

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

EVALUACION DE GERMOPLASMA INTRODUCIDO DE SORGO
(Sorghum bicolor) L. (MOENCH)

FOR

ERNESTO TERAN H.

TESIS

1972

ESCUELA NACIONAL DE AGRICULTURA Y GANADERIA
MANAGUA, NICARAGUA, C. A.

EVALUACION DE GERMOPLASMA INTRODUCIDO DE SORGO
(Sorghum bicolor) L. (MOENCH)

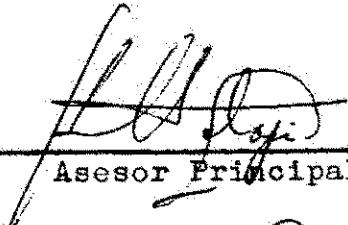
POR

ERNESTO TERAN H.

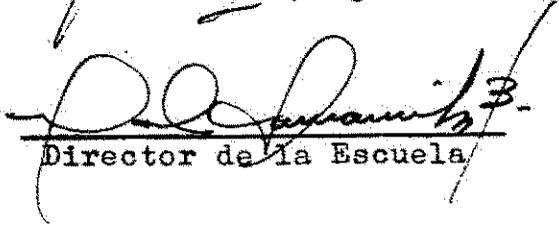
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el
grado profesional de Ingeniero Agrónomo.

APROBADA:


Asesor Principal

Fecha


Director de la Escuela

Fecha


Jefe del Departamento

31-1-72
Fecha

1972

DEDICATORIA

A mi hermana:

Mercedes Terán de Rosales.

AGRADECIMIENTO

El autor quiere agradecer sinceramente al Ing. Humberto Tapia B. por su valiosa orientación que hizo posible la realización de este trabajo.

Así mismo, al Dr. R. C. Pickett de la Universidad de Purdue, Lafayette, Indiana; por el material básico suministrado y la literatura sobre la experimentación efectuada con los mismos.

CONTENIDO

SECCION	Página
INDICE DE CUADROS	VI
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
REVISION DE LITERATURA	4
MATERIALES Y METODOS	12
RESULTADOS	16
DISCUSION	20
CONCLUSIONES	22
RESUMEN	23
LITERATURA CITADA	33

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Página	
1	Precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa durante el período de los meses de abril-agosto de 1971.	12
2	Características agronómicas de 81 variedades de sorgos graníferos de la Colección Mundial. Managua, Santa Rosa. 1971-A	26
3	Análisis de varianza para floración, altura de planta y rendimiento de grano de 62 variedades de sorgo de la Colección Mundial.	29
4	Significación estadística entre medias de días a floración de 62 variedades de sorgo granífero de la Colección Mundial	30
5	Significación estadística entre medias de altura de planta de 62 variedades de sorgo granífero de la Colección Mundial	31
6	Significación estadística entre medias de rendimiento de 62 variedades de sorgo granífero de la Colección Mundial	32

INTRODUCCION

El sorgo granífero es utilizado en la alimentación humana y animal, como alimento humano el sorgo es de gran importancia en muchos países del continente Africano y Asiático; en todo el mundo sub-desarrollado tiene gran potencial en la alimentación animal.

En Nicaragua, este cultivo poco usado por los agricultores ha vuelto a tener auge. A esto han contribuido las industrias avícolas y ganaderas que han encontrado en el sorgo un sustituto magnífico del maíz en la formulación de raciones balanceadas.

El grano de sorgo es una fuente rica de carbohidratos. En las investigaciones durante los últimos años en la Universidad de Purdue, se ha demostrado que se pueden obtener rendimientos elevados de grano simultáneamente con el mejoramiento de los niveles de proteína y de aminoácidos.

El desarrollo de la industria avícola y ganadera tiene problemas con la obtención de insumos baratos. Con el mejoramiento, el sorgo puede llenar esta necesidad, dado la conveniencia de disponer de una fuente barata de carbohidratos y proteína.

Esto tendría su influencia en nuestra alimentación familiar. El consumo de proteína animal como leche, huevos y carne aumentaría al abaratare su precio; ya que la deficiencia de consumo se debe al alto valor de estos productos en el mercado. Por otro

lado el sorgo puede llegar a ser un alimento primario incluido en nuestra dieta a un costo razonable. Es por esto que la obtención de variedades de altos rendimientos de grano y buena calidad de proteína debe ser una búsqueda incesante.

Para tal efecto, se planificó este experimento con 81 variedades de la Colección Mundial de Sorgo granífero. Este trabajo se realizó en los terrenos de la finca Santa Rosa del Centro Experimental Agropecuario La Calera, en el Departamento de Managua, dentro del programa de cooperación de la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería y dicha estación experimental.

OBJETIVOS

Los objetivos planteados con este experimento son:

- A. Evaluación de la variación de planta, panoja, grano y contenido de proteína.

REVISION DE LITERATURA

Todas las especies de plantas que se cultivan en el mundo provienen de ancestros silvestres. Muchas de estas especies estaban concentradas en una zona. La imigración de las plantas de cultivo a nuevas áreas de explotación fué influenciada principalmente por la glaciación, inundaciones, cambios climatológicos y por la actividad humana. El papel del hombre en la distribución de las plantas puede ser considerable, aunque la exigencia de habitat de cada especie tienden a limitar el grado de influencia del hombre sobre la distribución de plantas. Muchas veces el cultivo de una planta bajo condiciones tan diversas no hubiera sido posible sin una gran variabilidad de su germoplasma. Pero hay que reconocer que el hombre ha desempeñado un papel importante en ayudar a cambiar los centros de diversidad de numerosas plantas mediante hibridación, recombinación selección (2)

La mayor proporción de variabilidad natural en especies de plantas cultivadas ocurre cerca de sus centros de origen primario o secundario. Si introducimos de estos centros principales de diversidad, podemos proporcionar un máximo de variabilidad genética a nuestros programas de mejoramiento. En la mayoría de los casos, hay poca o ninguna conexión entre la zona de origen de una planta y la región donde actualmente se le cultiva en forma extensa. Las plantas cultivadas introducidas pueden que no se desenvuelvan en el mismo ambiente ecológico en las nuevas áreas de cultivo (2).

