

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**

Tesis de Grado presentado al Consejo de Investigación y Transferencia de Tecnología (CITTE), como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

TEMA:

Estudiar los efectos de la aplicación de n, k, mg, s, ca y mn en el cultivo del maíz híbrido 'dekalb dk - 1040' en la zona de Quevedo"

AUTOR: Carlos Alberto Marcillo Marmolejo

DIRECTOR: ING. AGR. MSC. Miguel Arévalo Noboa

BABAHOYO – ECUADOR

2011

## I INTRODUCCION

En el Litoral ecuatoriano, existen amplias zonas que poseen suelos y condiciones climáticas apropiadas para el cultivo de maíz, pero a pesar de esto, el rendimiento promedio es de apenas 2,91Ton/ha<sup>1</sup>; debido principalmente al empleo de un deficiente manejo tecnológico, en el cual se incluye principalmente densidades poblacionales y programa nutricional; es decir, que a pesar que existe suficiente tecnología desarrollada, ésta no se aplica y en consecuencia los rendimientos de los cultivos son bajos.

Actualmente, se ha intensificado el uso de los híbridos debido a su potencial de productividad, pero es necesario indicar, que para que los híbridos maximicen su rendimiento implica el uso de una adecuada tecnología principalmente una nutrición balanceada. Cabe indicar, que la nutrición es la práctica agronómica a lo cual responde más el cultivo del maíz.

El rendimiento de grano del maíz está en función a los requerimientos nutricionales del cultivo siendo imperativo;

---

<sup>1</sup> Ministerio de Agricultura y Ganadería

realizar el análisis químico del suelo, para determinar los contenidos disponibles de nutrientes en el suelo, y por consiguiente establecer un programa balanceado de fertilización química; para lograr satisfacer adecuadamente las necesidades nutritivas del cultivo y alcanzar rendimientos altos y competitivos; dando como resultado una mayor eficiencia agronómica de los nutrientes utilizados, es decir, la cantidad de grano obtenida por unidad de nutriente utilizado.

Por las razones expuestas, se justificó realizar la presente investigación, probando en el maíz híbrido 'Dekalb DK - 1040', niveles apropiados de nitrógeno, potasio, manganeso, magnesio, azufre y calcio.

## **1.2 OBJETIVOS**

1. Evaluar el efecto de los nutrientes N, K, Mg, S, Ca y Mn sobre el comportamiento agronómico y rendimiento de grano del maíz híbrido 'Dekalb DK - 1040'.
2. Identificar el tratamiento más apropiado para maximizar el rendimiento de grano por unidad de área y por unidad de tiempo.

3. Determinar la eficiencia agronómica de los nutrientes aplicados.
  
4. Análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos.

## **II REVISION DE LITERATURA**

Es fundamental que exista un adecuado balance entre las macronutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, y los micronutrientes boro, cloro, cobalto, manganeso, hierro, molibdeno, níquel y zinc, para el buen crecimiento de las plantas y microorganismos benéficos del suelo. Además, indica que estos nutrientes deben de estar en el suelo desde el inicio de crecimiento, cuando es mayor la tasa de absorción de estos elementos. El nitrógeno es el nutriente que más estimula la proliferación del sistema radicular, principalmente cuando se encuentra en forma amoniacal. El nitrógeno amoniacal aumenta la eficiencia de la fertilización fosfatada, que a su vez tiene efecto positivo en el desarrollo radicular (21).

Para lograr una producción exitosa de maíz híbrido, se requiere de buenas prácticas de manejo, desde la selección de la siembra, distancia apropiada, uso de semilla de alto potencial genético, hasta el desarrollo de un programa racional de control de malezas y plagas que acompañado de una buena fertilización nos aseguren los máximos rendimientos. Los híbridos del maíz requieren altos niveles de fertilización para

producir bien; así, el maíz extrae del suelo 90 Kg. de N; 27 Kg. de  $P_2O_5$ ; 26 Kg.  $K_2O$ ; 11 Kg. de calcio, 13 Kg. de Mg; 10 Kg. de S; por cada 100 quintales de grano de maíz (12).

El nitrógeno es el único de los nutrientes que puede ser absorbido por las plantas en dos formas distintas: como anión nitrato ( $NO_3^-$ ) o como catión amonio ( $NH_4^+$ ). Los fertilizantes nitrogenados de uso común contienen relaciones variadas de  $NO_3^-$  y  $NH_4^+$ ; sin embargo, las bacterias del suelo oxidan rápidamente  $NH_4^+$  a  $NO_3^-$  en suelos bien aireados y de buena temperatura que favorecen el crecimiento del maíz, por esta razón el  $NO_3^-$  es la forma de nitrógeno absorbida predominantemente por las plantas de maíz, independiente de la fuente aplicada (4).

La respuesta del maíz a la aplicación de fertilizantes de arranque tradicionalmente se ha asociado a condiciones frías y húmedas de crecimiento. El contenido potasio en el suelo parece importante para la determinación de la probabilidad de respuesta, el contenido de fósforo del suelo no lo es. En el estudio realizado se demuestra que la respuesta de rendimiento es posible, y en algunos casos altamente probables, en sitios donde aplican los fertilizantes de arranque

en cultivos de maíz sembrados en fechas tardías con híbridos de ciclo largo (5).

Snyder (19), recomienda que un adecuado cronograma de aplicación de N es un factor fundamental que influencia marcadamente la absorción de N por el cultivo y el potencial de elevado contenido de  $\text{NO}_3$  en el suelo, lo que aumenta el riesgo de emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$ . Además, indica fraccionar la dosis de N para sincronizar de esta manera el abastecimiento con la demanda del cultivo. El fraccionamiento de las aplicaciones de N, pueden incrementar la eficiencia de uso de nitrógeno por ejemplo, trabajo de investigación ha demostrado que en maíces tropicales es aconsejable dividir la dosis total de N en tres fracciones, 20% a la siembra; 40% a V6 y 40% a V10. Así mismo, recomienda evitar la aplicación muy temprana o muy tardía de Nitrógeno en relación con la demanda del cultivo.

García y Espinoza (9), indican que el conocimiento del estado nutricional del maíz, particularmente el del N, en las diferentes etapas vegetativas del cultivo es importante para el productor que desea utilizar el N aplicado con los fertilizantes en forma eficiente. Las lecturas del índice de verdor utilizando la Tabla de Comparación de Colores (TCC) en las etapas mas

susceptibles a estrés por falta de nitrógeno (V6 a V12) permiten afinar las dosis de N a ser aplicadas y consecuentemente incrementar la Eficiencia Agronómica de Nitrógeno (EAN). En este periodo es cuando se determina el número de hileras por mazorcas y el número de granos por hilera, factor determinante en la producción final del cultivo.

