CRECIMIENTO Y ABSORCION DE NPK EN DOS HIBRIDOS DE SORGO GRANIFERO BAJO TRES DENSIDADES

POR

Manuel Alfredo Granados

TESIS

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA, HONDURAS

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA

OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROISIS: 4647
FECHA: 17/07/92
ENCARGADO: Bccerra

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

El Zamorano, Abril - 1992

CRECIMIENTO Y ABSORCION DE NPK EN DOS HIBRIDOS DE SORGO GRANIFERO BAJO TRES DENSIDADES

POR:

MANUEL ALFREDO GRANADOS

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

MANUEL ALFREDO GRANADOS

Abril 1992

DEDICATORIA

A Dios por estar siempre a mi lado. A mi padre QDDG, por haber inculcado en nosotros el deseo de superarnos. A Ida Buscha pues fue capaz de despertar en mí el deseo de seguir estudiando. A mi madre y a mis hermanos por haberme ayudado y alentado en los momentos más difíciles del camino. A mi tío Manuel pues gracias a él y a su consejo oportuno hoy puedo escribir estas líneas. A Regina por haber sido compañera y amiga en todo momento. A mis tías Anita, Elba y Nena por ser siempre tan especiales conmigo. A todos mis amigos que de una u otra manera contribuyeron al logro de esta meta.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Francisco Gómez por haberme ayudado con su conocimientos y experiencia profesional a la finalización de esta tesis y por su guía para mi formación académica.

Al Dr. Leonardo Corral por el apoyo, confianza y comprensión brindada, durante el cuarto año en la EAP.

A la Inga. Hilda Flores por su gran colaboración en este trabajo, sus consejos oportunos y haber sido una excelente compañera de trabajo.

Al proyecto INTSORMIL las facilidades brindadas, especialmente al Dr. Dan Meckenstock.

Al Programa de Investigaciones en Frijol por haberme facilitado las herramientas necesarias para la realización y toma de datos del ensayo, en especial al Dr. Juan Carlos Rosas y los Ings. Aracely Castro y Ramiro Moncada.

Al Dr. Juan Jose Alán por su consejos oportunos

Al Dr. Marciano Rodriguez por sus enseñanzas durante el tiempo que estuvo en la EAP.

A Dra. Catherine Thome por su ayuda brindada.

A todos los estudiantes de las Clases 92 y 93 que de una u otra forma estuvieron involucrados en la realización de esta tesis.

A todos realmente GRACIAS.

RECONOCIMIENTO

Esta investigacion fue parte del Contrato de Concesión para el Fortalecimiento de la Investigación en el Cultivo del Sorgo, entre la Escuela Agrícola Panamericana y la Secretaría de Recursos Naturales (Acuerdo Nº 3524-91, Tegucigalpa, 9 de diciembre de 1991).

INDICE

DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTO iii
RECONOCIMIENTO iv
Indice v
LISTA DE CUADROS vi
LISTA DE FIGURAS vii
LISTA DE ANEXOS viii
COMPENDIO ix
INTRODUCCION 1
REVISION DE LITERATURA 4
Potencial de Rendimiento 4
Parámetros de Crecimiento 5
Indice de Area Foliar 7
Tasa de Crecimiento del Cultivo 8
Tasa de Asimilacion Neta 8
Requerimientos y Absorción de Nutrimentos 8
MATERIALES Y METODOS 11
RESULTADOS Y DISCUSION 16
Rendimiento y Comportamiento Agronómico 16
Análisis de Crecimiento 17
Absorción de Macronutrimentos NPK 20
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 23
LITERATURA REVISADA 24
ANEXOS 27
DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR 49
FIRMAS DEL COMITE 50

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 9

Cuadro 2 11

Cuadro 3 13

Cuadro 4 16

Cuadro 5 22

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 18
Figura 2 21

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 28
Anexo 2 29
Anexo 3 30
Anexo 4 31
Anexo 5 32
Anexo 6 33
Anexo 7 34
Anexo 8 35
Anexo 9 36
Anexo 10 37
Anexo 11 38
Anexo 12 39
Anexo 13 40
Anexo 14 41
Anexo 15 42
Anexo 16 43
Anexo 17 44
Anexo 18 45
Anexo 19 46
Anexo 20 47
Anexo 21 48

COMPENDIO

El entendimiento de las diferencias en los patrones de crecimiento, acumulación de materia seca y absorción de macronutrimentos, entre los sorgos híbridos fotosensitivos tropicales y los híbridos insensitivos convencionales, bajo diferentes presiones de población, es importante para planificar las estrategias de mejoramiento en los nuevos híbridos y realizar programas de fertilización eficientes. Se condujo un experimento de campo utilizando dos híbridos contrastantes en sensitividad al fotoperiodo y altura (H1105 y DK64), bajo tres densidades de siembra (170000, 204000 y 223000 plantas ha^{-1}). Se hicieron muestreos en los diferentes estadíos del cultivo, dividiendo cada planta en sus componentes (hoja, tallo y panícula), para determinar parámetros de crecimiento, materia seca y absorción de NPK. También se estimó el rendimiento de grano y sus componentes agronómicos.

Las diferencias más importantes fueron debidas a los híbridos. El maicillo híbrido H1105 rindió más que el híbrido convencional DK64 (7.4 vrs 6.0 t ha^{-1}). La superioridad de H1105 se debió a que produjo mayor número de granos por área, granos de mayor peso y panículas más largas. En este estudio se demostró que H1105 fue superior porque también posee una mayor tasa de crecimiento y tasa de asimilación neta promedio (TCC_M = 45 vrs 36 g m^2 d^{-1} y TAN_M = 9.4 vrs 8.2 g m^2 d^{-1}). Los tallos en H1105 fueron la demanda principal de fotosintatos, mientras que en el híbrido convencional fueron las hojas.

El patrón y la cantidad absorbida de macronutrimentos fue similar. Esto demuestra que H1105 fue más eficiente en la producción de materia seca y grano a partir de cantidades similares de nutrimentos absorbidos. H1105 necesitó 36-10-58 kg ha^{-1} de NPK por cada tonelada de materia seca, mientras que DK64 necesitó 46-10-58 de NPK.

Estos resultados sugieren que en los maicillo híbridos existe un sistema más eficiente de asimilación de nutrimentos, capaz de elevar el potencial de rendimiento de grano y forraje en regiones tropicales.

INTRODUCCION

El sorgo es el quinto cultivo en importancia entre los cereales del mundo, después del trigo, maíz, arroz y cebada (FAO, 1986). Debido a su tolerancia a la sequía ha recibido la designación apropiada de "cultivo maravilloso" para la agricultura de las regiones semiáridas con lluvia errática.

En Honduras se siembran entre 60 mil y 70 mil hectáreas anuales, con una producción promedio de 0.85 t ha^{-1} (1970-1989). Aproximadamente 90% de esta área se cultiva con sorgos tropicales llamados maicillos y el 10% restante con híbridos y variedades mejoradas. Los maicillos son sorgos altos, con uno o dos alelos recesivos para enanismo braquítico (1-2 dw) fotosensitivos y con bajo pero estable potencial de rendimiento (> 1 t ha^{-1}), mientras que los cultivares mejorados son bajos (2-3 dw), fotoinsensitivos y con alto potencial de rendimiento (< 5.t ha^{-1}). En los últimos tres años el uso de semilla mejorada de híbridos y variedades de sorgo se ha incrementado de un 5% utilizada en 1987, a un 13% en 1990 (Granados, 1991).

El Proyecto Sorgo EAP/SRN/INTSORMIL desarrolla cultivares de maicillo híbrido que combinan la adaptación y fotosensitividad de los maicillos, con un alto potencial de rendimiento. El mejoramiento del germoplasma de maicillo se centra en desarrollar líneas e híbridos sensibles al fotoperiodo y con mejor adaptación a condiciones tropicales. Desde el punto de vista de desarrollo sostenido, los maicillos híbridos tienden a incentivar el uso de híbridos entre los pequeños agricultores, lo cual les permitirá alcanzar el punto en el cual la inversión en tecnología se toma económicamente factible.

El grano puede ser destinado tanto para consumo humano como animal. En la última década (1980-1990) la demanda de maíz ha sido mayor que la oferta. Por tal motivo las plantas procesadoras han recurrido al sorgo como alternativa

para satisfacer el mercado, ya que éste no presenta una competencia tan marcada por el destino de su producción, como sucede con el maíz.

El mejoramiento del sorgo y el aumento en su productividad dependen mucho de un mejor entendimiento de las características fisiológicas y su desarrollo. Debido a esto es importante conocer las cantidades de nutrimentos absorbidos en las diferentes etapas de su desarrollo, bajo las condiciones de clima, suelo y manejo que existen en ambientes similares e influyen en el comportamiento de un genotipo en particular. De igual manera, es importante determinar las características de crecimiento, y orientar los esfuerzos de mejoramiento a obtener híbridos mas eficientes en la producción de fitomasa y su consecuente distribución en follaje y grano. Es de esperar que los nuevos maicillos híbridos, por poseer nuevas combinaciones alélicas, diferente respuesta al fotoperíodo y altura, posean sistemas fisiológicos diferentes a los híbridos convencionales.

Examinando la parte aérea (dosél) de la planta de sorgo nos permite estimar su capacidad de utilizar mejor la radiación solar neta, expresado en términos de índice área foliar y tener sistemas más eficientes de asimilación de nutrimentos, acumulación de materia seca y crecimiento. La luz en el dosél de las plantas es más rica en la banda de radiación infrarroja y verde; pero es pobre con respecto a otras bandas visibles del espectro. Siendo que los maicillos han sufrido procesos alopátricos de diferenciación con respecto a sus ancestros africanos, como ser adaptación a siembras intercaladas con maíz, es de suponer algunas diferencias en las características que determinan el IAF.

La asimilación de elementos nutritivos precede a la acumulación de materia seca, ya que estos nutrimentos junto con el proceso fotosintético son esenciales para el crecimiento del cultivo. El uso de fertilizantes es necesario para sostener

altos rendimientos. Las prácticas de fertilización en sorgo requieren como guía, relacionar el estado nutricional y el crecimiento de la planta.

Los objetivos de este estudio fueron:

• Determinar las diferencias en acumulación de materia seca (MS), tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y la tasa de acumulación neta (TAN) de dos híbridos de sorgo bajo tres densidades de población.

• Determinar la eficiencia en la absorción de macronutrimentos (N-P-K) de dos genotipos de sorgo híbrido, bajo tres densidades de población y su efecto en el rendimiento de grano y fitomasa.

REVISION DE LITERATURA

Potencial de Rendimiento

El sorgo tiene un potencial de rendimiento alto, comparable al del arroz, trigo y maíz. En condiciones de campo puede llegar a superar los 11,000 kg ha^{-1}; con rendimientos promedios que fluctúan entre 7,000 kg ha^{-1} y 9,000 kg ha^{-1} en zonas donde la humedad no es un factor limitativo. En zonas donde el sorgo es un cultivo común se obtienen rendimientos de 3,000 a 4,000 kg ha^{-1} bajo buenas condiciones. Cuando la humedad se vuelve limitante los rendimintos son de 300 a 1000 kg ha^{-1} (House, 1985).

