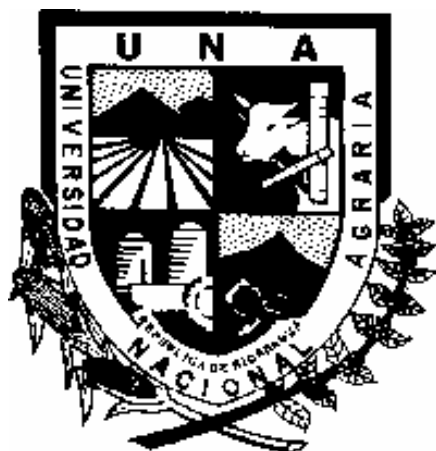


**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN A DISTANCIA**



TRABAJO DE TESIS

**RENDIMIENTO DE TRES CULTIVARES DE SORGO [(*Sorghum bicolor*
(L.) Moench.] EN EL PACIFICO SUR DE NICARAGUA**

Autor Br. Bernardo Omar Cruz Tapia

Asesor: Ing. MSc. Isabel Chavarría Gaitán

MANAGUA NICARAGUA.

ENERO, 2005

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN A DISTANCIA.**

TRABAJO DE TESIS

**RENDIMIENTO DE TRES CULTIVARES DE SORGO [*Sorghum bicolor*
(L.) Moench.] EN EL PACIFICO SUR DE NICARAGUA**

**TRABAJO DE TESIS PRESENTADO A LA CONSIDERACIÓN DEL
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR COMO REQUISITO, PARA
OPTAR AL GRADO PROFESIONAL:**

INGENIERO AGRONOMO GENERALISTA

MANAGUA, NICARAGUA

ENERO 2005

DEDICATORIA

A la memoria de Santos Cruz Umaña (q.e.p.d.), mi padre, de quién siempre llevo un recuerdo.

A mi hermana Lic. Dora Cruz Tapia, por darme su apoyo moral y económico para ser un profesional.

A mi esposa María Teresa Solís y mis hijos, Makwell Omar, Luis Dayan, Keling Otoniel, Cristian Martín y Maria José Cruz Solís, quienes me dan la energía para salir adelante.

A mi madre Carmen Tapia Cruz, por encaminar mis pasos por senderos del trabajo, respeto y responsabilidad, de la que me siento muy orgulloso.

AGRADECIMIENTOS

A mis maestros de la Facultad de Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Agraria (UNA) de quienes recibí parte de sus conocimientos y experiencias.

A la Ing. MSc. Isabel Chavarría, por brindar su asesoría de forma incondicional en la realización de este trabajo.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), por su apoyo incondicional económico para realizar mis estudios.

A Luis Parajón Torres, por su apoyo del que estoy muy agradecido.

A mis hermanos (as) Santos, Reynaldo, Gladys, Mario, Adela, Medardo, Resalía, Patricia Modesto, Mayela y Gerardo de quienes me siento muy orgulloso.

A todas aquellas personas y amigos que colaboraron para la culminación de este trabajo.

RESUMEN

La Universidad Nacional Agraria UNA en coordinación con el Programa Nacional de Granos Básicos del INTA Pacífico Sur, y con la colaboración de productores establecieron en nueve sitios (fincas de agricultores) de los departamentos de Masaya, Carazo, Granada y Managua, áreas de validación de tres cultivares de sorgo blanco [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] CNIA-726 y CNIA-90520 x 90502, utilizado como testigo local Tortillero Precoz, con el objetivo de determinar la estabilidad y rendimiento de estos genotipos. Se establecieron parcelas de 500 m² por tratamiento en cada localidad, de manera que el área total de la validación fue de 1500 m². La metodología se basó en el Análisis de Estabilidad Modificado de Hildebrand y Poey (1989), se aplicó el Análisis de Presupuesto Parcial desarrollado por CIMMYT (1989). Los resultados indican que CNIA 90520 x 90502 tuvo un rendimiento promedio de 3,780 kg ha⁻¹ superando en 10.6% y 11.8% al testigo local Tortillero Precoz (3,379.8 kg ha⁻¹) y CNIA 726 (3,335.3 kg ha⁻¹), CNIA-726 presentó el menor coeficiente de determinación ($R^2=0.71$) y mayor coeficiente de variación (C.V 18.6 %). El análisis de presupuesto parcial determinó que al utilizar CNIA 90520 x 90502 se obtiene el mayor beneficio neto con C\$ 7,356.00/ha y una tasa de retorno marginal de C\$ 7.6 Córdobas por cada córdoba invertido.

INDICE

| CONTENIDO | Página. |
|--|----------------|
| INDICE DE CUADROS | i |
| INDICE DE FIGURAS | ii |
| INDICE DE ANEXOS | ii |
| RESUMEN | iv |
| | |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| | |
| III. MATERIALES Y METODOS | 4 |
| 3.1 Localización | 4 |
| 3.2 Material genético | 6 |
| 3.3 Diseño experimental | 7 |
| 3.4 Variables evaluadas | 7 |
| 3.5 Manejo agronómico | 8 |
| 3.6 Análisis estadístico | 10 |
| 3.7 Análisis económico | 11 |
| | |
| IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 12 |
| 4.1 Densidad de siembra | 12 |
| 4.2 Días a floración | 13 |
| 4.3 Altura de la planta | 14 |
| 4.4 Población final | 15 |
| 4.5 Días a madurez fisiológica | 16 |
| 4.6 Peso de mil gramos (PMG) | 18 |
| 4.7 Rendimiento de granos en Kg ha ⁻¹ | 19 |
| 4.8 Análisis estadístico | 21 |
| | |
| 4.8.1 Ambientes favorables | 23 |
| 4.8.2 Ambientes desfavorables | 28 |
| 4.9 Análisis económico | 32 |
| | |
| V CONCLUSIONES | 34 |
| | |
| VI LITERATURA CITADA | 35 |