Grant et al (11), expresa que el fósforo es crítico en el metabolismo de las plantas, desempeñando un papel importante en la transferencia de energía, respiración y fotosíntesis. Limitaciones en la disponibilidad del fósforo temprano en el ciclo del cultivo, pueden resultar en restricciones de crecimiento de las cuales la planta nunca se recupera, aun cuando después se incrementa el suplemento del fósforo a niveles adecuados. Un apropiado suplemento de fósforo es esencial desde los estadios iniciales de crecimiento de la planta.

El potasio es un elemento nutritivo esencial para todos los organismos vivos; una gran cantidad de potasio es requerida por los vegetales, no obstante que, a diferencia con muchos otros elementos indispensables, el potasio no forma parte constitutiva alguna en compuestos orgánicos, este



elemento esta omnipresente en la planta y es muy móvil. Su gran movilidad y su presencia en la activación de importantes reacciones enzimáticas con sus características fundamentales. El potasio fomenta la actividad fotosintética; acelera el flujo de los productos asimilados; mejora la translocación de estos productos; favorece los sistemas de proteínas; incrementa el efecto de los abonos nitrogenados; activa la fijación de nitrógeno atmosférico; mejora la eficiencia en el consumo de agua (16).

Los cultivos no solamente difieren en un requerimiento total de K y su habilidad para tolerar deficiencia de K sino que hay también importantes diferencias de cuando el K es necesario y la tasa a la cual debe ser suministrada. En todo caso, las características de remoción diaria de K de los cultivos son tan importantes como la necesidad total de potasio. Los requerimientos de K cambian durante el ciclo del cultivo; para cultivos anuales, los requerimientos de K son bajos al inicio del ciclo cuando las plantas son pequeñas. A medida que el cultivo crece las necesidades de K se incrementan particularmente durante la etapa vegetativa hasta la floración (13).

Chaguay (7), evaluó el efecto del humato potásico Ekohumate en dos maíces híbridos en presencia de varios niveles de fertilización química, los resultados experimentales demuestran que el rendimiento de grano se incrementó conforme aumentaban los niveles de fertilización. El mayor rendimiento se obtuvo cuando se fertilizó con 200 – 70 – 80 – 60 – 24 – 1.6 Kg/ha de NPKMgZn Ekohumate con 9.841 Ton/ha. La aplicación del Ekohumate produjo incrementos del 8.55% y 4.39% para las dosis 1.6 y 1.0 Kg/ha. Los maíces híbridos 'Agri 104' y 'Dekalb DK – 1040' con rendimientos de grano de 8.08 y 8.069 Ton/ha, respectivamente, siendo iguales estadísticamente.

Álvarez (1), en base a los resultados obtenidos en un estudio de potencial de rendimiento de grano de los maíces híbridos 'Iniap H-551', 'Dekalb 888' y 'Brasilia', indica que para expresar su potencial de rendimiento, los maíces requieren de un equilibrado programa de fertilización química, es decir que exista un adecuado balance entre los macros y micronutrientes; además muestren adaptabilidad a las condiciones climáticas del entorno que las rodea y acompañado de buenas prácticas y labores agrícolas durante el desarrollo del cultivo. Por consiguiente, los híbridos

expresan todo su potencial genético, a través del rendimiento de grano.

Asitumbay (2), evaluó los efectos de la aplicación de los fertilizantes nitrogenados urea y nitrato de amonio en la resiembra y cobertura del maíz híbrido 'Dekalb 5005'; obteniendo el mayor rendimiento de grano de 9,773 Ton/ha, cuando se aplicó el nitrógeno al inicio de la etapa reproductiva en forma incorporada; mientras que el testigo sin fertilizar alcanzó el menor rendimiento de grano, 4,309 Ton/ha; existiendo un incremento del 114,17%. Además, se determinó un incremento de 722 Kg/ha que representa al 7,97% del rendimiento de grano entre los métodos incorporados y no incorporados los fertilizantes.

Lara (14), estudió el comportamiento agronómico y rendimiento de grano de los maíces híbridos 'INIAP H - 601', 'Vencedor 8330' y 'Dekalb 5005' en presencia de varios niveles de fertilización química; determinándose que el rendimiento se incrementó conforme aumentaban las dosis de fertilizantes, siendo superior cuando se fertilizó con 180 - 100 - 210Kgs/ha de NPK, y a su vez el 'Dekalb 5005' fue el híbrido de mayor rendimiento de grano.

Arkebauer, et al (3), en investigaciones realizadas en el cultivo del maíz, los rendimientos del verano varían de 10.200 Kg/ha en el testigo sin fertilización (70.000 plantas/ha) a 16.190 Kg/ha en el tratamiento de intenso manejo de fertilidad (M2) a las más alta densidad de población (100.000 plantas/ha). El tratamiento M2 incrementó significativamente el rendimiento en todas las poblaciones, resultando en un incremento promedio de rendimiento de 1570 Kg/ha sobre el rendimiento obtenido con el régimen de fertilización recomendada por el análisis de suelos.

Gonzales (10), en base a los resultados de un ensayo de fertilización nitrogenada en presencia de la zeolita en el cultivo de maíz; recomienda aplicar considerables cantidades de nitrógeno para lograr altos niveles de rendimiento de grano, pues el maíz presentó una respuesta promedio de 21.29 kilogramos de maíz por cada kilogramo de nitrógeno aplicado.

Castro (6), evaluó la respuesta del maíz híbrido 'Agrocere AG - 003' a la fertilización química acompañado de un programa orgánico de alto rendimiento de grano, en condiciones de secano; el tratamiento 250 - 125 - 150 Kg/ha

de NPK más el programa de alto rendimiento (PAR), obteniendo el mayor rendimiento de grano 9,51 Ton/ha; mientras que el testigo sin fertilizar mas el (PAR) registró el menor rendimiento de 4,382 Ton/ha. Así mismo, el programa orgánico de alto rendimiento (PAR) contribuyó en la obtención de significativos rendimientos de grano.

Roldán (18), estudió los efectos del bioestimulante orgánico Evergreen sobre el comportamiento agronómico en tres maíces híbridos en presencia de varios niveles de fertilización; donde el híbrido 'Trueno' superó en rendimiento de grano a los híbridos 'Vencedor 8330' e 'Iniap H - 551' en 6,29% y 20,13% con y sin presencia del bioestimulante Evergreen, respectivamente.

Mendieta (15), indica que entre los elementos menores, el magnesio y el zinc son muy probablemente los elementos que pueden provocar más corrientemente deficiencias en el maíz. La concentración de estos elementos en las plantas de maíz es estimada en 0.2% para el magnesio y 20 ppm para el zinc. Con rendimientos de grano de 4 Ton/ha, el cultivo removerá 20 Kg/ha de magnesio y 200 gr/ha de zinc. El síntoma de deficiencia de magnesio o manganeso, es amarillamiento o

clorosis entre las nervaduras de la hoja en las hojas más viejas de la planta. La deficiencia de azufre origina hojas amarillas pero por la parte superior de la hoja.