El sorgo tiene como centro de origen Asia o África y llegó a América en los buques que transportaban esclavos de África (11).

El sorgo se ha cultivado durante miles de años. Desde hace 2.000 años es cultivado en las zonas áridas de Europa, Asia y África; era conocido por los Asirios 700 años A. de C.; en la India existen datos sobre el sorgo, aproximadamente 100 años D. de C (11).

El sorgo es un cultivo que se adapta bien a regiones con alturas menores de 1800 metros sobre el nivel del mar. En la actualidad se cultiva en casi todas las zonas de clima tropical, sub-tropical y templado (12).

Los sorgos siempre han sido populares entre los agricultores de las regiones semi-áridas por su capacidad para resistir sequía, producir buenas cosechas donde la distribución de las lluvias no permiten tener otros cultivos y reanudar su desarrollo cuando vuelven las lluvias (3).

La mayor parte de la producción de sorgo en Centroamérica procede de antiguas variedades criollas tardías que requieren de cinco a seis meses para madurar y que alcanzan alturas máximas de 366 centímetros (3).

El rendimiento del sorgo es igual o superior al del maíz en sus áreas de siembras (5). A nivel mundial la producción de sorgo ha aumentado a más del doble desde hace más de diez años. En realidad la tasa de ese incremento ha sido más rápida que la del maíz (3).

Desde el punto de vista químico el grano de sorgo es similar al maíz. Tiene un valor nutritivo aproximadamente del 90 por ciento del maíz, aunque puede variar de 85 al 95 por ciento según el sorgo empleado (11).

El grano es pobre en fibra y rico en principios nutritivos digestibles totales. La mayor parte de las variedades de sorgo poseen mayor riqueza en proteína que el maíz (alrededor de dos por ciento más de proteína), pero es mucho menos rico que este en grasas (alrededor de uno por ciento menos de grasa). El grano de sorgo tiene un valor calorífico equivalente al 93 por ciento del maíz (3, 11).

Los granos de sorgo presentan las mismas deficiencias nutritivas que los demás granos. Las proteínas no son de buena calidad, es pobre en calcio y carece de vitamina D. Incluso las variedades amarillas son deficientes en caroteno. Este los animales lo convierten en vitamina A. El grano de sorgo tiene casi la misma riqueza en vitaminas del complejo B que el maíz, pero contiene mucho más Niacina. Algunos no son tan apetitosos como otros, debido a la diferencia en la cantidad de tanino de la semilla y a veces ligeramente menos apetitosos que el maíz (11).

Desde la introducción de esta especie en América, ha cambiado considerablemente como resultado de mutaciones naturales y de los trabajos efectuados por el fitomejorador. El sorgo es una planta que posee gran variabilidad en su germoplasma. El fitomejorador depende de esa variabilidad para realizar un mejoramiento de consideración en cualquier planta cultivada; esto ha permitido seleccionar y recombinar

características deseables en nuevas variedades apropiadas para muchas condiciones de cultivo. En general, los sorgos que se introdujeron originalmente eran muy altos, muy tardíos y se adaptaban mal. Con las nuevas variedades el sorgo se puede cultivar a mayores alturas, cosechar a máquina, etc (2, 6).

El objetivo del mejorador de plantas es la creación de nuevas variedades de mayor producción en determinado medio. Este objetivo primario de mejora cuantitativa no excluye la mejora cualitativa, que trata de conseguir variedades que den productos de elevada calidad (12).

A este respecto desde 1966 en la Universidad de Purdue, se han llevado a cabo estudios para el control genético y todo lo relacionado con la interacción ambiental para la composición de aminoácidos, proteína total y rendimientos, en selecciones e híbridos de la Colección Mundial de sorgos (6).

Estas investigaciones han demostrado que es posible obtener rendimientos elevados de grano. En las fincas se han obtenido producciones de 10.000 a 13.000 kilogramos por hectárea. Experimentalmente la producción obtenida ha sido de 15.000 a 20.000 kilogramos por hectárea. Simultáneamente con estos incrementos se ha demostrado que es posible el mejoramiento de los niveles de proteína y la composición de aminoácidos (8).

En contraste con el nivel normal de proteína, de siete a nueve por ciento, parece posible obtener incrementos,

de trece a quince por ciento de proteína, en muchas variedades de alta producción y en híbridos (10).

Collins, citado por Picket (5), efectuó estudios relativos al control genético de la calidad y cantidad de proteína, rendimientos de grano y relaciones entre ellos. En 1967 los resultados fueron: el rendimiento varió de 3.088 a 9.286 kilogramos por hectárea, la proteína varió de 10,23 por ciento a 15,53 por ciento. La variedad registrada, RS 610, rindió 5469 kilogramos por hectárea con 12,35 por ciento de proteína. La correlación entre rendimiento y porcentaje de proteína fué de $r=-0,19$.

En 1968 los resultados fueron: el rendimiento varió de 3.143 a 15.863 kilogramos por hectárea, la proteína varió de 9,18 a 18,22 por ciento de proteína. La variedad registrada, RS 610, rindió 6,595 kilogramos por hectárea con 10,98 por ciento de proteína. La correlación entre rendimiento y porcentaje de proteína fué de $r=-0,57$. La correlación entre rendimiento de proteína y rendimiento de grano fué de $r=+0,90$ ó más. La correlación entre porcentaje de proteína y floración y porcentaje de proteína y altura de planta fué de $r=+0,60$ (5).

Abifarín, citado por Picket (7), trabajando con híbridos consiguió rendimientos mayores, entre 15.000 a 20.000 libras por acre, encontró que el rendimiento de grano estuvo positivamente correlacionado con el rendimiento de proteína a $r=+0,93$ y con el rendimiento de lisina a $r=+0,78$ (7).

