

EFICIENCIA DE LOS SORGOS SUREÑO E ISLAP DORADO EN EL
USO DE NITROGENO DURANTE LA PRIMERA Y POSTRERA

POR,

Miguel A. Talavera F.

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCION DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROISIS:	4399
FECHA:	29/IV/92
ENCARGADO:	<i>Zou</i>

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

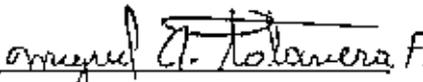
Abril, 1991

EFICIENCIA DE LOS
SORGOS SUREÑO E ISIAP DORADO
EN EL USO DE NITROGENO
DURANTE LA PRIMERA Y POSTRERA

Por:

Miguel A. Talavera F.

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


Miguel A. Talavera F.

Abril 1991

DEDICATORIA

A mis padres con mucho cariño y a mi patria Honduras.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Dan H. Meckenstock, por el apoyo brindado en este período de mis estudios y preparación en mi experiencia como investigador.

Al personal del proyecto INTSORMIL, especialmente al Dr. Francisco Gómez, y al Ing. Patricio F. Gutiérrez C., por sus conocimientos brindados y ayuda en todo momento, de igual manera al Ing. Alejandro Palma y a la Secretaria Ejecutiva Vilma Castillo.

A los profesores del Departamento de Agronomía en especial al Dr. Leonardo R. Corral, al Dr. Marciano Rodríguez, al Ing. José A. Perdomo, al Dr. Juan Carlos Rosas y al Dr. Juan José Alán por sus enseñanzas.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE AGRICULTURA
CATEDRA DE AGRICULTURA
INTEGRACION DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERIA
CARRERA DE INGENIERIA EN AGRICULTURA
CATEDRA DE AGRICULTURA
CATEDRA DE AGRICULTURA

RECONOCIMIENTO

Esta investigación fue parte del Programa de Mejoramiento de Sorgo en Honduras y América Central, Escuela Agrícola Panamericana, Dr. Dan H. Meckenstock, Líder. Este estudio se financió en parte con fondos de la Ley Pública 480 Título I, Carta de Ejecución No. 20 del 11 de julio 1990.

Reconociendo especialmente a la Agencia Internacional de Desarrollo (AID), por mi preparación académica de agrónomo; y al Grupo de las Empresas Maduro por su ayuda financiera en la culminación de mis estudios.

INDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RECONOCIMIENTO	v
INDICE.....	vi
INDICE DE CUADROS	viii
COMPENDIO	1
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA	2
El Nitrógeno del Suelo.....	2
Nitrógeno en la Planta	3
Problemas de la Aplicación de Nitrógeno	3
Urea como Fuente de Nitrógeno.....	4
Fertilización Nitrogenada en Sorgo	4
MATERIALES Y METODOS	7
Características del Ambiente Experimental.....	7
Diseño Experimental.....	7
Variedades.....	9
Manejo del Experimento.....	9
Precipitación Pluvial	11
Primera	11
Posrtera.....	11
Rebrote	11

RESULTADOS Y DISCUSION.....	13
Primera.....	13
Postrera.....	16
Rebrote.....	20
CONCLUSIONES.....	24
RECOMENDACIONES.....	25
LITERATURA CITADA.....	26
DATOS BIOGRAFICOS.....	29
APROBACION.....	30

ALMA

1978

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Precipitación y temperatura durante las etapas de crecimiento de la Primera, Postrera y Rebrote en Zamorano, 1990.....	12
Cuadro 2.	Cuadrados medios para rendimiento de grano, tamaño de la semilla, número de semillas, número de panículas por planta y rendimiento de guate seco en la Primera, El Zamorano, 1990.....	14
Cuadro 3.	Efecto de la variedad, densidad, y fertilidad en el rendimiento de grano, tamaño de la semilla, número de semillas, número de panículas por planta y rendimiento de guate seco en la Primera, El Zamorano, 1990.....	15
Cuadro 4.	Cuadrados medios para rendimiento de grano, tamaño de la semilla, número de semillas, número de panículas por planta y rendimiento de guate seco en la Postrera, El Zamorano, 1990.	17
Cuadro 5.	Efecto de la variedad, densidad, y fertilidad en el rendimiento de grano, tamaño de la semilla, número de semillas, número de panículas por planta y rendimiento de guate seco en la Postrera, El Zamorano, 1990.....	18
Cuadro 6.	Cuadrados medios para rendimiento de grano, tamaño de la semilla, número de semillas, número de panículas por planta y rendimiento de guate seco en Rebrote, El Zamorano, 1990.....	21
Cuadro 7.	Efecto de la variedad, densidad, y fertilidad en el rendimiento de grano, tamaño de la semilla, número de semillas, número de panículas por planta y rendimiento de guate seco en Rebrote, El Zamorano, 1990.	22

COMPENDIO

La intensificación del cultivo de sorgo *Sorghum bicolor* (L.) Moench requiere eficiente uso de recursos naturales e insumos. El objetivo de este estudio fue determinar la eficiencia de dos variedades de sorgos graníferos—Sureño e ISLAP Dorado—usados en Honduras en el uso de nitrógeno sin riego. El ensayo se realizó en la terraza número 9 del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, F. M., Honduras. Se utilizó un factorial de $2 \times 2 \times 6$ con bloques completos al azar y tres repeticiones. Los factores consistieron en dos variedades (Sureño e ISLAP Dorado), dos densidades (10 y 20 cm entre plantas) y seis niveles de fertilidad (0-0, 0-80, 30-80, 60-80, 120-80 y 240-80 kg N-P₂O₅ ha⁻¹). El ensayo se sembró en Primera (9 de junio de 1990) y Postrera (31 de agosto). También, se evaluó el rebrote de la Primera, cuyo corte fue el 6 de octubre. Sureño presentó el mayor rendimiento de forraje en los tres ensayos, el cual produjo 5.4 Mg ha⁻¹ de grano y 7.6 Mg ha⁻¹ de guate seco en la Primera; mientras que ISLAP Dorado produjo 3.8 Mg ha⁻¹ de grano y 5.6 Mg ha⁻¹ de guate seco. Los rendimientos fueron menores en la Postrera, donde Sureño produjo 4.0 Mg ha⁻¹ de grano e ISLAP Dorado 3.1 Mg ha⁻¹. El Rebrote recibió casi la mitad de la precipitación de la Primera y Postrera, lo que resultó en un bajo rendimiento, donde Sureño rindió 1.2 Mg ha⁻¹ e ISLAP Dorado 0.7 Mg ha⁻¹. La densidad de plantas no afectó el rendimiento de grano ni guate en ninguno de los tres ensayos. Esto se debió a que las variedades compensaron el aumento en densidad reduciendo el número de panícula por planta y el número de semillas por panícula. El nivel de nitrógeno no afectó el rendimiento de grano y forraje, ni sus componentes de rendimiento de las variedades en los ensayos. Este resultado sugiere que otro fue el factor limitante para el rendimiento. Aunque la precipitación fue suficiente en la Primera (498mm) y Postrera (580mm), su mala distribución fue el factor limitante.