INDICE DE CUADROS

| | Página. |
|--|---------|
| Cuadro 1 Características edafoclimáticas de nueve localidades del Pacífico sur de Nicaragua año, 2000 | 5 |
| Cuadro 2 Manejo agronómico en las áreas de estudio de nueve localidades del Pacífico Sur de Nicaragua, 2000 | 10 |
| Cuadro 3 Características agronómicas de tres cultivares de sorgo blanco en nueve localidades del Pacífico Sur de Nicaragua, 2000 | 18 |
| Cuadro 4 Rendimiento de tres cultivares de sorgo blanco evaluado en nueve localidades, año 2000 | 21 |
| Cuadro 5 Rendimiento de grano de los genotipos de sorgo blanco para buenos ambientes | 24 |
| Cuadro 6 Intervalos de confianza de los cultivares de sorgo blanco en buenos ambientes | 27 |
| Cuadro 7 Rendimiento de grano de los cultivares de sorgo blanco en ambientes desfavorables | 28 |
| Cuadro 8 Intervalos de confianza de los cultivares de sorgo blanco en ambientes desfavorables | 30 |
| Cuadro 9 Presupuesto parcial de tres cultivares de sorgo evaluados en nueve localidades, año 2000 | 32 |
| Cuadro 10 Análisis Marginal de dos cultivares de sorgo blanco, evaluados en nueve localidades, año 2,000. | 33 |

INDICE DE FIGURAS

| | Página. |
|--|---------|
| Figura 1. Precipitación de seis localidades donde se establecieron ensayos de estudio, año 2000 | 6 |
| Figura 2. Rendimiento de los cultivares de sorgo en las nueve localidades | 23 |
| Figura 3 Rendimiento de los genotipos de sorgo en buenos ambientes | 24 |
| Figura 4. Intervalos de confianza de genotipo de sorgo, en buen ambiente ensayo de validación | 26 |
| Figura 5. Rendimiento de los cultivares de sorgo en ambientes desfavorables | 29 |
| Figura 6 Intervalos de confianza de genotipo de sorgo, en ambientes desfavorables de ensayo del estudio, 2000. | 31 |
| Figura 7. Beneficio neto de tres cultivares de sorgo blanco | 33 |

I. INTRODUCCIÓN

El sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] es originario de Africa. Pertenece al grupo de cereales ampliamente cultivado en el mundo y constituye una fuente de calorías indispensable para el funcionamiento del organismo humano. Ocupa el quinto lugar a nivel mundial en superficie sembrada y producción, después del trigo, arroz, maíz y cebada. Se estima que el 75% de la producción mundial de sorgo es utilizada como alimento para consumo humano (Paúl, 1990).

En Nicaragua el área estimada de siembra con sorgos híbridos, variedades mejoradas y sorgos criollos es de 56,338 ha, donde el 55% se cultiva con híbridos introducidos de casas comerciales, principalmente de endosperma rojo destinados al consumo animal y un 45% con variedades mejoradas y sorgo criollo (MAGFOR, 2000).

El sorgo es de gran importancia en la dieta nacional, principalmente en las zonas rurales. El alto grado de consumo de sorgo se debe a necesidades alimentarias humanas, así como para la alimentación de animales por su forraje; mientras que por sus granos, juegan un papel importante en la industria ya que se procesan en un gran número de productos y subproductos. Este cultivar se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas. La producción de este cultivo en Nicaragua, según cifras del BCN (1999), fue de aproximadamente 135.845 millones de Kg. para el cultivo de sorgo.

El BCN (1999), reporta que los rendimientos promedios nacionales están entre 1,184 y 2,264 kg ha⁻¹, para el sorgo, respectivamente, lo que muestra que los rendimientos han mermado. Esta disminución de la producción puede deberse al hecho de que la mayoría de los productores aun utilizan tecnología tradicional (MAG, 1991).

Pineda (1988), afirma que el 85% de las familias nicaragüenses de escasos recursos ubicadas en zonas con irregular precipitación, utilizan el grano de sorgo blanco como sustituto del maíz, principalmente en la elaboración de tortillas, pinol, guisos, atoles, turrone y otros derivados, así como en la elaboración de alimentos balanceados para animales.

La baja disponibilidad de variedades mejoradas de sorgo blanco de ciclo vegetativo corto e intermedio, y los factores bióticos y abióticos que afectan el cultivo, inciden directamente en la baja de rendimientos que se obtienen en la actualidad.

Ante esta problemática, se realizó la validación de dos genotipos promisorios de sorgo blanco CNIA-726 y CNIA-90520 x 90502, que tienen características de porte bajo, buena producción de biomasa, con excelente producción de grano, tolerancia a enfermedades y plagas que se obtuvieron como resultado de un proceso de evaluación experimental ejecutado por investigadores del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). Se utilizó como testigo la variedad Tortillero Precoz ampliamente conocido por los agricultores.

II. OBJETIVOS

Determinar en el Pacífico Sur en fincas de Productores, la adaptación y rendimiento de dos genotipos promisorios de sorgo blanco comparado con un testigo local.

Determinar la viabilidad económica de utilizar estos cultivares en finca de agricultores.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El estudio fue realizado en fincas de productores en las localidades ubicadas, Cuatro ensayos se establecieron en Granada (Ochomogo, El Manchón, La Granadilla y La Barranca), dos en Carazo (La Conquista y Aragón), dos en Masaya (Los Altos y San Blas) y uno en Managua (Sabana Grande). Todas estas localidades se localizan en la zona del Pacífico Sur de Nicaragua.

El período lluvioso en el Pacífico de Nicaragua fue de junio a noviembre, el cual es subdividido en dos épocas de siembra: primera (mayo-julio) y postrera (agosto-noviembre), esta última es la principal época de siembra del sorgo en la región (Figura 1).

En Granada, la localidad Ochomogo está a 330 msnm. Las condiciones climáticas que prevalecieron durante la validación fueron temperatura media anual de 28 °C, con una precipitación anual de 800 mm, el suelo de la finca seleccionada es de textura franco arcilloso, con drenaje regular y una zona radical profunda. El Manchón, la segunda localidad de Granada, está a 350 msnm, la temperatura media anual fue de 28 °C, con una precipitación anual de 1000 mm, el suelo del sitio del ensayo es de textura franco arcilloso, con drenaje moderado y una zona radical superficial; La Granadilla está a 350 msnm, con temperatura media anual de 28 °C, con una precipitación anual de 1000 mm, el suelo del área destinada para el estudio es de textura franco arcilloso, con drenaje moderado y una zona radical superficial reducida; la Barranca a 360 msnm, las condiciones climáticas y tipos de suelo son similares a las de la localidad la Granadilla.

