

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.**

Tesis de Grado presentada al Centro de Investigaciones y Transferencia de Tecnología; como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Tema:

Respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `s - 3037' sembrado en dos densidades poblacionales, en condiciones de riego.

Autor: Sr. Ángel Teodoro Lozano Morales

Director: Ing. Agr. Ms. Sc. Miguel Arévalo Noboa.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador  
2011

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA AGRONOMICA.**

Tesis de Grado presentada al Centro de Investigaciones y Transferencia de Tecnología; como requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Tema:

"RESPUESTA A LA FERTILIZACION QUIMICA DEL MAIZ HIBRIDO `S - 3037` SEMBRADO EN DOS DENSIDADES POBLACIONALES, EN CONDICIONES DE RIEGO".

**TRIBUNAL EXAMINADOR:**

Ing. Agr. Carlos Rodríguez C.  
Presidente

Ing. Agr. Antonio Alcívar T.

Vocal

Ing. Agr. Jimmy Zambrano

D.

Vocal

# AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios que puso los medios para poder realizar mi **tesis**, me dio la fortaleza espiritual y física y el apoyo de muchas personas a las cuales quiero agradecer.

En especial a mis padres Lcdo. Ángel Lozano Amaiquema y a la Sra. Angélica Morales De Lozano que me dieron su apoyo total y su fe de confianza en mi persona para lograr este fin, a mis hermanos que me desearon siempre lo mejor, gracias por su paciencia.

Agradezco a mi asesor de tesis al Ing. Agr. Ms. Sc. Miguel Arévalo N. que me permitió estar en este proyecto, así con todo su apoyo condicional y depositar su confianza en mí, admiro su calidad humana.

Para el tribunal que también participaron con su inteligencia y conocimiento profesional, a quienes le agradezco el hecho de que esta tesis tenga lo menos errores posibles, admiro su nobleza y a la vez su firmeza y a todos aquellos que hicieron posible este logro **gracias**.

# DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, por todo lo que me han dado en la vida, especialmente por sus sabios concejos y por estar a mi lado en los momentos difíciles.

A mis hermanos quienes me acompañaron en silencio con su comprensión y nobleza.

A mi papi con su experiencia profesional me enseñó el camino para alcanzar mis ideales.

A mi mami quien con sus oraciones me ha ayudado a encontrar la luz cuando todo es oscuridad.

A la Sra. Chelita que siempre me apoyo con sus concejos y me solapo mis caprichos.

A mis abuelitos que desde el cielo me guían y estoy seguro que en este momento están orgulloso de mí y a todos mis familiares que han compartido todos los momentos inolvidables de mi vida.

A todos ustedes mil gracias de todo corazón que Dios los bendiga por que han sido una bendición en mi vida gracias.

## INDICE

<b>CAPITULO</b>		<b>Pag.</b>
<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
	1.1	Objetivo 3
	1.2	Hipótesis 4
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>5-18</b>
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS</b>	<b>19-36</b>
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS</b>	
	4.1	Floración masculina 37
	4.2	Floración femenina 39
	4.3	Altura de inserción de mazorca 41
	4.4	Altura de planta 43
	4.5	Índice de área foliar 45
	4.6	Mazorcas por planta 48
	4.7	Diámetro de mazorcas 50
	4.8	Longitud de mazorcas 52
	4.9	Hileras de granos por mazorcas 55
	4.10	Granos por mazorca 57
	4.11	Peso de 1000 granos 59
	4.12	Relación grano - tusa 60
	4.13	Hojas por planta 62
	4.14	Rendimiento de grano 66
	4.15	Análisis económico 68
<b>V.</b>	<b>DISCUSION</b>	<b>71-74</b>
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES</b>	<b>75-79</b>
<b>VII.</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>80-85</b>
<b>VIII.</b>	<b>SUMMARY</b>	<b>86-90</b>
<b>IX.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>91-95</b>

## INDICE DE CUADROS

CUADROS		Pag.
1	Valores promedios de días a la floración masculina en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.	38
2	Valores promedios de días a la floración femenina en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.	40
3	Valores promedios de altura de inserción de mazorca en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.	42
4	Valores promedios de altura de planta en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.	44
5	Valores promedios del índice de área foliar en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.	47
6	Valores promedios del número de mazorcas por planta en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades	49

poblacionales en condiciones de riego.

- |    |  |    |
|----|--|----|
| 7  | Valores promedios del diámetro de las mazorcas en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.               | 51 |
| 8  | Valores promedios de longitud de las mazorcas en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.                | 54 |
| 9  | Valores promedios del número de hileras de grano por mazorca en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego. | 56 |
| 10 | Valores promedios de granos por mazorca en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.                      | 58 |
| 11 | Valores promedios del peso de 100 granos en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.                     | 61 |

- 12      Valores promedios de la relación grano - tusa en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.      63
- 13      Valores promedios del número de hojas por planta a la cosecha en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.      65
- 14      Valores promedios del rendimiento de grano en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.      67
- 15      Análisis económico del rendimiento de grano, en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.      69

## I INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays L.*), es un cultivo muy remoto de unos 7000 años de antigüedad, de origen indio que se cultiva por la zona de México y América Central. Actualmente, el cultivo está muy difundido en muchos países; existiendo en Estados Unidos, una alta concentración de dicho cultivo.

En nuestro país, se siembran grandes extensiones en la época lluviosa y en menor escala en la época seca (verano), en ciertos casos aprovechando la humedad residual de los suelos; el promedio de rendimiento es bajo en comparación a los obtenidos en otros países; en la Provincia de Los Ríos, se siembran 100.253 hectáreas, con rendimiento promedio de apenas 3.55 ton/ha<sup>1/</sup>.

Por tal motivo, es imperativo aumentar el rendimiento de grano por unidad de área, lo cual se podría conseguir con el

---

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

grano y aplicación de un eficiente manejo tecnológico del cultivo. Así, la empresa Pronaca, distribuye el maíz híbrido denominado 'S - 3037', el cual posee excelentes características agronómicas, fue necesario ensayarlo en diferentes medios ambientes, pues las condiciones climáticas influyen significativamente en el rendimiento de las cosechas.

En el manejo tecnológico, los niveles de fertilización química y densidades poblacionales constituyen factores de mucha importancia para incrementar el rendimiento de grano; cabe indicar que los híbridos requieren de una apropiada densidad poblacional (número de plantas por hectárea), acompañado de un equilibrado programa nutricional, para que dichos genotipos expresen todo su potencial genético a través del rendimiento de grano.

Con base a los razonamientos expuestos, se justificó realizar la presente investigación, probando el maíz híbrido 'S -

3037' con diferentes niveles de fertilización química y densidades poblacionales, en condiciones de riego.

## 1.1 OBJETIVOS.

- Evaluar los efectos de los niveles de fertilización química y densidades poblacionales sobre las características agronómicas y rendimiento de grano del maíz híbrido 'S - 3037', en condiciones de riego.
- Identificar el apropiado nivel de fertilización química y densidad poblacional para maximizar el rendimiento de grano del maíz híbrido 'S - 3037'.
- Realizar el análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos y subtratamientos.

## 1.2 HIPOTESIS.

Utilizando un equilibrado programa nutricional y apropiada densidad poblacional en el maíz híbrido 'S - 3037', se incrementaría significativamente el rendimiento de grano.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

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 (8).

Rimache (15), indica que el maíz híbrido procede de una semilla obtenida de un cruzamiento controlado de líneas seleccionadas por su alta capacidad productiva. Las semillas resultantes dan origen a plantas que demuestran un gran vigor híbrido, que se traduce en mayor rendimiento por hectárea

que pueden ser superiores en 20 a 30% a los visualmente obtenidos con las semillas de variedades comunes.

Espinoza y García (5), indican que el manejo de nutrientes en maíz en América tropical puede beneficiarse de nuevos métodos para desarrollar recomendaciones de fertilización que permitan ajustes en la aplicación de nutrientes que se acomodan a las necesidades específicas de cada región agroclimática y que hagan uso eficiente de los nutrientes aplicados. Una de estas metodologías es el manejo de nutrientes por sitio específico; es decir entregar nutrientes a las plantas cómo y cuando las necesite. Esta forma de manejo permite ajustar dinámicamente el uso de fertilizante para llenar efectivamente el déficit que ocurre entre la necesidad total de nutrientes para obtener rendimientos altos y el aporte de los nutrientes provenientes de las fuentes nutritivas del suelo.

Rengel (14), indica que el fraccionamiento de nitrógeno en maíces híbridos es una herramienta de manejo que permite una alta eficiencia de los fertilizantes nitrogenados. En los híbridos de alto rendimiento se justifican aplicaciones de la última fracción de nitrógeno en períodos cercanos a la floración, basándose en los patrones de absorción de este nutriente por la planta. Los requerimientos totales de fósforo, potasio y magnesio deben suministrarse al momento de la siembra. Los micronutrientes, en especial el zinc, se deben de suministrar durante la fase vegetativa del cultivo, en el período de 30 a 46 días después de la siembra. La aspersión foliar es un método eficiente de aplicación de micronutrientes.