INTRODUCCION

Honduras presenta una escasez de tierra arable por lo que los agricultores deben intensificar su productividad, para satisfacer las necesidades alimenticias de una población creciente, asignándole a la tierra los cultivos que en ella se desarrollen de manera más eficiente a un nivel tecnológico apropiado a cada región.

El sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, ha sido llamado el camello de los cultivos tropicales por su resistencia a sequía y su adaptabilidad a suelos pobres, por lo que es considerado el seguro de aquellas zonas donde las lluvias son interrumpidas por períodos de sequía (canícula) donde sustituye al maíz en la elaboración de tortillas. Sumándose a esto, los usos que tiene como forraje, grano para el engorde de animales, e industrialización como ser la fabricación de escobas.

Actualmente el rendimiento nacional de sorgo en Honduras es de 1 Mg ha⁻¹ (FAO, 1988). Este rendimiento se debe al uso predominante de variedades criollas que poseen un bajo pero estable rendimiento, las cuales por lo general responden muy poco a insumos como fertilizantes y riego.

La intensificación del uso de la tierra, requiere el uso de cultivares con alta capacidad de rendimiento; sin embargo, estas variedades de alta producción requieren insumos como fertilizantes para lograr su potencial. Debido al alto costo de los insumos en Honduras, es preciso el uso de cultivares eficientes en el uso de fertilizantes o sean aquellas que producen la mayor cantidad de grano posible por cada unidad de fertilizante (Gallardo y López 1986).

Tanto Sureño como ISLAP Dorado, son dos variedades de sorgo que han sido introducidas en Honduras para mejorar la productividad del mismo. El objetivo de este trabajo fue medir la eficiencia de Sureño e ISLAP Dorado, en el uso de nitrógeno para producir grano y forraje.

REVISION DE LITERATURA

El Nitrógeno del Suelo

En la mayoría de los suelos cultivados, la capa arable contiene de 0.1% a 0.4% de su peso en nitrógeno (N). Debido a su alta movilidad, el N se encuentra deficiente en la mayoría de los suelos cultivados, agregándose a esto la influencia del clima y tipo de vegetación. Estos factores a su vez son modificados por las características locales de la topografía, material parental y la actividad del hombre, así como por la duración de los períodos en que estos factores han interactuado (Black, 1975).

El N es el elemento nutritivo que con mayor frecuencia limita los rendimientos, tanto en los trópicos como en regiones templadas (Sánchez, 1981). La mayoría del N que encontramos en el suelo se encuentra en la materia orgánica, el cual para que sea asimilado tiene que transformarse primero en amoníaco y posteriormente se nitrifica a nitratos (Bear, 1958).

El peso del N en el aire sobre una hectárea de terreno es alrededor de 86,500 toneladas. Este N gaseoso no puede ser utilizado por las plantas o animales hasta que se haya combinado con oxígeno o hidrógeno, lo que se consigue en gran manera por la acción de los microorganismos fijadores de N (Bear, 1958).

Según Sánchez (1981), la adición de N al suelo se origina por descargas eléctricas seguidas de lluvias, fijación biológica, fijación industrial y desechos de animales. Mientras que las pérdidas de N se deben a volatilización, lixiviación, desnitrificación, erosión y absorción por las plantas. También Sánchez indica que la lluvia y el polvo contribuyen de 4 a 8 kg ha⁻¹ de N al suelo anualmente. Niveles altos de N se han registrado en zonas tropicales debido a las intensas descargas eléctricas durante los aguaceros (Sánchez, 1981).

Nitrógeno en la Planta

Tisdale y Nelson (1966) afirman que las formas de N más comúnmente asimiladas por las plantas son nitrato (NO_3^-) y amoníaco (NH_4^+), pero en suelos bien aireados y temperaturas cálidas, la absorción de NO_3^- predomina y una vez absorbido por las plantas, éstas lo reducen a NH_3 .

El N es un elemento indispensable en el desarrollo vegetal ya que es básico en la síntesis de proteína. El nitrógeno se encuentra principalmente en el protoplasma, en el núcleo de la célula, en la clorofila y en las partes tiernas de los tejidos vegetales (Gudiel, 1987). Por esta razón, la adecuada suplementación de N está asociada con un vigoroso crecimiento vegetativo; y una deficiencia de éste ocasionaría clorosis, manifestándose en las partes tiernas (Tisdale y Nelson, 1966), hojas de tamaño reducido, finalizando en un bajo rendimiento (Gudiel, 1987).

Por otro lado, el suministro de N en exceso altera la sensibilidad de los tejidos vegetales volviéndolos más susceptibles a la infección y penetración de enfermedades, trayendo consigo bajas significativas en los rendimientos (Black, 1975). Además, a mayor contenido de N en el suelo, habrá una menor actividad de fijación por las bacterias, ya que éstas usarían N del suelo y no del aire (Bear, 1958).

Las necesidades de N en los principales cultivos tropicales son variadas y dependen de los niveles deseados en rendimiento. Estos requerimientos deben ser determinados mediante experimentos de campo. A pesar de las investigaciones realizadas sobre fertilización nitrogenada, la información acerca de los patrones de asimilación de N por los principales cultivos tropicales es bastante limitada (Sánchez, 1981).

Problemas de la Aplicación de Nitrógeno

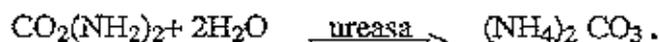
La aplicación de fertilizantes nitrogenados puede incurrir en muchos problemas, como ser la acidificación de los suelos, la cual se corrige con aplicaciones de cal. Sin embargo,

uno de los problemas más grandes que se está enfrentando, es la acumulación de nitratos en las capas inferiores del suelo, estos nitratos son arrastrados por aguas subterráneas y depositados en ríos y quebradas, ocasionando la contaminación de las aguas. Algunas veces estas contaminaciones resultan en daños ecológicos no recuperables (Legg *et al.*, 1989). Muchos de estos problemas pueden ser evitados con el uso de fertilizantes que mantengan un buen balance del nutriente (Wagner, 1990).

Urea como Fuente de Nitrógeno

La urea es una fuente de N orgánico cuya popularidad se debe al alto contenido de N que es 46% de su peso. Junto con el sulfato de amonio son las fuentes de N más utilizadas en el trópico (Sánchez, 1981).

La urea es un producto blanco y cristalino que al entrar en contacto con el suelo húmedo, se hidroliza a carbonato de amonio de la siguiente manera (Bear, 1958):



La urea es aprovechada en casi todo tipo de suelo, exceptuando los muy ácidos por ser poco activos biológicamente (Gros, 1976).

