



**ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA  
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA**

**EVALUACION DE LA RESPUESTA DE DOS  
VARIETADES DE MAIZ A CINCO NIVELES DE POTASIO  
EN DOS TIPOS DE SUELO**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero Agrónomo en el grado  
académico de Licenciatura

Por

Geovanny Ricardo Gutiérrez Ochoa

Honduras, 26 de abril de 1997

**El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana el permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines se reservan los derechos del autor.**

---

**Geovanny Ricardo Gutiérrez Ochoa**  
**Honduras, Abril 1997.**

**EVALUACION DE LA RESPUESTA DE DOS VARIEDADES DE MAIZ A CINCO NIVELES DE POTASIO EN DOS TIPOS DE SUELO.**

**Por**

**Geovanny Ricardo Gutiérrez Ochoa**

**Aprobada:**

---

**Pablo E. Paz, Ph.D.**  
**Asesor principal**

---

**Juan J. Alán, Ph. D.**  
**Coordinador PIA**

---

**Juan J. Alán, Ph. D.**  
**Consejero**

---

**Pablo E. Paz, Ph. D.**  
**Jefe de Departamento**

---

**Margoth Andrews, Ph. D.**  
**Consejero**

**Antonio Flores, Ph. D.**  
**Decano**

---

**Keith L. Andrews, Ph. D.**  
**Director**

## DEDICATORIA

**A Dios todopoderoso, por su ayuda en silencio.**

**A Samantha, quien a pesar de su ausencia ha sido la luz que ha guiado mi camino y mi punto de apoyo en los momentos difíciles.**

**A mi madre María, quien con su cariño representa la fuerza que me impulsa a seguir adelante.**

**A mis padres Edmundo y Esperanza, que me brindaron su apoyo y toda su confianza durante estos años.**

**A todas mis hermanas, especialmente Marlene, Raquel y Andrea.**

**A Gisella, quien con amor me ha brindado mucho apoyo y ganas para seguir adelante a pesar de la distancia y el tiempo.**

## **AGRADECIMIENTO**

**Al Dr. Pablo Paz por su ayuda y valiosos consejos aportados para la realización de este trabajo.**

**Al Dr Alán, por su colaboración en la elaboración de este trabajo.**

**Al personal docente y administrativo del departamento de Agronomía por las facilidades brindadas.**

**A mis compañeros y colegas por su comprensión y apoyo mostrado durante este año.**

**RESUMEN**

**El maíz es uno de los productos agrícolas cuyo uso es generalizado en casi todos los países, en el caso de mesoamérica es la base para la alimentación humana, productos de estas características desempeñan un papel importante en la agricultura moderna. Una de las metas como aumentar la productividad y rentabilidad del cultivo se pueden alcanzar mediante la combinación de factores tecnológicos, entre los cuales podemos encontrar la fertilización la cual ha experimentado en los últimos años un cambio en su uso, debido a que la tendencia mundial de esta década, es la de la sostenibilidad, que aboga por un menor uso de agroquímicos, entonces el éxito dependerá de conjugar todos estos factores dentro de las limitantes de clima y suelo. El objetivo de este ensayo es determinar la respuesta del maíz a niveles variables de potasio. Se experimentaron 5 niveles de potasio con dos variedades en dos tipos de suelo. Las variables que se midieron fueron: rendimiento, peso en mazorca, número de mazorcas por plantas, número de semillas por kilogramo. Para el ensayo de San Nicolás se encontró diferencia entre variedades para kilogramo y número de mazorcas por plantas. Para el ensayo de Santa Inés se encontraron diferencias en semillas por kilogramo entre los tratamientos, de los cuales el tratamiento la adición de 50 kg de K<sub>2</sub>O/ha resulto en un mayor número de semillas por kilogramo, otras diferencias encontradas fueron entre variedades para el caso de número de mazorcas pos plantas.**

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Derechos de autor.....	ii
Hoja de firmas del comité.....	iii
Dedicatoria.....	i
v	
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	v
i	
Contenido.....	vi
i	
Indice de cuadros.....	viii
Indice de figuras.....	ix
Indice de anexos.....	x
I. INTRODUCCION.....	
1	
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 K como elemento nutricional.....	3
2.2 Función dentro de la planta.....	3
2.2.1 Translocación y absorción.....	4
2.2.2 Régimen de agua	4
2.2.3 Fotosíntesis y translocación de fotosintatos.....	5
2.2.4 Activación de enzimas.....	5
2.2.5 Aumento de la resistencia a plagas y enfermedades.....	5
2.2.6 Mejora la calidad del cultivo.....	5
2.3 Efecto en el rendimiento.....	5

2.4	Absorción del K.....	6
2.4.1	Componente estructural de minerales primarios.....	6
2.4.2	K atrapado temporalmente.....	6
2.4.3	K labil.....	6
2.4.3.1	Intercambiable.....	6
	...	
2.4.3.2	Presente en la solución de suelo.....	6
2.5	Disponibilidad del K.....	7
2.5.1	Lixiviación.....	7
	...	
2.5.2	Cantidad y tipos de arcillas.....	7
2.5.3	pH del suelo.....	7
2.5.4	Estructura del suelo y contenido de agua.....	8
2.5.5	Temperatura del suelo.....	8
2.6	Relación de absorción con diferentes tipos de suelo.....	8
2.7	Fertilización con K.....	9
2.8	Respuesta a la fertilización con K.....	9
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>		<b>11</b>
3.1	Ensayo de San Nicolás.....	12
3.2	Ensayo de Santa Inés.....	14
3.3	Análisis estadístico.....	14