Mendoza (12), estudió el efecto del fraccionamiento del nitrógeno en la productividad del maíz híbrido 'Dekalb DK - 1040' en la zona de Ventanas, los resultados mostraron que el mayor rendimiento de grano se obtuvo con el tratamiento que consistió en aplicar 36 Kg/ha N a la siembra y en bandas incorporadas más 72 Kg/ha N en el estado fisiológico V6 y V10

en forma de banda superficial; es decir 180 Kg/ha N con 9.235 Kg/ha. Cabe indicar, que los tratamientos en que se fraccionó el N en tres partes iguales, fueron más productivas que los tratamientos en que se fraccionó el N en dos partes. Así mismo, con la densidad poblacional de 83.333 plantas por hectárea se obtuvo mayor rendimiento de grano que con la densidad de 62500 plantas por hectárea.

Snyder (18), 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.

González (6), 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 rendimientos de grano; pues el maíz presentó una respuesta promedio de 21.29 kilogramos de maíz por cada kilogramo de nitrógeno aplicado.

Bustamante (4), evaluó la respuesta de tres maíces híbridos a la fertilización nitrogenada en la zona de Babahoyo; observándose que el híbrido 'Agrocerec AG - 003' registró incrementos del rendimiento de grano de 4.53% y 19.81% en comparación a los híbridos 'Trueno' e 'Iniap H - 601', respectivamente; el rendimiento de grano se incrementó conforme aumentaban los niveles de nitrógeno. Los híbridos 'Agrocerec AG - 003', 'Trueno' e 'Iniap H - 601' cuando se los fertilizaron con 240 kg/ha de nitrógeno; obtuvieron

incrementos de rendimiento de grano de 195.34%; 201.94% y 167.37% en comparación al testigo sin nitrógeno.

Asitumbay (3), estudió los efectos de la aplicación de los fertilizantes urea y nitrato de amonio aplicados en presiembra y cobertura en el maíz híbrido 'Dekalb 5005', en la zona de Ventanas en condiciones de secano. Los resultados obtenidos demuestran que cuando se aplicaron 60 - 80 - 110 Kg/ha de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O más 60 Kg/ha de N al inicio de la etapa reproductiva en forma incorporada se obtuvo el mayor rendimiento de grano 9.773 Ton/ha. El testigo sin fertilizar alcanzó el menor rendimiento 4.309 Ton/ha, existiendo un incremento del 114.17%. Además, se determinó un incremento de 772 Kg/ha que representó el 7.97% del rendimiento de grano entre los métodos incorporados y no incorporados los fertilizantes.

En el maíz, el número de hileras por mazorcas y el número de granos por hilera se definen durante las etapas vegetativas comprendidas entre la hoja 6 (V<sub>6</sub>) y la hoja 12 (V<sub>12</sub>); el nivel

nutricional, particularmente del nitrógeno, que se presente durante este periodo es un importante regulador del número total de granos y en consecuencia de la acumulación total del rendimiento; para hacer más eficiente la utilización de nitrógeno, es necesario fraccionar la dosis total de este nutriente durante el periodo de mayor absorción (16).

Grant et al (7), expresan 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 incremente 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 juega un papel vital en la fotosíntesis, transporte de los productos de fotosíntesis, regulación de los poros de las plantas (estomas), activación de los catalizadores de la planta (enzima) y muchos otros procesos. Las plantas deficientes de K no pueden usar eficientemente agua y otros nutrientes del suelo o de los fertilizantes y sin menor tolerancia a condiciones ambientales extrema como sequía, exceso de agua, vientos y altas o bajas temperatura; además son menos resistentes al ataque de plagas y enfermedades. La calidad de las plantas deficientes en potasio es baja; se conoce al potasio como el nutriente de la calidad debido a su importante efecto en factores como tamaño, color y sabor del fruto y duración de la corteza (9).

Yost y Attanandana (20), indican que no ha sido fácil estimar de manera precisa los requerimientos de K en suelos tropicales. Los retos incluyen el manejo del suelo con baja capacidad de intercambio, la alta cantidad de lluvia con las consecuentes pérdidas por lixiviación de K, el poder estimar los

requerimientos de K en presencia de minerales fijadores y el ajustarse a las necesidades de cultivos que remueven grandes cantidades de este nutriente. La fertilización con K también tiene similitudes con la fertilización con N, debido a que los requerimientos son altos e influyen la cantidad de fertilizante necesario; además existen ciertas condiciones en la fertilización con K que son similares a la de P, como la reactividad del suelo.

Lara (10), estudió el comportamiento agronómico de los maíces híbridos 'INIAP H - 601', 'Vencedor 8330' y 'Dekalb 5005' en presencia de varios niveles de fertilización química en la zona de Ricaurte, Provincia de Los Ríos, los híbridos 'Dekalb 5005' y 'Vencedor 8330' fertilizados con 180 - 100 - 210 Kgs/ha de NPK, logrando los mayores rendimientos de grano de 9.682 y 9.48 Ton/ha, respectivamente; mientras que el 'INIAP H - 601' con el mismo nivel de fertilización obtuvo 7.503Ton/ha. Cabe indicar, que los híbridos mostraron

diferentes respuestas a la fertilización química en el rendimiento de grano.

Álvarez (2), 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 micros nutrientes; 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.

Acosta (1), estudió los efectos de la interacción entre altas densidades poblacionales y niveles nutricionales en el maíz híbrido '2B - 710' en la zona de Babahoyo; se determinó que con la densidad de 100.000 plantas por hectárea se logró el mayor

rendimiento de grano 9.039 Ton/ha; superando en 11,84% y 5,56% a las densidades de 71.428 y 83.333 plantas por hectárea, respectivamente. Con el tratamiento de 100.000 pl/ha y fertilizado con 200 - 100 - 240 Kg/ha de NPK, se obtuvo el mayor rendimiento de grano de 9.897 Ton/ha y a su vez la mayor utilidad económica por hectárea. Cabe indicar, que las densidades poblacionales y niveles nutricionales influyeron significativamente en el rendimiento de grano del maíz híbrido '2B - 710'

Pendolema (13), con base a los resultados de un ensayo de densidades poblacionales en el maíz híbrido 'Iniap H - 552', indica que el rendimiento de grano fue influenciado significativamente por las densidades poblacionales, obteniéndose los mayores rendimientos 7.437; 7.322 y 7.027 Ton/ha con las mayores densidades poblacionales de 62.500; 58.823 y 55.555 plantas por hectárea, respectivamente. Mientras que, con las bajas densidades de 37.037 y 39.125 pl/ha se lograron los rendimientos más bajos de 5.667 y 5.927

Ton/ha; demostrándose la importancia del número óptimo de plantas por unidad de superficie para obtener altos rendimientos de grano. Además, recomienda continuar con la investigación probando mayores densidades poblacionales que las ensayadas.

Yance (19), estableció un ensayo con altas densidades poblacionales en el maíz híbrido 'Dekalb 5005' en la zona de Pueblo Viejo; obteniéndose con las densidades poblacionales de 90.909 y 100.000 plantas por hectárea, los mayores rendimientos de grano de 10.838 y 10.191 Ton/ha, respectivamente y por ende las mayores utilidades económicas por hectárea. Se observó que el rendimiento de grano se incrementó conforme aumentaban las densidades poblacionales; así mismo se obtuvieron los mayores índices de área foliar con las densidades de 90.909 y 100.000 plantas por hectárea.

Lara (11), ensayó altas densidades poblacionales en cuatro maíces híbridos introducidos desde Brasil, obteniéndose con

las densidades poblacionales de 100.000 plantas por hectárea (0.5 m x 0.20 m) y 83.333 plantas por hectárea (0.6 m x 0.20 m) los mayores rendimientos de grano con 8.718 y 7.357 Ton/ha respectivamente. Cabe indicar, que con la distancia de siembra 0.5 m x 0.20 m entre hileras y entre plantas, 100.000 plantas por hectárea, se obtuvieron los mayores rendimientos de granos en cada híbrido.

Santillán (17), estudió el comportamiento agronómico de los híbridos de maíz 'HIB 2B - 710' y 'Trueno' sembrados con diferentes densidades poblacionales en condiciones de secano en la zona de Quevedo, obteniendo rendimientos de grano de: 9.703 y 9.377 Ton/ha, superando al testigo 'Iniap H - 551' en 27.33% y 23.06%, respectivamente. Con densidades de 100.000 y 83.333 plantas por hectárea, se obtuvieron los mayores rendimientos de grano: 9.540 y 9.238 Ton/ha, respectivamente.

### III MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

La presente investigación se realizó en los terrenos de la Hda. "Aurora", ubicada en el Km 31 de la vía Durán - Puerto Inca, Cantón Yaguachi, Provincia del Guayas; con coordenadas geográficas  $02^{\circ}15'$  de latitud Sur y  $79^{\circ}38'$  de longitud Oeste y una altura de 12 m.s.n.m.

El clima de la zona es tropical y con una temperatura media de  $25^{\circ}\text{C}$ , precipitación anual de 1608.0 mm, con una humedad relativa del 80% y heliofonía de 1000 horas anual.<sup>1</sup>

El suelo es de topografía plana, textura franca y buen drenaje.