Fertilización Nitrogenada en Sorgo

Estudios han demostrado que el sorgo como muchos otros cultivos, responden a fertilizaciones nitrogenadas; sin embargo, estas respuestas son muy variadas, ya que dependerá de muchos factores los cuales varían de una región a otra (Walton y Holt, 1962). Sánchez (1981), dice que el cultivo del sorgo extrae alrededor de 30 kg N ha⁻¹, para producir una tonelada de grano por hectárea. También, se nota que esta cantidad está en equilibrio con la capacidad que tiene el suelo de suministrar N en la mayoría de los suelos tropicales.

Las cantidades de fertilizante a aplicar dependerán de: 1) Nivel de disponibilidad del nutriente en el suelo; 2) Requerimiento de la planta para el elemento dado; 3) Potencial de producción del cultivo; 4) Eficiencia del fertilizante utilizado; y 5) Características del suelo (SRN, 1984).

La Secretaría de Recursos Naturales (1976), recomiendan para la producción de sorgo en Honduras, 100 libras de 12-24-12 a la siembra y 100 libras de urea un mes más tarde. Ross y Webster (1967) afirman que las respuestas de fertilizantes aplicados al sorgo son mayores si van acompañados de irrigación, ellos recomiendan de 45 a 90 kg N ha⁻¹. Pitner y Olson (1973), recomiendan aplicaciones de 40 kg ha⁻¹ de fósforo y 40 kg N ha⁻¹ señalando que los requerimientos del sorgo son similares a los de maíz.

Investigadores de la SRN (1980), al realizar un ensayo combinando niveles de N y densidades de plantas, comprobaron que a medida que la densidad poblacional aumenta, las necesidades de N también aumentan. Ellos recomiendan altas densidades poblacionales con altas dosis de N, siempre y cuando exista humedad adecuada y un buen control de malezas en las primeras etapas del cultivo.

La disminución de nitratos en el suelo se debe al exceso de humedad o a la falta de ésta. Diversos estudios han demostrado que, en base seca, 15 al 55% de las raíces están constituidas por azúcares que son una fuente de alimento para las bacterias; estas bacterias se multiplican rápidamente en las condiciones antes expuestas. En este proceso las bacterias convierten el N del suelo a una forma orgánica que no puede ser utilizada por las plantas, pero este proceso es pasajero, ya que al morir las raíces mueren las bacterias y en pocos meses el N regresa al suelo (Delorit y Ahlgren, 1970).

Ramírez *et al.* (1985), al realizar un ensayo de estabilidad de diez variedades de sorgo graníferos en el Sur de Honduras, encontraron que la variedad ISLAP Dorado tuvo rendimientos menores que los sorgos sobresalientes. Esto se debió a la menor altura de la planta (1.4 m) que es una triple enana (tres de los cuatro loci para altura tienen genes recesivos). ISLAP Dorado tuvo 68 d a floración y rendimiento de grano entre 2.3 a 4.0 Mg

ha⁻¹. El mayor rendimiento de ISLAP Dorado reportado en Honduras fue 6.2 Mg ha⁻¹, y ésto fue obtenido en la Estación Experimental Las Playitas en Comayagua (Miller, 1989)

El sorgo Sureño es una variedad de alta capacidad de rendimiento y ha producido hasta 7.1 Mg ha⁻¹ en Las Playitas, Comayagua (Miller, 1989). Un estudio de densidades por nitrógeno indicó que Sureño ha rendido hasta 2.5 Mg ha⁻¹ de grano y 8.6 Mg ha⁻¹ de forraje verde en ausencia de abonos y en suelos con 2.1% materia orgánica y cuando las lluvias han parado 19 d antes de la floración. Sin embargo, en este ensayo, la aplicación de 180-60-60 kg N-P-K ha⁻¹ fue suficiente para duplicar el rendimiento de grano y forraje (Hernández *et al.*, 1985). Esto representa un aumento de 14 kg de grano para cada 1 kg de N aplicado. También, Hernández *et al.* (1985) indica que prácticas agronómicas como la aplicación de N y aumento en distancia entre surco (0.5 a 1.0 m) disminuyen el acame en Sureño.

Martin y Stephens (1955), informan que en el sudeste de los Estados Unidos de Norteamérica, es común aplicar fertilizantes completos en proporciones de 6 kg N ha⁻¹, 10 kg P₂O₅ ha⁻¹, y 4 kg K₂O ha⁻¹ Broyles y Fribourg (1959), informan que el aumento de N en el forraje dio un mayor contenido proteico, y éste estaba en proporción con el aumento de las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados. Summer *et al.*, (1965), comprobaron que 228 kg de N por hectárea aplicado en tres fracciones a la siembra, a los 30 d y al momento de la floración producían un rendimiento más elevado que cantidades aplicadas de una sola vez.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en la terraza número 9 del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) en el valle del Zamorano, Francisco Morazán, a 30 km sur oeste de Tegucigalpa. El sitio experimental se encuentra a una elevación de 805 msnm, y está ubicado a 14°00' N 87°02' O.

Características del Ambiente Experimental

El suelo de la terraza número 9, fue un alfisol franco, perteneciente a la familia mediana sobre fina, mixto isohipertérmico del vértice haplustalf profundo (65 cm), e imperfectamente drenado, aunque presentó permeabilidad moderada en todo el perfil. La concentración de los macro nutrientes en la Primera y Postrera fueron:

	<u>Primera</u>	<u>Postrera</u>
Materia orgánica	5.71%	5.11%
Nitrógeno	0.153%	0.140%
Fósforo	9 ppm	7 ppm
Potasio	144 ppm	131 ppm
pH (KCl)	4.98	4.98

La materia orgánica y el nivel de potasio se encuentra en un nivel alto. En cambio, el nitrógeno y fósforo fueron bajos, el pH del suelo fue ácido.

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar en donde los factores de N, densidad y variedad fueron arreglados en un conjunto factorial de 6 x 2 x 2. Todas las combinaciones de 6 niveles de fertilidad, dos densidades (10 y 20 cm entre plantas) y

dos variedades (ISIAP Dorado y Sureño) fueron probados para tener un total de 24 tratamientos. El ensayo fue conducido en la Primera y Postera. También se cortó en ensayo de la Primera para efectuar un Rebrote, en el cual no se realizaron fertilizaciones ni raleos. Cada ensayo se analizó aparte, debido a las diferencias de precipitaciones.