El rendimiento es el resultado de la interacción de sus componentes (Grafius, 1959). Los principales componentes de rendimiento son:

$$\left(\frac{kg}{ha}\right) = \left(\frac{Plantas}{ha}\right)\left(\frac{Panículas}{Planta}\right)\left(\frac{Semillas}{Panícula}\right)\left(\frac{mg}{Semilla}\right)$$

Rendimiento Densidad GS_1 GS_2 GS_3

Los componentes siguen una secuencia morfológica de izquierda a derecha, la interacción depende de cuál órgano se forma primero y tiende a ser compensatoria, dependiendo de la disponibilidad de recursos (Adams y Grafius, 1971).

La densidad de siembra en sorgo (plantas ha^{-1}) depende del potencial de rendimiento, el cual está controlado por la cantidad de humedad disponible. Comercialmente las densidades utilizadas varian desde 45,000 plantas ha^{-1} para un potencial de rendimiento de 2 t ha^{-1} de grano; hasta casi 200,000 plantas ha^{-1} para obtener más de 8 t ha^{-1} de grano (Bennet et al ,1990).

Los sorgos modernos, como los híbridos, han sido desarrollados para producir solamente una panícula. Cada panícula de sorgo es capaz de producir hasta 6,700 granos (Doggett, 1988). El número de granos está negativamente correlacionado con el peso de cada grano. Los sorgos comerciales generalmente presentan pesos de 3.0-3.5 g por 100 granos (House, 1985).

El sorgo posee una capacidad extraordinaria de compensación entre los diversos componentes de rendimiento. Cultivos de sorgo con poblaciones bajas, pero bajo condiciones óptimas para el crecimiento durante las etapas 1-2 (0-20 d), compensarán su rendimiento con un aumento en el tamaño de panícula, que a su vez, aumentará el número de granos. Bajo condiciones de estrés en las etapas iniciales, pero más favorables durante el llenado (etapas 7 y 8), el rendimiento de grano se compensa con un aumento en el peso final del grano (Eastin et al, 1973).

Parámetros de Crecimiento

El crecimiento y desarrollo son procesos continuos que llevan a una morfogénesis característica de cada especie; ambos aspectos estan controlados por el genotipo, el ambiente y la interacción genotipo x ambiente. El crecimiento se puede definir como un proceso de multiplicación celular y de aumento en tamaño de las celulas. También, la diferenciación o especialización de las células es parte del desarrollo de las plantas. Tomados en conjunto, estos procesos llevan a la acumulación de materia seca (Gardner et al., 1985)

El sorgo es una planta de días cortos, es decir, el meristema apical permanece vegetativamente hasta que la longitud del día es lo suficientemente corta para inducir su transformación a meristema floral. Una descripción del concepto de días cortos y la respuesta al fotoperiodo, es bastante compleja. Sin embargo, algunos autores basados en estas relaciones, han clasificado los sorgos en tres tipos (Dogget, 1988):

1. **Sorgos tropicales de tierras altas**, crecen y se reproducen a temperaturas nocturnas relativamente altas (17 °C), son sensibles al fotoperiodo y estan ubicados en los trópicos entre los 1,600 y 2,500 msmn. Este tipo de sorgo se encuentra en Africa, especialmente en las tierras altas de Etiopía, Uganda y Ruanda. Este germoplasma se utiliza en los valles altos de México, por su tolerancia a temperatura bajas durante floración.

2. **Sorgos de clima templado**, son relativamente insensibles al fotoperiodo y toleran codiciones frías al inicio y al final del periodo de crecimiento vegetativo, pero no durante la floración. Están adaptados a días cálidos o sombreados con noches frías. Los híbridos y variedades mejoradas (como DK 64) están en este grupo.

3. **Sorgos tropicales de tierras bajas**, están adaptados a días y noches relativamente cálidas a lo largo del periodo de crecimiento vegetativo y son sensibles al fotoperiodo. Los maicillos criollos de Centro América pertenecen a este grupo y requieren noches de 12 horas o más para iniciar su floracion (Meckenstock et al., 1985)

El fotoperiodo es una respuesta que permitió a los ancestros de los maicillos, adaptarse a la distribución bimodal de la época de lluvias en las regiones semi-áridas tropicales de Centro América, y madurar al final de ésta. Por esta característica, los maicillos criollos se siembran en mayo-junio y maduran en la época seca (diciembre), lo que permite al agricultor obtener grano de excelente calidad para consumo humano.

Se conocen cuatro loci para madurez en sorgo, los cuales se han denominado Ma_1, Ma_2, Ma_3, Ma_4 (Pao y Morgan, 1986). Estos loci controlan el periodo necesario para llegar a la diferenciación floral y a la madurez, a la vez que influyen en la respuesta al fotoperiodo y a la temperatura (Sorrells y Myers, 1982). Los maicillos criollos posenn Ma_1 y los nuevos maicillos mejorados mantienen

este alelo para favorecer su adaptación a los sistemas donde se cultivan los maicillos criollos.

También se han identificado cuatro loci que determinan la altura de la planta de sorgo, estos genes afectan la elongación de los entrenudos pero no su número (Quinby, 1974). Dichos loci se han denominado Dw_1, Dw_2 , Dw_3 y Dw_4. Los sorgos híbridos, que se utilizan para grano en la actualidad como DK64, son recesivos para tres de los loci (triple enanos) y sus genotipos por lo general son $dw_1Dw_2dw_3dw_4$. En cambio, los maicillos son recesivos para un locus y los maicillos mejorados son recesivos en dos de los loci para altura (Meckenstock et al., 1985).

Indice de Area Foliar

El índice de área foliar (IAF) expresa la relación entre el área del follaje y el área de terreno ocupado por el cultivo. Un índice de área foliar de 1, que es una unidad de área foliar por unidad de terreno, teóricamente intercepta toda la radiación incidente. Esto no es común, debido a la forma, grosor e inclinación de la hoja (Gardner et al., 1985), que modifican la calidad y cantidad de la radiación neta (Rosemberg et al., 1983). El máximo índice de área foliar reportado para gramineas es 8-10 para cultivares del tipo forrajero (Gardner et al., 1985). Gutierrez y Meckenstock (1992) reportaron valores máximos para IAF de 5.62 en SB III, una linea derivada de maicillo criollo (SB III) y de 1.78 en DK64.

En el sorgo, el índice de área foliar se puede estimar multiplicando tres factores: ancho máximo de la hoja, longitud máxima, y una constante (0.74, Stickler et al., 1961). Este valor que se conoce como área foliar, se estima para todas las hojas de cada una de las plantas, luego se multiplica por el número de plantas en la parcela y se divide por el área que cubren esas plantas.

Tasa de Crecimiento del Cultivo

La tasa de crecimiento del cultivo es la ganancia de peso seco de una población de plantas en una unidad de terreno en una unidad de tiempo. Es muy usada en el análisis del crecimiento de los cultivos, ya que contiene conceptos esenciales importantes para el entendimiento de la fisiología del cultivo (Foster et al., 1987; Gardner et al., 1985). La tasa de crecimiento máxima reportada en sorgo es de 51 g m^2 d^{-1}, para cultivares del grupo Sudangrass (Gardner et al., 1985). Moncada (1991) reportó valores promedios para TCC de 0.79 g plt^{-1} en maicillos criollos, 0.80 g plt^{-1} en maicillos mejorados y de 0.62 g plt^{-1} en sorgos de clima templado introducidos a Honduras.

Tasa de Asimilacion Neta

Es la acumulación de materia seca por unidad de área foliar por unidad de tiempo y es expresado usualmente in g m^{-2} (area foliar) dia^{-1}. Existe muy poca información sobre TAN para sorgo en la literatura y todavía no han sido reportados para maicillos criollos y sus derivados.

Requerimientos y Absorción de Nutrimentos

Un programa eficiente de fertilización en sorgo debe basarse en los requerimientos de nutrimentos por la planta, en la cantidad y disponibilidad de éstos en el suelo, y en la habilidad de los genotipos para asimilarlos más eficientemente.

Benett y Tucker (1986) indican que los factores más importantes que limitan la producción de sorgo granífero son la humedad y la fertilidad del suelo. Prácticas como el cultivar, densidad de plantas y uso de fertilizantes es común que estén acordes con el nivel de humedad previsto. Asímismo, el uso de una población adecuada puede mejorar en gran medida la eficiencia en la utilización del fertilizante.

Asimismo, los mismos autores afirman que los requerimientos nutricionales del cultivo deben de estar de acuerdo con el rendimiento potencial del cultivo. El rendimiento potencial es el rendimiento máximo posible cuando todas las técnicas y conocimientos se aplican idealmente en determinadas condiciones. Para una producción de 5,000 kg ha^{-1} de grano el cultivo necesita: 165 kg ha^{-1} de N, 18.3 kg ha^{-1} de P y 104 de K. Si la producción aumenta a 8,500 kg ha^{-1} de grano el cultivo necesita: 240 kg ha^{-1} de N, 40 de P y 142 de K.

Sánchez (1981) señala que en regiones tropicales, para una producción baja de 2.2 t ha^{-1}, el cultivo absorbe 26 kg ha^{-1} de N, 1.3 kg ha^{-1} de P y 6 kg ha^{-1} de K. Por otro lado, para una producción alta de 16 t ha^{-1} el cultivo absorbe 200 kg ha^{-1} de N, 14 de P y 40 de K. En los trópicos el sorgo es cultivado en una gran gama de suelos . En Centro América, el sorgo es cultivado en suelos de origen volcánico que generalmente poseen altas cantidades de potasio. Muchos de estos suelos poseen niveles bajos de N y bajo a medio de P, especialmente cuando han sido intensamente cultivados.

Según Vanderlip (1979), en suelos de climas templados el cultivo de sorgo para producir 100 kg de grano, absorbe 2.4-3.6 kg de N, 0.5-1.25 kg de P y 2.8-3.1 kg de K. Cierta proporción de estos nutrimentos son aportados por el suelo, por lo que estas cifras no deben ser tomadas como los índices definitivos para programas de fertilización.

La concentración de nutrimentos en el cultivo de sorgo depende de la etapa de desarrollo en que se encuentra el cultivo, del cultivar, y de la parte de la planta en la cual se toma la muestra. Grundon et al., (1987) publicó datos de concentraciones de NPK en diferentes partes de la planta de sorgo, obtenidos por varios investigadores (Cuadro 1).

Cuadro 1 Porcentaje de macroelementos (NPK) en sorgo granífero correspondiente a 90% de rendimiento máximo en varios cultivares.