---

<sup>1</sup> Datos tomados de la Estación Meteorológica del Ingenio Valdez, Milagro.

### 3.2 MATERIAL GENÉTICO

Se utilizó como material genético de siembra, semillas del maíz híbrido denominado 'S - 3037', distribuído por la empresa Pronaca; cuyas características agronómicas se presentan a continuación:

Días a la floración	54
Días a la cosecha	110 - 120
Altura de planta	2,3 m
Altura de mazorca	1,2 m
Largo de mazorca	23 cm
Diámetro de mazorca	6,6 cm
Número de hileras de grano	14
Tolerancia al acame	Muy buena
Potencial productivo	Muy buena
Nivel de tolerancia a enfermedades	
Enfermedades del tallo	Muy buena
Enfermedades de mazorca	Muy buena
Enfermedades foliares	Buena

Potencial defensivo global

Muy buena

### 3.3 FACTORES ESTUDIADOS

Se estudiaron dos factores: a) Densidad poblacional; y  
b) Niveles de fertilización química.

Las densidades poblacionales fueron: 71.428 pl/ha  
(0.70m x 0.20m) y 83.333 pl/ha (0.60m x 0.20m).

Los niveles de fertilización química fueron:

	Kg/ha		
	N	PO	KO
	0	0	0
	120	60	120
	150	70	150
	180	80	180
	210	90	210
	92	23	60

(testigo agricultor)

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

De acuerdo a los factores en estudio y objetivos de la presente investigación, se utilizó el diseño experimental "Parcelas Divididas" en cuatro repeticiones. Las parcelas principales correspondieron a las densidades poblacionales y los niveles de fertilización química, como subparcelas experimentales.

La subparcela experimental estuvo conformada por 4 hileras de 6m de longitud, separadas a 0.70m (71.428 pl/ha) y 0.60m (83.333 pl/ha); dando las área de 16.8m<sup>2</sup> y 14.4m<sup>2</sup>, respectivamente. El área útil de la subparcela experimental estuvo determinada por las 2 hileras centrales, eliminándose una hilera a cada lado por efecto de bordes; quedando las áreas de 8.4m<sup>2</sup> y 7.2m<sup>2</sup> para las densidades poblacionales de 71.428 y 83.333 plantas por hectárea, en su orden.

La separación entre repeticiones fué de 2 m; entre parcelas principales es de 1.0m y no existió separación entre las subparcelas experimentales.

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia; para determinar la diferencia estadística entre las medias de las densidades poblacionales se utilizó la prueba Diferencia Mínima Significativa (DMS) y la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para las medias de los niveles de fertilización química e interacciones.

### **3.5 MANEJO DEL ENSAYO**

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

### **3.5.1**

### **ANÁLISIS 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 Dr. Jorge Fuentes Carrillo; con base a los resultados se determinaron los niveles de fertilización química.

### **3.5.2**

### **PREPARACIÓN DEL SUELO**

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

### **3.5.3 SIEMBRA**

La siembra se utilizó en forma manual utilizando un espeque; depositando una semilla por sitio, a las distancias de 0.70 y 0.60m entre hileras y 0.20m entre plantas. Las semillas fueron mezcladas con el insecticida Semevin en dosis de 20cc por cada kilogramo de semilla, para evitar el ataque de insectos trozadores.

### **3.5.4 CONTROL DE MALEZAS**

Para el control de las malezas, se aplicó la mezcla de los herbicidas pre - emergentes Pendimethalin 3l/ha + Atrazina 1.5Kg/ha, inmediatamente después de la siembra. Posteriormente, se aplicó el herbicida Glifosato en dosis de 3.0l/ha, entre las hileras para el control de malezas, empleando una bomba de mochila

con pantalla. Las malezas existentes entre las plantas, se eliminaron en forma manual.

### **3.5.5 RIEGO**

El ensayo, se realizó bajo condiciones de riego, para lo cual se construyeron surcos para conducir el agua por gravedad. Los riegos se efectuaron en función a los requerimientos hídricos del cultivo y humedad disponible del suelo; se dieron cuatro riegos, a la siembra; a los 20; 35 y 56 días después de la siembra.

### **3.5.6 FERTILIZACIÓN**

La fertilización se realizó de acuerdo a los niveles ensayados.

El fósforo y potasio de cada nivel fueron totalmente incorporados; así mismo, la tercera parte del nitrógeno fué incorporada con la siembra, el nitrógeno restante se aplicó en el estado fisiológico  $V_6$  y  $V_{10}$ , es decir cuando las plantas tuvieron 6 y 10 hojas, respectivamente.

Se emplearon como fuente de nitrógeno, fósforo y potasio, los fertilizantes Urea al 46% N; Superfosfato triple 46%  $P_2O_5$  y Muriato de potasio 60%  $K_2O$ , respectivamente.

Además, se realizaron aplicaciones de abonos foliares (quelatos) de Humitec Manganeso 14% en dosis de 3 l/ha; y Humitec Zinc 10% en dosis de 4 l/ha, en la etapa reproductiva.

### **3.5.7 CONTROL FITOSANITARIO**

Cuando el cultivo tuvo 18 días de edad, se presentó el insecto Spodoptera frugiperda, utilizándose para su control el insecticida Amulet (Fipronil) en dosis de 250 cc/ha. Posteriormente, hubo presencia del insecto Diatrea sacharalis, se aplicó el insecticida Furadan 5G en dosis de 14Kg/ha, al cogollo de la planta. Además, se realizaron controles preventivos para enfermedades foliares, con el fungicida Phyton en dosis 0.5 l/ha, a los 38; 52 y 68 días después de la siembra.

### **3.5.8 COSECHA**

La cosecha se realizó en forma manual, cuando los granos lograron la madurez fisiológica en cada subparcela experimental. Se recolectaron las

mazorcas, se secaron y posteriormente, se las desgranaron.

### **3.6 DATOS TOMADOS Y FORMA DE EVALUACIÓN**

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

#### **3.6.1 ANTES DE LA COSECHA**

##### **3.6.1.1 FLORACIÓN 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 subparcela experimental presentaron flores femeninas y panojas emitiendo polen, respectivamente.

### **3.6.1.2**

### **ALTURA DE INSERCIÓN 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 subparcela experimental a los 90 días después de la siembra.

### **3.6.1.3**

### **ALTURA DE PLANTA**

La altura de planta estuvo determinada por la distancia 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.

#### **3.6.1.4**

#### **INDICE DE ÁREA 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, 0.12 m<sup>2</sup> y 0.14 m<sup>2</sup>, para las densidades de 83.333 y 71.428 plantas por hectárea, respectivamente.

#### **3.6.1.5 NÚMERO DE PLANTAS Y MAZORCAS COSECHADAS**

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

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

Se realizaron observaciones periódicas, en cada subparcela experimental durante el desarrollo del cultivo, no existiendo plantas con acame de raíz y tallo.

### **3.6.2 DESPUÉS DE LA COSECHA**

#### **3.6.2.1 DIÁMETRO Y LONGITUD DE LA MAZORCA**

Se tomaron 10 mazorcas al azar en cada subparcela experimental, se midió el diámetro en el tercio medio y la longitud desde la base hasta la punta de la mazorca, los promedios se expresaron en centímetros, respectivamente.

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

Se evaluaron al azar 10 mazorcas por subparcela experimental, procediendo a contar el número de hileras de granos por mazorca; luego se promedió.

### **3.6.2.3 GRANOS POR MAZORCA**

Se contaron los granos en las 10 mazorcas en que se evaluó el número de hileras por mazorca.

### **3.6.2.4 PESO DE 100 GRANOS**

Se tomaron 100 granos o semillas por subparcela experimental, se tuvo el cuidado de que los granos estén libres de daños de insectos y enfermedades; luego se procedió a pesar en una

balanza de precisión, su peso se expresó en gramos.

#### **3.6.2.5 RELACIÓN GRANO - TUSA**

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

#### **3.6.2.6 PORCENTAJE DE MAZORCAS CON PUDRICIÓN**

Al momento de la cosecha, se procedió a observar las mazorcas con pudrición; no existiendo en las subparcelas experimentales.

### **3.6.2.7 NÚMERO DE HOJA POR PLANTA A LA COSECHA**

Se tomó al azar 10 plantas en cada subparcela experimental, procediéndose a contar el número de hojas por planta al momento de la cosecha, luego se promedió.

### **3.6.2.8 RENDIMIENTO DE GRANO**

El rendimiento estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil de cada subparcela 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

### **3.6.2.9 ANÁLISIS ECONÓMICO**

El análisis económico del rendimiento de grano se realizó en función al costo de tratamientos y subtratamientos.

## IV RESULTADOS

### 4.1 FLORACIÓN MASCULINA

Los promedios de días a la floración masculina del maíz híbrido 'S - 3037', se presentan en el Cuadro 1. El análisis de variancia determinó alta significancia estadística para densidades poblacionales y niveles de fertilización; siendo el coeficiente de variación 1.57%.