Los tratamientos fueron sembrados en tres repeticiones, los seis niveles de fertilidad fueron:

- 0 - 0 kg N-P₂O₅ ha⁻¹ (Testigo absoluto)
- 0 - 80 kg N-P₂O₅ ha⁻¹ (Testigo de fósforo)
- 30 - 80 kg N-P₂O₅ ha⁻¹
- 60 - 80 kg N-P₂O₅ ha⁻¹
- 120 - 80 kg N-P₂O₅ ha⁻¹
- 240 - 80 kg N-P₂O₅ ha⁻¹

Para la fertilización se emplearon tres fuentes de fertilizante: urea (46% N), el fósforo (P) se aplicó como super fosfato triple (46% de P₂ O₅) y el 18-46-0 se aplicó como una fuente de N y P. Se aplicó todo el fósforo al momento de la siembra, utilizando 18-46-0 para proveer todo el fósforo posible, sin sobrepasar el nivel de N requerido. En el tratamiento de 30-80 kg de N-P₂O₅ ha⁻¹. Se cumplió el fósforo requerido con super fosfato. También, se utilizó el super fosfato para el testigo de fósforo (0-80 kg N-P₂O₅ ha⁻¹). Este testigo fue para determinar si la deficiencia de fósforo iba a influir en los efectos de nitrógeno. El resto del N se aplicó a los 30 d después de la siembra.

Cada parcela contó con cuatro surcos de 5 m de largo separados a 0.8 m. El área total de cada parcela fue de 16 m², la parcela útil fue 6.4 m², los datos se tomaron únicamente de los dos surcos centrales menos el largo de 0.5 m a cada lado de las cabeceras.

Los datos tomados fueron: iniciación floral, días a floración (50%), altura de planta, número de plantas cosechadas, número de panojas cosechadas, peso de panojas, peso del grano, peso del forraje verde, peso de la muestra verde de forraje, peso de la muestra seca de forraje, humedad del grano, peso de 300 grano y porcentaje de acame.

Con estos datos, se calculó el número de semillas por panícula, el tamaño de la semilla, rendimiento de guate seco y los índices de cosecha. El número de semillas por panícula fue calculado en base del peso de grano de la parcela, dividido por el número de panojas, dando el peso del grano por panícula, luego se dividió el peso del grano de una panícula por el peso de una semilla para calcular el número de semilla por panícula.

Para determinar la producción de guate seco se tomó el peso verde del forraje de la parcela. Inmediatamente se procedió al picado de hojas y tallos, obteniendo una muestra de tres tasas de volumen. Esta se introdujo en una bolsa plástica para evitar la pérdida de humedad, hasta que se pesó la muestra verde en el laboratorio. Esta muestra se secó durante tres días en un horno a 60 °C. Posteriormente se tomó su peso seco y se calculó la humedad. El índice de cosecha se calculó dividiendo el rendimiento de grano por la biomasa total (Donald, 1962)

Variedades

Las variedades experimentales utilizadas en este ensayo fueron Sureño e ISLAP Dorado, las cuales han demostrado un buen comportamiento en pruebas locales y regionales y se prevee un incremento en sus rendimientos. Sureño, con genealogía [(SC423*CS3541)E35-1]-2-5, fue liberado por la Secretaria de Recursos Naturales en 1985. ISLAP Dorado con genealogía [GPR148*E35-1)CS3541 deriv.], fue liberado por CENFA, en El Salvador en 1983 y se introdujo a Honduras por la EAP en 1986.

Manejo del Experimento

La preparación del terreno para las siembras de la Primera y Postrera consistió en una pasada de arado y dos pases cruzados de rastra. El rayado de los surcos se realizó a una distancia de 0.8 m. El ensayo de la Primera se sembró el 9 de junio, 1990 y la siembra de la Postrera se efectuó el 31 de agosto. Para ambas siembras se realizó un raleo a los 13 d

después de la siembra, dejando una distancia de 10 y 20 cm entre plantas, que corresponden a las poblaciones teóricas de 12.5 y 6.3 plantas m⁻².

El P y parte del N fueron aplicados al momento de la siembra en forma de 18-46-0, lo cual suministró 30 kg ha⁻¹ de N para todas las parcelas, excepto del testigo absoluto y testigo de fósforo, el resto del N se aplicó a los 30 d después de la siembra.

El control de malezas para la Primera y Postrera consistió en dos deshierbas realizadas a los 12 y 24 d después de la siembra, con la diferencia que en la Postrera se aplicó el herbicida Roundup (glifosato) a razón de 2.5 L ha⁻¹ inmediatamente después de la siembra, debido a la incidencia de ciperáceas en algunas zonas del área experimental y se efectuó un aporque a los 30 d con el objetivo de incorporar el N en ambas siembras. Los bordes del área experimental fueron chapeados con machete cada vez que existía presencia de malezas. Para el ensayo del Rebrote, se deshierbó el ensayo 15 d después del corte de la Primera y no se efectuó ningún tipo de práctica después.

El control de insectos de suelo se efectuó con la aplicación de Furadán 5G (carbofurán) al momento de la siembra a razón de 13 kg ha⁻¹ en ambas siembras. Se combatió el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) con dos aplicaciones de Lannate (Methomyl) para la Primera, a razón de 0.5 kg ha⁻¹, las cuales se efectuaron a los 15 y 38 d después de la siembra, y en la Postrera se aplicó Lannate contra el cogollero en la misma concentración a los 28 d después de la siembra. Las aplicaciones de Lannate se realizaron cuando la incidencia del cogollero superó 15%.

En el ensayo de la Primera se cosechó ISIAP Dorado, el 3 de octubre, 1990. Tres días después (6 de octubre) se cosechó Sureño. Se decidió cosechar Dorado poco antes debido a su mayor incidencia de hongos del grano, a los cuales es más susceptible. La cosecha de la Postrera en toda el área experimental, se realizó el día 3 de enero 1991. En el ensayo del rebrote, la cosecha se realizó el 11 de febrero de 1991.

Precipitación Pluvial

Primera

La precipitación pluvial durante el período de la Primera no fue bien distribuida (Cuadro 1). Al momento de la siembra el terreno se encontraba a capacidad de campo, pero durante la etapa de crecimiento dos (EC2), cuando la planta determina el número de grano por cada panícula, las plantas sufrieron estrés hídrico. Sin embargo, la precipitación fue alta en la tercera etapa de crecimiento (EC3) o sea el período del llenado de grano.

Postrera

Al momento de la siembra, existió buena humedad en el terreno debido a la buena distribución de las lluvias, la cual se mantuvo hasta la mitad de la EC2 (Cuadro 1). Luego, la precipitación declinó, causando un estrés hídrico en la etapa EC3. Debido a la poca precipitación en EC3, no se observaron ataques severos de hongos de grano ni follaje.

Rebrote

Las plantas sembradas en la Primera comenzaron a rebrotar después de su cosecha y corte en la Postrera en buena forma, debido a una adecuada humedad en el suelo. Posteriormente, las lluvias se redujeron durante la EC2, causando un estrés hídrico durante el resto del cultivo.

Cuadro 1. Precipitación y temperatura durante las etapas de crecimiento de la Primera, Postrera y Rebrote en Zamorano, 1990.