Etapa de Crecimiento	Parte de la planta	N	P	K
1. Tercera hoja				
2. Quinta hoja	hoja más joven	5.3		
3. Diferenciación	cogollo	3.0	0.50	2.5 - 4.5
4. Hoja bandera	hoja más joven	3.3 - 4.8	0.48	
5. Bota o panzoneo				
6. Floración	cogollo	1.8	0.52	
7. Estado lechoso	2da. hoja debajo de la panoja	2.5	0.25	1.0 - 1.7
8. Grano bien formado				

Fuente: Grundon *et al.*, (1987).

El uso del análisis de partes de la planta como una herramienta de diagnóstico está basado en la existencia de una relación funcional entre el rendimiento del cultivo y la concentración de nutrimentos en la planta entera o un índice de tejido (Grundon et al., 1987). Sin embargo, estos nutrimentos no están distribuidos uniformemente en las distintas partes de las plantas, o aún dentro del mismo tejido. Además, la concentración de elementos en un mismo tejido varia de acuerdo al estadío de crecimiento, edad de la planta, genotipo (cultivar), condiciones climatológicas, e interacciones entre elementos.

MATERIALES Y METODOS

Dos cultivares de sorgo híbrido, DK-64 y H1105, con diferente altura (3 dw vrs. 2dw) y respuesta al fotoperiodo (Ma_1 vrs ma_1), fueron sembrados bajo tres densidades de siembra. El experimento de campo se sembró en la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, (772 msnm), en un suelo mollic ustifluvent, mediana sobre gruesa, mixto e isohipertérmico, el 26 de agosto de 1991. Muestras de suelo de la parcela experimental se analizaron para reacción de pH y contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, en el Laboratorio de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana. La determinación de nitrógeno se hizo mediante el método Kjheldal (micro); la de fósforo, mediante el método colorimétrico de fosfomolibdeno azul, utilizando un espectrofotómetro marca Milton Roy , modelo Spectronic-20; y la de potasio mediante el método de emisión de llama utilizando un espectrofotómetro marca Varian, modelo SpectrAA-5. Para extraer el fósforo y potasio disponible de la muestra, se utilizó la solución Mehlich. Los resultados de estos análisis se presentan en el Cuadro 2, e indican una reacción muy ligeramente ácida, con concentraciones media-bajas de nitrógeno total, altas de fósforo y potasio disponible.

Cuadro 2. Resultado del análisis de suelo de la parcela experimental localizada en la Vega 1, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1991.

pH	6.97 (H_2O), 6.0 (KCl)	moderamente acido
Nitrógeno	0.12%	medio bajo
Fósforo	57 ppm	alto
Potasio	440 ppm	muy alto

Las condiciones climatológicas imperantes durante el ciclo de cultivo se presentan en los Anexo 1-4. La precipitación total durante el ciclo del cultivo fue de 316 mm. Los promedios mensuales de temperatura máxima variaron entre 27 y 31 °C, mientras que los promedios de mínima variaron entre 15.2 y 17.6 °C.

Los tratamientos consistieron en combinaciones de híbridos y densidades de plantas, arreglados en un arreglo factorial (2 x 3), en un diseño de bloques completamente aleatorios con tres repeticiones. La parcela experimental consistió de seis surcos de 5 m de largo distanciados 0.80 m (Anexo 5). Cada tratamiento se repitió nueve veces en cada bloque, una para cada fecha de muestreo.

La preparación de tierras se realizó con un pase de arado y dos de rastra. Los camellones se hicieron con una surcadora. La semilla fue proporcionada por el Proyecto Sorgo EAP/SRN/INTSORMIL. La siembra se realizó manualmente con semilla tratada con Marshall 25TS (carbosulfan) en dosis de 40 g kg^{-1} de semilla. La cantidad de fertilizante aplicado se basó en el análisis de suelo. Se consideró una disponibilidad para N de 2% del N total, lo que equivale a 48 kg ha^{-1} de N. Se aplicó urea 46% de N, para suplir 168 kg ha^{-1} de N, en dos aplicaciones. A los 10 días después de germinación (ddg) se aplicó 58 kg de N y a los 30 ddg, 110 kg de N, hasta completar aproximadamente 216 kg ha^{-1}. No se aplicó P ni K porque las cantidades de estos elementos en el suelo eran altas (Cuadro 1). El fertilizante se aplicó en banda de manera uniforme, con una aplicadora manual del tipo Planet Junior. El fertilizante aplicado se incorporó manualmente con azadón.

A los siete días después de la germinación, las plantas se ralearon hasta obtener las densidades finales de 171,000, 204,000 y 223,000 plantas ha^{-1}. Las malezas se controlaron manualmente con azadón cuando se consideró necesario. No se presentarón daños económicos de insectos plaga. Se aplicaron 110 mm de

agua suplementarios, en cuatro riegos por aspersión como se indica en el Cuadro 3).

Para el análisis de crecimiento y asimilación de NPK, se hicieron muestreos destructivos de las partes aéreas de las plantas en el quinto surco de la parcela. Las muestreos fueron a los 11, 18, 32, 42, 51, 64, 77, 87 y 127 ddg. En cada muestreo y en cada parcela, se escogieron aleatoriamente tres plantas del surco de muestreo. Las tres plantas se llevaron al Laboratorio de Suelos y se separaron las hojas, tallos y panículas. Las diferentes partes de la planta se secaron hasta obtener un peso constante (48 h a 65 °C) utilizando una estufa marca Thelco, modelo 28. Las muestras secas fueron pesadas y molidas hasta que pasaron por una malla de acero inoxidable de 1 mm, en un molino de laboratorio marca Thomas Wiley. Las muestras de grano se molieron en un molino marca Tecatur, modelo Cyclotec 1093 Sample Mill.

Para el análisis foliar de macronutrimentos se pesaron aproximadamemte 0.1-0.2 g de muestra. El nitrógeno total se determinó mediante el método Kjheldal (micro). Para fósforo y potasio se utilizó una digestión húmeda con H_2SO_4 y

Cuadro 3. Aplicaciones de riego por aspersión al ensayo en la Vega, El Zamorano el 26 de agosto de 1991.

Fecha	Días despues de siembra	Tiempo de Riego h	Cantidad mm
28 de agosto	3	1,0	10
3 de septiembre	9	2,5	25
29 de septiembre	35	2,5	25
4 de noviembre	71	2,5	25
11 de noviembre	78	2,5	25
Total			110

H_2O_2. La determinación del fósforo total se hizo mediante el método colorimétrico de fosfomolibdeno azul, utilizando un espectrofotómetro marca Milton Roy, modelo Spectronic-20; y la de potasio total, mediante el método de emisión de llama utilizando un espectrofotómetro marca Varian, modelo SpectrAA-5

Las estimaciones de rendimiento y sus componentes se realizaron en los surcos 2 y 3 de cada parcela. El grano fue cosechado y trillado manualmente. El rendimiento de grano fue ajustado al 15% de humedad.

El análisis de crecimiento incluyó la estimación del índice de área foliar (IAF), tasa de crecimiento del cultivo (TCC), tasa de asimilación neta (TAN), número de hojas fotosintéticamente activas (verdes >50%) y acumulación de materia seca, para cada muestreo, de acuerdo con las fórmulas provistas por Foster et al.,(1987):

Indice de área foliar

$$IAF = [(L \times A \times 0.74) \times n^{o} \text{ de plantas por parcela}]/\text{área de parcela}$$

en donde,

L = longitud de cada hoja en cada planta

A = anchura máxima de cada hoja en cada planta

0.74 = factor del área foliar (Stickler et al ,1961)

Tasa de crecimiento del cultivo ($g\ m^{-2}\ d^{-1}$)

$$TCC = (\Delta ms/\Delta t)/\text{área de parcela}$$

en donde,

Δms = cambio en peso de materia seca,

Δt = cambio en tiempo

Tasa de asimilación neta ($g\ m^{-2}\ d^{-1}$)

$$TAN = TCC/IAF$$

El análisis de absorción de nutrimentos incluyó determinaciones de la cantidad de N, P, y K absorbida por las hojas, tallos y panícula, así como la eficiencia en su uso, mediante las fórmulas elaboradas por Maranville et al ,(1980):

Eficiencia en la utilización de nitrógeno

EUN = materia seca total/N en materia seca

Eficiencia en la utilización de fósforo

EUP = materia seca total/P en materia seca

Eficiencia en la utilización de potasio

EUK = materia seca total/K en materia seca

Los datos obtenidos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS® (Statistical Analisis System) versión 6.04 de acuerdo con el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = B_i + H_j + D_k + HD_{jk} + E_{ijk}$$

en donde,

Y_{ijk}= respuesta

B_i= efecto del i^{th} repetición

H_j= efecto debido al j^{th} híbrido

D_k = efecto debido al k^{th} densidad, y

HD_{jk}= efecto debido a la interacción del j^{th} híbrido con la k^{th} densidad

E_{ijk}= error esperado,

y en donde, j = 1,2 y k =1,2,3

Se realizó análisis de varianza y análisis de medias mediante la prueba SNK (Student-Newman-Keuls) al 5% de confidencia y análisis de correlación simple (Pearson's). También se aplicó analisis de regresión para determinar la TCC y TAN promedio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Rendimiento y comportamiento agronómico

Se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de grano y sus componentes, para híbridos y densidades (Anexo 6). El híbrido H1105 produjo 23 por ciento más grano que DK64 (7,4 vs. 6,0 t ha^{-1}). Esta diferencia en rendimiento se debió a que H1105 produjo mayor número de granos por m^2 (>4%) y con mayor peso (>20%) que DK64. El número de granos por m^2 mostró un coeficiente de correlación alto y positivo (r = 0.70) (Cuadro 4), con el rendimiento de grano; similarmente, el peso de grano también mostró una asociación alta y positiva (r = 0.75). El mayor número de granos se atribuye a que H1105 tuvo panículas con 4 cm más de largo que DK64 (Anexo 7).

Aparentemente la altura tuvo un efecto importante en el rendimiento (r = 0.64). H1105 es un híbrido 2 dw y alcanzó una altura promedio de 2.13 cm, mientras que DK64 es 3 dw y alcanzó solamente 1.49 cm. La diferencia en los alelos para altura entre ambos híbridos ocurre presumiblemente en el locus dw_3. Cassady (1965) informó que la condición dominante en este alelo aumentó los rendimientos y produjo granos más pesados.

Cuadro 4. Principales coeficientes de correlación Pearson (r) entre el rendimiento de grano y sus componentes.