El calcio estimula el desarrollo de las raíces y hojas. Forma compuestos que son parte de las paredes celulares, esto fortalece la estructura de la planta. El calcio influye en los rendimientos en forma indirecta al reducir la acidez de los suelos; reduciendo la solubilidad y toxicidad del Mn, Cu y Al (16).

El magnesio es un mineral constituyente de la clorofila de las plantas, de modo que está involucrado activamente en la fotosíntesis. La mayor parte del Mg de las plantas se incrementa en la clorofila. El Mg ayuda al metabolismo de los fosfatos, la respiración de la planta y la activación de numerosos sistemas enzimáticos (16).

El azufre es esencial en la formación de proteínas ya que forma parte de algunos aminoácidos. Los aminoácidos son los bloques de construcción de las proteínas. El azufre desarrolla enzimas y vitaminas; promueve la formación de nódulos (para la fijación de nitrógenos) en las leguminosas y ayuda en la

producción de semillas. El azufre, por regla general se encuentra bien distribuido en todos los tejidos de las plantas (16).

Renenberg (17), indica que a pesar de ser requerido por las plantas en cantidades parecidas a las del fósforo, no se lo considera un macro-elemento; a pesar de ser tan importante como el nitrógeno en la determinación de las cantidades y calidad de la biomasa de un cultivo.

El Azufre es uno de los elementos más abundante sobre la tierra y es un elemento esencial para los seres vivos. Para estar disponibles en las plantas, las formas reducidas de azufre deben ser primero oxidadas; este cambio en el estado de oxidación de azufre desde el extremo reducido hasta el oxidado; es una actividad realizada principalmente por microorganismos del suelo (20).

El manganeso funciona primordialmente como parte del sistema enzimático de la planta; activa numerosas e importantes reacciones metabólicas. El Mn desarrolla un papel directo en la fotosíntesis, ayudando en la síntesis de la clorofila; aumenta la disponibilidad de fósforo y calcio (16).

### **III MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL LOTE EXPERIMENTAL**

La presente investigación se estableció en los terrenos de la Finca "Salapi", perteneciente al Dr. Marcelo Marcillo Jiménez, ubicado en el Km. 10 de la vía Quevedo - Santo Domingo, Cantón Buena Fe, Provincia de Los Ríos; con coordenadas geográficas 79° 27' de longitud Oeste y 1° 06' de latitud Sur, a una altitud de 120 m.s.n.m.

El clima de la zona es de tipo tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25° C, precipitación promedio anual de 2286.6 mm, humedad relativa de 84% y 894 horas de heliofanía<sup>2</sup>.

El suelo posee textura franco - limosa, topografía regular y buen drenaje.

---

<sup>2</sup> Datos tomados de la Estación Meteorológica de la Estación Experimental "Pichilingue", Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.



### 3.2 MATERIAL GENÉTICO

Como material genético de siembra se utilizó semillas del maíz híbrido 'Dekalb DK - 1040', producido en Brasil, importado y distribuido en forma exclusiva por la Empresa Ecuaquímica (8); cuyas características agronómicas se describen a continuación:

Híbrido	Triple
Días a la floración	57
Días a la cosecha	130
Altura de planta (m)	2,65
Altura de inserción de mazorca (cm)	1,35
Cobertura a mazorca	Excelente
Helminthosporium	Tolerante
Cinta roja	Tolerante
Mancha de Asfalto	Tolerante
Pudrición de mazorca	Muy tolerante
Número de hileras por mazorca	12 - 14
Color de grano	Amarillo - anaranjado
Textura de grano	Cristalino
Relación tuza / grano	81/19
	180 qq/ha
Potencial de rendimiento de grano	

### 3.3 FACTORES ESTUDIADOS

Se estudiaron dos factores: a) Maíz híbrido 'Dekalb DK – 1040'; y b) Elementos: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre, calcio y manganeso.

### 3.4 TRATAMIENTOS

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

	Kg/ha						
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn
A	160	0	60				
B	160	0	60	58			
C	160	0	60	58	29		
D	160	0	60	58	29	44	
E	160	0	60	58	29	44	3
F	92	23	30	(Programa utilizado por los agricultores)			

Los niveles o dosis de cada elemento fueron determinados en base al análisis físico – químico del suelo del lugar donde se estableció el ensayo. En total se estudiaron seis tratamientos.

### **3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizó el diseño experimental "Bloques completos al azar" en cuatro repeticiones. La parcela experimental estuvo constituida por 5 hileras de 10m de longitud distanciadas a 0.70m; dando un área 35m<sup>2</sup>. El área útil de la parcela experimental fue determinada por las 3 hileras centrales, descartándose una hilera a cada lado por efectos de bordes; dando un área de 21.0m<sup>2</sup>.

La separación entre bloques o repeticiones fue 2m, y no existió separación entre las parcelas experimentales. La densidad poblacional fue de 71.428 plantas por hectárea.

Todas las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia; y se aplicó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para determinar la diferencia estadística entre los medios de los tratamientos.

### **3.6 MANEJO DEL ENSAYO**

Durante el desarrollo del ensayo se realizaron todas las labores y prácticas agrícolas que requirió el cultivo.

#### **3.6.1 ANALISIS DE SUELO**

Antes de la preparación del suelo se tomó una muestra compuesta del mismo, y se procedió al análisis físico – químico en el Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (Iniap).

#### **3.6.2 PREPARACION DEL SUELO**

La preparación del suelo, consistió en dos pases de rastra en ambos sentidos, quedando el suelo mullido, permitiendo la germinación uniforme de las semillas.

#### **3.6.3 SIEMBRA Y RALEO**

La siembra; se efectuó en forma manual utilizando un espeque; depositando una semilla por sitio, a la distancia de 0,70m x 0,20m, entre hileras y entre

plantas respectivamente, dando una población de 71.428 plantas por hectárea. Las semillas fueron mezcladas con el insecticida Semevin, en dosis de 20 cc por cada kilogramo de semilla, para evitar el ataque de insectos trozadores.

#### **3.6.4 CONTROL DE MALEZAS**

Para el control de malezas, se aplicó la mezcla de los herbicidas Prowl + Atrazina en dosis de 3 l/ha + 1,5 kg/ha, respectivamente, inmediatamente después de la siembra. Posteriormente, se aplicó el herbicida Paraquat en dosis de 2 l/ha entre las hileras, utilizando pantalla; y malezas existentes entre las plantas, se eliminaron en forma manual.

#### **3.6.5 RIEGO**

El cultivo, se realizó bajo condiciones de secano, es decir a expensas de las lluvias.

### **3.6.6 FERTILIZACION**

La fertilización se realizó de acuerdo a los tratamientos ensayados.

Como fuente de nitrógeno se utilizó la Urea al 46% N, fraccionado en tres partes iguales y aplicados a la siembra (incorporado), a los 15 días después de la siembra e inicio de etapa reproductiva. Se utilizó el Muriato de potasio 60%  $K_2O$  y Fosfato diamónico como fuente de fósforo, el cual se aplicó solamente al testigo. Como fuente de Ca y Mg, se emplearon el Carbonato de Calcio y Oxido de Magnesio, respectivamente.