Las densidades 71.428 y 83.333 pl/ha, con promedios 50.71 y 50.21 días, respectivamente, difirieron significativamente. Según la prueba de Tukey los niveles 150 - 70 - 150; 180 - 80 - 180 y 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK florecieron a los 51.5; 51.25 y 51.25 días respectivamente, siendo superiores e iguales estadísticamente; pero diferentes a los restantes niveles. Las interacciones que incluye a las densidades poblacionales con niveles 150 - 70 - 150; 180 - 80 - 180 y

210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK, se comportaron superiores e iguales estadísticamente entre sí, difiriendo con las restantes interacciones.

## **4.2 FLORACIÓN FEMENINA**

En el Cuadro 2, se muestran los valores promedios de días a la floración femenina; el análisis de variancia detectó significancia estadística para densidades poblacionales y niveles de fertilización. El coeficiente de variación fue 1.46%.

Las pruebas de significancia estadística reportaron el mismo comportamiento estadístico que el registrado en la variable floración masculina.

### 4.3 ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA

Los valores promedios de altura de inserción de mazorca, se pueden apreciar en el Cuadro 3. El análisis de variancia reportó alta significancia estadística para los dos factores ensayados; cuyo coeficiente de variación fue 1.94%.

La prueba DMS determinó diferencia estadística entre las densidades 83.333 y 71428 pl/ha, con promedios 1.11 y 1.09m respectivamente. El nivel de fertilización 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK, alcanzó la mayor altura de inserción de mazorca con 1.16m, seguido de 180 - 80 - 180 y 150 - 70 - 150 Kg/ha NPK con un mismo promedio 1.14m, siendo iguales estadísticamente, difiriendo con los restantes niveles. La menor altura de inserción se alcanzó con el nivel carente de fertilización química, con un valor de 0.98m. Cabe indicar, que también existió diferencia significativa en las interacciones, alcanzando el mayor

promedio la densidad 83.333 pl/ha fertilizada con 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK; mientras que la menor altura se alcanzó con 83.333 pl/ha sin fertilizar, con un promedio de 0.97m.

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

En el Cuadro 4, se registran los promedios de altura de planta del maíz híbrido 'S - 3037'. El análisis de variancia determinó alta significancia estadística sólo para los niveles de fertilización química; cuyo coeficiente de variación fue 1.61%.

Las densidades poblacionales 83.333 y 71428 pl/ha con promedios 2.16 y 2.14m respectivamente, no difirieron significativamente. Los niveles de fertilización 210 - 90 - 210; 180 - 80 - 180 y 150 - 70 - 150 Kg/ha NPK, se comportaron iguales estadísticamente con promedios 2.27; 2.24 y 2.23 m respectivamente; difiriendo con los demás

niveles. El nivel carente de fertilización presentó las plantas de menor altura 1.95m; seguido del nivel utilizado por los agricultores 92 - 23 - 60 Kg/ha con 2.03m, difiriendo estadísticamente. La interacción 83.333 pl/ha con 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK alcanzó el mayor promedio 2.28m siendo iguales estadísticamente con los niveles 180 - 80 - 180 y 150 - 70 - 150 Kg/h NPK en las dos densidades poblacionales; difiriendo con las restantes interacciones.

#### **4.5 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR**

Los promedios del índice de área foliar, se pueden observar en el Cuadro 5; existiendo significancia estadística para densidades poblacionales y niveles de fertilización química. El coeficiente de variación fue 3.07%.

Las densidades poblacionales 83.333 y 71.428 pl/ha, difirieron estadísticamente con índices foliar 0.464 y 0.452 en su orden. Los niveles 210 - 90 - 210 y 180 - 80 - 180 Kg/ha NPK, se comportaron superiores e iguales estadísticamente con promedios 0.516 y 0.504 respectivamente; difiriendo con los restantes niveles. Los niveles 0 - 0 - 0 y 92 - 23 - 60 Kg/ha NPK obtuvieron los menores índices 0.367 y 0.403 respectivamente, difiriendo estadísticamente. Las interacciones 83.333 pl/ha con 210 - 90 - 210 y 180 - 80 - 180 Kg/ha NPK y 71.428pl/ha con 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK, se comportaron superiores e iguales estadísticamente; difiriendo con las restantes interacciones. El menor índice de área foliar se observó con 71.428 pl/ha sin fertilizar con un valor de 0.367.

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

En el Cuadro 6, se registran los promedios del número de mazorcas por planta del maíz híbrido 'S - 3037'. El

análisis de variancia detectó alta significancia estadística sólo para los niveles de fertilización; cuyo coeficiente de variación fue 2.36%.

La prueba DMS determinó igualdad estadística entre las densidades poblacionales para el número de mazorcas por planta. El nivel 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK alcanzó el mayor promedio; seguido de 180 - 80 - 180 y 150 - 70 - 150 Kg/ha NPK con promedios 1.09; 1.08 y 1.08 mazorcas por planta; siendo iguales estadísticamente; difiriendo con los restantes niveles.

Las interacciones que incluyen las densidades poblacionales 71.428 y 83.333 pl/ha con los niveles de fertilización 120 - 60 - 120; 150 - 70 - 150; 180 - 80 - 180 y 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK, se comportaron superiores e iguales estadísticamente entre sí; difiriendo con el testigo sin fertilizar y nivel utilizado por los agricultores.

#### 4.7 DIÁMETRO DE MAZORCAS

Los promedios del diámetro de las mazorcas del maíz híbrido 'S - 3037', se muestran en el Cuadro 7. El análisis de variancia detectó alta significancia estadística para densidades poblacionales y niveles de fertilización química; cuyo coeficiente de variación fue 1.62%.

Las densidades 71.428 y 83.333 pl/ha con diámetro de mazorca 5.74 y 5.62 cm respectivamente, difirieron significativamente. Los niveles 210 - 90 - 210 y 180 - 80 - 180 Kg/ha NPK con promedios 6.30 y 6.09 cm en su orden; fueron superiores e iguales estadísticamente; difiriendo con los demás niveles ensayados.

Las interacciones 71.428 y 83.333 pl/ha con el nivel 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK, se comportaron superiores e iguales estadísticamente con promedios 6.37 y 6.22 cm

respectivamente; difiriendo con las restantes interacciones.

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

En el Cuadro 8; se aprecian los valores promedios de la longitud de mazorcas del híbrido 'S - 3037', existió alta significancia estadística para densidades poblacionales y niveles de fertilización química. El coeficiente de variación fue 3.78%.

Con las densidades 71.428 y 83.333 pl/ha se obtuvieron mazorcas de 18.38 y 17.49 cm de longitud, respectivamente; siendo diferentes estadísticamente. Con el nivel 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK se obtuvieron las mazorcas de mayor longitud 20.22 cm; seguido de 180 - 80 - 180 y 150 - 70 - 150 Kg/ha NPK con 19.29 y 19.22 cm en su orden; sin diferir estadísticamente; difiriendo con los demás niveles.

La densidad poblacional 71.428 pl/ha con los niveles 210 - 90 - 210; 180 - 80 - 180 y 150 - 70 - 150 Kg/ha NPK, se obtuvieron mazorcas de mayor longitud con promedios 20.85; 19.87 y 19.65cm respectivamente; seguido de la interacción 83.333 pl/ha con 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK con promedios de 19.6 cm; siendo iguales estadísticamente entre sí; pero diferentes a las restantes interacciones.

#### **4.9 HILERAS DE GRANOS POR MAZORCA**

Los valores promedios del número de hileras de granos por mazorca, se presentan en el Cuadro 9. El análisis de variancia detectó alta significancia estadística sólo para los niveles de fertilización; cuyo coeficiente de variación fue 1.37%.

Las densidades poblacionales se comportaron iguales estadísticamente para el carácter hileras de granos por mazorca. De acuerdo a la prueba de Tukey, los niveles de fertilización química ensayado, a excepción del nivel utilizado por los agricultores se comportaron iguales estadísticamente con promedios oscilando de 14.01 a 14.27 hileras de grano. El testigo sin fertilizar y testigo agricultor obtuvieron los menores promedios 11.91 y 13.20 hileras de granos, difiriendo estadísticamente entre sí, y con los restantes niveles de fertilización. Así mismo, existió diferencia estadística en las interacciones; alcanzando el mayor promedio la densidad 71.428 pl/ha con 180 - 80 - 180Kg/ha NPK y el menor promedio la densidad 83.333 pl/ha sin fertilizar con valores 14.47 y 11.90 hileras de granos, respectivamente.

#### 4.10 GRANOS POR MAZORCA

En el Cuadro 10, se registran los valores promedios del número de granos por mazorca en el híbrido 'S - 3037'. El análisis de variancia determinó alta significancia estadística para densidades poblacionales y niveles de fertilización química; cuyo coeficiente de variación fue 2.9%.

Con la densidad 71.428 pl/ha se obtuvieron mazorcas con mayor número de granos, en comparación a 83.333 pl/ha con promedios 447.08 y 442.79 granos, respectivamente. El nivel 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK se comportó superior y diferente estadísticamente a los demás niveles, con un promedio de 538.75 granos por mazorca, seguida de los niveles 180 - 80 - 180 y 150 - 70 - 150 Kg/ha NPK con promedios 501.12 y 481.87gramos, siendo iguales estadísticamente. Las interacciones 71.428 y 83.333 pl/ha fertilizadas con 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK,

se comportaron superiores e iguales estadísticamente con promedios 541.75 y 535.75 gramos, respectivamente; difiriendo con las restantes interacciones.