La altura de la planta también estuvo positivamente correlacionado con el peso de los granos de la panocha a $r=+0,91$, rendimiento de proteína a $r=+0,79$, rendimiento de grano a $r=+0,76$ y rendimiento de lisina a $+0,61$. El número de hojas fué también altamente significativo y positivamente asociado con estos mismos caracteres (7).

El tamaño de la semilla (gramos por 100 semillas) tuvo una correlación positiva de $r=+0,42$ con el rendimiento en grano y de $r=+0,51$ con el rendimiento de proteína (7).

Días a la floración estuvo asociado positivamente con rendimiento de grano a $r=+0,69$ y rendimiento de proteína a $r=+0,64$ (7).

Tanto Collins como Abifarín, citados por Picket (6, 7), no encontraron correlación entre rendimiento y porcentaje de lisina. Así también señalan que la correlación entre porcentaje de proteína y porcentaje de lisina varió de $r=-0,34$ a $r=-0,51$.

Rodríguez, citado por Picket (7), nos señala la correlación positiva del porcentaje de aceite con el porcentaje de embrión en la semilla ($r=+0,75$). El porcentaje de embrión en la semilla y composición del embrión así como la composición del endosperma estuvo correlacionado positivamente con el contenido de proteína y la composición de aminoácidos (7).

En la Universidad de Purdue se han analizado más de 400 líneas de sorgo. Estos análisis revelaron que el rango

varió de 7 a 26 por ciento de proteína cruda. Todos estos análisis han sido efectuados en granos enteros puesto que así son utilizados para la alimentación (6).

Estos altos rendimientos con buenas combinaciones de proteína y lisina han sido encontrado tanto en líneas puras como en híbridos. El más alto rendimiento de grano se obtuvo de un cruce entre líneas que tenían aproximadamente el catorce por ciento de proteína (6).

La mayoría de los híbridos F_1 mostraron heterosis para el rendimiento de grano. Esta heterosis para rendimiento de grano de 99,7 y 141,6 por ciento fué encontrada en cruces que tuvieron rendimientos de 13.893 y 17.288 kilogramos por hectárea respectivamente. El tercer mas alto rendimiento con 13.500 kilogramos por hectárea también tuvo un alto grado de heterosis de 79 por ciento. Otros nueve cruces mostraron heterosis sobre el 50 por ciento (5, 7).

Estos altos rendimientos en híbridos, con gran volúmen de heterosis, van acompañados de una disminución significativa del contenido de proteína y lisina (heterosis negativa sobre el porcentaje de proteína y lisina) (7). Hubo cruces que mostraron heterosis para proteína y lisina, pero estos no estaban incluidos en las combinaciones de altos rendimientos (7). Generalmente cuando los progenitores han mejorado en rendimiento, proteína y lisina, los híbridos reflejaron normalmente estos altos rendimientos y composición alta (5).

Las posibles combinaciones de los cruces de líneas con cantidades similares de proteína son de interes. Esto

es debido a las segregaciones ocurridas en la F_2 de un cruce de individuos puros con 13,3 por ciento x 13,4 por ciento de proteína que dieron lugar a una gama de individuos con un contenido de proteína que va de 10 a 21 por ciento de proteína (6).

La herencia de estos caracteres es cuantitativa y está determinada por una gran cantidad de genes con acción aditiva. Sin embargo hubo también una cantidad significativa de acción génica no-aditiva. Esta acción fué causada aparentemente por dominancia y epístasis. Esto sugiere que se pueden desarrollar líneas superiores homocigóticas por combinaciones de genes aditivos para cada carácter. Sin embargo la utilización completa de la variabilidad genética exhibida en los cruces, depende del uso de los híbridos, porque una porción significativa fué debida a la acción de genes no aditivos (5).

MATERIALES Y METODOS

Este experimento se comenzó el 15 de abril de 1971 y finalizó el 10 de agosto del mismo año. Se realizó en la finca Santa Rosa, que está dentro de los suelos de la serie Sabana Grande (S.G.) Estos suelos son de origen aluvial, de textura franco-arenosa con pendiente de 0.5 a 2 por ciento (4).

El clima según Holdridge y Tosi, citado en (4), es bosque tropical seco con poca precipitación, con promedio anual de 1.101 milímetros y alturas de 100 a 160 metros sobre el nivel del mar.

Análisis de suelo en el lote experimental reveló que posee un pH promedio de 7.1, contenido de nitrógeno total de 0.140 por ciento. Alto contenido de fósforo (más de 100 ppm). Alto contenido de potasio (más de 500 ppm.) Textura franco-arenosa sobre arena, con una profundidad de 130 centímetros.

Cuadro 1.- Precipitación pluvial, temperatura y humedad relativa durante el período de los meses de abril-agosto de 1971.

	Precipitación pluvial (mm)	Temperatura promedio °C	Humedad relativa (%)
Abril	0,2	28,2	76,1
Mayo	226,1	27,3	61,2
Junio	137,3	25,9	88,2
Julio	207,5	25,4	89,6
Agosto	132,4	25,9	85,9

Estación Meteorológica Las Mercedes. Servicio Meteorológico Nacional. Ministerio de Defensa. Managua.

El área del experimento fué de 2820,5 metros cuadrados. El diseño experimental usado fué el de Látice balanceado de nueve por nueve con diez repeticiones. Se probaron 81 variedades de sorgo granífero de la Colección Mundial de sorgo.

Las parcelas constaron de un surco de cinco metros de largo, separadas a 60 centímetros, con una densidad de siembra de 16 kilogramos por hectáreas. Cada parcela fué repetida diez veces.

Todas las parcelas recibieron el mismo tratamiento fertilizante a razón de 60-0-0 kilogramos por hectárea. Como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio al 21 por ciento. La mitad del nitrógeno se aplicó al momento de la siembra y al fondo del surco. La otra mitad se aplicó al momento del encañe, al lado del surco y sin tapar.