En Carazo, la localidad de La Conquista está a 240 msnm, la temperatura media anual fue de 28 °C, con una precipitación anual de 800 mm, el suelo del ensayo es franco arcilloso, con drenaje moderado y una zona radical superficial reducida. En la localidad de Aragón con características climáticas y edáficas similares a las que presenta la localidad de la Conquista. En Masaya, en la localidad de Los Altos localizada a 250 msnm, con temperatura media anual 28 °C, con una precipitación anual de 1200 mm, el suelo es franco, con drenaje moderado y

una zona radical superficial a profunda. En la localidad de San Blas localizada a 250 msnm, la temperatura media anual fue de 28 °C, con una precipitación anual de 900 mm, el suelo del área del ensayo es de textura franco arcilloso, con drenaje moderado y una zona radical superficial a profunda. Managua la localidad de Sabana Grande está a 70 msnm, la temperatura media anual de 28 °C, con una precipitación anual de 800 mm, el suelo franco arcilloso, con drenaje moderado y una zona radical de superficial a profunda (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características edafoclimáticas de nueve localidades del Pacífico sur de Nicaragua año, 2000

| Departamento | Localidad | Precipitación (mm) | Altitud (msnm) | Textura | Drenaje |
|--------------|---------------|--------------------|----------------|--------------|----------|
| Masaya | Los Altos | 1200 | 250 | Franco | Moderado |
| | San Blas | 900 | 250 | F. Arcilloso | Moderado |
| Carazo | La Conquista | 800 | 240 | F. Arcilloso | Moderado |
| | Aragón | 800 | 240 | F. Arcilloso | Moderado |
| | La Granadilla | 1000 | 350 | Arcilloso | Moderado |
| Granadilla | La Barranca | 1000 | 360 | Arcilloso | Moderado |
| | El Manchón | 1000 | 350 | Arcilloso | Moderado |
| | Ochomogo | 800 | 230 | Arcilloso | Regular |
| Managua | Sabana Grande | 800 | 150 | Arcilloso | Moderado |

Altitud (msnm)= Altitud metros sobre el nivel del mar

Según Rodrigo y Serrano (1968), en suelos con buena humedad y alta fertilidad se siembra a una distancia de 30 a 60 cm entre hilera y 15 a 30 semillas por metro lineal, la densidad de población será de 400,000 plantas por hectárea y 15 a 18 kg ha⁻¹ de semilla.

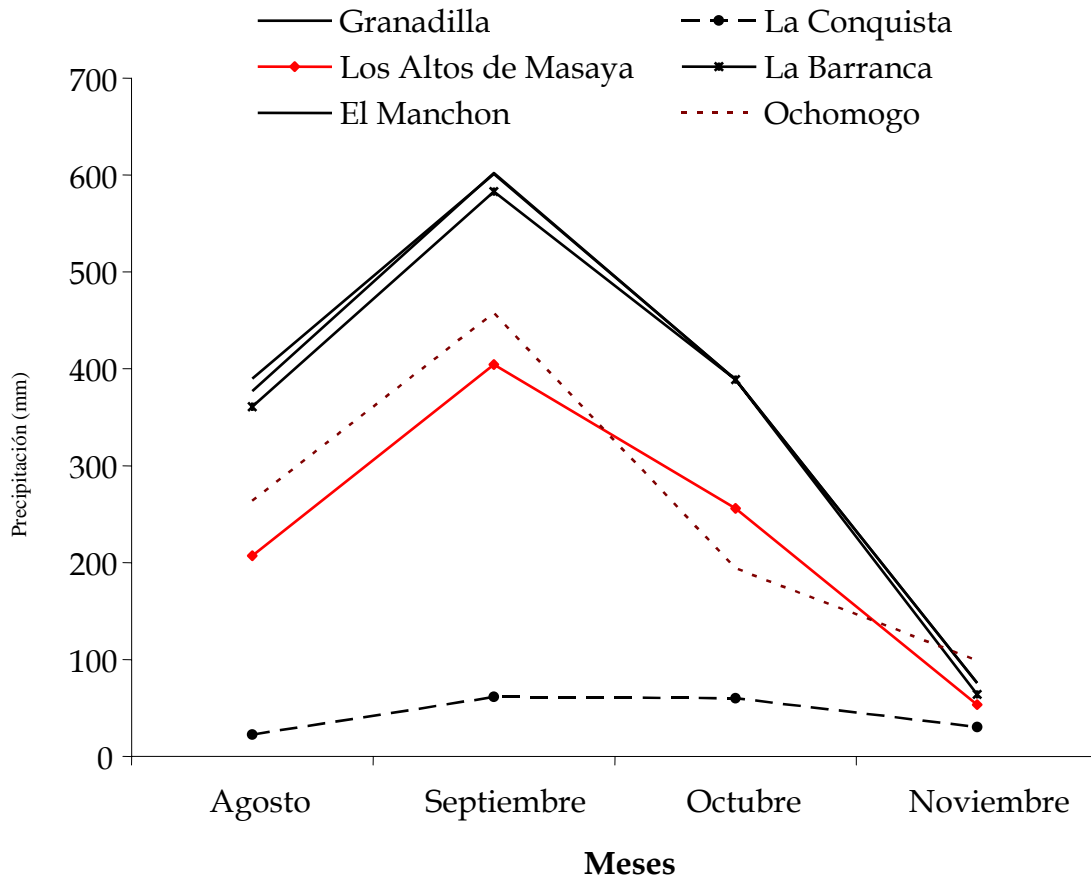


Figura 1. Precipitación en seis localidades donde se establecieron los ensayos del estudio. año 2,000.

3.2 Material genético

Los genotipos CNIA 726 y Tortillero Precoz tienen ciclo vegetativo de 90 a 100 días a madurez fisiológica; CNIA 90520 X 90502 llega a la madurez a los 110 días. Los tres cultivares tienen un tipo de panoja semi-abierta, presentan una coloración blanca del grano, con potencial genético de rendimiento de 3,182 a 3,909 kg ha⁻¹.

3.3 Diseño experimental

El diseño utilizado fue de parcelas comparativas, conformados por tres parcelas con un área de 500 m², con dimensiones de 20 x 25 m cada uno, para un área experimental total de 1500 m² en cada finca o localidad.

3.4 Variables evaluadas

- **Población después de siembra**

Se tomó a los 10 días después de la siembra (dds), considerando en este momento la emergencia total de plántulas y para este caso se utilizó el método de las cinco milésimas. Este método consiste en medir la longitud de cinco surcos al azar y se les calculó la media, este resultado se dividió entre la constante 2178, el resultado de esta división es la longitud en cm de la estación. Se realizaron cinco estaciones al azar y se sumó el total de plántulas de cada una de las cinco estaciones, estas se multiplicaron por un mil para sacar la población de miles de plántulas por hectáreas. Este muestreo de población fue realizado en cada uno de los tres tratamientos del estudio y en las nueve repeticiones.