Se empleó Oxido de manganeso al 41% Mn, como fuente de magnesio y como fuente de azufre, se utilizó el azufre elemental.

### **3.6.7 COSECHA**

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los granos lograron la madurez fisiológica en cada parcela experimental. Se recolectaron las mazorcas, se secaron y posteriormente, se desgranaron.

### **3.7 DATOS TOMADOS Y FORMA DE EVALUACION**

Con la finalidad de estimar los efectos de los tratamientos, se evaluaron los datos siguientes:

#### **3.7.1 ANTES DE LA COSECHA**

##### **3.7.1.1 FLORACION FEMENINA Y MASCULINA**

Estuvo determinada por el tiempo transcurrido, desde la fecha de siembra hasta cuando el 50% del total de las plantas de cada parcela experimental presentaron flores femeninas y panojas emitiendo polen, respectivamente.

##### **3.7.1.2 ALTURA DE INSERCION DE MAZORCA**

Es la distancia comprendida entre el nivel del suelo, hasta el punto de inserción de la mazorca principal. Se realizaron 10 lecturas por parcela experimental a los 90 días después de la siembra.

### **3.7.1.3 ALTURA DE PLANTA**

La altura de planta estuvo determinada por la distancia comprendida desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la panoja, a los 90 días después de la siembra; las mediciones se realizaron en las mismas 10 plantas que se evaluó la altura de inserción de mazorca.

### **3.7.1.4 INDICE DE AREA FOLIAR**

En 10 plantas tomadas al azar en plena floración, se midió la longitud y el ancho de la hoja opuesta y por debajo de la mazorca principal. Luego, se multiplicaron estos valores y a su vez por el coeficiente 0,75; posteriormente este producto se dividió para el área que ocupa una planta, es decir, 0,14 m<sup>2</sup>.



### **3.7.1.5 NUMERO DE PLANTAS Y MAZORCAS COSECHADAS**

Se procedió a contar el número de plantas y mazorcas cosechadas, dentro del área útil de cada parcela experimental.

### **3.7.1.6 PORCENTAJE DE PLANTAS CON ACAME DE RAIZ Y TALLO**

Se realizaron observaciones periódicas en las parcelas experimentales, no encontrándose plantas con acame de raíz y tallo.

### **3.7.1.7 EVALUACION DE ENFERMEDADES FOLIARES**

Se efectuaron observaciones periódicas en la etapa reproductiva y maduración, no encontrándose presencia de enfermedades; debido a que el cultivo se le realizaron tres aplicaciones con el fungicida Phyton en dosis de 0,6 l/ha, a los 30; 52 y 78 días después de la siembra.

### **3.7.2 DESPUES DE LA COSECHA**

#### **3.7.2.1 DIAMETRO Y LONGITUD DE LA MAZORCA**

Se tomaron 10 mazorcas al azar en cada parcela experimental, se midió el diámetro en el tercio medio y la longitud desde la base hasta la punta de la mazorca, su promedio se expresó en centímetros, respectivamente.

#### **3.7.2.2 NÚMERO DE HILERAS DE GRANOS POR MAZORCA**

Se tomaron al azar 10 mazorcas por parcela experimental, procediéndose a contar el número de hileras de granos por mazorca; luego se promedió.

#### **3.7.2.3 GRANOS POR MAZORCA**

Se contaron los granos en las 10 mazorcas en que se evaluó el número de hileras de granos, en cada parcela experimental, luego se promedió.

#### **3.7.2.4 PESO DE 100 GRANOS**

Se tomaron 100 granos o semillas por parcela experimental, se tuvo el cuidado de que los granos estuvieran libres de daños de insectos y enfermedades; luego se procedió a pesar en una balanza de precisión, su peso se expresó en gramos.

#### **3.7.2.5 RELACION GRANO - TUSA**

Se tomaron al azar 10 mazorcas por parcela experimental, posteriormente se desgranaron, y se procedió a pesar separadamente grano y tusa, estableciéndose la relación.

#### **3.7.2.6 PORCENTAJE DE MAZORCAS CON PUDRICION**

Debido al eficiente control fitosanitario al cultivo, no hubo presencia de mazorcas con pudrición.

### **3.7.2.7 RENDIMIENTO DE GRANO**

El rendimiento estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, Los pesos fueron uniformizados al 14% de humedad, los pesos se transformaron a toneladas por hectárea. Se empleó la siguiente fórmula para uniformizar los pesos.

$$PU = \frac{Pa (100-ha)}{(100-hd)}$$

Donde:

Pu = Peso uniformizado

Pa = Peso actual

ha = Humedad actual

hd = Humedad deseada.

### **3.7.2.8 ANALISIS ECONOMICO**

El análisis económico del rendimiento de grano se realizó en función al costo de cada tratamiento.

## **IV RESULTADOS**

### **4.1 FLORACIÓN MASCULINA**

Los promedios de días a la floración masculina del maíz híbrido 'Dekalb DK - 1040', se presentan en el Cuadro 1. El análisis de varianza no determinó significancia estadística para repeticiones y tratamientos; siendo el coeficiente de variación 1.58%.

La prueba de Tukey determinó igualdad estadística entre los tratamientos; con promedios fluctuando de 52.75 días del tratamiento (F) 92 - 23 - 30 Kg/ha de NPK a 54.50 días del tratamiento (E) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 - 3 Kg/ha de NPKMgSCaMn.

### **4.2 FLORACIÓN FEMENINA**

En el Cuadro 2, se registran los promedios de días a la floración femenina. El análisis de varianza determinó significancia estadística para repeticiones y tratamientos; cuyo coeficiente de variación fue 1.71%.

Los tratamientos ensayados se comportaron iguales estadísticamente, a excepción del tratamiento 92 - 23 - 30 Kg/ha de NPK que floreció más temprano a los 57 días. Los tratamientos (C) y (E) florecieron más tardíamente a los 60.5 y 60.25 días, respectivamente.

#### **4.3 ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA**

Los promedios de altura de inserción de mazorca, se muestran en el Cuadro 3. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística para los tratamientos; siendo el coeficiente de variación 1.26%.

Los tratamientos (E) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 - 3 Kg/ha de NKMgSCaMn y (C) 160 - 60 - 58 - 29 Kg/ha de NKMgS, presentaron las plantas con mayor altura de inserción de mazorcas con promedios de 135.0 y 133.75 cm respectivamente; siendo iguales estadísticamente con los tratamientos (A), (B) y (D); pero diferentes con el tratamiento (F) 92 - 23 - 30 Kg/ha de NPK que obtuvo el menor promedio 121.5m.