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

Los pesos promedios de 100 granos del maíz híbrido 'S - 3037', se muestran en el Cuadro 11. El análisis de variancia determinó significancia estadística para las densidades poblacionales y niveles de fertilización; cuyo coeficiente de variación fue 1.58%.

La prueba DMS reportó diferencia estadística entre las densidades poblacionales 71.428 y 83.333 pl/ha, con promedios 35.04 y 34.59 gramos, respectivamente. Los niveles 0 - 0 - 0 y 92 - 23 - 60 Kg/ha NPK, obtuvieron los menores pesos 30.82 y 33.20 gramos, en su orden; difiriendo estadísticamente entre sí y con los restantes niveles de fertilización química, los cuales se comportaron iguales estadísticamente. Así mismo, las interacciones que

incluyen las densidades poblacionales en presencia de los niveles 0 - 0 - 0 y 92 - 23 - 60 Kg/ha NPK, lograron los menores pesos, difiriendo estadísticamente, y con las restantes interacciones; los cuales se comportaron iguales estadísticamente.

#### **4.12 RELACIÓN GRANO - TUSA**

En el Cuadro 12, se registran los promedios de la relación grano - tusa en el maíz híbrido 'S - 3037'. El análisis de variancia detectó alta significancia estadística sólo para los niveles de fertilización química; siendo el coeficiente de variación 3.91%.

Las densidades poblacionales no difirieron significativamente. Los niveles de fertilización 210 - 90 - 210; 180 - 80 - 180 y 150 - 70 - 150 Kg/ha NPK con relaciones grano - tusa 3.82; 3.82 y 3.70 respectivamente, fueron superiores e iguales estadísticamente; difiriendo

con los restantes niveles. Así mismo, las interacciones 71.428 pl/ha fertilizada con 180 - 80 - 180 Kg/ha NPK, obtuvo la mayor relación grano - tusa 3.88; mientras que sin fertilizar obtuvo la menor relación 2.87; difiriendo estadísticamente.

#### **4.13 HOJAS POR PLANTA**

Los promedios del número de hojas por planta al momento de la cosecha del maíz híbrido 'S - 3037', se anotan en el Cuadro 13. El análisis de variancia detectó alta significancia estadística sólo para los niveles de fertilización química; cuyo coeficiente de variación fue 4.95%.

La prueba DMS, determinó igualdad estadística para las densidades 71.428 y 83.333 pl/ha con promedios 13.66 y 13.75 hojas por planta, respectivamente. El nivel de fertilización química 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK con 15.87

hojas por planta, se comportó superior y diferente estadísticamente en comparación a los demás niveles. Cabe mencionar que el testigo sin fertilizar logró el menor promedio 11.75 hojas.

Las densidades poblacionales 71.428 y 83.333 pl/ha en presencia de 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK, lograron los mayores promedios 16.25 y 15.50, junto a 83.333 con 180 - 80 - 180 Kg/ha NPK, con 15.0 hojas por planta, respectivamente; no difiriendo estadísticamente entre sí; pero si con los demás interacciones.

#### **4.14 RENDIMIENTO DE GRANO**

En el Cuadro 14, se pueden observar los valores promedios del rendimiento de grano del maíz híbrido 'S - 3037'. El análisis de variancia detectó alta significancia estadística para las densidades poblacionales y niveles de fertilización; siendo el coeficiente de variación 3.12%.

La prueba DMS reportó diferencia estadística para las densidades 83.333 y 71428 pl/ha con rendimientos de grano 7.247 y 6.728 Ton/ha, respectivamente. Así mismo, la prueba de Tukey, determinó diferencia estadística entre los niveles de fertilización, con promedios fluctuando de 3.429 Ton/ha del testigo sin fertilizar a 10.33 Ton/ha del nivel 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK. El nivel utilizado por los agricultores 92 - 23 - 60 Kg/ha NPK, produjo 4.385 Ton/ha.

La interacción 83.333 pl/ha con 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK con un rendimiento de grano de 10.712 Ton/ha, se comportó superior y diferente estadísticamente en relación con las demás interacciones; luego siguió 71.428 pl/ha con 210 - 90 - 210 Kg/ha NPK con promedio 9.947 Ton/ha. Los testigos sin fertilizar en presencia de las densidades 71.428 y 83.333 pl/ha, lograron los menores

rendimientos 3.167 y 3.690 Ton/ha en su orden; siendo iguales estadísticamente.

#### **4.15 ANÁLISIS ECONÓMICO**

El análisis económico del rendimiento de grano, en función al costo de cada tratamiento, se presenta en el Cuadro 15. Se observa que las mayores utilidades se presentan cuando el híbrido 'S - 3037' se siembra con 83.333 pl/ha y fertilizada con 210 - 90 - 210Kg/ha NPK, con un valor de \$1330.12; luego siguió con la densidad de 71.428pl/ha fertilizada con 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK con \$1149.74. Mientras que, las menores utilidades se obtuvieron con el programa de fertilización química utilizado por los agricultores que fueron de \$10.26 y \$79.25 por hectárea para las densidades 71.428 y 83.333 pl/ha, respectivamente. Cabe indicar, que el testigo sin fertilizar en la densidad 71.428pl/ha, se registró una pérdida económica de \$47.08 por hectárea.

**Cuadro 1.-** Valores promedios de días a la floración masculina en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO (días)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
71,428				50,71 a*
83,333				50,21 b
	0	0	0	48,37 c*
	120	60	120	50,00 b
	150	70	150	51,50 a
	180	80	180	51,25 a
	210	90	210	52,25 a
	92	23	60	49,37 bc
71,428	0	0	0	48,75 cd*
	120	60	120	50,50 abc
	150	70	150	51,75 a
	180	80	180	51,25 ab
	210	90	210	52,25 a
	92	23	60	49,75 bcd
83,333	0	0	0	48,00 d
	120	60	120	49,50 bcd
	150	70	150	51,25 a
	180	80	180	51,25 a
	210	90	210	52,25 a
	92	23	60	49,00 cd
PROMEDIO				50,46
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				1,57

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 2.-** Valores promedios de días a la floración femenina en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO (días)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
71,428				54,25 a*
83,333				53,79 b
	0	0	0	52,00 c*
	120	60	120	53,50 b
	150	70	150	55,00 a
	180	80	180	55,12 a
	210	90	210	55,62 a
	92	23	60	52,87 bc
71,428	0	0	0	52,50 cd*
	120	60	120	54,00 abc
	150	70	150	55,25 a
	180	80	180	55,25 a
	210	90	210	55,50 a
	92	23	60	53,00 bcd
83,333	0	0	0	51,50 d
	120	60	120	53,00 bcd
	150	70	150	54,75 ab
	180	80	180	55,00 a
	210	90	210	55,75 a
	92	23	60	52,75 cd
PROMEDIO				54,02
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				1,46

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 3.-** Valores promedios de altura de inserción de mazorca en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S-3037' sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO (m)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
71,428				1,09 b*
83,333				1,11 a
	0	0	0	0,98 d*
	120	60	120	1,12 b
	150	70	150	1,14 ab
	180	80	180	1,14 ab
	210	90	210	1,16 a
	92	23	60	1,06 c
71,428	0	0	0	0,98 e*
	120	60	120	1,11 bcd
	150	70	150	1,12 abc
	180	80	180	1,12 abc
	210	90	210	1,14 ab
	92	23	60	1,06 d
83,333	0	0	0	0,97 e
	120	60	120	1,13 ab
	150	70	150	1,15 ab
	180	80	180	1,16 ab
	210	90	210	1,17 a
	92	23	60	1,07 cd
PROMEDIO				1,10
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				1,94

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 4.-** Valores promedios de altura de planta en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S-3037' sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO (m)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
71,428				2,14 a*
83,333				2,16 a
	0	0	0	1,95 d*
	120	60	120	2,16 b
	150	70	150	2,23 a
	180	80	180	2,24 a
	210	90	210	2,27 a
	92	23	60	2,03 c
71,428	0	0	0	1,96 d*
	120	60	120	2,17 b
	150	70	150	2,22 ab
	180	80	180	2,20 ab
	210	90	210	2,27 a
	92	23	60	2,01 cd
83,333	0	0	0	1,94 d
	120	60	120	2,16 b
	150	70	150	2,24 ab
	180	80	180	2,27 a
	210	90	210	2,28 a
	92	23	60	2,06 c
PROMEDIO				2,15
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				1,61

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 5.-** Valores promedios del índice de área foliar en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S-3037' sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
71,428				0,452 b*
83,333				0,464 a
	0	0	0	0,367 e*
	120	60	120	0,470 c
	150	70	150	0,487 bc
	180	80	180	0,504 ab
	210	90	210	0,516 a
	92	23	60	0,403 d
71,428	0	0	0	0,367 e*
	120	60	120	0,467 c
	150	70	150	0,474 bc
	180	80	180	0,494 abc
	210	90	210	0,506 ab
	92	23	60	0,401 de
83,333	0	0	0	0,366 e
	120	60	120	0,473 bc
	150	70	150	0,499 abc
	180	80	180	0,514 a
	210	90	210	0,526 a
	92	23	60	0,406 d
PROMEDIO				0,458
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				3,07