- **Días a floración**

Se registró el número de días desde la siembra hasta el momento en que el 50% de las plantas de cada cultivar presentaron el 50% de floración.

- **Altura de plantas**

Al momento de la cosecha se tomó de los surcos centrales una muestra al azar de 10 plantas por tratamiento, midiendo la longitud de la planta en cm desde la superficie del suelo hasta el ápice de la panoja.

- **Población final**

Se tomó a los 85 dds, de igual manera para este caso se utilizó el método de las cinco milésimas.

- **Días a madurez fisiológica**

Se registró el número de días desde el momento de la emergencia hasta la cosecha.

Se cosechó manualmente cada uno de los tratamientos una vez que estos alcanzaron la madurez fisiológica

- **Peso de mil granos (PMG)**

Para la determinación de esta variable se seleccionaron nueve muestras al azar se tomó mil granos de cada parcela útil y posteriormente se pesó en gramos.

- **Rendimiento de grano (kg ha⁻¹)**

Tortillero Precoz a los 97 días, CNIA-726 a los 98 días, CNIA-90520 x 90502 a los 109 días. Se pesó el total de la parcela y se extrapoló a kg ha⁻¹.

3.5 Manejo agronómico

La preparación de suelo en las nueve localidades se inició con roza y barrido, luego un pase de arado. En los Altos (Masaya), La Granadilla y Ochomogo (Granada) la preparación del suelo se realizó con maquinaria, en las restantes fue con tracción animal para roturar y un pase para raya de siembra (Cuadro 2). La siembra se efectuó del 16 al 30 de agosto del 2000. Al realizar la siembra en el período de maduración y cosecha coinciden con el inicio del verano (noviembre a diciembre), lo que facilita la recolección mecánica en un ambiente seco, y permite una buena calidad del grano. Se estableció en la época de postrera del año 2,000 debido a que las condiciones de clima prevalecientes son menos favorables para insectos plagas y enfermedades (Espinoza, 2002).

La cantidad de semilla utilizada para la siembra fue 14.20 kg ha⁻¹, equivalente a 0.71 kg por parcela de 500 m² en 39 hileras de 25 m de largo con una separación de 0.50 m, sembradas a chorrillo manualmente.

Al momento de la siembra se fertilizó con la fórmula (NPK) 10-30-10, con una dosis de 129 kg ha⁻¹, equivalente a 6.45 kg por parcela de 500 m². La emergencia ocurrió a los 4 a 6 dds. Se realizó fertilización nitrogenada a los 25 y 35 días (después de limpias) en dosis de 64.5 kg ha⁻¹, equivalente a 2.23 kg por parcela de 500 m².

Durante los primeros 20 días el sorgo crece lentamente y la plántula es débil. Si la plantación no se mantiene limpia en los primeros 30 días posteriores a la emergencia, el rendimiento del grano se reduce significativamente. Se realizaron dos limpias manuales a los 20 y a los 30 dds del cultivar, en las nueve parcelas del estudio.

A los 40 días después del muestreo se encontró daños de plagas masticadoras del complejo *Spodóptera*, por lo que se aplicó Metamidofos 600, a razón de 1500 cc ha⁻¹ equivalente a 75 cc por parcela de 500 m² en las nueve localidades. A los 55 días se realizó una segunda aplicación con el mismo producto y dosis para control de chupadores y la (*Contarinia sorghicola* Coq).

La cosecha se realizó en diferentes fechas, según la madurez fisiológica de cada cultivar (Cuadro 3).

Cuadro 2. Manejo agronómico en las áreas de estudio de nueve localidades del Pacífico Sur de Nicaragua, año 2000

| Departamento | Localidades | Preparación de suelo | |
|--------------|---------------|----------------------|------------|
| | | Bueyes | Maquinaria |
| Masaya | Los Altos | -- | X |
| | San Blas | x | -- |
| | La Conquista | x | -- |
| Carazo | Aragón | x | -- |
| | La Granadilla | -- | x |
| Granada | La Barranca | x | -- |
| | El Manchón | -- | -- |
| | Ochomogo | -- | x |
| Managua | Sabana Grande | x | -- |

3.6 Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó a través de análisis de estabilidad modificada, basado en un análisis de regresión lineal, evaluándose el comportamiento de los rendimientos obtenidos en las nueve localidades.

Para comprender mejor el análisis de estabilidad modificado (Hildebrand, 1984), esta metodología consiste en una serie de ensayos manejados por los propios agricultores, realizados en un gran número de fincas, dentro de un dominio de recomendación preliminar y utilizando una variedad mejorada en comparación con una variedad local.

En cada ensayo se ejecutan las prácticas comunes de cada agricultor. La única constante, en cada sitio (finca), son las variedades. Cada agricultor las somete a diferentes condiciones de suelo, fechas de siembra, control de plaga, fertilizante y otras prácticas de manejo. Una finca, en la que los rendimientos promedios de las dos variedades son altos que él (I A) (por cualquier razón), es considerada como un ambiente bueno para este cultivo. Una finca en la

que los rendimientos son bajos que el índice ambiental I. A. (por cualquier razón) es considerada como un ambiente pobre. El ambiente se torna en una variable continua y cuantificable, cuyo rango de valores es el de rendimientos promedios de cada sitio en el ensayo. El rendimiento de cada uno de las variedades puede ser relacionado con el ambiente mediante regresión lineal simple.

3.7 Análisis económico

El análisis se realizó usando la metodología de presupuesto parcial, que comprende análisis de dominancia y análisis marginal desarrollado por CIMMYT (1989).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Densidad de siembra

En las condiciones del ensayo es necesario usar un poco más de semilla en la siembra del sorgo para compensar las pérdidas de población causada por ataques de insectos y malas condiciones en la preparación del suelo (Somarriba, 1998). Las variedades y los híbridos de sorgo difieren en su capacidad para tolerar distintas poblaciones de plantas, distintos niveles de fertilización y de riego. Como estos cultivares responden de distintas maneras a las condiciones difíciles y a la tecnología de producción, sus rendimientos también serán variables (Miller, 1980).