Los datos que se tomaron fueron:

A) Días a flor: Se tomó cuando el 50 por ciento de las plantas en una parcela estaba en floración. Se considera planta de sorgo florecida cuando en las dos tercios, de arriba hacia abajo, de una panoja, ya ocurrió polinización.

En cuanto a los días a flor las variedades se separaron en cuatro grupos:

- 1) Precoces: 40 a 50 días a flor
- 2) Intermedias: 51 a 60 días a flor
- 3) Tardías: 61 a 70 días a flor
- 4) Muy tardías: 71 días a flor en adelante.

- B) Período vegetativo: Esto se determinó por la dureza del grano.
- C) Altura de planta: Se midió desde la base del tallo al extremo final de la panoja, después de haber ocurrido la floración en todas las parcelas de una variedad.

Por las alturas las variedades se separaron en tres grupos:

- 1) Enanas: 50 a 100 centímetros de altura.
- 2) Intermedias: 101 a 200 centímetros de altura.
- 3) Altas: 201 centímetros de altura en adelante.

D) Longitud de panoja: Se midió desde la base al ápice de la panoja.

E) Diámetro de panoja: Esta medida se tomó en el tercio medio de la panoja cuando ésta ya tenía grano.

F) Tipo de panoja: Se consideraron cuatro tipos de panoja.

- 1) C. Cerrada
- 2) S.C. Semi-cerrada
- 3) S.A. Semi-abierta
- 4) A. Abierta.

G) Color del grano: No se utilizó ninguna escala.

H) Reacción a enfermedades: Se estimó en base a la intensidad del ataque de los patógenos, usándose la escala siguiente:

- | | | | |
|--------------------------|-----|----|-----|
| 1) Parcela no infestada: | 0 | -- | 1.0 |
| 2) Infestación leve: | 1.0 | -- | 2.0 |
| 3) Infestación media: | 2.0 | -- | 3.0 |
| 4) Infestación severa: | 3.0 | -- | 4.0 |

- I) Acame: Esta característica se tomó por parcela con dos alternativas acamada o erecta.
- J) Contenido de proteína en el grano: El contenido de proteína fué analizado en los laboratorios del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).
- K) Rendimiento de grano: Se midió en kilogramos por hectárea con doce por ciento de humedad, se cortaron las panojas, se pesaron y seguidamente se le determinó la humedad al grano. Al peso obtenido anteriormente se le restó el 20 por ciento de raquis y el contenido de humedad hasta llevarlo al doce por ciento. El peso obtenido de esta manera se consideró como el rendimiento por parcela.
- L) Peso específico del grano: Se usó para esto un aparato Fairbanks Morse & Co. CODE 11192. CAP'Y 1QT. SERIAL G105276, que mide libras por Bushels. Esto se transformó a kilogramos por litros usandose el factor 0,0128986.

RESULTADOS

El período de floración varía de 47 a 88 días después de la emergencia de las plantulas. Solamente en las variedades 31, 43, 49 ocurre la floración antes de los 51 días.

La altura de planta de estas variedades fluctúa entre 75 a 327 centímetros. Siendo las variedades 36, 53, 54, 59 y 70 las únicas que tienen alturas menores a 100 centímetros.

Muchas de las variedades tienen panoja cerrada o semi-cerrada con excepción de las variedades 8, 28, 49, 50 y 57 que presentan panojas abiertas.

El color de grano presenta una gran variación que va desde café con varias tonalidades, al rojo, amarillo, anaranjado, crema hasta blanco.

La única enfermedad que afectó a los sorgos fué Phylllosticta sorghina. Esta enfermedad ataca tanto el follaje como a los tallos. El deterioro del follaje en algunas variedades fué severo. Las variedades 1 y 6 presentaron tolerancias al patógeno.

El acame fué un problema serio en muchas variedades. De las 81 variedades introducidas hay 22 que no se acaman. Las variedades 13, 19 y 21 presentaron parcelas completamente acamadas. Todas las variedades altas se acamaron.

Los pájaros atacaron variedades tanto bajas como intermedias y altas. Pero sin excepción, ninguna de las variedades de panoja abierta fué dañada.

Las variedades 14, 16, 21, 26, 28 y 30 presentaron daños de mosquitas del ovario (Contarinia sorghicola) (coquillet). De estas variedades la 21 acusa alta susceptibilidad a este insecto. Hay que señalar que solamente estas variedades presentaron daños de mosquitas del ovario debido a que el ataque fué tardío y coincidió con la floración de estas variedades.

A pesar del diseño original de Látice balanceado, debido a que se descartaron 19 variedades por sus bajos rendimientos de grano, el análisis estadístico se hizo como bloques completamente azarizados. Los análisis estadísticos revelaron diferencias altamente significativas en cuanto a floración, altura de planta y rendimiento de grano a 0,01 probabilidad de error (cuadros 3, 4, 5 y 6).

El rendimiento de grano estuvo comprendido de 571 a 6.733 kilogramos por hectárea. Las variedades 8, 80, 78, 5, 38, 77 y 19 resultaron ser las variedades más sobresalientes en cuanto a rendimiento con 6.733, 6.576, 5.806, 5.554, 5.324, 5.243 y 5.208 kilogramos de grano por hectárea respectivamente. Estos rendimientos se obtuvieron en un solo corte.

Con relación al contenido de proteína este tuvo un rango de 8.25 a 17.69 por ciento. Siendo las variedades 70, 21, 40, 44, 14 y 50 las que mostraron mayor

Algunas variedades presenta alta variabilidad en cuanto a fecha de floración, altura, tipo de panoja y color de grano:

Las variedades 2 y 20 presentan segregantes de grano blanco.

Las variedades 13 presenta segregante de grano café claro, café rojizo y blanco.