Etapa de Crecimiento†	Duración (d)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C máx.)	Temperatura (°C mín.)
<u>Primera</u>				
EC1	33	147	31	15
EC2	39	91	33	15
<u>EC3</u>	<u>48</u>	<u>260</u>	<u>31</u>	<u>16</u>
Total	120	498	32	16
<u>Postrera</u>				
EC1	33	290	31	16
EC2	40	239	31	11
<u>EC3</u>	<u>46</u>	<u>51</u>	<u>30</u>	<u>11</u>
Total	119	580	31	12
<u>Rebrote</u>				
EC1 + EC2‡	53	253	31	11
<u>EC3</u>	<u>48</u>	<u>18</u>	<u>29</u>	<u>15</u>
Total	101	271	30	13

† EC1= siembra hasta iniciación floral; EC2= iniciación floral hasta floración 50%; y EC3= floración 50% a madurez fisiológica.

‡ No se determinó iniciación floral en el Rebrote por la variabilidad entre planta dentro de las parcelas. La duración de la EC1 + EC2 es basada en el promedio de días a floración de Sureño (55 d) e ISLAP Dorado (50 d).

RESULTADOS Y DISCUSION

Primera

Sureño presentó un rendimiento de grano altamente significativo mayor a ISLAP Dorado ($5.4 > 3.8 \text{ Mg ha}^{-1}$; $P=0.0001$) (Cuadros 2 y 3) en la Primera. Aunque ISLAP Dorado tuvo el mayor tamaño de semilla ($27.3 > 23.8 \text{ mg}$; $P=0.0001$) (Cuadros 2 y 3), su menor rendimiento fue atribuido a los otros componentes de rendimiento, como ser su significativo menor número de semillas ($1809 < 2119$ semillas por panícula; $P=0.001$) y su número menor significativo de panículas ($1.1 < 1.4$ panículas por plantas; $P=0.0001$) (Cuadros 2 y 3). Las densidades de siembra y los niveles de fertilidad no afectaron los rendimientos de grano y guate seco (Cuadro 2).

Los componentes de rendimiento—número de semillas y número de panículas—fueron afectados significativamente por la densidad de plantas (Cuadro 2). Al aumentar la densidad de plantas actual, de 5.9 pl m^{-2} (20 cm entre plantas) a 10.9 pl m^{-2} (10 cm entre plantas) bajó significativamente ($P=0.0001$) el número de semillas de 2268 a 1659 semillas por panícula (Cuadro 3). También, este mismo cambio en densidad redujo el número de panículas por planta producidas en Sureño pero no el número de panículas en ISLAP Dorado. La interacción entre variedades y densidades ($V \times D$) fue altamente significativa al nivel de $P=0.0001$ (Cuadro 2). Al aumentar la densidad, se redujo el número de panículas en Sureño de 1.7 a 1.1 panículas por plantas, pero este mismo cambio en densidad no afectó el número de panículas de ISLAP Dorado, cuyo número de panículas quedó relativamente constante a 1.1 panículas por planta para 5.9 pl m^{-2} y 1.0 panículas por planta para 10.9 pl m^{-2} . Otro componente de rendimiento importante es el tamaño de la semilla el cual no fue afectado por la densidad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cuadrados medios para rendimiento de grano, tamaño de la semilla, número de semillas, número de panículas por planta y rendimiento de guate seco en la Primera, El Zamorano, 1990.

Fuente	gl	Grano	Tamaño de Semilla	Número de Semillas	Panículas por Planta	Guate Seco
Réplica	2	3.154***	5.399	1593754***	0.023	0.734
Variiedad (V)	1	45.045***	231.12***	1733602**	1.978***	70.795***
Densidad (D)	1	0.265	7.347	6671308***	2.465***	0.120
V*D	1	0.046	0.260	405144†	1.205***	1.035
Nitrógeno (N)	5	0.255	5.975	103929	0.013	1.163
Lineal	1	0.089	0.058	926	0.032	0.559
Cuadrático	1	0.562	0.994	185646	0.012	4.012
Cúbica	1	0.092	19.203†	6232	0.003	0.707
Cuarta	1	0.094	0.026	293703	0.003	0.492
Quinta	1	0.437	9.594	33139	0.013	0.045
V*N	5	0.702	12.943*	140488	0.018	1.926
D*N	5	0.076	6.29	187679	0.006	0.595
V*D*N	5	0.514	16.486*	315885†	0.005	0.569
Error	46	0.381	5.309	142931	0.027	1.153
CV (%)		13.3	9.0	19.2	13.5	16.2

*, **, *** Significativo al 0.05, 0.01 y 0.001 nivel de probabilidad, respectivamente.

† Significativo al 0.1 nivel de probabilidad.

Cuadro 3. Efecto de la variedad, densidad, y fertilidad en el rendimiento de grano, tamaño de la semilla, número de semillas, número de panículas por planta y rendimiento de guate seco en la Primera, El Zamorano, 1990.

Efecto Principal	Grano (Mg ha ⁻¹)	Tamaño de Semilla (mg)	Número de Semillas (semilla/panícula)	Número de Panículas (panícula/pl)	Guate Seco (Mg ha ⁻¹)
<u>Variedad</u>					
Sureño	5.4 a†	23.8 b	2119 a	1.4 a	7.6 a
ISIAP Dorado	3.8 b	27.3 a	1809 b	1.1 b	5.6 b
<u>Densidad</u>					
20 cm entre plantas	4.7 a	25.9 a	2268 a	1.4 a	6.6 a
10 cm entre plantas	4.6 a	25.2 a	1659 b	1.0 b	6.6 a
<u>Fertilidad (kg N-P ha⁻¹)</u>					
0-0	4.5 a	24.8 a	1849 a	1.2 a	6.3 a
0-80	4.7 a	26.5 a	2091 a	1.2 a	6.4 a
30-80	4.5 a	25.5 a	1932 a	1.2 a	6.8 a
60-80	4.8 a	25.9 a	1986 a	1.2 a	7.1 a
120-80	4.7 a	24.6 a	2041 a	1.3 a	6.7 a
240-80	4.5 a	26.0 a	1883 a	1.3 a	6.4 a

† Medias seguidas por la misma letra dentro la misma columna para cada efecto principal no son diferentes al 0.05 nivel de probabilidad según la prueba de Duncan.

Sureño presentó un rendimiento de guate seco mayor a ISIAP Dorado ($7.6 > 5.6$ Mg ha⁻¹ de guate seco; $P=0.001$) (Cuadros 2 y 3). Los otros factores en estudio—densidad y fertilidad—no afectaron la producción de guate. Tampoco, la densidad y fertilidad no afectaron los índices de cosecha para Sureño (0.42) e ISIAP Dorado (0.41) (datos no presentados). Siendo que los mayores índices de cosecha que se han reportaron para el sorgo están entre 0.48 y 0.53 (Prihar y Stewart, 1990), estos índices indican que Sureño e ISIAP Dorado convierten mucho de su energía en la producción de forraje.