		<b>IV. RESULTADOS Y</b>
	<b>DISCUSION.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1</b>	<b>Ensayo de San Nicolás.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Rendimiento.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Semillas por kilogramo.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Mazorcas por plantas.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2</b>	<b>Ensayo de Santa Inés.....</b>	<b>19</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Rendimiento.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Semillas por kilogramo.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Mazorcas por plantas.....</b>	<b>21</b>
		<b>V.</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>2</b>
		<b>3</b>
		<b>VI.</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>2</b>
		<b>4</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>		<b>2</b>
		<b>5</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>		<b>27</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1 Resumen de los tratamientos utilizados en el ensayo.....	12
2 Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento y sus componentes para el ensayo de San Nicolás, Honduras 1996.....	15
3 Efecto simple de los factores sobre el rendimiento y sus componentes.....	16
4 Separación de medias SNK para semillas por kilogramo.....	17
5 Separación de medias SNK para mazorcas por plantas.....	18
6 Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento y sus componentes para el ensayo de Santa Inés, Honduras 1996.....	19
7 Efecto simple de los factores para rendimiento y cada uno de sus componentes	20
8 Separación de medias SNK para los tratamientos.....	21
9 Efecto simple de los factores para semillas por kilogramo.....	21
10 Separación de medias SNK para mazorcas por planta.....	22

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Pág.</b>
<b>1</b>	<b>Número de semillas por kilogramo de las variedades en relación a la fertilización K<sub>2</sub>O.....</b>	<b>con 17</b>
<b>2</b>	<b>Respuesta de Guayape y H-29 a la fertilización potasica expresada en mazorcas plantas.....</b>	<b>por 18</b>

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Pág.</b>
1. Análisis de varianza para rendimiento para San Nicolás..... 28	
2. Análisis de varianza para semillas por kilogramo para San Nicolás.....	29
3. Análisis de varianza para mazorcas por plantas para San Nicolás..... 30	
4. Precipitación en el valle del Zamorano.....	31
5. Análisis de varianza para rendimiento para Santa Inés..... 32	
4. Análisis de varianza para semillas por kilogramo para Santa Inés..... 33	
5. Análisis de varianza para mazorcas por plantas para Santa Inés..... 34	

## I. INTRODUCCION

Las estadísticas de producción y difusión del cultivo del maíz indican que su uso es generalizado en casi todos los países y comúnmente se lo usa para tres fines: alimentación humana, forraje y materia prima para productos industriales. Sin embargo, los avances obtenidos en la tecnología moderna han sido posibles por la combinación de la fertilización con otros factores tecnológicos, que han ayudado al aumento de la producción agrícola en el mundo, indispensable para abastecer a la población que esta en constante crecimiento (González, 1977).

El maíz es eficiente en la conversión de la energía solar en alimentos. Puede sustituir, en un 30%, a la harina de trigo empleada para las industrias de panificación. En el caso de mesoamérica, es la base de la alimentación humana; cultivos con estas características desempeñan un papel importante en la agricultura moderna. Algunas metas como el aumento en la productividad y la rentabilidad se pueden alcanzar cuando se conocen bien los cultivos y las técnicas más adecuadas para su producción (IAPAR, 1982).

En los últimos años, la fertilización ha experimentado un cambio, debido a que la tendencia mundial, especialmente en esta década, es la de la sostenibilidad, que aboga por un menor uso de agroquímicos, en contraposición con épocas anteriores en que se trataba de usar fertilizante al máximo. El éxito de la explotación dependerá pues, de conjugar adecuadamente todos los factores, entre ellos la fertilización, de forma que se obtenga la combinación óptima dentro de las limitaciones de clima y suelo. En estas condiciones, la fertilización bien realizada es capaz de aumentar los rendimientos de los cultivos (Gros, 1976).

El potasio (K) es un metal alcalino que esta presente naturalmente en la mayoría de rocas y suelos. El contenido total de potasio en la corteza terrestre es de alrededor 2.3 a 2.5 porciento pero solamente una pequeña porción está disponible para las plantas; el K es uno de los elementos esenciales tanto para la vida de las plantas como de los animales. Las plantas requieren K en grandes cantidades debido a que participa en la translocación de fotosintatos, absorción de nutrimentos, transpiración, fotosíntesis y activación de enzimas. Por esta razón es considerado como uno de los elementos mayores en la nutrición de las plantas (INPOFOS, 1990).

En el suelo, el K se encuentra en tres fracciones: K como elemento estructural de minerales primarios, K atrapado temporalmente entre las capas de arcillas expandibles del suelo y K presente en la solución de suelo e intercambiable, el cual representa sólo un pequeño porcentaje de la forma intercambiable a pesar de ser la fracción más importante (Mengel y Kirkby, 1982).

La dinámica del K en el suelo depende de su composición. Según Eckert y Mc Lean, (1980), el K en suelos con diferentes tipos de arcillas y diferentes grados de meteorización no es extraíble en cantidades significativas. Para el caso de suelos áridos (Joshi et al, 1979) el K tiene una baja capacidad de fijación debido a que se relaciona con la mayor saturación de K de estos suelos. En suelos calcáreos (Zanati et al, 1976) la fijación del K no tiene relación con la presencia de  $\text{CaCO}_3$ , sino que depende específicamente de la presencia de arcillas.

La disponibilidad del K en la solución de suelo es variable, como en el caso particular de la Escuela Agrícola Panamericana (Zamorano) en que los análisis de suelo indican niveles medios a altos, y que probablemente una porción de éste no está disponible para la planta. Además, de que el maíz puede tener una respuesta a niveles bajos a medios de aplicaciones de K, nos lleva a teorizar que a pesar de estos niveles la planta no absorbe lo suficiente de manera que no se maximiza la productividad, la que se ha observado que no ha aumentado en los últimos años en el Zamorano a pesar de poblaciones más altas así como variedades e híbridos diferentes lo que a su vez nos ha llevado a explorar, a pesar de niveles definidos como altos en el suelo, el efecto sobre los rendimientos y sus componentes, así como una posible reacción varietal. Por lo tanto, se hace necesario definir esta respuesta o la falta de ella y su influencia sobre los parámetros importantes de la producción. Como objetivos específicos se tuvo de determinar un nivel adecuado de K en dos tipos de suelo con niveles variables de K, además de definir la respuesta de dos materiales genéticos de maíz: un híbrido y una variedad de polinización libre.