Somarriba (1998), señala que no es recomendable usar altas densidades de siembra en zonas donde la humedad es limitante. Cuando la humedad no es limitante se pueden obtener densidades de 200,000 plantas por ha. Existen híbridos de sorgo que se desarrollan en altas poblaciones y redundan mayores rendimientos por que en poco tiempo cierran calle, sombreando a las malezas y controlándolas, también la homogeneidad de la población depende del método de siembra

Para los distintos tipos de siembra se recomiendan diferentes dosis de siembra, siendo estas de 10 a 15 kg. para siembra a mano o con sembradora mecánica, respectivamente, para obtener poblaciones de 240,000 a 360,000 plantas por ha. considerando 80% de germinación para híbridos de bajo porte (altura menor que 140 cm) y 7 a 10 kg ha⁻¹ para obtener poblaciones de 160,000 a 240,000 plantas por ha, para variedades entre 140 y 170 cm de altura. Se usan dosis más altas bajo fertilización y riego (Fernández, 1998).

La población evaluada a los 10 días varió de 336,000 plantas a 310,000 plantas. Tortillero precoz obtuvo la mayor población, seguida por CNIA 90520 x 90502 con 312,000 y CNIA 726 con 310,000 plantas por hectárea (Cuadro 3). Estos resultados son producto de que en las localidades en estudio se usó una norma de siembra mayor.

Entre los productores es costumbre sembrar más semillas por las pérdidas ocasionadas por plagas del suelo, uso de semilla no certificada y por factores abióticos como sequía. Esta gran población para el régimen de humedad, fertilidad existente conduce a una disminución en el rendimiento.

Las localidades donde se realizó el estudio se registraron precipitaciones entre 800 a 1200 mm (Cuadro 1), en uno de los sitios Los Altos las precipitaciones fueron de 1200 mm en su mayoría se registro de 800 a 1000 mm esto tuvo un efecto negativo plantas de poco vigor y menor tamaño, lo que indica que son sitios con poca humedad donde la densidad poblacional debe ser menor a la establecida en el ensayo.

El cultivo de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench.] no es adecuado en estos sitios de poca humedad sembrar altas densidades ya que se obtienen panojas pequeñas, las que pueden reducir los rendimientos en un 40% así como también la producción de biomasa.

4.2 Días a floración

La floración empieza en la parte superior de la espiga y continúa hacia abajo en una progresión muy regular (Poehlman, 1990). Normalmente hay polen disponible por un período de 10 a 15 días (House, 1982). La iniciación floral se forma de 30 a 40 días después de la germinación (puede variar de 19 hasta 70 días o más).

La iniciación floral marca el fin del crecimiento vegetativo con respecto a la actividad meristemática. A la formación de la yema floral sigue el período más largo de crecimiento de la planta de sorgo, el cual consiste en gran parte en el alargamiento de las células (House, 1982).

El Tortillero precoz y CNIA 726 florecieron a los 52 y 53, días respectivamente. Esto los clasifica como cultivares de ciclo biológico precoz (Cuadro 3). El CNIA 90520 x 90502 con 64 días a la floración se ubico' como una línea de tipo intermedio. Aquellos genotipos que florecen en mayor número de días, su madurez fisiológica ocurren en más número de días, por lo que son líneas de ciclo vegetativo intermedias.

La variedad Tortillero Precoz necesita solo 52 días para alcanzar la floración, siendo este valor de suma importancia (Cuadro 3). El carácter precocidad le permite a los cultivares de sorgo producir rendimientos de grano con bajas precipitaciones, donde variedades de ciclo biológico intermedio tienden a disminuir su potencial productivo. En estas localidades con poca e irregular precipitación se requiere de variedades con ciclo vegetativo precoz.

4.3 Altura de planta

La producción de nutrimentos del cultivo es acumulada en el tallo y transferida a los granos de la panoja durante el llenado de los mismos. Por lo tanto, la altura está determinada por la elongación del tallo que se da al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis (Paúl, 1990).

La altura de planta del sorgo es considerada un factor de mucha importancia para la recolección mecanizada. Los valores para esta variable deben variar entre 130 y 160 cm, lo que permite una cosecha acorde a la altura de la combinada de granos (Pineda, 1988).

Interesa que la altura de los tallos no sobrepase de 1.5 m, con el objetivo de realizar fácilmente la recolección con máquina cosechadora. El diámetro de los tallos en su base puede variar entre 1 y 4 cm (Rodrigo y Serrano, 1968).

Freeman (1975), afirma que los entrenudos son generalmente más largos y uniformes en la parte media del tallo y más corto en la base. La obtención de variedades enanas con alturas de 1 a 1.5 m ha hecho posible la cosecha mecanizada y su introducción ha sido un factor importante en el desarrollo adquirido por el cultivo de sorgo (Allar, 1980; Metcalfe y Elkins, 1987).

Se observó pocas diferencias en el crecimiento longitudinal de los genotipos. El mayor valor para la variable altura promedio fue obtenido por el CNIA 90520 x 90502 con 161 cm, seguido por el CNIA 726 con 151 cm (Cuadro 3).

Es evidente que la altura de planta es un carácter de suma importancia, debido a que las alturas de plantas de 130 a 160 cm son excelentes permiten realizar una labor eficiente de recolección para la cosecha mecanizada.

La mayor altura obedeció a dos factores: CNIA 90520 x 90502 con mayor número de entrenudos y CNIA 726 presentó mayor longitud de los entrenudos. Las líneas evaluadas presentaron alturas numéricamente mayores al testigo Tortillero precoz (146 cm), Esta es una característica deseable para cosechas mecanizadas.

4.4 Población final

Vanegas (1999), quien afirma que las poblaciones finales en sorgo son de 242,000 plantas por ha y a las recomendadas por Somarriba (1998). De manera general se pueden sugerir densidades poblacionales de 242,000 a 284,000 plantas por hectárea, para variedades mejoradas e híbridas Espinoza (2002), recomienda una densidad poblacional de 242,000 a 284,000 plantas por hectárea.

En este estudio Se obtienen poblaciones finales que varían de 248,000 a 273,000 plantas/ha, este resultado se atribuye a que los productores no acostumbran realizar actividades de raleo. Tortillero precoz obtiene el mayor número de plantas finales, sigue CNIA 90520 x 90502 con 255,000 plantas por ha y por último el CNIA 726 (Cuadro 3). La densidad final equivale entre un 18% y 20% de disminución con respecto a la población evaluada a los 10 días. Estas disminuciones en las poblaciones se deben a las pocas e irregulares precipitaciones, a la competencia intraespecífica y daños mecánicos ocasionados por los controles de las malezas, realizado con azadón.

Se concluye que las densidades de siembra usadas en estas áreas del estudio en las nueve localidades son altas, para localidades con poca humedad. Estas poblaciones establecidas de plantas por hectárea no son deseables para los sitios donde se realizó el estudio ya que con estas cantidades de planta tendremos Panojas de tamaño pequeño lo que incide en los rendimientos negativamente.