Las variedades 43, 44, 46 y 72 presentan segregantes en fecha de floración, altura de planta y tipo de panoja. Se encontraron tipos bajos con panoja cerrada y precoces, tipos de altura intermedia con panojas semi-cerrada y semi-precoces y tipos altos con panoja semi-cerradas y tardíos. Además en la variedad 72 uno de los segregantes de altura intermedia presenta una coloración crema en el grano con una panoja semi-cerrada y de maduración semi-precoc. En esta misma variedad los tipos intermedios y altos presentan plantas que doblan la panoja hacia abajo.

La variedad 50 presenta segregante en altura como en el color del grano. Se encontraron tipos altos y bajos con panojas abierta y grano café claro, café rojizo, crema y blanco.

La variedad 53 presenta segregante de grano crema.

La variedad 62 presenta segregante de grano amarillo, crema y blanco. La variedad 71 y 74 presenta segregantes enanos, Cuadro 2.

DISCUSION

El rendimiento de las variedades 8,80, 70, 5, 38, 77 y 19 fué superior a los 5.000 kilogramos por hectárea, se considera satisfactorio y es comparable con la de los híbridos comerciales que se siembran en el país.

Hay cierta tendencia que muestra asociación del rendimiento con la altura de planta, ya que los mejores rendimientos se dieron en variedades con plantas altas, pero no se calcularon coeficientes de correlación. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Abifarin, citado por Pickett (6).

Aunque el mayor porcentaje de proteína se encontró en las variedades menos adaptadas, el rango de 8.25 a 17.69 por ciento indica la posibilidad de obtener en el futuro genotipos con alto contenido de proteína y buena composición nutricional.

El incremento de proteína obtenido hasta 114 por ciento en la variedad 70 sobre la variedad 41 tiene gran valor tomando en cuenta el abaratamiento en la formulación de raciones.

En el país no existe ninguna fuente de variación; ya que el sorgo es un cultivo introducido, la variabilidad mostrada por el material constituye un material básico que puede ser aprovechado para su mejoramiento.

Muchas de las variedades se apartaron del tipo agrónomico deseado; planta baja; panoja abierta y ciclo vegetativo corto o intermedio. Esto tiene gran importancia ya que el cultivo del sorgo se realiza en áreas planas que facilitan la mecanización y la obtención de varias cosechas, pero un grupo de variedades presentó características aceptables.

Las variedades 35, 49, 55, 58, 62, 63, 64 y 81 fueron seleccionadas como las mejores de todas las 81 introducidas. Estas variedades pueden ser aumentadas para satisfacer la demanda de variedades mejoradas. De estas variedades la 35, 49, 62, y 64 pueden llenar las necesidades de contar con variedades de grano blanco para consumo humano.

En aquellas zonas donde los pájaros son un problema se pueden utilizar las variedades 49 y 81 que presentan panojas abiertas.

Este grupo forma parte de las pocas variedades que tienen alturas de planta más baja y no se acaman.

Se tenía información proveniente de otros ambientes acerca de las variedades, pero no se conocía el comportamiento de las mismas en el país. El experimento se planeó de acuerdo a esta información, pero los resultados señalan que las variedades se comportaron muy mal respecto al tratamiento fertilizante de 60-0-0 kilogramos por hectárea y densidad de siembra de 16 kilogramo de semilla por hectárea, teniendo influencia en el tamaño de la panoja y rendimiento de grano.

CONCLUSIONES

Las variedades con los mejores rendimientos de grano resultaron ser aquellas que presentan plantas altas, que se acaman y poseen un contenido bajo de proteína en el grano.

Los mas altos niveles de proteína se encontraron en variedades que presentaron rendimientos bajos, pero estas variedades pueden ser utilizadas como líneas de alto contenido de proteína.

La variación en cuanto a floración, altura de planta, tipo de panoja y color del grano mostrada por el material, es muy valiosa para un programa de mejoramiento genético.

La densidad de siembra de 16 kilogramos de semilla por hectárea y el tratamiento fertilizante de 60-0-0 kilogramos por hectárea mostraron no ser adecuado para estas variedades.

RESUMEN

En el período de los meses abril-agosto de 1971 fueron sembradas 81 variedades de sorgo graníferos de la Colección Mundial, en la finca Santa Rosa, propiedad del Centro Experimental La Calera, Managua.

El objetivo era evaluar el comportamiento y hacer selección de las variedades que presentaran los mejores rendimientos y contenido de proteína en el grano.

El diseño usado en el experimento fué el de Látxice balanceado de nueve por nueve con diez repeticiones. Las parcelas constaron de un surco de cinco metros de largo, separadas a 60 centímetros. Cada parcela estaba repetida diez veces.

Todas las parcelas recibieron el mismo tratamiento fertilizante a razón de 60-0-0 kilogramos por hectárea. La densidad de siembra usada fué de 16 kilogramos por hectárea.

Los datos a tomar fueron: Días a flor; período vegetativo, altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja, tipo de panoja, color de grano, reacción a enfermedades, acame, contenido de proteína, rendimiento de grano y peso específico del grano (kilogramos por litro).

El período de floración tuvo una variación de 47 a 88 días. La altura de planta estuvo comprendida entre 75 a 327 centímetros. La mayoría de las variedades tienen panojas cerradas o semi-cerradas, con un color de grano

que va desde café con varias tonalidades al rojo, anaranjado, amarillo, crema hasta blanco.

El acame fué severo para todas las variedades altas. Las variedades 13, 19 y 21 presentaron parcelas completamente acamadas.

El patógeno Phyllosticta sorghina fué el único que se presentó, causando bastante deterioro en el follaje y tallo. Las variedades 1 y 6 con índice 2,0 se consideraron como tolerantes al patógeno.

El rendimiento varió de 571 a 6.733 kilogramos de grano por hectárea. El contenido de proteína varió de 8,25 a 17,69 por ciento de proteína.

Las variedades que presentaron los mejores rendimientos (8, 80, 78, 5, 38, 77 y 19) tuvieron problemas con la altura y acame. Ninguna de estas variedades sobresale por su contenido de proteína.

Las mejores variedades en cuanto al contenido de proteína (70, 21, 40, 44, 14 y 50) tuvieron rendimientos bajos.