#### **4.4 ALTURA DE PLANTA**

En el Cuadro 4, se pueden apreciar los promedios de altura de planta del híbrido 'Dekalb DK - 1040'; existiendo alta significancia estadística para tratamientos. El coeficiente de variación fue 1.06%.

La prueba de Tukey, determinó igualdad estadística para los tratamientos; a excepción del tratamiento 92 - 23 - 30 Kg/ha de NPK, que presentó las plantas de menor altura con 232cm. Mientras que, con el tratamiento (E) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 - 3 Kg/ha de NKMgSCaMn, presentó las plantas de mayor altura con 266cm.

#### **4.5 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR**

En el Cuadro 5, se anotan los promedios del índice de área foliar existiendo alta significancia estadística para los tratamientos. El coeficiente de variación fue 1.86%.

El tratamiento (E) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 - 3 Kg/ha de NKMgSCaMn, obtuvo el mayor índice de área foliar de 0.507; luego siguieron los tratamientos (D), (C) y (A) con

índices 0.504; 0.498 y 0.492 respectivamente; siendo iguales estadísticamente; pero diferentes a los tratamientos (B) y (F) con índices de 0.484 y 0.400 respectivamente; estos últimos difirieron estadísticamente.

#### **4.6 MAZORCAS POR PLANTA**

Los promedios del número de mazorcas por planta del híbrido 'Dekalb DK - 1040' se muestran en el Cuadro 6. El análisis de varianza reportó alta significancia estadística para los tratamientos; siendo el coeficiente de variación 3.14%.

Los tratamientos (E) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 - 3Kg/ha de NKMgSCaMn y (D) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 Kg/ha de NKMgSCa, obtuvieron los mayores promedios 1.12 y 1.11 mazorcas por planta; siendo iguales estadísticamente con los tratamientos (C), (B) y (A); difiriendo significativamente con el tratamiento 92 - 23 - 30 Kg/ha de NPK, que logró el menor promedio 1.01 mazorcas por planta.



#### **4.7 DIÁMETRO DE MAZORCAS**

En el Cuadro 7, se presentan los promedios del diámetro de las mazorcas del maíz. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para los tratamientos; siendo el coeficiente de variación 1.08%.

Según la prueba de Tukey, los tratamientos (D) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa y (E) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 – 3 Kg/ha de NKMgSCaMn, presentaron las mazorcas de mayor diámetro, sin diferir estadísticamente; pero si con los restantes tratamientos. El tratamiento que incluye el programa de fertilización utilizado por los agricultores presentó las mazorcas de menor diámetro con 5.03 cm.

#### **4.8 LONGITUD DE MAZORCAS**

Los promedios de longitud de mazorcas del híbrido 'Dekalb DK - 1040', se pueden observar en el Cuadro 8. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística sólo para los tratamientos; cuyo coeficiente de variación fue 3.29%.

Los tratamientos (E) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 -3 Kg/ha de NKMgSCaMn y (D) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 Kg/ha de NKMgSCa con mazorcas de 21.55 y 21.52 cm de longitud, se comportaron superiores e iguales estadísticamente; pero diferentes a los restantes tratamientos. El nivel 92 - 23 - 30 Kg/ha de NPK, logró las mazorcas más pequeñas con 16.62 cm.

#### **4.9 HILERAS DE GRANOS**

Los promedios del número de hileras de granos por mazorca, se muestran en el Cuadro 9; existiendo alta significancia estadística sólo para los tratamientos. El coeficiente de variación fue 2.05%.

La prueba de Tukey determinó igualdad estadística para los tratamientos; a excepción del tratamiento (F) 92 – 23 – 30 Kg/ha de NPK con un promedio de 13.85 hileras de granos. Mientras que el tratamiento (E) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 – 3 Kg/ha de NKMgSCaMn, presentó las mazorcas con mayor número de hileras de granos, con un promedio de 14.97.

#### **4.10 GRANOS POR MAZORCA**

En el Cuadro 10, se pueden observar los promedios del número de granos por mazorca. El análisis de varianza determinó significancia estadística para repeticiones y tratamientos; siendo el coeficiente de variación 1.22%.

El tratamiento (D) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa, logró el mayor promedio con 542.25 granos; luego siguieron los tratamientos (E) y (C) con promedios 540.5 y 530 granos por mazorca, sin diferir significativamente; pero si con los restantes tratamientos. Cabe indicar, que el tratamiento (F) 92 – 23 – 30 Kg/ha de NPK logró el menor promedio con 408.25 granos por mazorca.

#### **4.11 PESO DE 100 GRANOS**

Los pesos promedios de 100 granos del maíz 'Dekalb DK - 1040', se registran en el Cuadro 11. El análisis de varianza determinó alta significancia estadística para tratamientos; siendo el coeficiente de variación 1.14%.

El tratamiento (D) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 Kg/ha de NKMgSCa obtuvo el mayor promedio, luego siguieron los tratamientos (E), (C) y (B) con valores 36.75; 36.40; 36.17 y 35.82 gramos, respectivamente; siendo iguales estadísticamente entre sí; pero diferentes con los tratamientos (A) y (F) con promedios 35.70 y 33.02 gramos en su orden; estos últimos se comportaron diferentes estadísticamente.

#### **4.12 RELACIÓN GRANO – TUSA**

En el Cuadro 12, se pueden observar los promedios de la relación grano – tusa del maíz híbrido 'Dekalb DK – 1040'. El análisis de varianza determinó significancia estadística para repeticiones y tratamientos; siendo el coeficiente de variación 1.22%.

El tratamiento (D) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa, obtuvo la mayor relación grano - tusa, luego siguieron los tratamientos (E) y (C) con relaciones 4.28 y 4.22 respectivamente; siendo iguales estadísticamente entre sí; difiriendo con los restantes tratamientos. El tratamiento (F) 92 – 23 – 30 Kg/ha de NPK, alcanzó la menor relación grano – tusa con un valor de 3.59.

#### **4.13 RENDIMIENTO DE GRANO**

Los valores promedios del rendimiento de grano del híbrido 'Dekalb DK – 10410', se reportan en el Cuadro 13. El análisis de varianza detectó alta significancia estadística sólo para los tratamientos; cuyo coeficiente de variación fue 0.98%.

El tratamiento (D) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa, logró el mayor rendimiento de 8.68Ton/ha, luego siguió el tratamiento (E) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 – 3 Kg/ha de NKMgSCaMn con 8.572 Ton/ha, siendo iguales estadísticamente; pero diferentes con los restantes tratamientos. El tratamiento (F) 92 – 23 – 30 Kg/ha de NPK, alcanzó el menor rendimiento con 4.665Ton/ha, luego siguió el tratamiento (A) 160 – 60 Kg/ha de NK con 8.117 Ton/ha; estos últimos difirieron significativamente.