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 6.-** Valores promedios del número de mazorcas por planta en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S-3037' sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
71,428				1,05 a*
83,333				1,03 a
	0	0	0	0,97 d*
	120	60	120	1,05 b
	150	70	150	1,08 ab
	180	80	180	1,08 ab
	210	90	210	1,09 a
	92	23	60	0,99 c
71,428	0	0	0	0,99 bcd*
	120	60	120	1,05 ab
	150	70	150	1,09 a
	180	80	180	1,10 a
	210	90	210	1,09 a
	92	23	60	1,00 bcd
83,333	0	0	0	0,95 d
	120	60	120	1,04 abc
	150	70	150	1,08 a
	180	80	180	1,07 a
	210	90	210	1,09 a
	92	23	60	0,98 cd
PROMEDIO				1,04
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				2,36

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 7.-** Valores promedios del diámetro de las mazorcas en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido `S-3037` sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO (cm)	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
71,428				5,74	a*
83,333				5,62	b
	0	0	0	4,90	e*
	120	60	120	5,61	d
	150	70	150	5,82	c
	180	80	180	6,09	b
	210	90	210	6,30	a
	92	23	60	5,36	d
71,428	0	0	0	4,95	h*
	120	60	120	5,67	def
	150	70	150	5,87	cd
	180	80	180	6,10	b
	210	90	210	6,37	a
	92	23	60	5,45	fg
83,333	0	0	0	4,85	h
	120	60	120	5,55	ef
	150	70	150	5,77	de
	180	80	180	6,07	bc
	210	90	210	6,22	ab
	92	23	60	5,27	g
PROMEDIO				5,68	
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				1,62	

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 8.-** Valores promedios de longitud de las mazorcas en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S-3037' sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO (cm)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
71,428				18,38 b*
83,333				17,49 a
	0	0	0	14,14 d*
	120	60	120	18,34 b
	150	70	150	19,22 ab
	180	80	180	19,29 ab
	210	90	210	20,22 a
	92	23	60	16,40 c
71,428	0	0	0	14,45 fg*
	120	60	120	18,77 bc
	150	70	150	19,65 ab
	180	80	180	19,87 ab
	210	90	210	20,85 a
	92	23	60	16,70 de
83,333	0	0	0	13,82 g
	120	60	120	17,90 cd
	150	70	150	18,80 bc
	180	80	180	18,70 bc
	210	90	210	19,60 ab
	92	23	60	16,10 ef
PROMEDIO				17,93
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				3,78

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 9.-** Valores promedios del número de hileras de grano por mazorca en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S-3037' sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
71,428				13,74 a*
83,333				13,55 a
	0	0	0	11,91 c*
	120	60	120	14,01 a
	150	70	150	14,21 a
	180	80	180	14,27 a
	210	90	210	14,26 a
	92	23	60	13,20 b
71,428	0	0	0	11,92 d*
	120	60	120	14,05 ab
	150	70	150	14,32 ab
	180	80	180	14,47 a
	210	90	210	14,40 ab
	92	23	60	13,27 c
83,333	0	0	0	11,90 d
	120	60	120	13,97 b
	150	70	150	14,10 ab
	180	80	180	14,07 ab
	210	90	210	14,12 ab
	92	23	60	13,12 c
PROMEDIO				13,64
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				1,37

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 10.-** Valores promedios de granos por mazorca en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S-3037' sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
71,428				447,08 a*
83,333				442,79 b
	0	0	0	292,62 e*
	120	60	120	452,75 c
	150	70	150	481,87 b
	180	80	180	501,12 b
	210	90	210	538,75 a
	92	23	60	402,50 d
71,428	0	0	0	293,75 f*
	120	60	120	454,50 c
	150	70	150	484,50 bc
	180	80	180	502,50 b
	210	90	210	541,75 a
	92	23	60	405,50 e
83,333	0	0	0	291,50 f
	120	60	120	451,00 d
	150	70	150	479,25 bc
	180	80	180	499,75 b
	210	90	210	535,75 a
	92	23	60	399,50 e
PROMEDIO				444,94
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				2,90

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 11.-** Valores promedios del peso de 100 granos en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S-3037' sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO (gr)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
71,428				35,04 a*
83,333				34,59 b
	0	0	0	30,82 c*
	120	60	120	36,00 a
	150	70	150	36,31 a
	180	80	180	36,39 a
	210	90	210	36,16 a
	92	23	60	33,20 b
71,428	0	0	0	30,82 c*
	120	60	120	36,22 a
	150	70	150	36,60 a
	180	80	180	36,72 a
	210	90	210	36,17 a
	92	23	60	33,70 b
83,333	0	0	0	30,82 c
	120	60	120	35,77 a
	150	70	150	36,02 a
	180	80	180	36,05 a
	210	90	210	36,15 a
	92	23	60	32,70 b
PROMEDIO				34,81
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				1,58

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 12.-** Valores promedios de la relación grano - tusa en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S-3037' sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
71,428				3,52 a*
83,333				3,45 a
	0	0	0	2,88 d*
	120	60	120	3,57 b
	150	70	150	3,70 ab
	180	80	180	3,82 a
	210	90	210	3,82 a
	92	23	60	3,10 c
71,428	0	0	0	2,87 c*
	120	60	120	3,61 ab
	150	70	150	3,75 ab
	180	80	180	3,88 a
	210	90	210	3,86 ab
	92	23	60	3,14 c
83,333	0	0	0	2,89 c
	120	60	120	3,53 b
	150	70	150	3,65 ab
	180	80	180	3,76 ab
	210	90	210	3,78 ab
	92	23	60	3,06 c
PROMEDIO				3,48
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				3,91

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 13.-** Valores promedios del número de hojas por planta a la cosecha en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S-3037' sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
71,428				13,66 a*
83,333				13,75 a
	0	0	0	11,75 d*
	120	60	120	13,50 c
	150	70	150	14,12 bc
	180	80	180	14,75 b
	210	90	210	15,87 a
	92	23	60	12,25 d
71,428	0	0	0	11,75 f*
	120	60	120	13,50 cde
	150	70	150	14,25 bc
	180	80	180	14,50 bc
	210	90	210	15,50 ab
	92	23	60	12,50 def
83,333	0	0	0	11,75 f
	120	60	120	13,50 cde
	150	70	150	14,00 bcd
	180	80	180	15,00 abc
	210	90	210	16,25 a
	92	23	60	12,00 ef
PROMEDIO				13,71
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				4,95

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.

**Cuadro 14.-** Valores promedios del rendimiento de grano en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S-3037' sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			PROMEDIO (Ton/ha)	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
71,428				6,728	b*
83,333				7,247	a
	0	0	0	3,429	e*
	120	60	120	6,659	d
	150	70	150	7,755	c
	180	80	180	9,370	b
	210	90	210	10,330	a
	92	23	60	4,385	f
71,428	0	0	0	3,167	h*
	120	60	120	6,270	f
	150	70	150	7,660	d
	180	80	180	9,120	c
	210	90	210	9,947	b
	92	23	60	4,205	g
83,333	0	0	0	3,690	h
	120	60	120	7,047	e
	150	70	150	7,850	d
	180	80	180	9,620	bc
	210	90	210	10,712	a
	92	23	60	4,565	g
PROMEDIO				6,988	
COEFICIENTE DE VARIANCIA (%)				3,12	

\* Promedios con una misma letra para las medias de densidades poblacionales, no difieren significativamente según prueba DMS; y entre medias de niveles de fertilización química e interacciones, según prueba de Tukey al 95% de probabilidades.



**Cuadro 15.- Análisis económico del rendimiento de grano, en el estudio de respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S-3037' sembrado en dos densidades poblacionales en condiciones de riego.**

DENSIDAD POBLACIONAL pl/ha	Kg/ha			RENDIMIENTO DE GRANO Kg/ha	COSTOS VARIABLES			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		COSTO DE FERTILIZANTE	COSTO DE APLICACIÓN	COSTO DE TRATAMIENTO	COSECHA + TRANSPORTE
71,428	0	0	0	3167				139,35
	120	60	120	6270	372,00	23,64	395,64	275,88
	150	70	150	7660	457,20	29,12	486,32	337,04
	180	80	180	9120	542,40	34,62	577,02	401,28
	210	90	210	9947	627,60	40,08	667,68	437,67
	92	23	60	4205	214,12	14,00	228,12	185,02
83,333	0	0	0	3690				162,36
	120	60	120	7047	372,00	23,64	395,64	310,07
	150	70	150	7850	457,20	29,12	486,32	345,4
	180	80	180	9620	542,40	34,62	577,02	423,28
	210	90	210	10712	627,60	40,08	667,68	471,33
	92	23	60	4565	214,12	14,00	228,12	200,86

Valor: Kg de maíz \$ 0,319

## V DISCUSIÓN

En la presente investigación se estudió la respuesta a la fertilización química del maíz híbrido 'S - 3037' sembrado con dos densidades poblacionales; los resultados experimentales demuestran que los caracteres agronómicos del híbrido mostraron diferente comportamiento debido al número de plantas por hectárea; a excepción de los caracteres altura de planta, mazorcas por planta, hileras de grano, relación grano - tusa y número de hojas por planta al momento de la cosecha.