El tratamiento fertilizante de 60-2-0 kilogramos por hectárea fué bajo en relación a la densidad de siembra de 16 kilogramos por hectárea. Esto fué la causa que se presentaran deficiencias de nitrógeno en todas las variedades.

Las variedades presentaron segregantes principalmente en cuanto al color del grano, tipo de panoja y altura. La variabilidad mostrada por el material introducido puede ser aprovechada para aislar genotipos sobresalientes.

Las variedades 35, 49, 55, 58, 62, 63, 64 y 81 fueron seleccionadas como futuras variedades comerciales, -
Cuadro 2.

Cuadro 2.- Características Agronómicas de 81 variedades de sorgo granífero de la Colección Mundial. Managua. "Santa Rosa" 1971-A

Variedad	Días a flor 1/	Periodo vegetativo 2/	Vegetativo	Altura de planta cms.	Longitud de panoja cms. 3/	Diámetro de panoja cms. 4/	Tipo de panoja 5/	Color de grano 6/	Reacción a enfermedades 7/	Acame 8/	Proteína Total		Rendimiento Kgs/Ha. 12% H. 10/	Peso Específico Kgs/Lt.
											9/	10/		
8	55	85		233	26,4	-	A	C.C	3,0	A	10,63	6,733	0,708	
80	62	95		207	15,9	5,6	S.C	C.C	3,6	A	10,38	6,576	0,725	
78	64	98		226	18,8	5,8	S.C	Bco.	3,7	A	8,63	5,806	0,668	
5	60	93		215	27,2	4,6	S.C	C.C	2,2	A	10,63	5,554	0,676	
38	66	96		196	16,8	5,2	C.	C.C	3,8	A	8,50	5,324	0,665	
77	66	98		238	16,1	5,5	S.C	C.C	3,4	A	8,94	5,243	0,743	
29	70	106		231	11,7	4,6	C.	A.	3,9	A	8,38	5,208	0,682	
27	58	86		172	16,0	4,4	C.	C.C	3,8	A	9,63	4,917	0,695	
13	76	107		256	14,6	3,8	C.	R.	3,8	A	9,38	4,900	0,709	
7	56	90		263	9,7	4,4	C.	Cr	2,2	A	11,25	4,887	0,725	
75	66	99		210	17,3	4,5	C.	C.C	3,8	A	8,63	4,761	0,695	
39	67	96		228	15,3	5,3	S.C	Bco.	3,9	A	10,69	4,690	0,702	
42	63	94		192	16,1	4,6	C.	C.C	4,0	A	10,06	4,668	0,691	
46++	53	80-92-105		195	17,5	5,8	C.S.C	C.C	3,9	A	10,88	4,653	0,645	
14	83	109		250	18,2	4,4	C.	C.C	3,8	A	13,13	4,607	0,674	
10	57	91		215	20,7	3,6	S.C	C.R	3,5	A	10,75	4,605	0,709	
20	72	103		288	15,5	4,7	S.C	C.C	3,8	A	8,81	4,547	0,703	
6	60	96		250	21,3	3,7	S.C	Bco.	2,0	A	10,75	4,531	0,685	
41	67	98		218	14,0	5,0	C.	Cr.	3,0	A	8,25	4,507	0,709	
67	60	92		203	20,2	4,8	S.C	Bco.	3,4	A	9,06	4,241	0,724	
26	74	104		235	19,6	4,7	S.C	C.C	3,0	A	10,38	4,241	0,702	
17	58	91		221	21,3	4,0	S.C	C.R	3,0	A	9,88	4,237	0,709	
23	63	96		240	18,0	3,8	S.C	C.O	2,3	A	8,88	4,206	0,686	
69	67	97		200	15,9	4,8	C.	Cr.	3,8	A	9,38	4,202	0,707	
9	64	101		217	23,3	3,9	C.	C.R	3,2	A	10,25	4,137	0,740	
74	68	104		235	15,1	4,3	C.	C.R	3,3	A	9,94	4,066	0,713	
68	64	95		167	20,7	6,5	S.C	Cr.	3,9	A	9,25	4,058	0,724	
71	65	98		184	19,3	4,9	C	Cr.	3,0	A	9,94	4,036	0,677	
45	55	90		170	20,5	4,4	S.C	C.R	3,3	A	8,94	3,945	0,735	
60	68	98		235	20,9	4,8	S.C	Bco.	3,6	A	9,50	3,851	0,722	
32	61	95		274	12,6	6,3	C.	C.R	3,5	A	10,63	3,811	0,671	
79	65	95		151	16,2	5,2	S.C	C.C	3,9	A	8,63	3,801	0,672	
24	79	108		239	16,0	4,3	C.	C.C	3,8	A	11,13	3,776	0,722	