#### **4.14 ANALISIS ECONOMICO**

En el Cuadro 14, se presenta el análisis económico de rendimiento de grano, en función al costo de producción de cada tratamiento. Todos los tratamientos, reportan utilidades económicas, en un rango de \$ 155.03 del tratamiento 92 – 23 – 30 Kg/ha de NPK (utilizado por los agricultores) a \$ 1157.75 del tratamiento 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa. El tratamiento 160 – 0 – 60 Kg/ha de NPK obtuvo la utilidad económica de \$ 1064.26 por hectárea.

**Cuadro 1.-** Promedios de días a la floración masculina en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040´. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO (días)
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	
A	160	0	60					53,25 a*
B	160	0	60	58				54,00 a
C	160	0	60	58	29			54,25 a
D	160	0	60	58	29	44		54,00 a
E	160	0	60	58	29	44	3	54,50 a
F	92	23	30					52,75 a
PROMEDIO								53,79
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								1,58

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.

**Cuadro 2.-** Promedios de días a la floración femenina en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040'. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO (días)
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	
A	160	0	60					58,75 ab*
B	160	0	60	58				59,00 ab
C	160	0	60	58	29			60,50 a
D	160	0	60	58	29	44		59,75 a
E	160	0	60	58	29	44	3	60,25 a
F	92	23	30					57,00 b
PROMEDIO								59,21
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								1,71

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.



**Cuadro 3.-** Promedios de altura de inserción de mazorca en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040´. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO (cm)
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	
A	160	0	60					132,75 a*
B	160	0	60	58				133,25 a
C	160	0	60	58	29			133,75 a
D	160	0	60	58	29	44		133,50 a
E	160	0	60	58	29	44	3	135,00 a
F	92	23	30					121,50 b
PROMEDIO								131,62
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								1,26

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.

**Cuadro 4.-** Promedios de altura de planta en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040´. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO (cm)
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	
A	160	0	60					261,25 a*
B	160	0	60	58				263,50 a
C	160	0	60	58	29			265,25 a
D	160	0	60	58	29	44		264,50 a
E	160	0	60	58	29	44	3	266,00 a
F	92	23	30					232,00 b
PROMEDIO								258,75
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								1,06

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.

**Cuadro 5.-** Promedios del índice de área foliar en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040´. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	
A	160	0	60					0,492 ab*
B	160	0	60	58				0,484 b
C	160	0	60	58	29			0,498 ab
D	160	0	60	58	29	44		0,504 ab
E	160	0	60	58	29	44	3	0,507 a
F	92	23	30					0,400 c
PROMEDIO								0,481
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								1,86

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.

**Cuadro 6.-** Promedios del número de mazorcas por planta en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040´. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	
A	160	0	60					1,08 ab*
B	160	0	60	58				1,07 ab
C	160	0	60	58	29			1,08 ab
D	160	0	60	58	29	44		1,11 a
E	160	0	60	58	29	44	3	1,12 a
F	92	23	30					1,01 b
PROMEDIO								1,08
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								3,14

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.

**Cuadro 7.-** Promedios del diámetro de mazorca en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040`. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO (cm)
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	
A	160	0	60					5,20 b*
B	160	0	60	58				5,15 bc
C	160	0	60	58	29			5,20 b
D	160	0	60	58	29	44		5,33 a
E	160	0	60	58	29	44	3	5,26 ab
F	92	23	30					5,03 c
PROMEDIO								5,19
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								1,58

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.

**Cuadro 8.-** Promedios de longitud de mazorca en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040´. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO (cm)	
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn		
A	160	0	60					18,55	b*
B	160	0	60	58				18,95	b
C	160	0	60	58	29			18,72	b
D	160	0	60	58	29	44		21,52	a
E	160	0	60	58	29	44	3	21,55	a
F	92	23	30					16,62	c
PROMEDIO								19,32	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								3,29	

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.

**Cuadro 9.-** Promedios del número de hileras de grano por mazorcas en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040´. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	
A	160	0	60					14,32 ab*
B	160	0	60	58				14,35 ab
C	160	0	60	58	29			14,35 ab
D	160	0	60	58	29	44		14,95 a
E	160	0	60	58	29	44	3	14,97 a
F	92	23	30					13,85 b
PROMEDIO								14,46
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								2,05

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.

**Cuadro 10.-** Promedios del número de granos por mazorca en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040´. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	
A	160	0	60					496,75 b*
B	160	0	60	58				510,50 b
C	160	0	60	58	29			530,00 a
D	160	0	60	58	29	44		542,25 a
E	160	0	60	58	29	44	3	540,50 a
F	92	23	30					408,25 c
PROMEDIO								504,71
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								1,22

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.



**Cuadro 11.-** Promedios del peso de 100 granos en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040´. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO (g)
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn	
A	160	0	60					35,70 b*
B	160	0	60	58				35,82 ab
C	160	0	60	58	29			36,17 ab
D	160	0	60	58	29	44		36,75 a
E	160	0	60	58	29	44	3	36,40 ab
F	92	23	30					33,02 c
PROMEDIO								35,64
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								1,14

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.

**Cuadro 12.-** Promedios de la relación grano - tusa en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040`. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO	
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn		
A	160	0	60					4,10	c *
B	160	0	60	58				4,14	bc
C	160	0	60	58	29			4,22	ab
D	160	0	60	58	29	44		4,29	a
E	160	0	60	58	29	44	3	4,28	a
F	92	23	30					3,59	d
PROMEDIO								4,11	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								1,22	

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.

**Cuadro 13.-** Promedios del rendimiento de grano en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido `Dekalb DK - 1040`. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							PROMEDIO Ton/ha	
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn		
A	160	0	60					8,117	c *
B	160	0	60	58				8,227	bc
C	160	0	60	58	29			8,330	b
D	160	0	60	58	29	44		8,680	a
E	160	0	60	58	29	44	3	8,572	a
F	92	23	30					4,665	d
PROMEDIO								7,765	
COEFICIENTE DE VARIACION (%)								1,58	

\* Promedios con una misma letra no difieren estadísticamente, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

F: Programa utilizado por los agricultores.

**Cuadro 14.-** Análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos; en el estudio de efectos de la aplicación de N, P, K, Mg, S, Ca y Mn en el cultivo del maíz híbrido ` Dekalb DK - 1040´. Quevedo, Los Ríos. 2011.