Variable	Número de grano/m2	Peso 100 granos	Altura de planta	Longitud de panícula	Exersión de panícula
Rendimiento de grano	0.70 **	0.75 **	0.64 **		
Altura de planta		0.67 **		0.67 **	-0.63 **

†*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente

El efecto de la diferencia en el locus ma_1 entre H1105 (Ma_1) y DK64 (ma_1) resultaron en aproximadamente 4 d de separación en la diferenciación floral (35 vs. 31 d) y antesis (64 vs.60 d). Esto indica que el efecto del fotoperiodo fue mínimo y que en esta fecha de siembra, la diferenciación en los híbridos fotosensitivos es independiente de la longitud del día. Las fechas de siembras más tempranas tienden a poner en evidencia el efecto del fotoperiodo. En parcelas demostrativas y de mejoramiento de sorgo establecidas en la EAP el 11 de julio de 1991, H1105 alcanzó la antesis a los 99 d (Meckenstock, 1992). Por el contrario, cuando se siembra DK64 en época de primera alcanza floración entre los 55 y 64 d (Gómez, 1990, 1991).

Aunque el rendimiento de grano fue muy similar en las tres densidades utilizadas ($P>0.06$), los valores de rendimiento promedio indican una tendencia que la densidad media (204.000 plantas ha^{-1}) fue ligeramente superior que las densidades alta (>3%) y baja (>6%). Estas diferencias en rendimiento se debieron a que con la densidad media se produjo mayor número de granos por m^2 que con la baja (2.000) y más que con la alta (500) (Anexo 7).

Análisis de Crecimiento

Las diferencias en acumulación de materia seca (MS) total, así como en hojas, tallos y panículas, durante las fechas de muestreo fueron significativas especialmente entre los híbridos y en menor frecuencia entre densidades (Anexo 8). En general, el híbrido H1105 fue más eficiente en acumulación de MS en cada fecha de muestreo que DK64 (Anexo 9). Hasta la etapa de elongación de entrenudos (≈ 42 d), H1105 acumuló 17% más MS total que DK64. Estas diferencias se mantuvieron a lo largo del ciclo de crecimiento y a los 77 d se alcanzó el máximo en acumulación de MS total, y en donde, H1105 superó en 4 t ha^{-1} a DK64 (21 vrs. 17.4 t ha^{-1}).

La partición de la MS total acumulada en las hojas, tallos, panículas, siguió un patrón esperado durante el ciclo (Figura 1). A los 77 d las hojas y tallos

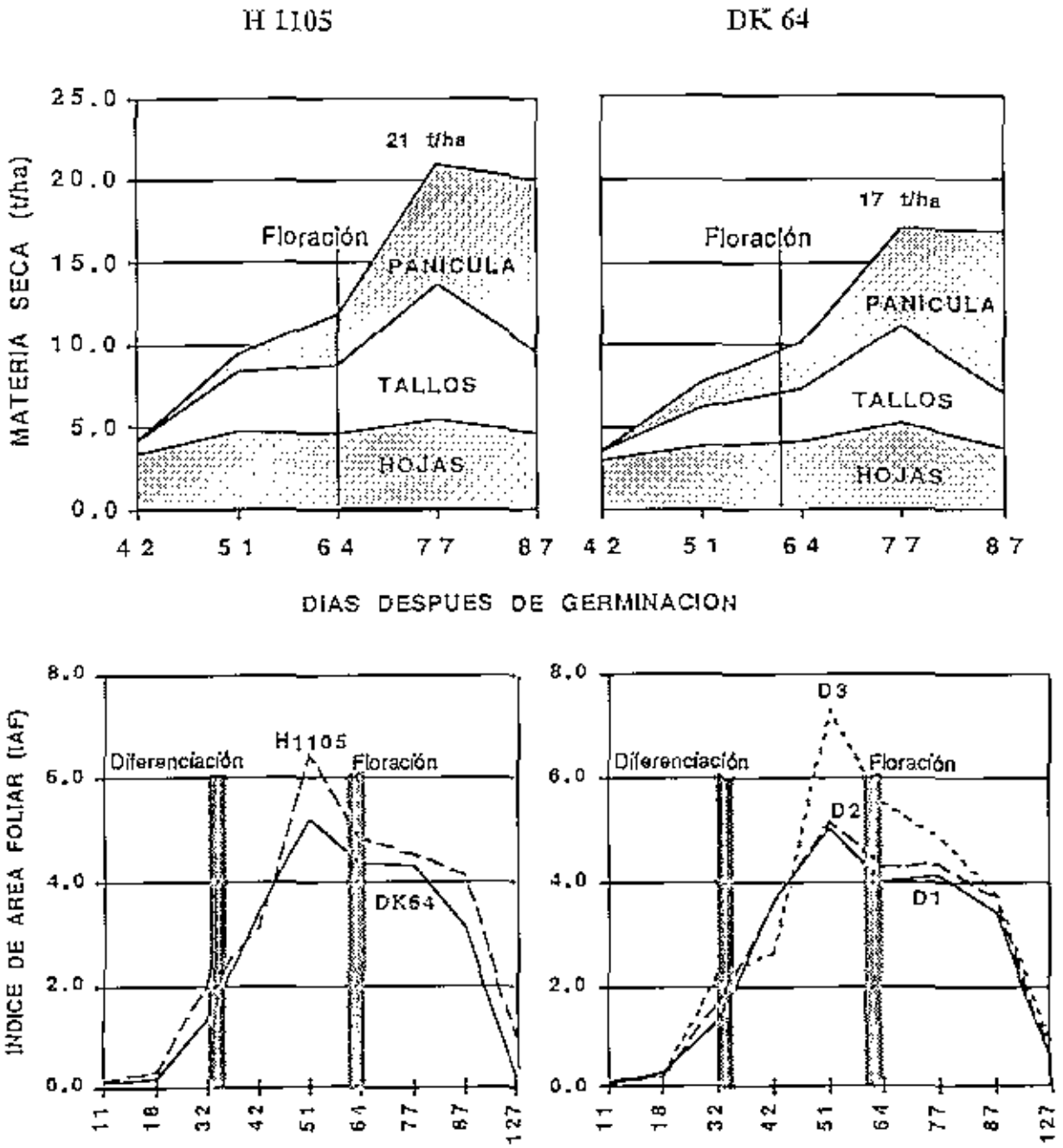


Figura 1. Acumulación de materia seca e índice de área foliar de los híbridos H1105 y DK64 en tres densidades (D1, D2 y D3).

alcanzaron el máximo peso seco. Ambos híbridos acumularon cantidades similares de MS en las hojas, pero H1105 acumuló más en los tallos. Cuando el grano entró al estado pastoso (≈ 87 d), H1105 y DK64 practicamente habían utilizado la misma cantidad de MS en producción de grano y mantenimiento metabólico; sin embargo, H1105 utilizó más la MS acumulada en el tallo, mientras que DK64 utilizó más de las hojas. En total, a los 87 d H1105 había translocado, al grano casi 200% más MS del tallo y hojas que DK64 (3.3 vrs 1.2 t ha^{-1}).

Se detectaron diferencias significativas en IAF entre híbridos al final de la etapa de elongación de entrenudos (51 d) y posterior a la etapa de máxima acumulación de MS (87 y 127 d). Las diferencias entre densidades fueron evidentes solamente al final de la etapa de elongación de entrenudos (51 d) y floración (64 d, $p>0.10$) (Anexos 10 y 11, y Figura 1).

Ambos híbridos alcanzaron su máximo IAF en la etapa de floración (64 d) y 13 días después alcanzaron el máximo peso seco. A los 87 d comenzó un marcado descenso en el IAF de DK64 pero no en el H1105 (23 vs 10%), lo cual coincide con la mayor reducción en la MS de hojas . Al momento de cosecha H1105 mantenía un IAF casi cinco veces mayor que DK64. Estos datos sugieren que la duración del área foliar en H1105 es mayor, y por consecuencia, es capaz de mantener la actividad fotosintética más allá de madurez fisiológica, probablemente por el efecto de mayor concentración de citokininas, las cuales se ha demostrado retardad la senilidad.

La tasa de crecimiento y la tasa de asimilación neta estimada para cada híbrido y para cada densidad mostró muy pocas diferencias significativas de importancia (Anexo 12). Sin embargo, los valores promedios (Anexo 13) indican una TCC y TAN mayor para H1105 que para DK64. Desde el principio de la etapa de elongación (42 d) hasta el estado lechoso (77 d), H1105 acumuló en promedio (TCC_M) 45 g m^2 d^{-1} y DK64 solamente 36 g m^2 d^{-1}. Similarmente, la

ganancia neta de fotosintatos (en su mayoría) por unidad de área foliar y tiempo (TAN_{AD}), fue mayor en H1105 que en DK64 (8.2 vrs. 9.4 g m^2 d^{-1}).

El índice de cosecha estimado fue similar para ambos híbridos (0.35). Este valor es 30 por ciento menor (0.50) que el reportado por Prihar (1990), indicando que estos cultivares produjeron suficiente fitomasa para producir 10.5 y 8.5 t ha^{-1} respectivamente para H1105 y DK64 y que posiblemente factores como la humedad disponible , posterior a la fecha de máxima acumulación de materia seca fueron limitantes (Figura 1).

Absorción de Macronutrimentos NPK

Los resultados obtenidos indican que H1105 posee mayor potencial de rendimiento que DK64 en siembras de postrera, con humedad limitada. Las cantidades de N absorbido no presentaron diferencias significativas ni para híbridos ni para densidades (Anexo 14 y 15). En el caso del fósforo tampoco hubo diferencias significativas (Anexo 16 y 17). Esto nos indica que el maicillo híbrido es capaz de producir mayor cantidad de grano y materia seca a partir de similares concentraciones de N y P. En el caso del potasio sí se observaron diferencias significativas en el tallo y la panícula, pero no así para el K total en la planta (Figura 2, Anexo 18 y 19).