Sureño e ISIAP Dorado mostraron la misma duración a iniciación floral (33 d) y floración (72 d). Sin embargo, ambas variedades difieren significativamente ($P=0.0001$) en su altura de planta. La altura para ISIAP Dorado se determinó en 0.9 m y para Sureño en 1.6 m. Aunque Sureño presentó más acame (7%) comparado a ISIAP Dorado (< 1%), los factores de densidad y fertilidad no influyeron en la incidencia de acame en este ensayo.

Postcra

Como en el ensayo de Primera, Sureño también presentó un rendimiento de grano mayor a ISIAP Dorado ($4.0 > 3.1$ Mg ha⁻¹; $P=0.0001$) (Cuadros 4 y 5). De igual manera ISIAP Dorado mantuvo el mayor tamaño de semilla ($28.7 > 26.2$ mg; $P=0.05$). Esto indica que el menor rendimiento de grano, se debió al efecto de factores como el mayor número de semillas y panículas. Como en la Primera, la densidad de siembra no afectó el rendimiento de grano ni forraje (Cuadro 4). Sin embargo, el contraste cuadrático para el nivel de N indica que los niveles intermedios de fertilidad produjeron los mayores rendimientos de grano y guate seco (Cuadro 4).

Los componentes de rendimiento—número de semillas y número de panículas—fueron afectados por la densidad (Cuadro 4).

Cuadro 4. Cuadrados medios para rendimiento de grano, tamaño de la semilla, número de semillas, número de panículas por planta y rendimiento de guate seco en la Postretera, El Zamorano, 1990.

Fuente	gl	Grano	Tamaño de Semilla	Número de Semillas	Panículas por Planta	Guate Seco
Réplica	2	1.566†	45.38†	1879207	0.015	11.80**
Variación (V)	1	14.478***	107.55*	837205	0.038†	48.07***
Densidad (D)	1	0.178	56.88†	17483753**	0.997***	5.72†
V*D	1	0.178	2.46	482269	0.026	0.01
Nitrógeno (N)	5	0.647	35.48†	1077338	0.011	3.18
Lineal	1	0.061	59.02†	600463	0.002	3.02
Cuadrático	1	1.567†	9.92	1581888	0.005	7.69*
Cúbica	1	0.426	105.48*	2511458	0.0007	1.29
Cuarta	1	0.085	0.33	145130	0.028†	1.02
Quinta	1	1.095	2.63	547751	0.018	2.88
V*N	5	0.948	17.73	878013	0.005	1.43
D*N	5	0.498	16.51	949583	0.014	1.14
V*D*N	5	0.303	16.05	941422	0.014	1.80
Error	46	0.516	15.58	1055214	0.009	1.78
CV (%)		20.4	14.3	60.7	10.2	29.7

*, **, *** Significativo al 0.05, 0.01 y 0.001 nivel de probabilidad, respectivamente.

† Significativo al 0.1 nivel de probabilidad.

Cuadro 5. Efecto de la variedad, densidad, y fertilidad en el rendimiento de grano, tamaño de la semilla, número de semillas, número de panículas por planta y rendimiento de guate seco en la Postrera, El Zamorano, 1990.

Efecto Principal	Grano (Mg ha ⁻¹)	Tamaño de Semilla (mg)	Número de Semillas (semilla/panícula)	Número de Panículas (panícula/pl.)	Guate Seco (Mg ha ⁻¹)
<u>Variedad</u>					
Sureño	4.0 a†	26.2 b	1798 a	1.0 a	5.3 a
ISIAP Dorado	3.1 b	28.7 a	1582 a	1.0 a	3.7 b
<u>Densidad</u>					
20 cm entre plantas	3.5 a	26.6 a	2182 a	1.1 a	4.2 a
10 cm entre plantas	3.6 a	28.3 a	1197 b	0.9 b	4.8 a
<u>Fertilidad (kg N-P ha⁻¹)</u>					
0-0	3.3 a	28.2 a	1494 a	1.0 a	3.7 a
0-80	3.7 a	29.4 a	1540 a	1.0 a	4.6 a
30-80	3.6 a	28.6 a	1509 a	1.0 a	4.7 a
60-80	3.8 a	25.7 a	2104 a	1.0 a	5.2 a
120-80	3.3 a	25.1 a	2043 a	0.9 a	4.3 a
240-80	3.4 a	27.7 a	1447 a	1.0 a	4.6 a

† Medias seguidas por la misma letra dentro la misma columna para cada efecto principal no son diferentes al 0.05 nivel de probabilidad según la prueba de Duncan.

Al aumentar la densidad actual de 6.2 pl m⁻² (20 cm entre plantas) a 12.2 pl m⁻² (10 cm entre plantas) se redujo significativamente (P=0.001) el número de semillas de 2182 a 1197 semillas por panícula (Cuadro 5). También, este mismo cambio en densidad, redujo significativamente P=0.0001 el número de panículas de 1.1 a 0.9 panículas por planta (Cuadros 4 y 5). Sin embargo, no hubo una interacción entre variedades y densidades (V*D) para el número de panículas como en la Primera y esto talvez se debió a las buenas lluvias que cayeron en las etapas de crecimiento EC1 (290 mm) y EC2 (239 mm) durante la Postrera.

Como en la Primera, Sureño presentó un rendimiento de guate seco altamente significativo mayor a ISLAP Dorado (4.0 > 3.1 Mg ha⁻¹ de guate seco; P=0.0001) (Cuadros 4 y 5). La densidad de plantas influyó muy poco en el rendimiento de forraje y el contraste cuadrático para el nivel de N indica que los niveles intermedios produjeron los mejores rendimientos de guate seco (Cuadro 4).

No hubo diferencias significativa en el índices de cosecha entre ISLAP Dorado (0.46) y Sureño (0.44) (datos no presentados). Tampoco, las densidades y los niveles de nitrógeno afectaron los índices de cosecha. Sin embargo, al comparar los tratamientos sin N y los con N (0-0,+ 0-80 vs otros) indica que la aplicación de N redujo los índices de cosecha, talvez debido a la precipitación abundante en las etapas de crecimiento EC1 +EC2 que junto con N permitieron el buen desarrollo del follaje, pero el estrés hídrico en EC3 limitó la producción de semillas.