### III. MATERIALES Y METODOS

Este ensayo se realizó en dos localidades ubicadas en el Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana, situada a 800 msnm, en el valle del río Yeguaré, El Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

El terreno se preparó con una arada y dos pases de rastra, la fertilización basal consistió de una dosis uniforme del equivalente de 181 kg/ha de 18-46-0, 100 kg/ha de urea (46-0-0), para en caso del KCl (0-0-60) se utilizaron cantidades variables de 0 kg/ha, 42 kg/ha, 83 kg/ha, 125 kg/ha y 167 kg/ha de KCl. Las aplicaciones de N y P se basaron en niveles de requerimientos del cultivo, dichos niveles usados fueron de 120 kg/ha de N y 80 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar (BCA) con un arreglo factorial de 2x5, en un total de cuatro bloques y diez tratamientos (dos variedades con cinco niveles de K).

El área total de ensayo comprendía 1,280 m<sup>2</sup> dicha área estaba comprendida por cuatro bloques, cada uno comprendido de 10 parcelas experimentales, cada parcela experimental tenía un área de 32 m<sup>2</sup>. La cual comprendía cuatro surcos con un largo de 10 m, separadas a 0.8 m dejando un surco de separación entre bloques. Los tratamientos se aplicaron a los cuatro surcos de cada parcela, la parcela útil comprendió de los dos surcos centrales de cada parcela experimental, dando un área de 16 m<sup>2</sup>.

Para realizar este ensayo se utilizaron dos materiales de maíz un híbrido (H-29) desarrollado por la Secretaría de Recursos Naturales (SRN) y una variedad de polinización libre (Guayape). Ambos materiales se sembraron a una profundidad de 5 cm, a una distancia entre ellas de 25 cm, para obtener una densidad poblacional de 50,000 plantas por hectárea.

**Cuadro 1. Resumen de los tratamientos utilizados en el ensayo**

Tratamientos	Descripción
1	Variedad Guayape, 0 Kg de K <sub>2</sub> O aplicado al suelo
2	Variedad Guayape, 25 Kg de K <sub>2</sub> O aplicado al suelo
3	Variedad Guayape, 50 Kg de K <sub>2</sub> O aplicado al suelo
4	Variedad Guayape, 75 Kg de K <sub>2</sub> O aplicado al suelo
5	Variedad Guayape, 100 Kg de K <sub>2</sub> O aplicado al suelo
6	Híbrido H-29, 0 Kg de K <sub>2</sub> O aplicado al suelo
7	Híbrido H-29, 25 Kg de K <sub>2</sub> O aplicado al suelo
8	Híbrido H-29, 50 Kg de K <sub>2</sub> O aplicado al suelo
9	Híbrido H-29, 75 Kg de K <sub>2</sub> O aplicado al suelo
10	Híbrido H-29, 100 Kg de K <sub>2</sub> O aplicado al suelo

Las aplicaciones de K fueron adicionales a los niveles presentados en el suelo, los cuales indicaban un nivel alto de potasio para San Nicolás (138 ppm) y un nivel medio para Santa Inés (122 ppm), la primera se consideraba suficiente como para suplir las necesidades del cultivo mientras que para el segundo había que agregarle K según el Laboratorio de Suelos, partiendo de este punto se realizaron las adiciones de K en base a incrementos de 0,25,50,75,100 kg de K<sub>2</sub>O/ha.

Se tomaron los datos en dos partes: una parte previo a cosecha, estos datos fueron número de plantas cosechadas, número de mazorcas por plantas. La otra parte se tomó una vez que se cosecho, en ese momento se procedió al secado del grano al 14.5% de humedad, luego se desgrano el maíz, el cual se realizo de forma manual, para luego proceder a tomar las variables como: rendimiento, peso de 100 semillas, peso antes del desgrane.

### 3.1. ENSAYO DE SAN NICOLAS.

Los trabajos para este ensayo de hicieron en la zona denominada San Nicolas terraza #1 de las chorreras.

El análisis de suelo para toda la terraza previo al establecimiento del ensayo muestra lo siguiente:

pH (H <sub>2</sub> O)	5.36	Fuertemente ácido
MO %	1.88	Bajo
N %	0.09	Bajo
P ppm	9	Bajo
K ppm	138	Alto
Ca ppm	1268	Alto
Mg ppm	118	Bajo

Textura Franca (40% arena, 38% limo, 22% arcilla).

El suelo donde se realizo el ensayo pertenece a la serie el Zamorano, miembros de la familia gruesa sobre mediana, isohipertérmico del mollic Ustifluent. Su topografía es plana a casi plana con pendiente de 0-2% y un grado de erosión ligera, con una capa superficial color pardo oscuro de textura mediana y con una profundidad de 15 cm. El subsuelo con un espesor aproximado de 39 cm. de color pardo grisáceo muy oscuro a pardo intenso de textura gruesa. El sustrato tiene un espesor aproximado de 46 cm., por lo general es rojo oscuro de textura media con presencia de pocos fragmentos gruesos y pedregones redondeados constituyendo un 2% del volumen del sustrato (SECPLAN, 1989).

La siembra del maíz se realizó el 14 de junio de 1996, en este momento se aplico el total del fertilizante 18-46-0 y la mitad del KCl .

La segunda aplicación del fertilizante se realizó el 16 de julio de 1996 a los 32 días después de la siembra, la cual consistió en la aplicación de la urea 46-0-0 y la mitad restante del KCl .

El aporque que se realizó a la segunda fertilización consistió en el único deshierbo realizado debido a que el cultivo se cerró completamente rápidamente, el control de plagas no fue necesario debido a que las lluvias efectuaron un control natural contra cogollero, al igual con el resto de plagas.

La cosecha se realizó el 24 de octubre de 1996, al punto de madurez fisiológica determinado en el campo, este punto se determinó debido a la diferencia del largo del ciclo de cultivo entre los dos materiales (Guayape 130 días y H-29 110 días) además que las lluvias impedían realizar una cosecha en el punto adecuado. Se cosecharon los dos surcos del medio de cada parcela, de estas parcelas se obtenían los datos que consistían en número promedio de mazorcas por plantas, número de semillas por kilogramo, peso en mazorca, peso desgranado y número de plantas cosechadas.