La eficiencia en la utilización de los macronutrimentos fue significativa solamente para N. Los macronutrimentos P y K que se encontraban en cantidades no limitantes en el suelo, mostraron el mismo nivel de eficiencia en ambos híbridos (Anexos 20 y 21). Esto indica que la absorción y eficiencia de NPK es dependiente de la cantidad disponible en el suelo. Aparentemente, las altas concentración de P y K en el suelo permitieron una absorción de lujo.(Cuadro 5)

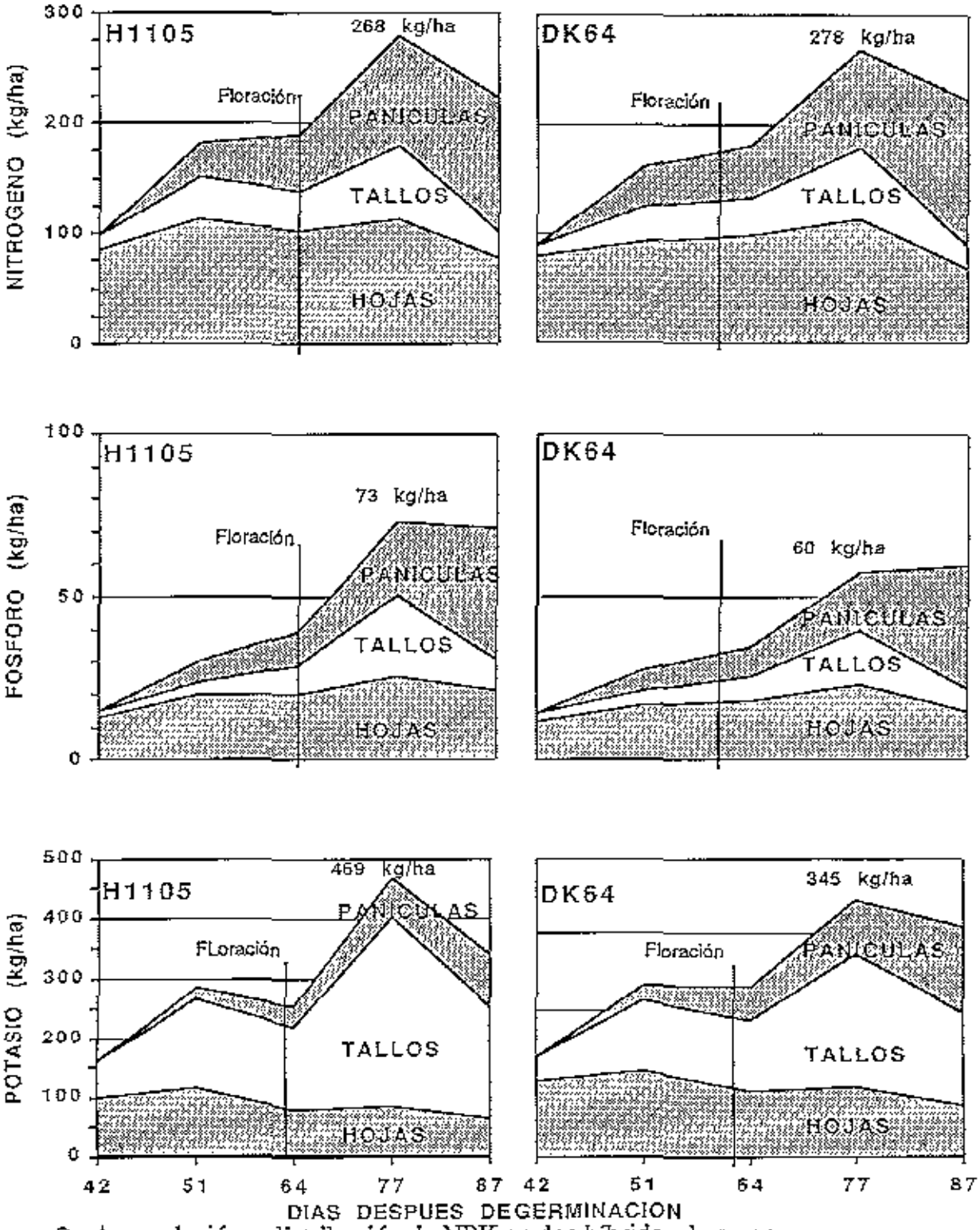


Figura 2. Acumulación y distribución de NPK en dos híbridos de sorgo.

Cuadro 5 Cantidad de NPK utilizados para producir una tonelada de grano por dos híbridos de sorgo granífero.

Categoría	Rendimiento $t\ ha^{-1}$	Cantidad de nutrimentos requeridos		
		Nitrógeno ($kg\ t^{-1}$)	Fósforo ($kg\ t^{-1}$)	Potasio ($kg\ t^{-1}$)
HIBRIDO				
H1105	7.4	36	10	63
DK64	6.0	46	10	58
DENSIDADES (plantas ha^{-1})				
D1 = 171,000	6.5	45	11	64
D2 = 204,000	6.9	40	9	61
D3 = 223,000	6.7	37	9	58

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El maicillo híbrido H1105 tienen mayor capacidad de rendimiento, mayor tasa de crecimiento y tasa de asimilación neta, es más eficiente en la producción de materia seca y grano a partir de cantidades similares de nutrimentos absorbidos, que el híbrido convencional DK64.

Esta superiodad demostrada abre una nueva dimensión en el uso de híbridos fotosensitivos en las zonas tropicales, para elevar los rendimientos de grano y forraje, especialmente entre pequeños agricultores con limitado acceso a insumos. De igual manera, promete introducir cultivares de sorgo con alto potencial de rendimiento, en sistemas en donde la cantidad y calidad de luz es limitada, como es el sistema maíz-maicillo, o cultivos en callejones con *Leucaena* spp, en tierras de ladera de pequeños agricultores con limitado acceso a insumos.

Basados en estos resultados y en la importancia que representa para los mejoradores, fisiólogos, agrónomos y científicos de suelo, conocer el potencial de rendimiento, características de crecimiento y absorción de nutrimentos de los nuevos maicillos híbridos, se recomienda lo siguiente: a) enfocar futuras investigaciones de este tipo a corroborar las diferencias obtenidas, utilizando mayor número de genotipos de cada tipo de híbrido; b) proporcionar condiciones óptimas de humedad durante el ciclo para permitir la máxima expresión del genotipo; y c) utilizar la información generada en este estudio para construir modelos no lineales de regresión para crecimiento y absorción de macronutrimentos, que describan mejor las relaciones.

LITERATURA REVISADA

ADAMS, M.W.; GRAFIUS, J.E. 1991. Yield components compensation-Alternative interpretations. Crop Science 11:33-35.

BENNETT, W.F.; TUCKER, B.B.; MAUNDER, A.B. 1990. Modern grain sorghum production. Iowa State University Press, Iowa, E.E.U.U. pp. 82-86.

CASSADY, A.J. 1965. Effect of a single height (Dw) gene of sorghum on grain yield components, an test wieght. Crop Science 5:385.

DOGGET, H. 1988. Sorghum. 2nd. ed. Logman Scientific & Technical, New York. pp 85.

EASTIN, J.D; HULTQUIST, J.H; SULIVAN, C.Y. 1973. Phisiological maturity in grain sorghum. Crop science 13:175-178.

FAO. 1987. 1986 Anuario de Producción. Vol. 40. Colección FAO: Estadística Nº 76. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación. Roma.

FOSTER, B.M; PEARSE, R.B.; McWILLIANS, M.D. 1987. Greenhouse experiment for teaching crop growth analisis. Agronomy Journal 16:33-36.

GARDNER, F.P.; PEARCE, R.B.; MITCHELL, R.L. 1985. Physiology of crop plants. Iowa Univ. Press, Ames, IW. p.197.

GOMEZ, F. AND D.H. MECKENSTOCK. 1989. 1990 Comportamiento de Sorgos Graníferos . Boletín Técnico EAP/SRN/INTSORMIL-2. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

GOMEZ, F. AND D.H. MECKENSTOCK. 1991. 1990 Comportamiento de Sorgos Graníferos . Boletín Técnico EAP/SRN/INTSORMIL-2. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

GRAFIUS, J.E. 1959. Heterosis in barley. Agronomy Journal 51:551-555.

GRANADOS, A.B. 1991. Comunicación personal.

GRUNDON, N.J; EDWARDS, D.G.; TAKKAR, P.N.; ASHER, C.J.; CLARK, R.B. 1987. Nutritional disorders of grain sorghum. Australian Centre for International Agricultural Research, Monograph No.2. 99 p.

GUTIERREZ, P.F.; MEKENSTOCK, D.H. 1992. Growth, yield and yield components of sorghum and maize in 'casado' intercropping. Submited to Crop Science.

HOUSE, L. 1985. A Guide to Sorghum Breeding. 2nd. ed. ICRISAT, India. pp 139.

MARANVILLE, J.W.; CLARK, R.B.; ROSS, W.M. 1980. Nitrogen efficiency in grain sorghum. Journal of Plant Nutrition 2: 577-589.

MECKENSTOCK, D.; WALL, G. C.; NOLASCO, R. 1985. Aspectos de mejoramiento genético en la investigación sobre sistemas de cultivos en Honduras. p. 68-75. *En* C.L. Paul y B.R. Dewalt. (ed). El sorgo en sistemas de producción en America Latina. Proc. Taller INTSORMIL, ICRISAT y FSSP, el Batan, México. 16-22 de septiembre, 1984. INTSORMIL, México, D.F., México.

MECKENSTOCK, D. 1992. Comunicación personal.

PAO, C.I.; MORGAN, P.G. 1986. Genetic regulation of development in *Sorghum bicolor:* II. Effect of the ma3 allele mimicked by GA3. Plant Physiology 82:581-584.

QUINBY, J.R. 1974. Sorghum Improvement and the Genetics of Growth. Texas A&M Press, College Station, TX.

ROSEMBERG, N.J.; BLAD, B.L.; VERMA, S.B. 1983. Microclimate. The Biological Environment. John Wiley & Sons. New York. 2 ed. pp 68.

SANCHEZ, P. 1981. Características y manejo. *In* Suelos del trópico. Trad. de la 1ª edición inglesa por C. Camacho. San José, Costa Rica, IICA. pp. 2-53. Serie de Libros y Materiales Educativos No. 48.

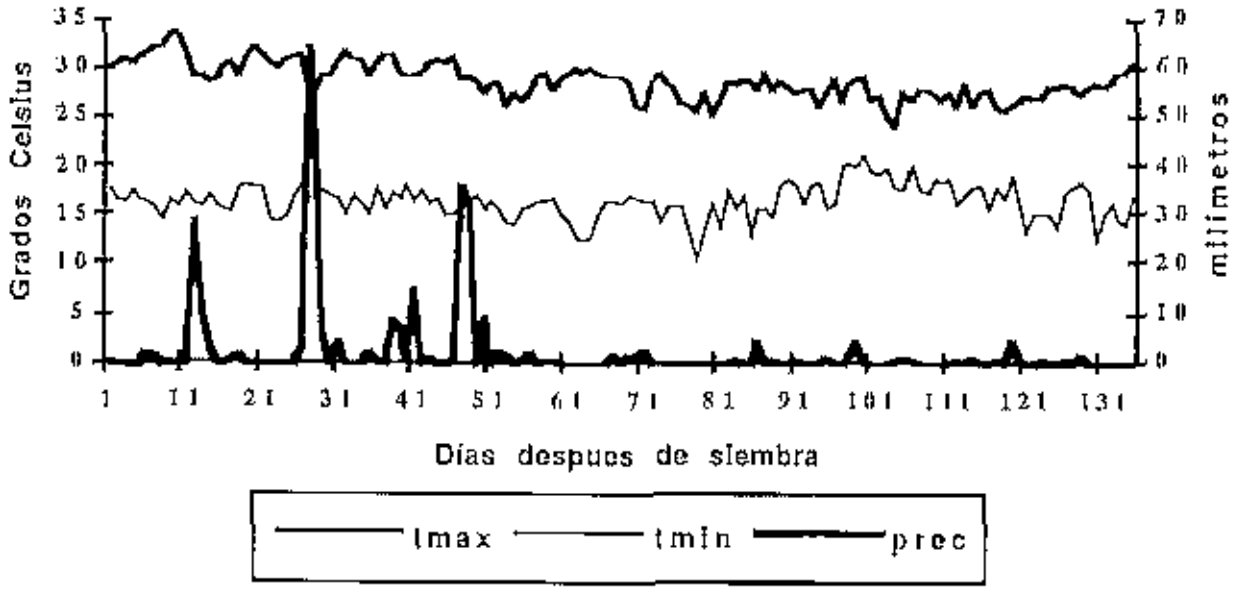
SORRELS, M.E.; MYERS, O. 1982. Duration of developmental stages of 10 Milo Madurity genotypes. Crop Scienci 22:310-314.