Cuadro 2.- Continuación

Variedad	Línea flor	Período Vegetativo	Altura de planta cms.	Longitud de panoja cms.	Diámetro de panoja cms.	Tipo de panoja	Color de grano	Reacción a enfermedades	Acame	Proteína Total	Rendimiento Kgs/Ha. 12% H.	Peso Específico.- Kgs/Lt.
	<u>1/</u>	<u>2/</u>		<u>3/</u>	<u>4/</u>	<u>5/</u>	<u>6/</u>	<u>7/</u>	<u>8/</u>	<u>9/</u>	<u>10/</u>	
50++	74	104	249	26,7	-	A	CR, C.C., Bco	3,7	A	13,00	3.759	0,702
37	60	94	169	26,5	5,0	S.C	Am.	3,9	A	9,00	3.757	0,704
63	67	98	107	22,3	4,5	S.C	C.C	3,8	E	11,13	3.688	0,709
62	63	95	137	20,6	5,6	S.C	Am.	3,8	E	11,00	3.609	0,680
73	63	99	211	14,1	3,7	C	C.R	3,1	A	10,75	3.558	0,731
61	66	96	231	20,0	5,4	S.C	Bco.	3,7	A	10,13	3.547	0,705
15	61	96	271	21,4	4,2	S.C	C.C	2,2	A	11,13	3.531	0,739
25	61	89	200	18,5	4,3	S.C	Bco.	3,8	A	9,88	3.459	0,718
49	49	81	160	25,2	-	A.	Bco.	3,7	E	12,13	3.431	0,730
55	71	102	143	19,4	4,7	S.C	C.C	3,7	E	8,50	3.422	0,705
1	56	88	262	11,0	4,7	C.	Cr.	2,0	A	12,19	3.386	0,676
30	83	109	271	15,5	3,6	C.	R.	4,0	A	9,63	3.385	0,677
81	57	91	138	23,2	-	A.	C.C	2,6	E	11,69	3.264	0,735
31	50	81	207	9,1	4,0	C.	C.R	3,4	A	11,61	3.258	0,685
16	77	105	314	19,1	3,6	S.C	C.C	3,1	A	11,38	3.062	0,766
4	57	90	189	18,9	4,6	S.C	C.C	3,7	A	9,75	3.006	0,713
58	53	83	125	16,5	5,0	A.A	C.C	3,8	E	9,81	2.931	0,686
43++	47	80-92-102	155	19,8	5,5	C,S.C	C.C	3,9	A	9,63	2.866	0,636
28	77	106	326	25,3	-	A.	C.C	2,2	A	11,44	2.836	0,704
29	77	106	192	18,8	4,4	S.C	C.C	3,8	A	10,50	2.833	0,715
22	66	101	264	20,9	3,7	S.C	C.O	2,6	A	8,50	2.814	0,695
64	60	90	107	21,7	3,8	C.	Bco.	4,0	E	11,63	2.792	0,672
18	67	96	277	8,8	4,0	C.	Cr.	2,3	A	10,50	2.772	0,751
33	80	111	256	16,1	3,5	C.	Bco.	3,8	A	10,63	2.760	0,713
72	64	98	168	22,2	5,1	C.	Cr.	3,7	A	11,25	2.661	0,672
44++	62	80-92-102	146	20,3	4,5	C,S.C	C.C	4,0	A	13,25	2.661	0,694
35	56	91	123	18,4	3,4	C.	Bco.	2,3	E	8,44	2.557	0,673
11	79	104	315	21,3	3,8	S.C	Bco.	2,5	A	11,56	2.474	0,760
3	70	101	240	14,5	4,2	S.C	C.O	3,0	A	8,94	2.440	0,637
56	61	92	148	13,3	3,7	C.	C.R	3,9	A	12,38	2.356	0,698
76	65	95	137	16,5	4,4	C.	Bco.	3,7	E	9,88	2.295	0,682
47	62	98	158	21,4	4,6	S.C	Am.	2,1	A	9,00	2.163	0,675
51	65	99	136	20,5	4,2	S.C	Bco.	3,9	E	10,00	2.111	0,720
2	54	86	110	20,0	3,1	S.C	C.C	3,9	E	11,25	1.949	0,680
52	60	93	120	16,4	4,4	S.C	Bco.	3,9	E	11,00	1.947	0,638

Cuadro 2.- Continuación

Variedad	Días a flor 1/	Periodo vegetativo 2/	Altura de planta cms.	Longitud de panoja cms. 3/	Diámetro de panoja cms. 4/	Tipo de panoja 5/	Color de grano 6/	Reacción a enfermedades 7/	Acame 8/	Proteína Total 9/	Rendimiento Kgs/Ha. 12% H. 10/	Peso Especifico.- Kgs/Lt.
34	55	92	132	17,9	3,6	C	C.C	2,3	E	10,25	1.811	0,706
65	62	92	99	19,1	3,2	C	Bco.	4,0	E	11,13	1.620	0,666
57	62	92	104	17,3	4,1	S.C	Cr.	4,0	E	10,69	1.375	0,628
66	67	97	103	21,5	3,5	S.C	Bco.	4,0	E	12,56	1.246	0,666
12	74	104	327	16,3	4,7	S.C	Bco.	2,6	A	10,63	1.113	0,765
54	60	92	83	20,7	4,9	S.C	C.R	3,7	E	11,4	1.112	0,714
48	71	106	127	21,7	3,5	C.	Cr.	3,0	E	12,13	1.020	0,707
40	53	89	123	26,0	3,5	S.C	Bco.	4,0	E	13,25	944	0,638
21	88	111	314	19,4	3,6	S.C	R.	3,8	A	15,13	839	0,699
36	63	96	96	19,3	3,4	S.C	Bco.	3,8	E	12,50	918	0,655
59	65	95	78	18,2	3,8	S.C	Cr.	3,9	E	9,50	713	0,641
70	65	96	77	17,8	3,5	S.C	C.C	3,9	E	17,96	620	0,663
53	57	90	75	21,3	4,1	C.	C.C	3,6	E	10,75	571	--

1/ Días a parcela con 50 por ciento de floración. 2/ Días a grano maduro. 3/ De la base al ápice de la panoja. 4/ En el tercio medio de la panoja. 5/ C: Cerrada; S.C: Semi-cerrada; S.A: Semi-abierta; A: Abierta. 6/ C.C: Café claro; C.R: Café rojizo; C.O: Café oscuro; R: Rojo; A: Anaranjado; Am: Amarillo; Cr: Crema; Bco: Blanco. 7/ Parcela no infestada: 1.0; Infestación leve: 1.0-2.0; Infestación media 2.0-3.0; Infestación severa: 3.0-4.0. 8/ A: Acamada, E: Erecta. 9/ En el grano. 10/ Grano.

++: Variedades con mucha segregación.

Cuadro 3.- Análisis de varianza para floración, altura, y rendimiento en 62 variedades de sorgo granífero de la Colección Mundial.

F. V.	Gl.	C.M.					
		Días a flor	Signifi- cancia Estadis- tica	Altura	Signifi- cancia Estadis- tica	Rendi- miento	Signifi- cancia es- tadistica
Tratamientos	61	6,218	++	25.627,93	++	0,484	++
Bloques	9	0,268		1.567,88		0,864	
Error	549	0,021		868,78		0,159	
Total	619						

++ : Altamente significativo a nivel de 0,01 probabilidad de error.