Todos los datos se ajustaron a una humedad de 14.5 %

### 3.2. ENSAYO DE SANTA INES

Se lo realizó en la terraza de Zavala lote 3 correspondiente a Santa Inés pertenecientes al Departamento de Agronomía, en este ensayo se estableció el 24 de julio de 1996.

Un análisis de suelo sobre dicha terraza reveló lo siguiente:

<b>pH (H<sub>2</sub>O)</b>	<b>5.45 Fuertemente ácido</b>
<b>MO %</b>	<b>1.88 Bajo</b>
<b>N %</b>	<b>0.11 Medio</b>
<b>P ppm</b>	<b>0.8 Bajo</b>
<b>K ppm</b>	<b>122 Medio</b>
<b>Ca ppm</b>	<b>781 Bajo</b>
<b>Mg ppm</b>	<b>106 Bajo</b>
<b>Textura</b>	<b>Franco Arcillo Arenoso</b>

**El control de malezas se realizo al momento del aporque, al igual que en el ensayo de San Nicolás. Los problemas de plagas fueron prácticamente nulos, razón por la cual no se efectúo ningún tipo de aplicación.**

**La segunda fertilización se la realizo el 26 de agosto de 1996, a 33 días después de siembra.**

**La cosecha se realizo el 27 de diciembre de 1996, se cosecharon las dos surcos del centro de cada parcela, el punto de cosecha se determino en el campo por medio de la formacion del punto de abscisión del grano y ciclo del cultivo, ya que las condiciones tanto climáticas como fisiológicas lo impedían hacerlo previamente.**

**Todos los datos se ajustaron al 14.5% de humedad.**

### 3.3. ANALISIS ESTADISTICO

**Para analizar los datos se utilizó el paquete estadístico SAS®. El modelo del análisis comprendió de un factorial de 2x5, realizando un análisis de varianza para los variables a medir, una separación de medias para las variables significativas y para los tratamientos se realizó un análisis de regresión, se tomo un alpha de 0.1.**

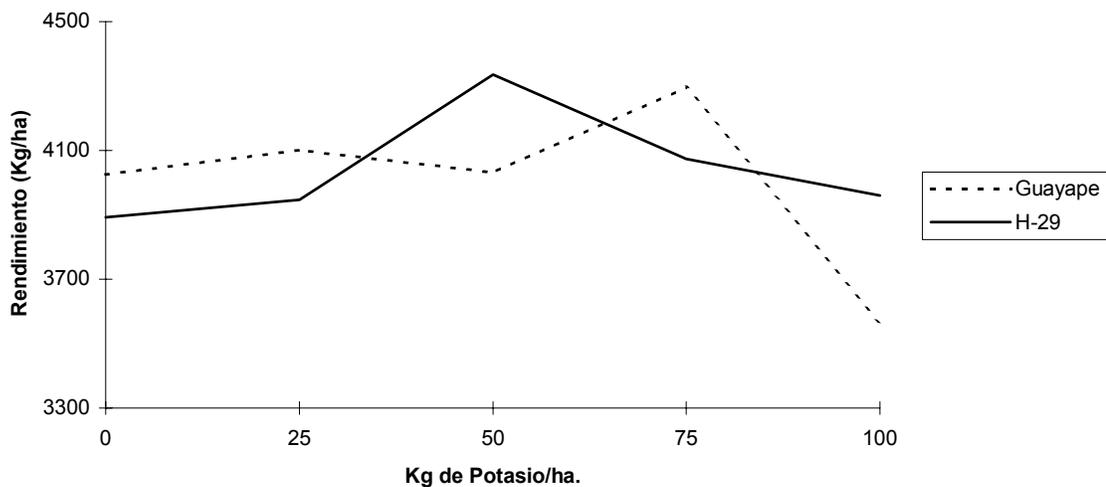
## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. ENSAYO DE SAN NICOLAS

#### 4.1.1. Rendimiento

Para la variable rendimiento, en el caso de este ensayo no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.1$ ) entre tratamientos dentro de las variedades, como se puede observar en la figura 1

**Fig. 1 Rendimiento de las variedades en función con las dosis de fertilizante aplicado**



La gráfica anterior muestra la similitud de los rendimientos de ambas variedades sometidas a los tratamientos, esta respuesta similar se puede deber a que el tipo de suelo en el que se realizó el ensayo influyó en la disponibilidad del potasio aplicado, esta influencia se puede deber a que en dicho suelo se encuentra una concentración considerable de arcillas, las cuales pueden afectar la disponibilidad del potasio debido a que lo pueden fijar entre sus capas, haciéndolo no disponible para las plantas otra razón puede depender del pH del suelo el cual era bajo antes de iniciar el ensayo, este pH influye debido a que es bajo y afecta la capacidad del suelo para retener potasio de la solución de suelo, lo que podría reducir las pérdidas por lixiviación causando un mayor aprovechamiento del fertilizante aplicado.

#### 4.1.2. SEMILLAS POR KILOGRAMO

Para la variable semillas por kilogramo podemos observar que el modelo fue altamente significativas ( $p > 0.05$ ), lo que nos indica que existió una diferencia significativa entre variedades, en la siguiente figura (fig. 2) se pueden observar las diferencias entre variedades.

**Fig. 2** Numero de semillas/kg. de las variedades en relación a la aplicación de potasio

Error! Not a valid link.

Estas diferencias observadas se pueden deber al potencial de respuesta a la fertilización de los materiales expresada en semillas por kilogramo, que para el caso de H-29 es mayor, la separación de medias (cuadro 1) nos indica que existió diferencia significativa entre las medias de las variedades a un nivel de significancia del 90%, es decir que las medias de semillas por kilogramos en ambas variedades tendrán una diferencia significativa debido al efecto de las variedades.