4.5 Días a madurez fisiológica

Según Somarriba (1998), la madurez fisiológica del grano es alcanzada de 80 a 120 dds. El contenido de humedad del grano varía, pero normalmente se encuentra de un 25% a 35% de humedad.

Alrededor de los 90 dds, la planta alcanza la madurez fisiológica (peso máximo de materia seca) y el grano tiene 30% de humedad. La madurez se manifiesta por la aparición de una capa negra (acumulación de pectina en las células del floema) en la región hilar, que tapa los haces vasculares y termina el movimiento de productos asimilados hacia el grano. La madurez sigue la secuencia de florescencia, de arriba hacia abajo de la canícula (House, 1982). Esto se comprueba también frotando con ambas manos la parte inferior de la panoja; si la madurez ya ocurrió, los granos se separan fácilmente (MIDINRA, 1992).

Según Wall (1975), cuando las variedades difieren en el período de madurez es porque responden a formas distintas, al fotoperíodo y la temperatura.

El número de hojas está comprendido entre 5 y 18, a veces más, según la variedad y la amplitud del período vegetativo. Cada hoja adicional representa 3 a 4 días más para la madurez de la planta de la misma variedad (Rodrigo y Serrano, 1968).

Los cultivares Tortillero precoz y CNIA 726 presentaron similares valores con respecto a días madurez fisiológica con 97 y 98 dds, respectivamente (Cuadro 3), cultivares que se clasifican como precoces. Estos valores se encuentran dentro del rango mencionado por Somarriba (1998), y superan el valor (90 días) afirmado por Hause (1982). CNIA 90520 x 90502 alcanzó la madurez fisiológica a los 109 dds, esto se corresponde con el mayor número de días a floración obtenido por este genotipo. Aportando una mayor cantidad de biomasa y se clasifica de ciclo biológico intermedio. Este cultivar presentó más follaje, lo que favoreció un período vegetativo más prolongado.

Cuadro 3. Características agronómicas de tres cultivares de sorgo blanco en nueve Localidades del Pacífico Sur de Nicaragua.

| Características Agronómicas | CNIA-726 | Tornillero Precoz | CNIA- 90520 X 90502 |
|--|-----------------|--------------------------|----------------------------|
| Densidad de siembra ptas. ha ⁻¹ | 310,000 | 336,000 | 312,000 |
| Densidad final de ptas. ha ⁻¹ | 248,000 | 273,000 | 255,000 |
| Días a floración | 53 | 52 | 64 |
| Altura promedio de planta (cm) | 151 | 146 | 161 |
| Días a madurez fisiológica | 98 | 97 | 109 |
| Peso de mil granos. | 26.2 | 23 | 28 |
| Rendimiento promedio kg. ha ⁻¹ | 3,335 | 3,380 | 3,780 |

4.6 Peso de mil granos (PMG)

El peso de mil granos aumenta después de la polinización, enormemente, a veces a un ritmo más rápido que la acumulación de materia seca. Esto se traduce en menor peso del tallo ya que los materiales nutritivos almacenados pasan de éste a los granos en desarrollo (Miller, 1980).

En experimentos realizados con sorgos híbridos en Nicaragua, en distintas localidades y con diferentes técnicas agronómicas, se ha determinado que el peso de mil granos de este cereal puede variar entre 11.6 y 36.1 gramos (Montenegro, 2000; Arellano, 1990; Silva, 1990 y Aguilar, 1985).

CNIA 90520 x 90502 es un genotipo con granos de tamaño grande, y un buen peso; CNIA 726 obtiene granos de tamaño mediano y el tortillero precoz con granos de tamaño pequeño. Espinoza (1994), señala que las panojas de sorgo presentan tres tamaños de granos, los que se clasifican en grande (4.0 mm), mediano (3.5 mm) y pequeño (3.0 mm).

En este estudio, los genotipos evaluados no influyeron significativamente sobre el peso de mil granos. Este fluctuó entre 23 y 28 gramos, (Cuadro 3). El de menor peso es Tortillero precoz, sigue CNIA 726 con 26.2 gramos y CNIA 90520 x 90502 obtuvo el mayor peso lo que se atribuye a que este genotipo tiene granos de mayor tamaño, la disponibilidad de agua durante la fase de llenada de grano influye sobre el peso de éste.

4.7 Rendimiento de grano en kg ha⁻¹

En el rendimiento influyen todas las condiciones genéticas (G) ambientales (A) y la interacción G x A. La capacidad intrínseca del rendimiento puede quedar expresada por características morfológicas de la planta como el macollamiento, la longitud y densidad de las espigas, el número de granos por espiguilla o por el tamaño del grano (Poehlman, 1973).

El aumento del rendimiento es el objetivo fundamental del mejoramiento, por lo que es de suma importancia la capacidad de rendimiento de los cereales. Este aumento puede ser por medio de una extensión de los vástagos fértiles por planta, cantidad de semilla por panícula o por el peso de granos (FAO, 1961).

La planta de sorgo a los treinta y cinco días post siembra resiste con menos daños la influencia de las plagas. Es importante identificar los insectos plagas, detectar su daño a tiempo y aplicar las medidas de control adecuadas. Si no se controlan oportunamente pueden causar disminución del rendimiento del grano (Vanegas, 1999)

El sorgo tiene un potencial de rendimiento alto. En condiciones de campo los rendimientos pueden llegar a superar los 11000 kg ha⁻¹, con rendimientos promedios que fluctúan entre los 7000 y 9000 kg ha⁻¹, cuando la humedad no es un factor limitante. En aquellas áreas donde el sorgo es un cultivo común se obtienen rendimientos de 3000 a 4000 kg ha⁻¹ bajo buenas condiciones, y bajan a 3000 o 1000 kg ha⁻¹ cuando la humedad se vuelve limitante (Somarriba, 1998).

House (1982), indica que la fotosíntesis reducida y el sombreado afectan en menor grado el rendimiento cuando esto ocurre durante la etapa de crecimiento 1 (germinación-desarrollo de la planta) y mayor en la etapa de crecimiento 2 (iniciación de la panícula-floración), asimismo es sensible en la etapa de llenado del grano. El rendimiento final depende en gran parte de la rapidez con que la materia seca se acumula en el grano y el período de tiempo con que la planta cuenta para la acumulación. Para completar esta etapa la planta necesita 100 mm de agua.

Para lograr buenos rendimientos de granos las variedades deben tener características agronómicas como panojas semi-abiertas y longitud de panoja superior a los 30 cm (Espinoza, 1992).