Sureño e ISLAP Dorado fueron iguales en cuanto a días a floración (73 d). Sin embargo, ISLAP Dorado fue 0.70 m más bajo que Sureño (0.90 < 1.6 m P=0.0001). Esta mayor altura de Sureño aumentó su porcentaje de acame significativamente. Debido a que ISLAP Dorado casi no presentó acame, la interacción entre variedades y densidades (V*D) para el acame fue significativo y la interacción entre variedades y nitrógeno (V*N) para el acame fue altamente significativo. En general, el acame en Sureño cambió de 6 a 14% al aumentar la densidad de 6.2 a 12.2 pl m⁻². También, el contraste lineal para el nivel de N

indica que la aplicación de N aumenta la incidencia de acame. En este ensayo el acame para Sureño aumento desde 1% con 0-0 kg N-P₂O₅ ha⁻¹ hasta 25% al aplicar 240-80 kg N-P₂O₅ ha⁻¹.

Rebrote

El Rebrote del ensayo de la Primera fue manejado sin aplicar fertilizante, utilizando el nitrógeno residual de Primera. Bajo estas condiciones, Sureño presentó mayor rendimiento de grano que ISLAP Dorado (1.2 > 0.7 Mg ha⁻¹; P=0.0001) (Cuadros 6 y 7). Como en los ensayos de Primera y Postrera, ISLAP Dorado tuvo el mayor tamaño de semilla (32.5 > 28.4 mg; P=0.0001) (Cuadros 6). Sin embargo, su menor rendimiento de grano se debió a otros componentes como ser el menor número de semillas (375 < 500 semillas por panícula; P=0.001) y el menor número de panículas (0.8 < 1.1 panículas por planta; P=0.001) (Cuadros 6 y 7). La densidad de siembra y los niveles de N no afectaron significativamente el rendimiento de grano. Aunque, el contraste lineal para nitrógeno fue significativo al nivel de P=0.10, cada kg de N aplicado en la Primera (dentro del rango de 0 a 240 kg N ha⁻¹) solamente aumentó el rendimiento de grano en 0.001 Mg ha⁻¹.

Al aumentar la densidad de 5.8 a 10.8 pl m⁻², el número de panículas se redujo de 1.2 a 0.7 panículas por planta (Cuadros 6 y 7).

Como en los ensayos de Primera y Postrera, Sureño presentó el mayor rendimiento de guate seco (2.7 > 1.3 Mg ha⁻¹) (Cuadros 6 y 7). Aunque, la densidad de plantas no afectó la producción de guate, el contraste lineal detectó un pequeño aumento (P=0.05) en el rendimiento de guate en 0.003 Mg ha⁻¹ por cada kg de N aplicado (dentro del rango de 0 a 240 kg N ha⁻¹).

El índice de cosecha para ISLAP Dorado (0.36) fue mayor (P=0.01) que Sureño (0.30). La densidad y nivel de N no afectaron los índices de cosecha.

Cuadro 6. Cuadrados medios para rendimiento de grano, tamaño de la semilla, número de semillas, número de panículas por planta y rendimiento de guate seco en Rebrote, El Zamorano, 1990.

Fuente	gl	Grano	Tamaño de Semilla	Número de Semillas	Panículas por Planta	Guate Seco
Réplica	2	0.386†	16.214†	114891*	0.741**	2.339*
Variedad (V)	1	4.019***	302.853***	278354**	1.785***	38.730***
Densidad (D)	1	0.264	17.668	21869	3.663***	0.029
V*D	1	0.161	3.705	4179	0.012	0.067
Nitrógeno (N)	5	0.339†	6.212	138715**	0.063	1.275
Lineal	1	0.554†	1.244	355755**	0.021	2.600†
Cuadrático	1	0.218	1.102	137101†	0.007	0.581
Cúbica	1	0.078	22.953†	997	0.167	0.305
Cuarta	1	0.038	2.798	2547	0.120	0.084
Quinta	1	0.808*	2.963	197174*	0.001	2.807*
V*N	5	0.192	2.116	29315	0.086	1.481†
D*N	5	0.095	8.057	11935	0.112	0.386
V*D*N	5	0.002	6.797	10870	0.0045	0.289
Error	46	0.155	6.591	35373	0.118	0.690
CV (%)		42.7	8.4	42.9	36.2	41.8

*, **, *** Significativo al 0.05, 0.01 y 0.001 nivel de probabilidad, respectivamente.

† Significativo al 0.1 nivel de probabilidad

Cuadro 7. Efecto de la variedad, densidad, y fertilidad en el rendimiento de grano, tamaño de la semilla, número de semillas, número de panículas por planta y rendimiento de guate seco en Rebrote, El Zamorano, 1990.

Efecto Principal	Grano (Mg ha ⁻¹)	Tamaño de Semilla (mg)	Número de Semillas (semilla/panícula)	Número de Panículas (panícula/pl)	Guate Seco (Mg ha ⁻¹)
<u>Variedad</u>					
Sureño	1.2 a†	28.4 b	500 a	1.1 a	2.7 a
ISLAP Dorado	0.7 b	32.5 a	375 b	0.8 b	1.3 b
<u>Densidad</u>					
20 cm entre plantas	0.9 a	31.0 a	420 a	1.2 a	2.0 a
10 cm entre plantas	1.0 a	30.0 a	455 a	0.7 b	2.0 a
<u>Fertilidad (kg N-P ha⁻¹)</u>					
0-0	0.8 a	30.3 a	384 bc	0.9 a	1.8 a
0-80	1.0 a	31.4 a	401 bc	1.0 a	2.0 a
30-80	0.7 a	30.9 a	298 c	0.9 a	1.6 a
60-80	1.0 a	29.4 a	495 ab	0.9 a	2.2 a
120-80	0.9 a	30.1 a	434 bc	0.9 a	1.8 a
240-80	1.2 a	30.9 a	613 a	0.9 a	2.5 a

† Medias seguidas por la misma letra dentro la misma columna por cada efecto principal no son diferentes al 0.05 nivel de probabilidad según la prueba de Duncan.

Sureño florecó a los 55 d mientras que ISLAP Dorado florecó a los 50 d. Sureño presentó una altura mayor (1.6 m > 0.9 m $P=0.0001$); que ISLAP Dorado. También, Sureño presentó más acame (7%) comparado a ISLAP Dorado (2%); sin embargo, la densidad y los niveles de fertilidad, no influyeron en la incidencia de acame.

El estudio del Rebrote se realizó con el objetivo de analizar si después de cosechar la Primera era mejor esperar el Rebrote o preparar tierra nuevamente para sembrar la Postrera. Los resultados obtenidos indican una diferencia de 4.2 Mg ha⁻¹ de grano y 4.9 Mg ha⁻¹ de guate seco entre la Postrera y Rebrote con la variedad Sureño; y 3.1 Mg ha⁻¹ de grano más 4.3 Mg ha⁻¹ de guate con ISLAP Dorado. Por lo que concluimos que es preferible sembrar nuevamente en la Postrera. La reducción en el rendimiento del Rebrote, posiblemente está asociada con la disminución del ciclo de cultivo que fue de 25 d más corto que el de la Postrera.

