maize. *Crop Science* 39:453-459 p.

CABRERA, S. (1996). Evaluación del rendimiento de cultivares de maíz (*Zea mays* L.) bajo tres densidades de siembra. In memorias de la III jornada científica nacional del maíz. Guanare. Estado Portuguesa, 39 p.

CAMPOS *et al* (2004). CAMPOS H., COOPER M., HABBEN J.E., EDMEADES G.O. and J.R. SCHUSSLER. Improving drought tolerance in maize: a view from the industry. *Field Crops Res.* 90:19-34 p.

CANO *et al* (2001). CANO O, TOSQUY OH, SIERRA M, RODRÍGUEZ FA, 2001. Fertilización y densidad de población en genotipos de maíz cultivados bajo condiciones de temporal. *Agronomía Mesoamericana* 12: 199-2003 p.

CARLONNE y RUSSEL (1987). CARLONNE, M.R., AND W.A. RUSSELL. Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars from different eras of breeding. *Crop Sci.* 27:465-470 p.

CARRERA & CERVANTES (2006). CARRERA VJA, CERVANTES ST. Respuesta de la densidad de población de cruza de maíz tropical y subtropical adaptadas a valles altos. *Revista Fitotecnia, México.* 29: 331 – 338 p.

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

CONFECAMPO (2008). Estudio De Mercado Del Maíz En Colombia. Departamento Técnico Confecampo Bogotá D.C. [http://www.google.com/search?hl=es&q=maiz+tecnificado++para+maiz+tradicional+\(Confecampo%2C+2008\).pdf](http://www.google.com/search?hl=es&q=maiz+tecnificado++para+maiz+tradicional+(Confecampo%2C+2008).pdf). Consulta: Octubre de 2009.

CONSOLIDADO AGROPECUARIO (2008). Corporación Colombia internacional. Jovita Elisa Ordoñez Bravo. Coordinadora Regional CCI. San Juan De Pasto, Enero 2010. 129 p.

COX (1996). Cox, D.J. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, and plant density. *Agron. J.* 83:559-564 p.

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

DE LA CRUZ, L., H. CÓRDOVA, O., MA ESTRADA, B., JD MENDOZA, A GÓMEZ, NP BRITO-MANZANO (2009). Rendimiento de grano de genotipos de maíz sembrados bajo tres densidades de población. División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México, 2007. 6 p.

ESPINOSA, C.A.; TADEO, M.R. 1990. Tecnología de producción de semillas del híbrido de cruzada doble de maíz H-137 de Valles Altos. In: Resúmenes del XIII Congreso Nacional de Fitogenética. Escuela Superior de Agricultura “Hermanos Escobar”, Cd. Juárez, Chihuahua, México. 370 p.

FERRARIS *et al* (2001). FERRARIS G., COURETOT, L. Y GONZÁLEZ N. Densidad de siembra y espaciamentos: efecto sobre los rendimientos y la estructura de la planta. Proyecto Regional Agrícola, campaña 2002/03, 18 p.

GARDNER y KAGHO, 1998 (a y b) Gardner M, R., C.O. & Kagho, R.B. Evaluation of inbred lines for aluminum tolerance in nutrient solution. In H.W. Gabelman & B.C. Longman, eds. *Genetic aspects of plant-mineral nutrition*, 255-265 p.

HARRIS (1999). HARRIS, P.W. Maize technology in Malawi: a green revolution in the making. CIMMYT Research Report No. 4. México, DF, CIMMYT.

JARAMILLO, M. 1998. El cultivo de maíz. Federación Nacional de Cafeteros. Colombia. 4-5 p.

MAYA L. y RAMÍREZ D. (2002). Respuesta de híbridos de maíz a la aplicación de potasio en diferentes densidades de población. Revista Fitotecnia, México. 25(4): 333-338 p.

MONSANTO (2008). Información Semillas

MORALES *et al* (2002). MORALES M; Sonia Patricia y HERNANDEZ; Janeth Brisbane. Evaluación agronómica de dos variedades de maíz (*Zea mays*) en dos regiones del municipio del Peñol Departamento de Nariño. Trabajo de Grado. (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto. 75p.

NJOKA *et al* (2005). NJOKA EM, MURAYA M, OKUMO M. 2005. Plant density and thinning regime effect on maize (*Zea mays*) grain and fodder yield. Australian Journal of Experimental Agriculture 44: 1215-1219p.

PALIWAL, R. (2007). El maíz en los trópicos. En: Deposito de documentos FAO. [http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s04.htm#P0\\_0](http://www.fao.org/docrep/003/X7650S/x7650s04.htm#P0_0) Consulta: octubre de 2009.

PALMAS SANTA FE (2009). Información suministrada plantación palma de aceite, Tumaco, Nariño.

SANGOI L. (2000). Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciencia Rural*, Santa María. 31(1): 159-158 p.

SENER *et al* (2004). SENNER O, GOZUBENLI H, KONUSKAN O, KILINE M. The effects of intra-row spacings on the grain yield and some agronomic characteristics of maize (*Zea mays* L.) hybrids. *Asian J. of Plant Sci.* 3: 429-432 p.

TOLLENAAR, *et al* (1993). TOLLENAAR, M., A.A. DIBO, A. AGUILERA, S.F. WEOSE, AND C.J. SWANTON. 1994. Effect of crop density on weed interference in maize. *Agron. J.* 86:591-595 p.

VALENTINUZ O.R. (1996). Crecimiento y rendimiento comparados de girasol, maíz y soja ante cambios en la densidad de plantas. Tesis Magister Scientiae. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad nacional de Mar del Plata, Balcarce, Bs.As, Argentina. 45 p.

VICTOR HUGO (2007). Ensayos de maíz con diferentes materiales. Palmar Angelita. Mayo. Tumaco, Nariño.

VIOLIC AD, 2001. Manejo integrado de cultivos. En: El maíz el los trópicos: Mejoramiento y producción.