Se observó en este estudio que los genotipos son resistentes a sequía y apto para la siembra de secano y sistema de siembra en hileras, las precipitaciones en algunos momentos fueron deficientes a las necesidades de requerimiento del cultivo, para el sitio La Conquista en la etapa productiva. El tipo de suelo en los nueve sitios (cuadro 1) los franco arcillosos y arcillosos retienen más humedad favoreciendo al cultivo en aquellos sitios de este tipo de suelos.

El Cuadro 4 se muestran los datos de rendimientos de granos en kg ha^{-1} de sorgo blanco en las nueve localidades de la validación, observándose que el índice ambiental (I.A.) para los tres genotipos en estudio fue de 3,498 kg ha^{-1} . CNIA-90520 x 90502 presentó la mayor media de rendimiento con 3,780 kg ha^{-1} , superando al testigo Tortillero Precoz que obtuvo 3,379 kg ha^{-1} y CNIA-726 con 3,335.3 kg ha^{-1} en 10.6% y 11.8%, respectivamente.

Los mayores valores de I.A. se registraron en las localidades de el Manchón (Granada) con 4,887 kg ha^{-1} y Sabana Grande (Managua) con 4,502 kg ha^{-1} , respectivamente y los menores valores se obtuvieron en las localidades de la Granadilla (Granada) con 2,418 kg ha^{-1} y Ochomogo (Granada) con 2,601 kg ha^{-1} .

Cuadro 4. Rendimiento de tres cultivares de sorgo blanco evaluados en nueve localidades. año 2,000.

| Departamento | Localidades | Rendimiento kg ha ⁻¹ | | | PROM. |
|--------------|----------------|---------------------------------|-------------------|--------------------|-------|
| | | CNIA-726 | Tornillero Precoz | CNIA-90520 X 90502 | |
| Granada | El Manchón | 4,682 | 4,599 | 5,381 | 4,887 |
| Managua | Sabana Grande | 3,859 | 4,305 | 5,344 | 4,502 |
| Carazo | Aragón | 3,948 | 3,749 | 5,149 | 4,282 |
| Masaya | Los Altos | 4,401 | 4,366 | 3,662 | 4,143 |
| Masaya | El Sitio | 3,406 | 3,632 | 1,944 | 3,327 |
| Carazo | La Conquista | 3,076 | 3,050 | 1,930 | 2,685 |
| Granada | La Barranca | 2,299 | 2,754 | 2,861 | 2,638 |
| Granada | Ochomogo | 2,240 | 2,249 | 3,316 | 2,601 |
| Granada | Granadilla | 2,107 | 1,714 | 3,435 | 2,418 |
| | Promedio | 3,335 | 3,380 | 3,780 | 3,498 |
| | Incremento (%) | 11.8 | 10.6 | | |

Prom. promedio

4.8 Análisis estadístico

De las cuatro localidades con I.A. mayor a la media (ambiente bueno) en tres de ellas (Aragón, Sabana Grande y EL Manchón) CNIA 90520 X 90502 obtuvo mayor rendimiento promedio que los otros dos cultivares; CNIA 726 tiene rendimientos mayores que los otros dos cultivares, en Los Altos, Tortillero precoz en Los Altos supera a CNIA 90520 X 90502, pero no a CNIA 726.

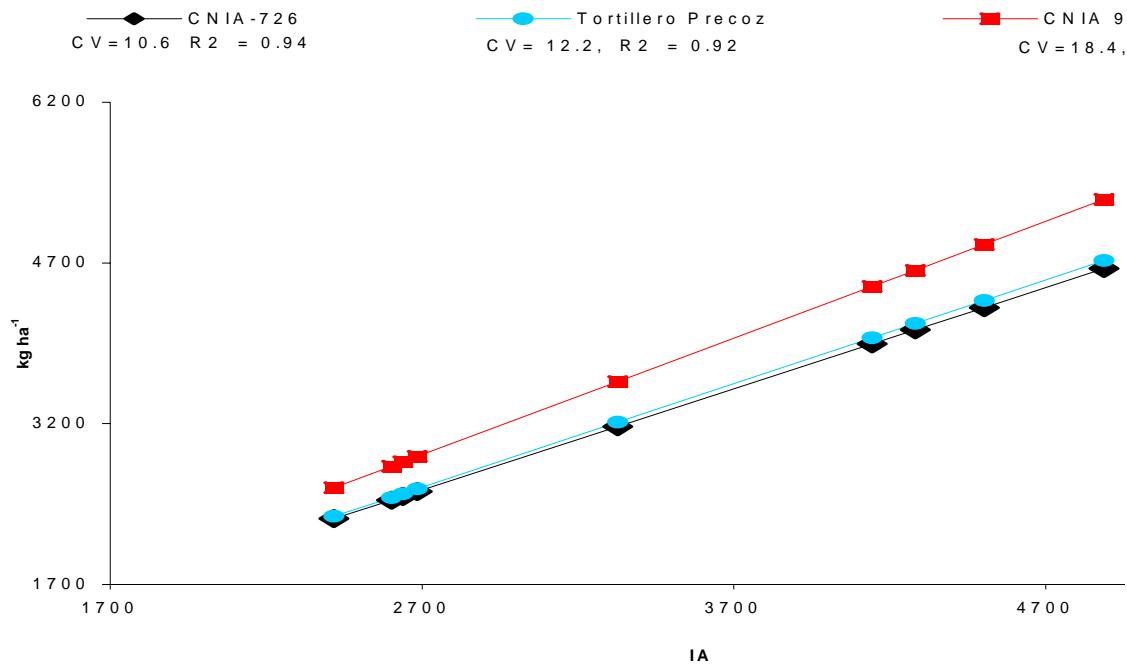
Ambiente favorable en las localidades: Los Altos (Masaya), Aragón (Carazo), Sabana Grande (Managua) y el Manchón (Granada), donde el rendimiento varió de 5,381 kg ha⁻¹ a 3,662 kg ha⁻¹, agrupados en cuatro localidades siendo el CNIA 90520 x 90502 de mayor rendimiento, seguido por el Tortillero precoz (Cuadro 4). El rendimiento fue una característica que estuvo influenciado por las condiciones agroecológicas, las cuales son favorables para el desarrollo y rendimiento de estos cultivares de sorgo en esas localidades. En el manchón obtuvo el mayor (I. A.=5,381 kg ha⁻¹).