STICKLER, F.C.; WEARDEN, S.; PAULI, A.W. 1961. Leaf area determination in grain sorghum. Agronomy Journal 53: 187-188.

VANDERLIP, R.L. 1979. How a sorghum plant develops. Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan. 17 p.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUCIGALPA HONDURAS

ANEXOS



Anexo 1. Condiciones climatológicas en el Valle del Zamorano, durante el ciclo del cultivo, sembrado el 26 de agosto de 1991 y cosechado el 7 de enero de 1992.

Anexo 2. Datos diarios de precipitación (mm) reportados en la estación metereológica del Valle del Zamorano, durante el ciclo de cultivo, 1991.

Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre		
Fecha	Día	mm	Fecha	Día	mm	Día	Fecha	mm	Fecha	Día	mm	Fecha	Día	mm
1			1	7	1.5	1	37	0.0	1	68	0.0	1	98	0.8
2			2	8	0.1	2	38	8.7	2	69	1.3	2	99	4.5
3			3	9	0.0	3	39	6.9	3	70	1.3	3	100	0.5
4			4	10	0.0	4	40	0.4	4	71	2.6	4	101	0.0
5			5	11	0.0	5	41	14.6	5	72	0.0	5	102	0.1
6			6	12	28.3	6	42	0.0	6	73	0.0	6	103	0.0
7			7	13	11.0	7	43	0.7	7	74	0.0	7	104	0.6
8			8	14	3.4	8	44	0.0	8	75	0.0	8	105	0.9
9			9	15	0.1	9	45	0.0	9	76	0.0	9	106	0.4
10			10	16	0.0	10	46	0.5	10	77	0.0	10	107	0.0
11			11	17	0.3	11	47	35.7	11	78	0.0	11	108	0.0
12			12	18	1.4	12	48	32.5	12	79	0.0	12	109	0.1
13			13	19	0.0	13	49	0.0	13	80	0.0	13	110	0.0
14			14	20	0.0	14	50	9.1	14	81	0.0	14	111	0.0
15			15	21	0.0	15	51	0.0	15	82	0.0	15	112	0.2
16			16	22	0.0	16	52	1.9	16	83	0.4	16	113	0.0
17			17	23	0.0	17	53	1.4	17	84	0.0	17	114	1.1
18			18	24	0.0	18	54	0.0	18	85	0.0	18	115	0.0
19			19	25	0.0	19	55	0.4	19	86	4.3	19	116	0.0
20			20	26	3.0	20	56	2.3	20	87	0.0	20	117	0.5
21			21	27	64.3	21	57	0.0	21	88	0.3	21	118	0.0
22			22	28	44.9	22	58	0.5	22	89	0.0	22	119	4.4
23			23	29	5.7	23	59	0.5	23	90	0.0	23	120	0.2
24			24	30	0.0	24	60	0.0	24	91	0.3	24	121	0.0
25			25	31	4.5	25	61	0.0	25	92	0.0	25	122	0.0
26	1	0.4	26	32	0.1	26	62	0.0	26	93	0.0	26	123	0.3
27	2	0.0	27	33	0.0	27	63	0.0	27	94	0.0	27	124	0.0
28	3	0.0	28	34	0.0	28	64	0.0	28	95	0.8	28	125	0.1
29	4	0.0	29	35	2.3	29	65	0.0	29	96	0.0	29	126	0.2
30	5	0.0	30	36	0.6	30	66	0.0	30	97	0.0	30	127	0.0
31	6	2.1				31	67	1.5				31	128	1.6
Total		2.5			171.5			116.1			11.3			14.9

Anexo 3. Datos diarios de temperatura máxima (°C) reportados en la estación metereológica del Valle del Zamorano, durante el ciclo de cultivo, 1991-1992.

Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero		
Fecha	Día	Tmax	Fecha	Día	Tmax	Día	Fecha	Tmax	Fecha	Día	Tmax	Fecha	Día	Tmax	Fecha	Día	Tmax
1			1	7	32.0	1	37	31.3	1	68	29.1	1	98	28.3	1	98	28.0
2			2	8	32.2	2	38	31.3	2	69	28.5	2	99	28.7	2	99	28.3
3			3	9	33.3	3	39	29.5	3	70	26.2	3	100	29.0	3	100	28.0
4			4	10	33.5	4	40	29.2	4	71	25.8	4	101	26.7	4	101	28.5
5			5	11	31.5	5	41	29.0	5	72	28.5	5	102	27.3	5	102	29.5
6			6	12	29.0	6	42	29.3	6	73	29.3	6	103	25.2	6	103	29.3
7			7	13	29.0	7	43	30.5	7	74	28.2	7	104	24.0	7	104	30.5
8			8	14	28.5	8	44	30.7	8	75	28.0	8	105	27.5	8	105	
9			9	15	28.8	9	45	30.5	9	76	26.3	9	106	26.7	9	106	
10			10	16	29.8	10	46	31.1	10	77	26.1	10	107	27.7	10	107	
11			11	17	30.5	11	47	28.7	11	78	25.5	11	108	27.8	11	108	
12			12	18	29.0	12	48	29.2	12	79	27.5	12	109	27.3	12	109	
13			13	19	31.0	13	49	28.5	13	80	25.2	13	110	26.5	13	110	
14			14	20	32.0	14	50	27.5	14	81	26.5	14	111	27.5	14	111	
15			15	21	31.2	15	51	28.2	15	82	28.5	15	112	26.0	15	112	
16			16	22	30.5	16	52	28.5	16	83	28.2	16	113	28.2	16	113	
17			17	23	30.0	17	53	26.2	17	84	28.8	17	114	26.0	17	114	
18			18	24	30.7	18	54	27.5	18	85	28.5	18	115	27.5	18	115	
19			19	25	31.0	19	55	26.5	19	86	27.8	19	116	27.8	19	116	
20			20	26	31.2	20	56	27.5	20	87	29.5	20	117	26.0	20	117	
21			21	27	28.0	21	57	29.0	21	88	27.7	21	118	25.5	21	118	
22			22	28	27.5	22	58	29.5	22	89	28.5	22	119	26.0	22	119	
23			23	29	29.0	23	59	27.8	23	90	28.0	23	120	26.5	23	120	
24			24	30	29.0	24	60	28.7	24	91	27.5	24	121	27.2	24	121	
25			25	31	30.5	25	61	29.5	25	92	27.7	25	122	27.0	25	122	
26	1	30.0	26	32	31.5	26	62	29.8	26	93	27.8	26	123	27.0	26	123	
27	2	30.5	27	33	30.7	27	63	29.5	27	94	26.0	27	124	28.0	27	124	
28	3	31.0	28	34	30.8	28	64	30.0	28	95	27.5	28	125	28.0	28	125	
29	4	30.5	29	35	29.0	29	65	29.5	29	96	28.7	29	126	28.2	29	126	
30	5	31.0	30	36	30.5	30	66	29.2	30	97	26.7	30	127	28.0	30	127	
31	6	31.5				31	67	29.0				31	128	27.3	31	128	
Total		30.8			30.4			29.1			27.6			27.1			28.9

Anexo 4. Datos diarios de temperatura mínima (ºC) reportados en la estación metereológica del Valle del Zamorano, durante el ciclo de cultivo, 1991-1992.

Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero		
Fecha	Día	Tmin	Fecha	Día	Tmin	Día	Fecha	Tmin	Fecha	Día	Tmin	Fecha	Día	Tmin	Fecha	Día	Tmin
1			1	7	16.0	1	37	15.5	1	68	16.2	1	98	20.2	1	129	17.5
2			2	8	14.5	2	38	17.3	2	69	17.0	2	99	20.0	2	130	12.3
3			3	9	16.5	3	39	16.7	3	70	16.7	3	100	21.0	3	131	15.0
4			4	10	16.0	4	40	18.0	4	71	16.5	4	101	19.5	4	132	16.2
5			5	11	17.2	5	41	16.5	5	72	16.5	5	102	19.2	5	133	14.5
6			6	12	16.3	6	42	17.5	6	73	14.2	6	103	19.7	6	134	14.0
7			7	13	16.0	7	43	16.2	7	74	16.0	7	104	17.7	7	135	17.0
8			8	14	17.0	8	44	16.7	8	75	16.0	8	105	17.5	8	136	
9			9	15	16.0	9	45	15.0	9	76	15.8	9	106	20.0	9	137	
10			10	16	15.5	10	46	15.2	10	77	13.2	10	107	17.5	10	138	
11			11	17	15.3	11	47	16.3	11	78	10.5	11	108	17.3	11	139	
12			12	18	17.7	12	48	16.5	12	79	13.7	12	109	18.7	12	140	
13			13	19	18.2	13	49	17.0	13	80	16.3	13	110	18.3	13	141	
14			14	20	17.7	14	50	15.5	14	81	13.8	14	111	18.7	14	142	
15			15	21	17.7	15	51	16.5	15	82	17.5	15	112	16.3	15	143	
16			16	22	14.5	16	52	15.5	16	83	15.7	16	113	17.0	16	144	
17			17	23	14.3	17	53	14.3	17	84	16.9	17	114	17.7	17	145	
18			18	24	14.7	18	54	14.0	18	85	12.7	18	115	18.2	18	146	
19			19	25	16.7	19	55	15.7	19	86	15.5	19	116	15.5	19	147	
20			20	26	18.0	20	56	16.0	20	87	15.7	20	117	17.7	20	148	
21			21	27	16.7	21	57	16.5	21	88	14.7	21	118	16.7	21	149	
22			22	28	16.7	22	58	16.5	22	89	18.0	22	119	18.8	22	150	
23			23	29	17.5	23	59	16.7	23	90	18.7	23	120	15.7	23	151	
24			24	30	17.1	24	60	15.0	24	91	18.0	24	121	13.0	24	152	
25			25	31	16.7	25	61	14.3	25	92	16.2	25	122	15.0	25	153	
26	1	17.7	26	32	15.2	26	62	12.7	26	93	18.2	26	123	15.0	26	154	
27	2	16.7	27	33	17.0	27	63	12.3	27	94	18.5	27	124	15.0	27	155	
28	3	16.5	28	34	16.2	28	64	12.5	28	95	15.6	28	125	13.7	28	156	
29	4	17.5	29	35	15.0	29	65	15.0	29	96	16.2	29	126	17.2	29	157	
30	5	16.7	30	36	17.7	30	66	16.5	30	97	20.0	30	127	17.8	30	158	
31	6	16.5				31	67	16.5				31	128	18.5	31	159	
Total		16.9			16.4			15.7			16.0			17.6			15.2

Anexo 5. Disposición de tratamientos en el ensayo. Vega 1, Escuela Agrícola Panamerican El Zamorano, 26 de agosto de 1991.