Cuadro 4.- Significancia estadística entre medias de días a floración de 62 variedades de sorgo franífero de la Colección Mundial⁺⁺

Variedad		Variedad		Variedad	
14	a	22	m	37	r
30	b	38	m	64	r
33	c	61	m	62	r
11	d	75	m	17	s
24	d	77	m	27	s
28	e	71	n	4	t
29	e	79	n	10	t
16	e	9	ñ	81	t
13	f	68	ñ	1	u
26	g	72	ñ	7	u
50	g	78	ñ	35	u
20	h	23	o	8	v
55	i	42	o	45	v
19	j	62	o	58	w
3	j	73	o	46	w
60	k	44	p	31	x
74	k	80	p	49	y
18	l	15	q	43	z
39	l	25	q		
41	l	32	q		
63	l	5	r		
69	l	6	r		

++ Se encontraron 300 rangos significativos a nivel de 0,01 probabilidad de error.

Cuadro 5.- Significancia estadística entre medias de altura de planta de 62 variedades de sorgo granífero de la Colección Mundial⁺⁺

VARIEDAD		VARIEDAD		VARIEDAD	
28	a	60	defghij	29	klmnñop
11	ab	74	defghij	42	klmnñop
16	ab	8	efghij	4	lmñopq
20	b	61	efghijk	71	mñopqr
18	bc	19	efghijk	27	nñopqrs
32	bcd	39	fghijkl	45	ñopqrs
15	bcde	78	fghijkl	37	ñopqrs
30	bcde	17	ghijklm	72	ñopqrs
22	bcdef	41	ghijklm	68	ñopqrs
7	bcdef	9	ghijklm	49	opqrst
1	bcdef	10	hijklm	43	pqrst
13	bdefg	5	hijklm	79	qrst
33	bcdefg	73	hijklmn	44	rstu
6	bcdefgh	75	hijklmn	55	stu
14	bcdefgh	31	ijklmnñ	81	stu
50	bcdefghi	80	ijklmnñ	62	stu
3	cdefghi	67	ijklmnñ	58	tu
23	cdefghi	25	ijklmnñ	35	tu
24	cdefghi	69	ijklmnñ	63	u
77	cdefghij	38	jklmnño	64	u
26	defghij	46	jklmnño		

⁺⁺ Se encontraron 404 rangos significativos a nivel de 0,61 probabilidad de error.

Cuadro 6.- Significancia estadística entre medias de rendimiento de 62 variedades de sorgo granífero de la colección Mundial. ++

Variedad	Variedad	Variedad
8	17	55
80	23	1
78	69	30
5	9	81 b ⁺
38	74	31 b ⁺
77	68	16
19	71	4
27	45	58
13	60	43
7	32	28
75	79	29
39	24	22
42	50	64
46	37	18
14	63	33
10	62	72
20	73	44
6	61	35
41	15	11
67 a ⁺	25	3
26 a ⁺	49	

++ : Se encontraron 1,770 rangos significativos a nivel de 0,01 probabilidad de error.

+ : Estas variedades tienen igual rendimiento. Las demás variedades presentan rendimientos diferentes estadísticamente.

LITERATURA CITADA.

- 1.- COCHRAN, W.G. y COX, G.M. 1950. Experimental Designs. Londres Wiley 274-314 p.
- 2.- ELLIOTT, F.C. 1964. Citogenética y Mejora - miento de plantas. Traducido al español por el Ing. Agr. Antonio Marino A. México, Continental. 241-260 p.
- 3.- GROBMAN, A. 1967. Problemas y perspectivas del cultivo del sorgo en Centroamerica. In Memoria de la XIIIa. Reunión Anual de PCCMCA. San José, Costa Rica. Febrero 28 marzo 4. 1967. 91-94 p.
- 4.- NICARAGUA, OFICINA DE CATASTRO Y RECURSOS NATURALES. 1971. Soil Survey of the Pacific Region of Nicaragua. Tax improvement and natural Rescurcer inventory project, Nicaragua. Part 2. Description of soils. Final Technical Report. Volume II. pag. II 576.
- 5.- PICKETT, R.C. 1969. Inheritance and improvement of protein quality and content in Sorghum vulgare. Pers. Report No. 4, 1968. 39 p. (Mimeografiado).
- 6.- _____ . 1969. Variation in Amino Acid Content in relationship to protein and yield of sorghum from the World Collection. For presentation at Granin Sorghum Research and Utilization Conference Amarillo, Texas- March y, 1969. 3p (Mimeografiada).

- 7.- _____ . 1969. Inheritance and improvement of protein quality and content in Sorghum vulgare Pers. Report No. 5. 1969. 20 p. (Mimeografiado).
- 8.- _____ . 1969. Protein and yield research in Sorghum vulgare Pers. International Cereal Conference October 13-16, 1969. Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria. 3 p. (Mimeografiada).
- 9.- _____ . 1969. Inheritance and improvement of protein quality and content in Sorghum vulgare Pers. Report No. 6, 1969. 23 p. (Mimeografiada).
- 10.- _____ . 1970. Inheritance and improvement of protein quality and content in Sorghum vulgare Pers. Progress Report to January 1970. 21 p. (Mimeografiada).
- 11.- RODRIGUEZ, L.O. 1967. Efecto de diferentes densidades de siembra y espaciamento entre surcos sobre caracteres de sorgo graníferos. Tesis Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. 41 p. (Mimeografiada).
- 12.- SANCHEZ MONGE, E. 1955. Fitogenética. Barcelona SALVAT 109, 110 p.

- 13.- VELASQUEZ, J.M. 1967. Evaluación comparativa entre el Maíz y el Sorgo en la Alimentación porcina. Tesis. Ing. Agr. Managua, Nicaragua. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. 33 p. (Mimeografiada).