**Cuadro 1.** Separación de medias SNK para tamaño de semilla ( $\alpha 0.1$ ).

Grupo SNK	Media	Variedad
A	3691.18	H-29
B	3571.78	Guayape

En dicho cuadro además se puede ver entre las medias de ambos materiales, el valor de la media de H-29 es mayor que la de Guayape, es decir las semillas de ambas variedades no tendrán el mismo tamaño, que para este caso fueron las de H-29 menores en tamaño que las de Guayape; esta diferencia estará dada por la capacidad de respuesta a la fertilización de cada variedad.

#### 4.1.3 PESO EN MAZORCA

Para esta variable no se pudo observar ninguna diferencia significativa tanto para variedades como para tratamientos, lo que nos indica que el modelo no observó ninguna diferencia. En la figura 3 se pueden observar los valores obtenidos.

**Fig. 3** Respuesta de ambas variedades a la fertilización potásica expresada en peso en mazorca

Error! Not a valid link.

La figura anterior muestra que tanto los tratamientos como las variedades no tuvieron una respuesta significativa estadísticamente a la fertilización potásica, esta falta de respuesta puede deberse a que la disponibilidad del potasio aplicado al suelo fue muy poca debido a la presencia tanto de arcillas como del pH del suelo, en este caso se puede decir que los materiales empleados en el ensayo no pudieron expresar diferencias en pesos debido a los factores anteriormente dichos, pero se puede observar unas diferencias no estadísticas, que para el caso de Guayape son mayores los pesos con dosis más altas de fertilizante en relación con H-29. Las cuales podrían

determinar caso la aplicación de cierto nivel de fertilizante en algunos casos como la relación del ingreso adicional-costo del fertilizante que producirá dicha aplicación, es decir esta diferencia no estadística se basara en la rentabilidad de aplicar o no mas fertilizante, en otras palabras si este mayor peso obtenido a dosis mas altas de fertilizante paga o no el costo de la aplicación.

#### 4.1.5 PESO DESGRANADO

Esta variable ocurre el mismo caso que en la anterior, es decir no se presentaron diferencias significativas tanto entre variedades como entre tratamientos, en la figura 4 se pueden observar los valores obtenidos

**Fig. 4** Respuesta de ambas variedades a la fertilización potasica expresada en peso desgranado

Error! Not a valid link. En este caso no se pueden observar diferencias no estadísticas altas, las únicas que se pueden observar es que para el caso de H-29 se obtiene un mayor peso es relación a Guayape con una dosis menor de fertilizante, mientras que para Guayape esta relación se obtiene a una dosis mas alta de fertilizante.

#### 4.1.5. MAZORCAS POR PLANTAS

Se puede apreciar una diferencia significativa ( $p > 0.08$ ) entre variedades fig 5

**Fig. 5** Respuesta a la fertilización potasica expresada en mazorcas por plantas

Error! Not a valid link.

Como se presenta en la gráfica anterior las diferencias entre variedades son altamente significativas ( $p > 0.08$ ), esta diferencia nos indica que para el caso de H-29 podremos obtener una respuesta a la fertilización potasica, la cual se expresa en un mayor numero de mazorcas por plantas que podría representar en algún caso una diferencia que pueda justificar la aplicación de dichas dosis de fertilizante al suelo. En el cuadro 2 se observa la separación de medias para esta variable

**Cuadro 2** Separación de medias SNK para mazorcas por plantas (alpha 0.1)

Grupo SNK	Media	Variedad
A	1.3635	H-29
B	1.1500	Guayape

Este cuadro nos indica que para el caso de H-29 la media de mazorcas por plantas es mayor que para Guayape, es decir la diferencia en numero de mazorcas por plantas es significativa al 10% en otras palabras en el 90% de los casos H-29 presentara un mayor numero de mazorcas por plantas que Guayape, por lo cual se podría decir

que H-29 posee una respuesta superior a la fertilización expresada en mazorcas por plantas que Guayape.

#### 4.1.6 NUMERO DE PLANTAS COSECHADAS

En esta variable, al igual que en el resto en que se vieron diferencias ( $p > 0.02$ ), el modelo ayudo a observar las diferencias que se observan entre variedades, demostrando una vez mas que existe diferente potencial de respuesta a la fertilización entre ambos materiales, dicha probabilidad es alta ya que indica que en el 98% de los casos obtendremos diferencias expresadas en plantas cosechadas entre ambos materiales. En la siguiente figura (fig. 6) se pueden observar las diferencias entre ambos materiales.

**Fig. 6 Respuesta a la fertilización potasica expresada en numero de plantas cosechadas**

Error! Not a valid link.

Como se observa en la gráfica anterior, la respuesta del Guayape a la fertilización, expresada en numero de plantas cosechadas con relación al H-29 fue mayor, en el siguiente cuadro (cuadro 3), se presenta la separación de medias para dichas variedades

**cuadro 3. Separación de medias SNK para numero de plantas cosechadas (alpha 0.1)**

Grupo SNK	Media	Variedad
A	43.80	Guayape
B	38.95	H-29

En la separación de medias se puede observar que si existieron diferencias significativas ( $p > 0.1$ ) entre el numero de plantas cosechadas entre las variedades, que para el caso de Guayape fue mayor (grupo SNK) con relación a H-29.

## 4.2 ENSAYO DE SANTA INES

### 4.2.1 RENDIMIENTO

En esta variable las diferencias que se pudieron apreciar fueron diferencias entre bloques, en la figura 7 se pueden ver estas diferencias.

**Fig. 7 Rendimientos de los bloques a la fertilización potasica**

Error! Not a valid link.

Como se puede apreciar en la gráfica anterior existen diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre bloques en cuanto al rendimiento, esto nos indica que dentro del ensayo se obtuvieron rendimientos que fueron diferentes para cada uno de los bloques, esta diferencia se puede deber a las diferentes condiciones del suelo en el cual se desarrollo el ensayo, esta variabilidad de condiciones influyeron para que exista una diferencia de respuesta a la fertilización entre cada uno de los bloques, pero dicha diferencia se podrá observar dentro del cuadro 4, en el cual se presentan la separación de medias para cada uno de estos bloques.