El índice de área foliar y longitud de mazorcas fue mayor con la densidad de 83.333 plantas por hectárea; influyendo positivamente en el rendimiento de grano; pues se obtuvo un rendimiento de 7.247 Ton/ha; mientras que con la densidad de 71.428 pl/ha, se logró 6.728 Ton/ha, existiendo una diferencia de 519 Kg/ha, que representa un incremento del 7.71%; esto demuestra la importancia del número óptimo de plantas por

hectárea, coincidiendo con Pendolema (13) y Yance (19) quienes indican que para obtener altos rendimientos de grano, es necesario determinar el número óptimo de plantas por unidad de superficie.

Todos los caracteres agronómicos del híbrido 'S - 3037' fueron influenciados significativamente por los niveles de fertilización química; demostrándose la respuesta positiva del híbrido a los niveles nutricionales; pues conforme aumentaban estos, el valor de los caracteres se incrementaban.

Los componentes del rendimiento de grano, número de granos por mazorca fue mayor con el nivel 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK con un valor de 538.75 granos; mientras que el testigo sin fertilizar y testigo agricultor (92 - 23 - 60 Kg/ha de NPK) presentaron mazorcas con 292.62 y 402.5 granos, respectivamente; estos resultados indican los beneficios de la aplicación de un programa equilibrado de fertilización química;

además este nivel alcanzó el mayor número de mazorcas por planta de 1.09 y su peso de 100 granos de 36.16 gramos; influyendo positivamente en el rendimiento de grano.

Así mismo, el mayor rendimiento de grano se alcanzó con el nivel 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK con un promedio de 10.33 Ton/ha; mientras que los testigos sin fertilizar y testigo agricultor 92 - 23 - 60 Kg/ha de NPK, alcanzaron rendimientos de 3.429 y 4.385 Ton/ha, con incrementos del 201.25% y 135.57%, respectivamente. Además, se observó que conforme aumentaban los niveles de fertilización química, se incrementaba el rendimiento de grano; difiriendo significativamente entre sí los niveles nutricionales; ratificándose la respuesta del híbrido 'S - 3037' en la aplicación de los nutrimentos. Estos resultados obtenidos coinciden con los ensayos realizados por diferentes investigadores como Acosta (1), Asitumbay (3) y Lara (10), quienes manifiestan que los niveles nutricionales y densidades

poblacionales influyen positivamente en el rendimiento de los maíces híbridos.

El maíz híbrido 'S - 3037' sembrado con 83.333 y 71.428 plantas por hectárea y fertilizado con 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK lograron los mayores rendimiento de grano 10.712 y 9.947Ton/ha y a su vez las mayores utilidades económicas \$1330.12 y \$1149.74 por hectárea, respectivamente; estos resultados demuestran que el híbrido presentó un buen comportamiento agronómico y capacidad productiva de grano con alta densidad poblacional acompañado de un equilibrado programa nutricional; coincidiendo con Alvarez (2), quien indica que los maíces híbridos pueden expresar todo su potencial genético a través del rendimiento de grano, requiriendo un balanceado programa de fertilización química, es decir, que exista un adecuado balance entre los macro y micronutrientes, y muestren adaptabilidad a las condiciones climáticas de la zona, acompañado de un buen manejo tecnológico.

## VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

1. Las densidades poblacionales influyeron significativamente en varios caracteres agronómicos del maíz híbrido 'S - 3037'.
2. El índice de área foliar y longitud de mazorcas fue superior con la densidad de 83.333 pl/ha, difiriendo estadísticamente con la densidad 71.428 pl/ha.
3. Con 83.333 plantas por hectárea se obtuvo mayor rendimiento de grano con 7.247 Ton/ha, superando en un 7.71% al obtenido con 71.428 pl/ha, difiriendo estadísticamente.

4. Los niveles de fertilización química influyeron significativamente en los caracteres agronómicos del maíz híbrido 'S - 3037'.
5. Con el nivel 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK se obtuvo el mayor número de granos por mazorca; superando en 292.62 y 402.5 granos a los testigos sin fertilizar y testigo agricultor 92 - 23 - 60 Kg/ha de NPK, respectivamente.
6. El mayor número de mazorcas por planta de 1.09 se obtuvo con el nivel de fertilización 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK.
7. Cuando se fertilizó con 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK se logró el mayor rendimiento de grano de 10.33 Ton/ha; con incrementos del 201.25% y 135.75% en comparación

al testigo sin fertilizar y testigo agricultor 92 - 23 - 60 Kg/ha de NPK, respectivamente.

8. El maíz híbrido 'S - 3037' mostró un buen comportamiento agronómico y capacidad productiva de grano en lugar de siembra.

9. El maíz híbrido 'S - 3037' obtuvo los mayores rendimientos de grano cuando se sembró con 83.333 y 71.248 plantas por hectárea, con promedios de 10.712 y 9.947 Ton/ha respectivamente siendo la mayor utilidad económica por hectárea que logró con la densidad poblacional de 83.333 pl/ha acompañado del nivel 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK, con un valor de \$1330.12 por hectárea.

10. Con el nivel de fertilización utilizado por los agricultores 92 - 23 - 60 Kg/ha de NPK, se obtuvieron bajos rendimientos de grano y por ende poca utilidad económica de \$10.26 y \$79.25 por hectárea, con las densidades de 71.428 y 83.333 plantas por hectárea, respectivamente.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

1. La utilización del maíz híbrido 'S - 3037' en siembras comerciales debido a su buen comportamiento agronómico y capacidad productiva de grano.
2. El empleo de las densidades poblacionales 83.333 y 71.428 plantas por hectárea acompañado del nivel de fertilización 210 - 90 - 210 Kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente; para lograr maximizar el rendimiento de grano en la zona que se sembró.

3. La aplicación de un programa equilibrado de fertilización química que será determinada por los nutrientes disponibles en el suelo y requerimientos nutricionales por un determinado nivel de productividad.
  
4. Continuar con la investigación sembrando el maíz híbrido 'S - 3037' en otras zonas maiceras del país.

## VII RESUMEN

En los terrenos de la Hacienda 'Aurora', ubicada en el Km 31 de la vía Durán - Puerto Inca, Cantón Yaguachi, Provincia del Guayas; se estableció un ensayo probando el maíz híbrido 'S - 3037', con la finalidad de evaluar los efectos de los niveles de fertilización química y densidades poblacionales sobre las características agronómicas y rendimiento de grano del híbrido; identificar el apropiado nivel de fertilización química y densidad poblacional para maximizar el rendimiento de grano; y, realizar el análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos y subtratamientos.

Las densidades poblacionales fueron: 71.428 y 83.333 plantas por hectárea; y los niveles de fertilización química fueron: 0 - 0 - 0; 120 - 60 - 120; 150 - 70 - 150; 180 - 80 - 180; 210 - 90 - 210; y, 92 - 23 - 60 Kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente. Se utilizó el diseño

experimental "Parcelas divididas" en cuatro repeticiones; donde las parcelas principales correspondieron a las densidades poblacionales (tratamientos) y con los niveles de fertilización química (subtratamientos) como subparcelas experimentales. La subparcela experimental estuvo constituida por 4 hileras de 6m de longitud, separadas a 0.70m (71.428 pl/ha) y 0.60m (83.333 pl/ha); dando las áreas de 16.8m<sup>2</sup> y 14.4m<sup>2</sup> respectivamente. El área útil estuvo determinada por las 2 hileras centrales de cada subparcela experimental; quedando las áreas de 8.4m<sup>2</sup> y 7.2m<sup>2</sup> para las densidades de 71428 y 83333 plantas por hectárea en su orden.

Se evaluaron las variables: 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; granos por mazorca; peso de 100 granos; relación grano - tusa; número de hojas por planta y rendimiento de grano. Se realizó el análisis de varianza de cada

variable evaluada y se empleó la prueba DMS para determinar la diferencia estadística entre las medias de las densidades poblacionales; y la de Tukey al 95% de probabilidad para las medias de los niveles de fertilización química e interacciones.

Analizados los resultados experimentales, se concluyó:

11.El índice de área foliar y longitud de mazorcas fue superior con la densidad de 83.333 pl/ha, difiriendo estadísticamente con la densidad 71.428 pl/ha.

12.Con 83.333 plantas por hectárea se obtuvo mayor rendimiento de grano con 7.247 Ton/ha, superando en un 7.71% al obtenido con 71.428 pl/ha, difiriendo estadísticamente.

13.Con el nivel 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK se obtuvo el mayor número de granos por mazorca; superando en

292.62 y 402.5 granos a los testigos sin fertilizar y testigo agricultor 92 - 23 - 60 Kg/ha de NPK, respectivamente.

14. Cuando se fertilizó con 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK se logró el mayor rendimiento de grano de 10.33 Ton/ha; con incrementos del 201.25% y 135.75% en comparación al testigo sin fertilizar y testigo agricultor 92 - 23 - 60 Kg/ha de NPK, respectivamente.