	Kg/ha							RENDIMIENTO DE GRANO Kg/ha	VALOR DEL RENDIMIENTO \$	COSTO VARIABLE		COSTO DE PRODUCCION		COSTO TOTAL DE CADA TRATAMIENTO \$	UTILIDAD ECONOMICA \$
	N	P	K	Mg	S	Ca	Mn			COSTO DEL TRATAMIENTO \$	COSECHA + TRANSPORTE \$	COSTO VARIABLE \$	COSTO FIJO \$		
A	160	0	60					8117	2678,61	256,4	357,15	613,55	1000,80	1614,35	1064,26
B	160	0	60	58				8227	2714,91	288,88	361,99	650,87	1000,80	1651,67	1063,24
C	160	0	60	58	29			8330	2748,90	301,93	366,52	668,45	1000,80	1669,25	1079,65
D	160	0	60	58	29	44		8680	2864,40	323,93	381,92	705,85	1000,80	1706,65	1157,75
E	160	0	60	58	29	44	3	8572	2828,76	339,29	377,17	716,46	1000,80	1717,26	1111,50
F	92	23	30					4665	1539,45	178,36	205,26	383,62	1000,80	1384,42	155,03

Valor: Kg de maíz \$ 0,33

## V DISCUSIÓN

En la presente investigación se estudió los efectos de la aplicación de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre, calcio y manganeso en el maíz híbrido 'Dekalb DK - 1040'; los datos experimentales obtenidos demuestran que los nutrientes mostraron efectos diferentes sobre las características agronómicas; a excepción del carácter días a la floración masculina; es decir que existió estabilidad fenotípica.

Los caracteres altura de inserción de mazorca y de planta fue mayor en los tratamientos ensayados en comparación al programa de fertilización química utilizado por los agricultores maiceros (92 - 23 - 30 Kg/ha NPK); lo cual se debe a la presencia de niveles superiores de nitrógeno y potasio, el 160 - 6 Kg/ha NK; pues el nitrógeno favorece el crecimiento de las plantas de maíz, Below (4).

El índice de área foliar, mazorcas por planta, longitud de mazorcas e hileras de grano por mazorca fue mayor cuando se fertilizó con 160 - 60 - 58 - 29 - 44 - 3 Kg/ha de NKMgSCaMn, influyendo positivamente sobre el rendimiento de

grano; reflejándose la importancia de la utilización de un equilibrado programa nutricional en el cultivo del maíz. Mientras que, con el nivel 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa, se logró mayor número de granos por mazorcas, peso de 100 granos y relación grano – tusa; superando al programa utilizado por los agricultores, ratificándose la importancia de una fertilización equilibrada, coincidiendo con Yamada (21), quien indica que es fundamental que exista un adecuado balance entre los nutrientes.

En lo que respecta el carácter rendimiento de grano, los tratamientos (D) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha NKMgSCa y (E) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 – 3 Kg/ha de NKMgSCaMn, obtuvieron los mayores rendimientos de grano con promedios 8.68 y 8.572 Ton/ha respectivamente, siendo iguales estadísticamente, pero diferentes a los restantes tratamientos; demostrándose la importancia de los elementos MgSCaMn en el incremento del rendimiento de grano; ya que el tratamiento (A) 160 – 60 Kg/ha de NK, produjo 8.117 Ton/ha, con incrementos del 6.94% y 5.60% respectivamente.

Al comparar el tratamiento (A) 160 – 60 Kg/ha de NK con el (F) 92 – 23 – 30 Kg/ha de NPK, se observa una diferencia de 3.452 Ton/ha, que representa un incremento del 73.99%, lo cual se debe a la mayor cantidad de nutrientes aplicados; siendo necesario el establecimiento de un apropiado programa de fertilización química, concordando con Álvarez (1).

Así mismo, al comparar los rendimientos de grano de los tratamientos (B) 160 – 60 – 58 Kg/ha de NKMg con (A) 160 – 60 Kg/ha de NK, se determina un incremento del 1.35% debido a la presencia del Mg. Entre los tratamientos (C) 160 – 60 – 58 – 29 Kg/ha de NKMgS con (B) 160 – 60 – 58 Kg/ha de NKMg, existió un incremento del 1.25% por efecto del azufre; y por último comparando los tratamientos (D) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa con (C) 160 – 60 – 58 – 29 Kg/ha de NKMgS, existió un incremento del 4.20% por efecto del calcio en el rendimiento de grano. Cabe mencionar, que no se determinó ningún efecto en el rendimiento debido al elemento manganeso, posiblemente a que el suelo tenía un nivel alto de este elemento (análisis de suelos). Así mismo, existió ligero efecto en el rendimiento de grano por presencia de los elementos manganeso, azufre y calcio.

El análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de producción de cada tratamiento, determinó que todos los tratamientos produjeron utilidades económicas, siendo mayor \$1157.75 con el tratamiento (D) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 Kg/ha de NKMgSCa; mientras que al utilizar el programa de fertilización de los agricultores 92 - 23 - 30 Kg/ha de NPK, fue de apenas \$155.03 por hectárea; ratificándose el efecto beneficiosos del empleo de un balanceado programa nutricional, para asegurar altos rendimientos de grano y por ende utilidades económicas por hectárea.



## **VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Con base al análisis e interpretación de los resultados experimentales, se derivan las siguientes conclusiones:

- 1.** Los elementos N,P,K,Mg,S,Ca,Mn mostraron efectos significativos en las características agronómicas, a excepción del carácter días a la floración masculina.
- 2.** El elemento nitrógeno incidió en el crecimiento de las plantas.
- 3.** Con el nivel 160 – 60 – 58 – 29 – 44 – 3 Kg/ha de NKMgSCaMn se logró mayor índice de área foliar y número de mazorcas por plantas.
- 4.** La aplicación del programa nutricional 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa influyó significativamente en los caracteres número de grano por mazorca, peso de 100 granos y relación grano – tusa.

- 5.** Los tratamientos (D) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa y (E) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 – 3 Kg/ha de NKMgSCaMn, obtuvieron los mayores rendimientos de grano de 8.68 y 8.572 Ton/ha; superando al tratamiento 160 – 60 Kg/ha de NK, en 6.94% y 5.60% respectivamente.
  
- 6.** El tratamiento (A) 160 – 60 Kg/ha de NK fue superior en 73.99% en rendimiento de grano, al tratamiento que incluyo el programa de fertilización utilizado por los agricultores 92 – 23 – 30 Kg/ha de NPK.
  
- 7.** El rendimiento de grano se incremento en 1.35%; 1.25% y 4.2% por efecto de los elementos Magnesio, Azufre y Calcio, respectivamente.
  
- 8.** La presencia del elemento Manganeso no produjo efecto positivo en el rendimiento de grano.
  
- 9.** El tratamiento (D) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa de mayor rendimiento de grano, logró la mayor utilidad económica de \$ 1157.75 por hectárea.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

- 1.** Emplear el maíz híbrido `Dekalb DK – 1040´ en siembras comerciales debido a su buen comportamiento agronómico y potencial de rendimiento de grano.
- 2.** Utilizar el nivel de fertilización química 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa para lograr alto rendimiento de grano y utilidades económica por hectárea, en los suelos donde se realizó el ensayo.
- 3.** Continuar con la investigación probando diferentes dosis de los elementos magnesio, azufre, calcio, manganeso y molibdeno en el cultivo de maíces híbridos, previo al análisis de suelo.