BLOQUE III

E8	E9	E7	E3	E1	E2	E5	E6	E4
				V2D1				
E2	E5	E7	E8	E6	E9	E3	E4	E1
				V2D3				
E6	E8	E1	E9	E4	E3	E5	E2	E7
				V2D2				
E5	E8	E4	E6	E3	E7	E2	E9	E1
				V1D2				
E6	E1	E7	E8	E3	E9	E4	E2	E5
				V1D3				
E2	E1	E8	E7	E4	E5	E3	E6	E9
				V1D1				

BLOQUE II

E7	E1	E3	E4	E5	E9	E2	E8	E6
				V1D1				
E3	E4	E6	E2	E1	E9	E5	E7	E8
				V2D2				
E5	E6	E7	E3	E4	E2	E1	E8	E9
				V1D3				
E3	E9	E8	E4	E5	E7	E6	E1	E2
				V2D3				
E3	E8	E7	E4	E2	E9	E6	E1	E5
				V1D2				
E4	E1	E7	E9	E6	E2	E5	E8	E3
				V2D1				

BLOQUE I

E7	E1	E9	E2	E5	E4	E8	E3	E6
				V1D2				
E4	E3	E1	E6	E2	E9	E8	E7	E5
				V2D2				
E4	E9	E2	E1	E8	E6	E5	E7	E3
				V1D1				
E1	E7	E5	E4	E9	E6	E3	E2	E8
				V2D1				
E7	E8	E9	E2	E4	E3	E5	E1	E6
				V1D3				
E7	E4	E6	E9	E8	E1	E2	E3	E5
				V2D3				

107 m

35 m

5 m

43.2 m

V1= DK64 (Sorgo comercial)
V2=H1105 (Maicillo Híbrido)

D1=170,000 pl/ha
D2=200,000 pl/ha
D1=220,000 pl/ha

E1 = Etapa 1 (10 días)
E2 = Etapa 2 (20 días)
E3 = Etapa 3 (±30 días)
E4 = Etapa 4 (±42 días)
E5 = Etapa 5 (±50 días)
E6 = Etapa 6 (±60 días)
E7 = Etapa 7 (±70 días)
E8 = Etapa 8 (±82 días)
E9 = Etapa 9 (±100 días)

Parcelas:
6 surcos
5 m de longitud
0.8 entre surcos

Parcela

B	R	R	B	M	B
1	2	3	4	5	6

0.8 m

4.8 m

B= surco bordo
R= surco para rendimiento
M= surco para muestreo destructivo

Anexo 6. Análisis de varianza para rendimiento de grano y comportamiento agronómico de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Fuente de variación	gl	Rendimiento de grano	Número de grano/m2	Altura de planta	Longitud de panícula	Exserción de panícula	Acame de plantas	Peso 100 granos	Peso hectolítrico	Panículas por planta	Indice de trilla
Bloques	2										
Híbridos (H)	1	**†	*	**	**	**	**	**	0.10	**	NS
Densidades (D)	2	0.06	**	**	*	NS†	*	NS	NS	NS	*
H x D	2	0.08	NS	NS	NS	NS	NS	0.10	NS	NS	0.07
Error	154										
Total	161										

†*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente NS = no significativo al 0.10 nivel de probabilidad

Anexo 7. Valores promedios de rendimiento de grano y comportamiento agronómico de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

Categoría	n	Rendimiento de grano -t/ha-	Número de granos/m^2 -n°-	Altura de planta -cm-	Longitud de panícula -cm-	Exserción de panícula -cm-	Acame de plantas -%-	Peso de 100 granos -g-	Peso hectolítrico -kg/m^3-	Panículas por planta -n°-	Indice †† de trilla -%-
Híbridos											
DK-64	81	6.0 b	28,523 b	1.49 b	24 b	17 a	1.0 b	2.0 b	760 a	1.1 a	71 a
H1105	81	7.4 a	29,664 a	2.13 a	28 a	12 b	4.6 a	2.4 a	753 a	1.0 b	71 a
Densidades (plantas/ha)											
D1 = 171,000	54	6.5 a	28,004 b	1.77 b	26 ab	14 a	2.7 ab	2.2 a	761 a	1.0 a	72 a
D2 = 204,000	54	6.9 a	29,887 a	1.82 a	26 b	15 a	1.6 b	2.2 a	754 a	1.0 a	72 a
D3 = 223,000	54	6.7 a	29,391 a	1.83 a	27 a	15 a	4.2 a	2.2 a	754 a	1.0 a	69 a
Media general	162	6.7	29,094	1.81	26	15	2.8	2.2	757	1.00	71
CV%		13	11	4	8	21	187	10	3	11	7

† Medias seguidas por la misma letra no son significativas al 0.05 nivel de probabilidades, de acuerdo a la prueba SNK (Student-Newman-Keuls)

†† Indice de trilla estimado utilizando datos de los bloques I y III (108 observaciones).

Anexo 8. Análisis de varianza para la producción de materia seca en cinco estadíos (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Materia Seca																			
		42				51				64				77				87			
Fuente de variación	gl	HO†	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO
Bloques	2																				
Híbridos (H)	1	NS††	*		NS	NS	**	NS	**	NS	*	NS	NS	NS	0.08	0.10	*	*	**	NS	*
Densidades (D)	2	NS	NS		NS	**	*	**	**	*	0.08	NS	0.09	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
H x D	2	NS	NS		*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Error	10																				
Total	17																				

† HO=hojas, TA=tallos, PA=panícula, TO=total

††*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente NS = no significativo al 0.10 nivel de probabilidad

Anexo 9. Valores promedios para la producción de materia seca en cinco estadiós (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Materia seca																			
		42				51				64				77				87			
Categoría	n	HO[†]	TA	PA	TO t ha^{-1}	HO	TA	PA	TO t ha^{-1}	HO	TA	PA	TO t ha^{-1}	HO	TA	PA	TO t ha^{-1}	HO	TA	PA	TO t ha^{-1}
Hfbridos																					
DK-64	9	3.1a[††]	0.5b		3.6a	3.9a	2.2b	0.9a	7.7b	4.2a	3.1b	2.9a	10.2a	5.3a	5.8a	6.0a	17.0b	3.7b	3.2b	9.9a	17.0b
H1105	9	3.3a	0.9a		4.2a	4.8a	3.5a	0.9a	9.4a	4.7a	4.0a	3.2a	11.9a	5.4a	8.2a	7.4a	21.0a	4.6a	5.0a	10.4a	20.0a
Densidades (plantas/ha)																					
D1 = 171,000	6	3.1a	0.6a		3.7a	3.8b	2.2a	0.7a	6.7b	3.8b	3.1a	2.9a	9.7a	5.3a	7.8a	6.8a	19.9a	3.9a	3.9a	9.4a	17.0a
D2 = 204,000	6	3.5a	0.8a		4.3b	5.2a	2.9a	1.2a	9.4a	4.5ab	3.4a	2.9a	10.9a	5.5a	7.3a	6.8a	19.6a	4.1a	4.0a	10.1a	18.0a
D3 = 223,000	6	3.0a	0.7a		3.7a	5.5a	3.1a	0.8a	9.4a	5.3a	4.0a	3.3a	12.6a	5.2a	6.5a	6.2a	17.9a	4.4a	4.2a	10.3a	19.0a
Media general	18	3.2	0.7		3.9	4.9	2.8	0.9	8.5	4.5	3.5	3.0	11.0	5.3	7.2	6.6	19.0	4.1	4.0	9.9	18.0
CV%		33	39		31	15	16	43	13	19	19	18	18	14	39	21	19	18	19	14	14

[†] HO=hojas, TA=tallos, PA=panícula, TO=total

[††] Medias seguidas por la misma letra no son significativas al 0.05 nivel de probabilidades, de acuerdo a la prueba SNK (Student-Newman-Keuls)

Anexo 10. Análisis de varianza para el índice de área foliar en nueve estadíos (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Indice de Area Foliar								
Fuente de variación	gl	11	18	32	42	51	64	77	87	127
Bloques	2									
Híbridos (H)	1	NS†	NS	NS	NS	*	NS	NS	*	**
Densidades (D)	2	NS	NS	NS	NS	**	0.10	NS	NS	NS
H x D	2	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Error	10									
Total	17									

†*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente NS = no significativo al 0.10 nivel de probabilidad

Anexo 11. Valores promedios para el índice de área foliar en nueve estadíos (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Indice de Area Foliar								
Categoría	n	11	18	32	42	51	64	77	87	127
Híbridos										
DK-64	9	0.09 a†	0.16 a	1.36 a	3.44 a	5.22 b	4.35 a	4.32 a	3.13 b	0.21 b
H1105	9	0.12 a	0.31 a	2.08 a	3.12 a	6.44 a	4.84 a	4.55 a	4.12 a	1.01 a
Densidades (plantas/ha)										
D1 = 171,000	6	0.07 a	0.27 a	1.30 a	3.64 a	5.04 b	3.99 a	4.10 a	3.42 a	0.45 a
D2 = 204,000	6	0.12 a	0.21 a	1.66 a	3.58 a	5.16 b	4.27 a	4.35 a	3.70 a	0.55 a
D3 = 223,000	6	0.12 a	0.21 a	2.20 a	2.63 a	7.29 a	5.53 a	4.85 a	3.76 a	0.84 a
Media general	18	0.10	0.23	1.72	3.28	5.83	4.60	4.43	3.62	0.61
CV%		68	62	43	29	19	25	21	20	55

† Medias seguidas por la misma letra no son significativas al 0.05 nivel de probabilidades, de acuerdo a la prueba SNK (Student-Newman-Keuls)

Anexo 12. Análisis de varianza para la tasa de crecimiento y tasa de asimilación neta en cuatro estadíos (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Tasa de Crecimiento				Tasa de Asimilación Neta			
Fuente de variación	gl	42	51	64	77	42	51	64	77
Bloques	2								
Híbridos (H)	1	NS†	0.08	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Densidades (D)	2	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	0.06
H x D	2	*	**	NS	NS	0.09	**	NS	NS
Error	7								
Total	14								

†*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente NS = no significativo al 0.10 nivel de probabilidad