**Cuadro 4 Separación de medias SNK para la variable rendimiento dentro de los bloques**

(alpha 0.1)

Grupo SNK	Media	Bloque
A	1562.8	1
A	1487.9	3
A	1446.2	2
B	1033.3	4

En el cuadro anterior indica que dentro de las medias de cada uno de los bloques no existió ninguna diferencia significativa para los rendimientos entre los bloques 1,2,3 , es decir que la diferencia presentada para los rendimientos de cada uno de estos bloques no fue estadísticamente diferente, mientras que para el bloque 4 su media de rendimientos fue menor con relación a los otros bloques.

#### 4.2.2 SEMILLAS POR KILOGRAMO

Se pudieron detectar diferencias significativas entre los tratamientos ( $p > 0.06$ ) y entre bloques ( $p > 0.002$ ) para el tamaño de la semilla. Para el caso de las diferencias presentadas por los bloque se realizo la separación de medias, la cual se presenta a continuación.

**Cuadro 5 Separación de medias SNK para bloques (alpha 0.1)**

Grupo SNK	Media	Bloque
A	4268.6	3
B	3929.4	2
B	3784.8	1
B	3773.1	4

En la separación de medias se puede ver que en el bloque numero 3 existe una diferencia significativa con respecto a los bloques 1,2,4, en cuanto al tamaño de semilla, el cual es mayor con respecto a los bloques 1,2,4. Mientras que dentro de estos 3 bloques no existirá una diferencia entre ellos.

Para el caso de los tratamientos la diferencia fue igualmente significativa a un nivel de 0.06, esto nos indica que en un 94% de los casos podremos obtener una diferencia en los tamaños de la semilla causada por los tratamientos. A continuación se presenta la separación de medias para los tratamientos.

**Cuadro 6 Separación de Medias para los tratamientos (alpha 0.1)**

Grupo SNK	Media	Tratamiento
A	4124.1	50 kg. de Potasio/ha
AB	4018.1	100 kg. de Potasio/ha
AB	4013.1	75 kg. de Potasio/ha
AB	3824.7	0 kg. de Potasio/ha
B	3714.9	25 kg. de Potasio/ha

En la separación de medias se puede apreciar que para el caso del tratamiento de 50 kg. de potasio/ha se presenta una media significativamente diferente con respecto al resto de tratamientos, es decir este tratamiento resulto en una media de semillas por kilogramo superior con respecto al resto de tratamientos lo que nos hace concluir que este tratamiento causa un menor tamaño de grano, mientras que para el tratamiento de 25 kg. de potasio/ha causo una media menor con respecto al resto de tratamientos, es decir un mayor tamaño de grano. Para los tratamientos que corresponden a 0,75,100 kg. de potasio/ha no se encontraron diferencias entre estos pero con respecto a 50 kg./ha fueron menores y para 25kg/ha fueron superiores.

#### 4.2.3 PESO EN MAZORCA

Para el caso de esta observación, las únicas diferencias que se pudieron observar fueron las debidas a bloques, estas diferencias se pueden deber a la variabilidad del suelo, y las diferentes condiciones de humedad en el suelo en las que se realizo el ensayo influyeron para obtener estas diferencias, a continuación se presenta el cuadro de las separaciones de medias entre bloques.

**Cuadro 7 Separación de medias para los bloques (alpha 0.1)**

Grupo SNK	Media	Bloque
A	3.052	1
A	2.937	3
A	2.898	2
B	1.993	4

En el cuadro anterior se puede apreciar las diferencias encontradas para los bloques, las cuales son que para los bloques 1,2,3 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas es decir que entre las medias de estos tres bloques las diferencias en valores no son significativas, lo que no ocurre para el bloque 4 en el cual su media es menor con respecto a los otros bloques, es decir aquí si existió una diferencia estadísticamente significativa que para este bloque fue menor con relación a los otros bloques.

### 4.2.3 PESO DESGRANADO

Al igual que la variable anterior las únicas diferencias encontradas fueron las debidas al efecto de los bloques, al igual que en la anterior las condiciones anteriormente nombradas influyeron para que estas diferencias se presenten, en el siguiente cuadro se observa la separación de medias para los bloques.

**Cuadro 8 Separación de medias para los bloques (alpha 0.1)**

Grupo SNK	Media	Bloque
A	2.502	1
A	2.381	3
A	2.315	2
B	1.652	4

Aquí se aprecia al igual que la anterior una similitud de valores entre las medias de los bloques 1,2,3, las cuales a su vez fueron superiores a la media presentada por el bloque 4 que igual en este caso su media fue menor con respecto a los otros bloques.

### 4.2.4 MAZORCAS POR PLANTAS

Para el caso de esta variable se encontraron diferencias estadísticamente significativas, tanto para los bloques ( $p > 0.02$ ) y para las variedades ( $p > 0.08$ ). En el caso de las variedades estas diferencias se pueden deber a las diferencias entre materiales, los cuales tienen diferentes capacidad de producción de mazorcas por plantas, a continuación se presenta la separación de medias tanto para las variedades como para los bloques.

**Cuadro 9 Separación de medias para variedades (alpha 0.1)**

Grupo SNK	Media	Variedad
A	0.682	H-29
B	0.576	Guayare

Como se puede observar en el cuadro, el H-29 posee una diferencia estadísticamente significativa, la cual es mayor que para Guayape, es decir que H-29 tiene la capacidad de producir un mayor número de mazorcas por plantas que Guayape, esta diferencia de producción de mazorcas por plantas se presentara en el 90% de los casos que se usen estos materiales. Para el caso de los bloques se presenta a continuación la separación de medias.

**Cuadro 9 Separación de medias para los bloques (alpha 0.1)**

<b>Grupo SNK</b>	<b>Media</b>	<b>Bloque</b>
A	0.7130	1
A	0.6980	2
A	0.6430	3
B	0.4630	4

En la separación de medias anterior se puede apreciar que para las medias de los bloques 1,2,3 no existe una diferencia estadísticamente significativa entre ellos, es decir que las diferencias entre los valores de las medias de dichos bloques son bajas, mientras que para el bloque 4 el valor de su media es inferior con respecto a los bloques 1,2,3.