15. El maíz híbrido 'S - 3037' obtuvo los mayores rendimientos de grano cuando se sembró con 83.333 y 71.248 plantas por hectárea, con promedios de 10.712 y 9.947 Ton/ha respectivamente.

16. La mayor utilidad económica por hectárea se logró con la densidad poblacional de 83.333 pl/ha acompañado del

nivel 210 - 90 - 210 Kg/ha de NPK, con un valor de \$1330.12 por hectárea.

En base a las conclusiones, se recomienda:

5. La utilización del maíz híbrido 'S - 3037' en siembras comerciales debido a su buen comportamiento agronómico y capacidad productiva de grano.
6. El empleo de las densidades poblacionales 83.333 y 71.428 plantas por hectárea acompañado del nivel de fertilización 210 - 90 - 210 Kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente; para lograr maximizar el rendimiento de grano en la zona que se sembró.
7. La aplicación de un programa equilibrado de fertilización química que será determinada por los nutrientes

disponibles en el suelo y requerimientos nutricionales por un determinado nivel de productividad.

8. Continuar con la investigación sembrando el maíz híbrido 'S - 3037' en otras zonas maiceras del país.

## VIII SUMMARY

On the grounds of the Hacienda 'Aurora', located at Km 31, route Durán - Puerto Inca, Canton Yaguachi, Province of Guayas, a trial was testing the corn hybrid 'S - 3037', in order to assess effects of chemical fertilizer levels and population densities on the agronomic characteristics and grain yield of hybrid, identify the appropriate level of chemical fertilization and population density to maximize grain yield, and perform economic analysis of grain yield in terms the cost of treatment and undertreatment.

Population densities were 71,428 and 83,333 plants per hectare, and chemical fertilizer levels were 0 - 0 - 0, 120 - 60 - 120, 150 to 70 - 150; 180 - 80 - 180, 210 - 90 - 210; and, 92 - 23 - 60 Kg / ha of nitrogen, phosphorus and potassium, respectively. Experimental design was used, "Fields split" four replications where the main plots corresponded to population

densities (treatments) and chemical fertilizer levels (subtreatments) as experimental subplots. The experimental subplot was composed of 4 rows of 6 m in length, spaced at 0.70m (71 428 pl / ha) and 0.60m (83 333 pl / ha), giving the areas of 16.8m<sup>2</sup> and 14.4m<sup>2</sup> respectively. Effective area was determined by the 2 central rows of each subplot experimental, leaving areas of 8.4m<sup>2</sup> and 7.2m<sup>2</sup> for the densities of 71428 and 83333 plants per hectare in order.

Variables were evaluated: male and female flowering, height of insertion of ear and plant, leaf area index, pods per plant, diameter and length of ears, kernel rows, kernels per ear, weight of 100 grains; relationship grain - cob, number of leaves per plant and grain yield. We performed the analysis of variance of each variable evaluated and LSD test was used to determine the statistical difference between the average population densities, and that of Tukey at 95% probability for the average chemical fertilizer levels and interactions.

Analyzed the experimental results, it was concluded:

1. The leaf area index and length of ears was higher at density 83,333 pl / ha, statistically differing density 71,428 pl / ha.
2. With 83,333 plants per hectare was obtained with higher grain yield 7,247 tons / ha, surpassing the 7.71% obtained with 71,428 pl / ha, differing statistically.
3. With the 210 level - 90 - 210 Kg / ha of NPK was obtained the highest number of kernels per ear, surpassing the 292.62 and 402.5 grains of witnesses and witness unfertilized farmer 92 to 23 - 60 Kg / ha of NPK, respectively.
4. When fertilized with 210 - 90 - 210 Kg / ha of NPK was achieved the highest grain yield of 10.33 tons / ha, with

increases of 201.25% and 135.75% compared to the unfertilized control and farmer 92 to 23 - 60 Kg / ha of NPK, respectively.

5. Corn hybrid 'S - 3037' had the highest grain yields when planted with 83,333 and 71,248 plants per hectare, with averages of 10,712 and 9,947 Ton / ha respectively.
6. The greatest economic benefit per hectare was achieved with the population density of 83,333 pl / ha along the 210 level - 90 - 210 Kg / ha of NPK, with a value of \$ 1330.12 per hectare.

Based on the findings, we recommend:

1. The use of hybrid corn 'S - 3037' in commercial plantings because of its good agronomic performance and grain production capacity.

2. The employment of 83,333 and 71,428 population densities per hectare plants accompanied by fertilization level 210 - 90 - 210 Kg / ha of nitrogen, phosphorus and potassium, respectively, in order to maximize grain yield in the area to be planted.
  
3. The application of a balanced program of chemical fertilizers will be determined by the available nutrients in soil and nutrient requirements for a given level of productivity.
  
4. Continue research on hybrid maize sowing 'S - 3037' in other maize-growing areas of the country.

## IX LITERATURA CITADA

1. ACOSTA, F. P. 2010. Efectos de las interacciones entre altas densidades poblacionales y niveles nutricionales en el cultivo de maíz, zona de Babahoyo. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 83p.
2. ALVAREZ, C. C. 2004. Estudio del potencial de rendimiento de grano de los maíces híbridos 'Iniap H - 551': 'Dekalb 5005'; 'Dekalb 888' y 'Brasilia' en la zona de Pueblo Viejo, Provincia de Los Ríos. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 76p.
3. ASITUMBAY, Q. X. 2007. Efectos de la aplicación de urea y nitrato de amonio en la presiembra y cobertura en el maíz híbrido 'Dekalb 5005' en la zona de Ventanas. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 75 p.

4. BUSTAMANTE, S. R. 2008. Respuesta de los maíces híbridos 'Agroceres AG - 003', 'Trueno' e 'Iniap H - 601 a la fertilización nitrogenada en la zona de Babahoyo. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 80p.
5. ESPINOZA, J., y J.P. GARCÍA. 2009. Herramientas para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes en maíz. International Plant Nutrition Institute. Informaciones Agronómicas N°76. pp: 6 - 11.
6. GONZALEZ, V. L. 2004. Estudio de la fertilización nitrogenada en presencia de la zeolita sobre el rendimiento de grano del maíz híbrido 'Iniap H - 551' en la ciudad de Babahoyo. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 64p.
7. GRANT, C. A., D. N. FLATEN., D.J. TOMASIEWIEZ., S. C. SHEPPARD. 2001. Importancia de la nutrición temprana con fósforo. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas N° 44. pp: 1 - 5.

8. INDIA. s.f.p. Manual del cultivo de maíz duro. Boletín Técnico. Ecuador. 34 p.
9. INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO. s.f.p. Potasa: su necesidad y uso en agricultura moderna. Boletín Técnico. pp: 1 - 2.
10. LARA, A. L. 2006. 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 en la zona de Ricaurte. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 65 p.
11. LARA, G. R. 2006. Efectos de altas densidades poblacionales en el rendimiento de grano en los maíces híbridos 'NB - 7433', 'NB - 7361', 'NB - 7443' y 'NB - 7451' en condiciones de riego. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 66 p.
12. MENDOZA, C. C. 2010. Efecto del fraccionamiento del nitrógeno en la productividad del maíz híbrido 'Dekalb DK - 1040' sembrado con dos densidades poblacionales. Tesis de Grado de

Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 78p.

13. PENDOLEMA, V.M. 2003. Estudio de comportamiento agronómico y rendimiento de grano del maíz híbrido 'Iniap H - 552', sembrado con diferentes densidades poblacionales en la zona de Yaguachi. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 61 p.
14. RENGEL, M. L. 2004. Crecimiento y dinámica de acumulación de nutrientes en maíz (Zea mays L.) en Venezuela. Instituto e la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas N° 53. pp: 9 - 11.
15. RIMACHE, A. M. 2008. Cultivo de maíz. Empresa Edith Macro. Primera Edición. p. 25.
16. RITCHIE, S., H. JOHN, and B. GARREN. 2002. Como se desarrolla una planta de maíz. Spanish edition. Iowa State University.
17. SANTILLAN, G. V. 2008. Comportamiento agronómico y rendimiento de grano de los maíces híbridos 'HIB 2B - 710' y 'Trueno'

sembrados con diferentes densidades poblacionales en condiciones de secano en la zona de Quevedo. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 75p.

18. SNYDER, C.S. 2008. Las mejores prácticas de manejo de los fertilizantes nitrogenados para limitar las pérdidas que contribuyen al calentamiento global. International Plant Nutrition Institute. Informaciones Agronómicas N° 71. pp: 1 - 5.
19. YANCE, F. V. 2004. Efectos de altas densidades poblacionales sobre el rendimiento de grano del maíz híbrido 'Dekalb 5005' en la zona de Pueblo Viejo, Provincia de Los Ríos. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 58 p.
20. YOST, R., and T. ATTANANDANA. 2006. Predicción y análisis de la fertilización con potasio por sitio específico para maíz en suelos tropicales. International Plant Nutrition Institute. Informaciones Agronómicas N° 69. p1.

ANEXOS