CONCLUSIONES

La variedad Sureño presentó el mayor rendimiento de grano y la mayor producción de guate en la siembra de Primera, Postrera y Rebrote comparado al ISLAP Dorado. Aunque Sureño tuvo la mayor incidencia de acame, ésta no afectó significativamente el rendimiento. Sureño presentó semillas más pequeñas que ISLAP Dorado, pero el mayor rendimiento de grano se debió a la mayor cantidad de semillas por panícula y al mayor número de panículas por planta.

Bajo las condiciones de este estudio, la fertilización nitrogenada no afectó el rendimiento de grano y forraje producido por Sureño e ISLAP Dorado. El fósforo tampoco influyó en el rendimiento. Esto sugiere que la fertilidad del suelo no fue el factor limitante en la producción de sorgo en las terrazas de Agronomía en la EAP.

La densidad poblacional no afectó el rendimiento ni la producción de guate, pero sí influyó en el porcentaje de acame y en el número de semillas por panícula, presentándose mayor número de éstas en las parcelas con las densidades más bajas, y mostrándose mayor acame en las densidades mayores.

El Rebrote de la Primera tuvo menos rendimientos de grano y guate que la nueva siembra de Postrera.

RECOMENDACIONES

Por la experiencia ganada en este experimento a través de los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

1. Estudiar el efecto de la aplicación de fertilizantes nitrogenados de varias fuentes y en diferentes épocas de desarrollo del sorgo.
2. Determinar si los resultados de este ensayo son aplicables en otras condiciones de suelos más pobres.
3. Realizar un estudio similar bajo condiciones de riego.
4. Realizar experimentos similares incluyendo calcio como un nuevo factor, por posibles cambios en el pH del suelo e interacción con otros factores.
5. Utilizar el sorgo Sureño en la EAP como una variedad de doble propósito.
6. Hacer la siembra de Postrera en lugar de utilizar el Rebrote de la Primera.

LITERATURA CITADA

- BEAR, F. 1958. Suelos y fertilizantes. (En Inglés.) Trad. por Antonio Ambrosio. Compañía Editorial Continental. México 22, D.F., México
- BLACK, C.A. 1975. Relaciones suelo-planta. p. 445-613. *En* Relaciones suelo-planta. Tomo II. (En Inglés.) Trad. por Armando Rabuffeti. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- BROYLES, K.R., y H.A. FRIBOURG. 1959. Nitrogen fertilization and cutting management of sudangrass and millets. *Agron. J.* 51:277-279.
- DELORIT, R.J. y H.L. AHLGREN. 1970. Producción agrícola. (En Inglés.) Trad. por Antonio Marino Ambrosio. CIA Editorial Continental. México 22, D.F., México.
- DONALD, C.M., 1962. In search of yield. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 28:171-178.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). 1988. Anuario FAO de producción 1987. Roma, Italia, FAO.
- GALLARDO, M.E. y J.R. LOPEZ. 1986. La crisis en cifras. IICA, San José, Costa Rica.
- GROS, A. 1976. Abonos: Guía práctica de la fertilización. (En Francés) Trad. por A. Domínguez Vivancos. Ediciones Mundiprensa, Madrid, España.
- GUDEEL, V. 1987. Manual Agrícola Super B. Productos Super B. Guatemala, Guatemala.
- HERNANDEZ, R., R. NOLASCO y D.H. MECKENSTOCK. 1985. Ensayo exploratorio de densidad y fertilidad en el sorgo sureño, 1984B. p. 370-377. *En* XXXI Reunión del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA), San Pedro Sula, Honduras. SRN, Tegucigalpa, Honduras, 16 al 19 de abril de 1985.

- LEGG, D., J. FLETCHER y K. WILLIAM. 1989. Nitrogen budgets and economic efficiency. *J. Prod. Agric.* 2:110-116.
- MARTIN, J.H. y J.C. STEPHENS. 1955. The culture and use of sorghum for forage. USDA. Farmer's Bull. 1844. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- MILLER, F.R. 1989. Breeding for productivity in sorghum, p. 96-105. *En* INTSORMIL Annual Report 1989. INTSORMIL, Univ. of Nebraska, Lincoln, Nebraska.
- PITNER, J. y R.A. OLSON. 1973. Yield and quality of corn and sorghum grain and residues as influenced by N fertilization. *Agron. J.* 816-818.
- PRUHAR, S.S. y B.A. STEWART. 1990. Using upper-bound slope through origin to estimate genetic harvest index. *Agron. J.* 82:1160-1165.
- RAMIREZ, E., R. NOLASCO y D.H. MECKENSTOCK. 1985. Comportamiento de dieciséis sorgos graníferos en el Sur de Honduras, 1984. p. 313-319. *En* XXXI Reunión del Programa Cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA). San Pedro Sula, Honduras, SRN, Tegucigalpa, Honduras, 16-19 de abril de 1985.
- ROSS, W.M., O.J. WEBSTER. 1967. Cultivo y utilización del sorgo para grano. México Editorial Abeja. México, D.F., México.
- SANCHEZ, P.A. 1981. Suelos del trópico. (En Inglés) Trad. por Edilberto Camacho. IICA, San José, Costa Rica.
- SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES (SRN). 1976. El cultivo de sorgo de grano. Boletín Técnico 72. Tegucigalpa, Honduras.
- SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES (SRN). 1980. Proyecto Sorgo Informe Anual. SRN, Dirección Agrícola Regional Sur, Choluteca, Honduras.
- SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES (SRN). 1984. Manual Práctico de Interpretación de Análisis de Suelos. Publicación PHIA 84-14. Tegucigalpa, Honduras.

- SUMMER, D.C., V.L. MARBLE, y G.J. GREGORY. 1965. Pasture and greenchop performance comparisons--Piper sudangrass and sudan hybrids under irrigation. California. Agr. Prog. Rep. 19, No. 5, 14-16.
- TISDALE, S.L. and W.L. NELSON. 1966. Soil fertility and fertilizer. 2da ed. Macmillan, New York, NY.
- WAGNER, R.E. 1990. Finding the middle of the road on sustainability. J. Prod. Agric. 3:277-280.
- WALTON, E.V. y O.M. HOLT. 1962. Cosechas productivas. 2da. ed. Compañía Editorial Continental, México, D. F., México

DATOS BIOGRAFICOS

Nombre: Miguel A. Talavera F.
Fecha de Nacimiento: Noviembre 24, 1969
Lugar de Nacimiento: Tegucigalpa, D. C., Honduras
Estado Civil: Soltero
Dirección: Choluteca, Choluteca, Honduras

EDUCACION:

Agrónomo Diciembre, 1989
Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, F.M., Honduras.

Educación Secundaria: 1982-1986
Instituto Santa María Goretti, Choluteca, Honduras.

Educación Primaria: 1976-1981
Escuela Santa María Goretti, Choluteca, Honduras.