#### 4.2.5 NUMERO DE PLANTAS COSECHADAS

Dentro de esta variable se pudo observar una diferencia estadísticamente significativa ( $p > 0.03$ ) entre el numero de plantas cosechadas entre los bloques, es decir que entre cada bloque la media de plantas cosechadas no fue la misma, para ver estas diferencias a continuación se presenta la separación de medias.

**Cuadro 9 Separación de medias para los bloques (alpha 0.1)**

<b>Grupo SNK</b>	<b>Media</b>	<b>Bloque</b>
A	46.2	4
A	44.5	3
B	39.0	2
B	35.0	1

Como se puede observar en el cuadro anterior los valores de las medias correspondientes a los bloques 4 y 3 son mayores que los bloques 1 y 2, es decir hubo una diferencia estadísticamente significativa entre estos dos grupos, pero dentro de los bloques 4 y 3 no existieron diferencias entre ellos, lo mismo ocurre entre los bloques 1 y 2

## V. CONCLUSIONES

1. Hubo respuesta de las variedades, la cual fué mayor para H-29.
2. No hubo respuesta significativa al K, solo hubo un efecto entre tratamientos para el número de semillas por kilogramo.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Repetir el ensayo en ambos tipos de suelo, optimizando los otros factores que inciden en el rendimiento del maíz, empleando un mejor modelo.
2. Establecer un valor mínimo del nivel de potasio sobre el cual se haga la adición.
3. Comparar fuentes diversas de K
4. Comparar sistemas de aplicación.

**VII. LITERATURA CITADA**

- Andrews, A.M. 1996. Curso de Nutrición Vegetal. EAP. Tegucigalpa, Hond.**
- De Geus Conzet, J. 1970. Fertilizer guide; for food grains in the Tropics and Subtropics.**  
**Zurich, Switzerland., Huber. p.72-82.**
- Eckert, D.; Mc Lean, E. 1980. Ligación diferencial de potasio y rubidio-86 en terrenos de diferentes tipos de arcillas y grados de meteorización. INPOFOS. Quito, Ecu.**
- FAO, 1990. Fertilizantes y Nutrición vegetal, niveles de producción agrícola y el empleo de fertilizantes. FAO Vol 11, Roma. p. 57-58.**
- González, D. 1977. Evaluación de cuatro niveles de nitrógeno en combinación con seis variedades de población en El Parcelamiento de la Maquina. Tesis IA. Guatemala, Gua. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.**
- Gros, A. 1976. Abonos; Guía practica de la fertilización. Trad. por Alonso Domínguez Vivanco. Sexta edición, Madrid España, Ediciones Mundi-prensa. p. 1-70, 245-266.**
- Instituto Agronómico do Paraná. 1982. O Milho no Paraná. II Série, Londrina Paraná. P. 117.**
- International Fertilizer Development Center. 1979. Fertilizer manual. International Fertilizer Development Center. Alabama, EE.UU. p. 225-227.**
- INPOFOS. 1990. Potasa su necesidad y uso en la agricultura moderna. INPOFOS. Quito, Ecu. p. 1-42.**

- Joshi, D.; et al. 1979. Estudios sobre las formas de potasio y la capacidad de fijación del mismo en algunos suelos áridos de la region de Jodhpur. INPOFOS. Quito, Ecu.
- Malavolta, E.; Crocomo, O. 1982. Potássio na agricultura Brasileira, Ed. por Tyron Yamada. Piracicaba, Bra. Instituto do potasa. p. 95-100.
- Martin, H.; Sparks, D. 1983. Kinetics of non-exchangeable potassium release from two coastal plain soil. Soil Science (EE.UU) 47: 883-887.
- Mengel, K.; Kirkby, E. 1982. Principles of plant nutrition, 3<sup>rd</sup> edition, Bern Switzerland, Der Bund. p. 411-428.
- Mishra, M.; Sing, M. 1991. Potassium for crop production in India: Sugarcane. Potash Research Institute of India. Haryana, India.
- Nieves, L.; et al. 1995. Relación entre formas de potasio del suelo y la respuesta del cultivo de maíz a la fertilización potásica. INPOFOS. Quito, Ecu..
- Regis, D. 1993. Nutrient deficiencies & toxicities in crop plants. Ed. por William Bennett, printed in EE.UU. p.15-43.
- SAS INSTITUTE INC. SAS®. 1985. Procedures guide for personal computers, Version 6 Edition. Cary, NC:SAS Institute Inc. p. 373.
- SECPLAN, 1989. Estudio de suelos a semidetalle del valle el Zamorano, Tegucigalpa, Hond. 89p.
- Subba Rao, A.; et al. 1993. Optimun and high rate of fertilizer and farmyard manure application on wheat and sorgum yields and dynamics of potassium in an alluvial soil. INPOFOS. Quito, Ecu.
- Zanati, M.; et al. 1976. Disponibilidad y fijación de potasio en algunos suelos calcáreos. Agricultural Research (EE.UU) No 5:29-35.

**Anexo 1. Análisis de varianza para el rendimiento para San Nicolás**

Dependent Variable: REND

Source	Pr > F	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Model		12	3693535.006	307794.584	
0.81	0.6425				
Error		27	10317239.093	382119.966	
Corrected Total		39	14010774.099		
REND Mean					
	R-Square		C.V.	Root MSE	
4013.89500	0.263621		15.40047	618.1585	

Dependent Variable: REND

Source	Pr > F	DF	Type III SS	Mean Square	F
BLOQUE		3	2193102.777	731034.259	
1.91	0.1513				
VAR		1	30569.841	30569.841	
0.08	0.7795				
TRAT		4	886054.147	221513.537	
0.58	0.6799				
VAR*TRAT		4	583808.241	145952.060	
0.38	0.8195				