Anexo 13. Valores promedios para la producción de materia seca en cuatro estadiós (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Tasa de Asimilación Neta				Tasa de Asimilación Neta			
Categoría	n	42	51	64	77	42	51	64	77
Híbridos									
DK-64	9	9a	47a	18a	51a	3a	9a	4a	12a
HI105	9	10a	57a	22a	70a	3a	9a	5a	15a
Densidades (plantas/ha)									
D1 = 171,000	6	9a	34b	23a	69aa	3a	8a	6a	17a
D2 = 204,000	6	10a	56a	14a	69b	3a	11a	3a	16a
D3 = 223,000	6	9a	62a	24a	42a	4a	9a	5a	8a
Media general	18	9	50	20	60	3	9	4	14
CV%		31	28	69	55	36	27	83	42

† Medias seguidas por la misma letra no son significativas al 0.05 nivel de probabilidades, de acuerdo a la prueba SNK (Student-Newman-Keuls)

TCC_M = tasa de crecimiento promedio

$b1_{(HI105)} = 45\ g\ m^2\ d^{-1}$

$b1_{(DK64)} = 36\ g\ m^2\ d^{-1}$

$P(b1_{(HI105)} = b1_{(DK64)}) > 0.05$

TAN_M = tasa de asimilación neta promedio

$b1_{(HI105)} = 9\ g\ m^2\ d^{-1}$

$b1_{(DK64)} = 8\ g\ m^2\ d^{-1}$

$P(b1_{(HI105)} = b1_{(DK64)}) > 0.10$

Anexo 14. Análisis de varianza para la absorción de nitrógeno en cinco estadíos (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Nitrogeno																			
		42				51				64				77				87			
Fuente de variación	gl	HO†	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO
Bloques	2																				
Híbridos (H)	1	NS††	*		NS	0.07	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Densidades (D)	2	NS	NS		NS	**	NS	NS	*	0.07	0.09	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
H x D	2	0.06	0.09		0.06	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Error	10																				
Total	17																				

† HO=hojas, TA=tallos, PA=panícula, TO=total

††*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente NS = no significativo al 0.10 nivel de probabilidad

Anexo 15 . Valores promedios para la absorción de nitrógeno en cinco estadíos (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Nitrógeno																			
		42				51				64				77				87			
Categoría	n	HO†	TA	PA	TO kg/ha	HO	TA	PA	TO kg/ha	HO	TA	PA	TO kg/ha	HO	TA	PA	TO kg/ha	HO	TA	PA	TO kg/ha
Híbridos																					
DK-64	9	79a	9b		88a	93a	31a	37a	161a	98a	34a	49a	182a	114a	64a	90a	278a	68a	20a	134a	222a
H1105	9	85a	13a		99a	113a	39a	29a	181a	102a	36a	51a	189a	113a	66a	100a	268a	78a	25a	120a	223a
Densidades (plantas/ha)																					
D1= 171,000	6	77a††	11a		87a	77b	33a	32a	142b	87a	30a	47a	164a	116a	76a	102a	294a	67a	20a	123a	210a
D2= 204,000	6	93a	12a		105a	101b	35a	46a	182b	99a	36a	50a	185a	114a	66a	95a	274a	73a	22a	128a	223a
D3= 223,000	6	77a	10a		88a	131a	37a	22a	189a	116a	39a	54a	208a	110a	53a	87a	250a	79a	24a	130a	234a
Media general	18	82	11		93	103	35	33	171	100	35	50	185	113	65	95	273	73	22	127	222
CV%		33	31		31	21	26	77	17	19	19	19	18	13	47	24	19	23	42	16	19

† HO=hojas, TA=tallos, PA=panícula, TO=total

†† Medias seguidas por la misma letra no son significativas al 0.05 nivel de probabilidades, de acuerdo a la prueba SNK (Student-Newman-Keuls)

Anexo 16. Análisis de varianza para la absorción de fósforo en cinco estadíos (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Fósforo																			
		42				51				64				77				87			
Fuente de variación	gl	HO†	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO
Bloques	2																				
Híbridos (H)	1	NS	NS		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.08	NS	NS	NS
Densidades (D)	2	NS	NS		NS	0.06	*	*	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
H x D	2	*	NS		*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Error	10																				
Total	17																				

† HO=hojas, TA=tallos, PA=panícula, TO=total
††*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente NS = no significativo al 0.10 nivel de probabilidad

Anexo 17 Valores promedios para la absorción de fósforo en cinco estadíos (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Fósforo																			
		42				51				64				77				87			
Categoría	n	HO†	TA	PA	TO kg/ha	HO	TA	PA	TO kg/ha	HO	TA	PA	TO kg/ha	HO	TA	PA	TO kg/ha	HO	TA -%-	PA	TO kg/ha
Híbridos																					
DK-64	9	12a	2a		14a	17a	4a	7a	29a	18a	8a	9a	35a	23a	17a	18a	59a	15a	7a	38a	60a
H1105	9	13a	2a		15a	20a	4a	6a	33a	20a	9a	10a	39a	26a	25a	22a	73a	21a	10a	40a	71a
Densidades (plantas/ha)																					
D1= 171,000	6	10a	3a		12a	15b	6a	3b	24b	16a	9a	9a	33a	26a	22a	22a	70a	16a	8a	39a	62a
D2= 204,000	6	15a	2a		17a	20ab	8a	5a	34a	19a	9a	9a	37a	25a	21a	22a	65a	20a	9a	40a	69a
D3= 223,000	6	12a	2a		14a	22a	8a	4ab	35a	22a	9a	10a	41a	24a	19a	19a	63a	18a	8a	38a	65a
Media general	18	12	2		14	19	7	4	31	19	9	9	37	25	21	20	66	18	8	39	65
CV%		33	43		31	23	19	28	19	22	24	19	21	22	51	25	27	39	48	22	26

† HO=hojas, TA=tallos, PA=panícula, TO=total

†† Medias seguidas por la misma letra no son significativas al 0.05 nivel de probabilidades, de acuerdo a la prueba SNK (Student-Newman-Keuls)

Anexo 18. Análisis de varianza para la absorción de potasio en cinco estadíos (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Potasio																			
		42				51				64				77				87			
Fuente de variación	gl	HO†	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO	HO	TA	PA	TO
Bloques	2																				
Híbridos (H)	1	NS††	**		NS	NS	**	NS	**	NS	**	*	NS	NS	*	NS	0.09	NS	*	*	NS
Densidades (D)	2	NS	NS		NS	**	*	*	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
H x D	2	NS	NS		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Error	10																				
Total	17																				

† HO=hojas, TA=tallos, PA=panícula, TO=total

††*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente NS = no significativo al 0.10 nivel de probabilidad

Anexo 19. Valores promedios para la absorción de potasio en cinco estadíos (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Potasio																			
		42				51				64				77				87			
Categoría	n	HO†	TA	PA	TO kg/ha	HO	TA	PA	TO kg/ha	HO	TA	PA	TO kg/ha	HO	TA	PA	TO kg/ha	HO	TA	PA	TO kg/ha
Híbridos																					
DK-64	9	103a	33b		136a	117a	95b	20a	232b	89a	95b	46a	230a	95a	177b	73a	345a	68a	127b	115a	310a
H1105	9	99a	61a		160a	117a	150a	17a	284a	78a	142a	36b	256a	84a	317a	68a	469a	65a	191a	83a	339a
Densidades (plantas/ha)																					
D1= 171,000	6	94a††	44a		138a	93b	102b	14b	215b	71a	107a	37a	215a	91a	249a	75a	416a	60a	147a	89a	297a
D2= 204,000	6	114a	48a		161a	126a	130a	24a	248b	86a	120a	41a	248a	92a	257a	69a	418a	67a	163a	107a	337a
D3= 223,000	6	95a	50a		145a	132a	135a	18ab	266a	94a	127a	45a	266a	86a	234a	66a	386a	72a	167a	100a	339a
Media general	18	101	47		148	117	122	19	257	84	118	41	243	90	247	70	407	66	159	99	324
CV%		36	37		31	17	15	29	13	24	23	19	21	17	51	21	34	23	25	31	22

† HO=hojas, TA=tallos, PA=panícula, TO=total

†† Medias seguidas por la misma letra no son significativas al 0.05 nivel de probabilidades, de acuerdo a la prueba SNK (Student-Newman-Keuls)

Anexo 20. Análisis de varianza para la eficiencia en la utilización de macronutrimentos en cinco estadíos (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Eficiencia en la Utilización de Macronutrimentos														
		42			51			64			77			87		
Fuente de variación	gl	N†	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Bloques	2															
Híbridos (H)	1	NS††	NS	NS	0.09	NS	NS	**	NS	NS	**	NS	NS	**	NS	NS
Densidades (D)	2	NS	0.07	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.09	NS	NS	NS	NS	NS
H x D	2	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Error	10															
Total	17															

† N=nitrógeno, P=fósforo, K=potasio

††*, ** = significativo al 0.05 y 0.01 nivel de probabilidad, respectivamente NS = no significativo al 0.10 nivel de probabilidad

Anexo 21. Valores promedios para la eficiencia en la utilización de macronutrimentos en cinco estadíos (días después de germinación) de dos híbridos de sorgo granífero en tres densidades de siembra, sembrados el 26 de agosto de 1991, en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.

		Eficiencia en la Utilización de Macronutrimentos														
		42			51			64			77			87		
Categoría	n	N†	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
Híbridos																
DK-64	9	42a	270a	27a	48a	262a	33a	56a	295a	45a	64b	297a	51a	76b	286a	
H1105	9	42a	294a	26a	52a	297a	33a	63a	305a	46a	76a	292a	47a	90a	282a	
Densidades (plantas/ha)																
D1= 171,000	6	42a	315a	26a	49a	288a	31a	59a	292a	46a	64a	289a	50a	84a	289a	
D2= 204,000	6	41a	245a	27a	42a	277a	35a	59a	300a	44a	76a	304a	49a	83a	271a	
D3= 223,000	6	43a	286a	26a	50a	273a	33a	60a	309a	47a	68a	290a	48a	82a	293a	
Media general	18	42	282	26	50	279	33	60	300	46	70	294	49a	83	284	
CV%		7	17	10	9	18	9	6	9	8	4	10	15	7	14	

† N=nitrógeno, P=fósforo, K=potasio

†‡ Medias seguidas por la misma letra no son significativas al 0.05 nivel de probabilidades, de acuerdo a la prueba SNK (Student-Newman-Keuls)

DATOS BIOGRAFICOS DEL AUTOR

Nombre:	Manuel Alfredo Granados Centeno
Fecha de nacimiento:	3 de julio de 1968
Lugar de Nacimiento:	Rivas, Nicaragua
Estado Civil:	Soltero
Dirección:	Colonia Las Hadas, Tegucigalpa. Tel. 33-9935

EDUCACION

Universitaria	Agrónomo. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 1989
Secundaria:	Bachiller en CC y LL. Instituto Franciscano Inmaculada Concepción, Tegucigalpa, Honduras. 1986
Primaria:	Escuela Santo Domingo de Guzmán. Rivas, Nicaragua. 1980