## VII RESUMEN

En los terrenos de la Finca 'Salapi' de propiedad del Dr. Marcelo Marcillo Jiménez, ubicada en el Km 10 de la vía Quevedo - Santo Domingo, Cantón Buena Fé, Provincia de Los Ríos; se realizó un ensayo en el maíz híbrido 'Dekalb DK - 1040', en presencia de varios niveles de fertilización química, con la finalidad de: a) evaluar el efecto de los nutrientes N, K, Mg, S, Ca y Mn sobre el comportamiento agronómico y rendimiento del maíz híbrido; b) identificar el tratamiento más apropiado para maximizar el rendimiento de grano por unidad de área y por unidad de tiempo; c) realizar el análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos.

Los tratamientos fueron: 160 - 60 Kg/ha de NK; 160 - 60 - 58 Kg/ha de NKMg; 160 - 60 - 58 - 29 Kg/ha de NKMgS; 160 - 60 - 58 - 29 - 44 Kg/ha de NKMgSCa; 160 - 60 - 58 - 29 Kg/ha de NKMgSCaMn y 92 - 23 - 30 Kg/ha de NPK.

Se utilizó el diseño experimental "Bloques completos al azar" en cuatro repeticiones. La parcela experimental estuvo

constituida por 5 hileras de 10m de longitud distanciadas a 0.70m, dando un área de 35m<sup>2</sup>. El área útil fue de 21.0m<sup>2</sup>, es decir que se eliminó una hilera a cada lado por efectos de bordes.

Se evaluaron las variables: días a la floración masculina y femenina; altura de inserción de mazorca y de planta; índice de área foliar; mazorcas por planta; diámetro y longitud de mazorcas; hileras de granos por mazorcas; granos por mazorcas; peso de 100 granos; relación grano - tusa y rendimiento de grano. Las variables evaluadas se sometieron al análisis de varianza, y se empleó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos.

En base al análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales, se concluyó:

- 10.** Con el nivel 160 - 60 - 58 - 29 - 44 - 3 Kg/ha de NKMgSCaMn se logró mayor índice de área foliar y número de mazorcas por plantas.

- 11.** La aplicación del programa nutricional 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa influyó significativamente en los caracteres número de grano por mazorca, peso de 100 granos y relación grano – tusa.
- 12.** Los tratamientos (D) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa y (E) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 – 3 Kg/ha de NKMgSCaMn, obtuvieron los mayores rendimientos de grano de 8.68 y 8.572 Ton/ha; superando al tratamiento 160 – 60 Kg/ha de NK, en 6.94% y 5.60% respectivamente.
- 13.** El tratamiento (A) 160 – 60 Kg/ha de NK fue superior en 73.99% en rendimiento de grano, al tratamiento que incluyó el programa de fertilización utilizado por los agricultores 92 – 23 – 30 Kg/ha de NPK.
- 14.** El rendimiento de grano se incremento en 1.35%; 1.25% y 4.2% por efecto de los elementos Magnesio, Azufre y Calcio, respectivamente.

- 15.** El tratamiento (D) 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa de mayor rendimiento de grano, logró la mayor utilidad económica de \$ 1157.75 por hectárea.

Se recomendó:

- 4.** Emplear el maíz híbrido ` Dekalb DK – 1040 ´ en siembras comerciales debido a su buen comportamiento agronómico y potencial de rendimiento de grano.
- 5.** Utilizar el nivel de fertilización química 160 – 60 – 58 – 29 – 44 Kg/ha de NKMgSCa para lograr alto rendimiento de grano y utilidades económica por hectárea, en los suelos donde se realizó el ensayo.
- 6.** Continuar con la investigación probando diferentes dosis de los elementos magnesio, azufre, calcio, manganeso y molibdeno en el cultivo de maíces híbridos, previo al análisis de suelo.

## VIII SUMMARY

On the grounds of the Villa 'Salapi' property of Dr. Marcelo Marcillo Jiménez, located at km 10 of road Quevedo - Santo Domingo, Canton Buena Fe, Province of Los Rios, a trial was conducted in maize hybrid 'Dekalb DK - 1040 ', in the presence of various levels of chemical fertilizers, in order: a) evaluate the effect of nutrients N, K, Mg, S, Ca and Mn on the agronomic and yield of hybrid maize; b) identify the most appropriate treatment to maximize grain yield per unit area per unit time, c) conducting economic analysis of grain yield based on the cost of treatments.

The treatments were: 160 - 60 Kg / ha of NK, 160 - 60 - 58 Kg / ha of NKMg, 160 - 60 - 58 - 29 kg / ha of NKMgS; 160-60 - 58 - 29 - 44 kg / ha NKMgSCa, 160 - 60 - 58 - 29 kg / ha of NKMgSCaMn and 92 - 23 - 30 Kg / ha of NPK.

Experimental design was used "randomized block" in four replications. The experimental plot was composed of 5 rows 10 m long spaced at 0.70m, giving an area of 35m<sup>2</sup>. The working



area was 21.0m<sup>2</sup>, ie the elimination of one row on each side by edge effects.

Variables were evaluated: days to male and female flowering, height of insertion of ear and plant, leaf area index, pods per plant, diameter and length of ears, rows of kernels per ear, kernels per ear, weight of 100 grains, grain ratio - cob and grain yield. The evaluated variables were subjected to analysis of variance and Tukey test was used at 95% probability to determine the statistical difference between treatment means.

Based on statistical analysis and interpretation of experimental results, it was concluded:

1. With the level 160 - 60 - 58 - 29 - 44 - 3 kg / ha was achieved NKMgSCaMn greater leaf area index and number of ears per plant.
2. The implementation of nutrition program from 160 to 60 - 58 - 29 - 44 kg / ha of NKMgSCa significantly influence the character of grain number per ear, weight of 100 grains and grain connection - corncob.

3. Treatments (D) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 Kg / ha of NKMgSCa and (E) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 - 3 kg / ha of NKMgSCaMn, obtained the highest grain yields of 8.68 and 8,572 Ton / ha, exceeding the processing 160 to 60 kg / ha of NK, at 6.94% and 5.60% respectively.
4. Treatment (A) 160 - 60 Kg / ha of NK was 73.99% higher grain yield, treatment that included the fertilizer program used by farmers from 92 - 23 - 30 kg / ha of NPK.
5. Grain yield increased by 1.35%, 1.25% and 4.2% due to magnesium, sulfur and calcium, respectively.
6. Treatment (D) 160 - 60 - 58 - 29 - 44 Kg / ha of NKMgSCa of higher grain yield, achieved the highest economic benefit of \$ 1157.75 per hectare.

It was recommended:

1. Use 'Dekalb maize hybrid DK - 1040' commercial plantings because of its good agronomic performance and grain yield potential.
2. Use of chemical fertilizer at 160 - 60 - 58 - 29 - 44 kg /ha of NKMgSCa to achieve high grain yield and economic profit per hectare, in soils where the test was conducted.
3. Continue research testing different doses of magnesium, sulfur, calcium, manganese and molybdenum in the cultivation of hybrid maize, ground prior to analysis.