## Anexo 2. Análisis de varianza para semillas por kilogramo para San Nicolás

Dependent Variable: SEMKG

Source	Value	Pr > F	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Model	1.28	0.2827	12	544357.2030	45363.1003	
Error			27	953296.0147	35307.2598	
Corrected Total			39	1497653.2177		
SEMKG Mean	3631.48250					
		R-Square		C.V.	Root MSE	
		0.363473		5.174258	187.9023	

Dependent Variable: SEMKG

Source	Value	Pr > F	DF	Type III SS	Mean Square	F
BLOQUE	1.69	0.1935	3	178607.3428	59535.7809	
VAR	4.04	0.0546	1	142575.5403	142575.5403	
TRAT	0.71	0.5928	4	100150.5565	25037.6391	
VAR*TRAT	0.87	0.4940	4	123023.7635	30755.9409	

### Anexo 3. Análisis de varianza para mazorcas por planta para San Nicolás

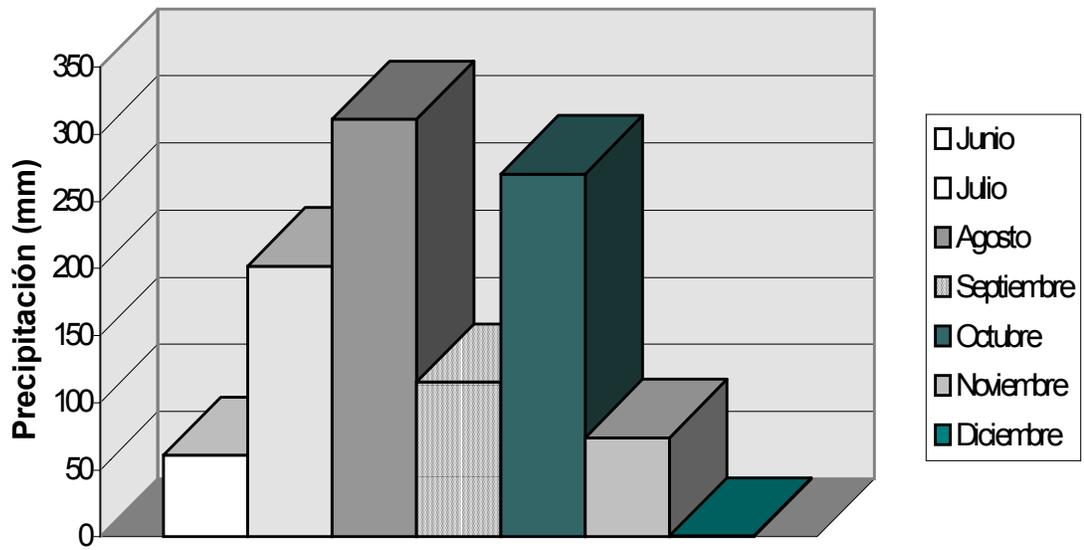
Dependent Variable: MAZPLT

Source	Pr > F	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Model		12	1.74125000	0.14510417	
3.26	0.0052				
Error		27	1.20202750	0.04451954	
Corrected Total		39	2.94327750		
MAZPLT Mean					
		R-Square	C.V.	Root MSE	
1.25675000		0.591602	16.78906	0.210997	

Dependent Variable: MAZPLT

Source	Pr > F	DF	Type III SS	Mean Square	F
BLOQUE		3	0.89264750	0.29754917	
6.68	0.0016				
VAR		1	0.45582250	0.45582250	
10.24	0.0035				
TRAT		4	0.32734000	0.08183500	
1.84	0.1506				
VAR*TRAT		4	0.06544000	0.01636000	
0.37	0.8296				

### Anexo 4. Precipitación en el valle del Zamorano



### Anexo 5. Análisis de varianza para el rendimiento en Santa Inés

Dependent Variable: REND

Source	Value	Pr > F	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Model	1.49	0.1885	12	3424729.074	285394.089	
Error			27	5171764.542	191546.835	
Corrected Total			39	8596493.616		
REND Mean	1382.54000					
		R-Square		C.V.	Root MSE	
		0.398387		31.65627	437.6606	

Dependent Variable: REND

Source	Value	Pr > F	DF	Type III SS	Mean Square	F
BLOQUE	2.95	0.0504	3	1696350.198	565450.066	
VAR	0.58	0.4547	1	110208.004	110208.004	
TRAT	1.42	0.2529	4	1091028.643	272757.161	
VAR*TRAT	0.69	0.6066	4	527142.229	131785.557	

### Anexo 6. Análisis de varianza para semillas por kilogramo para Santa Inés

Dependent Variable: SEMKG

Source Value	Pr > F	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Model		12	3237495.025	269791.252	
3.13	0.0067				
Error		27	2327738.555	86212.539	
Corrected Total		39	5565233.580		
SEMKG Mean					
		R-Square	C.V.	Root MSE	
3938.97250		0.581736	7.454221	293.6197	

Dependent Variable: SEMKG

Source Value	Pr > F	DF	Type III SS	Mean Square	F
BLOQUE		3	1600486.133	533495.378	
6.19	0.0024				
VAR		1	165907.280	165907.280	
1.92	0.1767				
TRAT		4	874356.626	218589.156	
2.54	0.0633				
VAR*TRAT		4	596744.986	149186.246	
1.73	0.1724				

## Anexo 7. Análisis de varianza para mazorcas por plantas para Santa Inés

Dependent Variable: MAZPLT

Source	Pr > F	DF	Sum of Squares	Mean Square	F
Model		12	0.69994000	0.05832833	
1.67	0.1299				
Error		27	0.94173750	0.03487917	
Corrected Total		39	1.64167750		
MAZPLT Mean					
		R-Square	C.V.	Root MSE	
		0.426357	29.67972	0.186760	
0.62925000					

Dependent Variable: MAZPLT

Source	Pr > F	DF	Type III SS	Mean Square	F
BLOQUE		3	0.39568750	0.13189583	
3.78	0.0219				
VAR		1	0.11130250	0.11130250	
3.19	0.0853				
TRAT		4	0.05651500	0.01412875	
0.41	0.8033				
VAR*TRAT		4	0.13643500	0.03410875	
0.98	0.4360				