En ambientes desfavorables agrupados en localidades que están por debajo del I. A. 3,498 los rendimientos promedios en cinco localidades: La Granadilla, Ochomogo, La Barranca (Granada), La Conquista (Carazo) y El Sitio (Masaya), variaron de 3,076 a 1,714 kg ha⁻¹, siendo el CNIA 90520 x 90502 el de mayor rendimiento, en tres de las cinco localidades (Granadilla, Ochomogo y la Barranca). Estos resultados se deben a que los suelos son arcillosos y retienen la humedad necesaria para el crecimiento y desarrollo de CNIA 90520 X 90502.

El rendimiento de los tres genotipos varió de 3,780 a 3,335 kg ha⁻¹, siendo el CNIA – 90520 x 90502 el de mayor rendimiento promedios de las nueve localidades, seguido por los rendimientos del Tortillero precoz con 3,380 kg ha⁻¹ (Cuadro 4). Esto confirma a Poehlman (1973), que los rendimientos están influenciados por las condiciones ambientales, la herencia de la misma y las características morfológicas de las plantas.

CNIA- 90520 x 90502 presentó mayor estabilidad agronómica (mayor respuesta a medida que se mejora el índice ambiental)

La Figura 2, muestra la tendencia de respuesta del rendimiento a través de líneas de regresión de los materiales en las nueve localidades en estudio. CNIA 90520x 90502 obtuvo la mayor media de rendimiento superando a Tortillero Precoz y CNIA 726, los que presentan un comportamiento en el rendimiento similar, sin embargo, mostró menor estabilidad ambiental con un coeficiente de variación de 18.4 % y el genotipo de menor correlación entre el rendimiento y medio ambiente ($r=0.85$), superado en estos dos aspectos por el testigo local y CNIA 726 que registraron una mayor estabilidad con un C.V. de 12.2% y 10.6 % y una mayor correlación con un 92% y 94 %, respectivamente.



C.V.: Coeficiente de variación
 I.A.: Índice ambiental

Figura 2. Rendimiento de los cultivares de sorgo en las nueve localidades

4.8.1 Intervalo de Confianza

4.8.2 Ambientes favorables

El Cuadro 5, presenta el rendimiento de grano de los materiales para buenos ambientes, donde los rendimientos obtenidos por localidad son mayores que el índice ambiental promedio (I.A.> 3,498 kg ha⁻¹), ubicándose 4 localidades que superaron este parámetro. En ambientes buenos; CNIA 90520x90502 alcanzó un rendimiento promedio de 4,884 kg ha⁻¹, lo que representa un incremento del 13 y 13.5 % con relación al testigo Tortillero Precoz (4,254.8 kg ha⁻¹) y CNIA 726 (4222.2 kg ha⁻¹).

Cuadro 5. Rendimiento de grano de los genotipos de sorgo blanco para buenos ambientes.

| Departamento | Localidades | Rendimiento ($kg\ ha^{-1}$) | | |
|--------------|----------------|-------------------------------|-------------------|------------------|
| | | CNIA 726 | Tortillero Precoz | CNIA 90520x90502 |
| Granada | El Manchón | 4,682.1 | 4,599.0 | 5,380.7 |
| Managua | Sabana Grande | 3,858.6 | 4,304.6 | 5,343.7 |
| Carazo | Aragón | 3,948.2 | 3,748.8 | 5,148.6 |
| Masaya | Los Altos | 4,400.8 | 4366.2 | 3,662 |
| | Promedio | 4,222.2 | 4,254.6 | 4,883.7 |
| | Incremento (%) | 13.5 | 13 | |

I.A. > 3498 $kg\ ha^{-1}$

En la Figura 3 se muestra la tendencia de respuesta del rendimiento de los cultivares evaluados en buenos ambientes, a través de las líneas de regresión, se observa al CNIA 90520x90502 con el mayor rendimiento en las localidades en estudio, superando a Tortillero Precoz y CNIA 726 que presentan rendimientos similares, sin embargo, resultó el genotipo menos estable con un coeficiente de variación de 16.8 %, mayor que los obtenidos por Tortillero Precoz (8.5%) y CNIA 726 (9.2%).

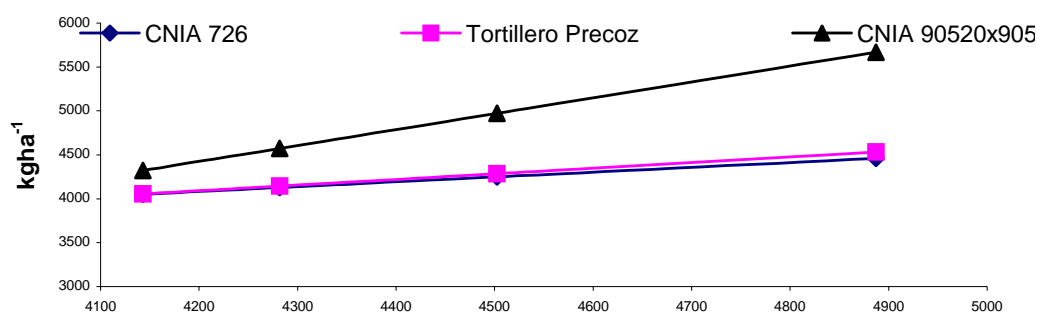


Figura 3. Rendimiento de los genotipos de sorgo en buenos ambientes.

En el Cuadro 6 se muestran los intervalos de confianza para CNIA 90520x90502 en ambiente bueno, indicando que de utilizarse como material de siembra, y con un nivel de confianza del 95% se obtendrían rendimientos entre 3,577.6 y 6,189.8 kg ha⁻¹. En el caso del testigo local Tortillero Precoz, con igual nivel de confianza, los rendimientos variaron entre 3,681.5 y 4,828 kg ha⁻¹, y para CNIA 726 los rendimientos fueron entre 3,605.8 y 4,839.1 kg ha⁻¹.

La Figura 4 muestra el rendimiento de los genotipos en condiciones de buenos ambientes, es notorio que las mayores posibilidades de incremento de los rendimientos se obtendrían con CNIA 90520x90502, como genotipo de siembra, ya que presenta la mayor media de rendimiento con 4,884 kg ha⁻¹, sin embargo, presenta una menor estabilidad (D.E. = 410.5), en comparación con Tortillero Precoz y CNIA 726, que a pesar de la obtención de menores rendimientos, muestran una menor desviación estándar, con 180.14 y 193.8 respectivamente, (Figura 4).

— CNIA-9052X90502 — CNIA 726 —●— Tortillero precoz

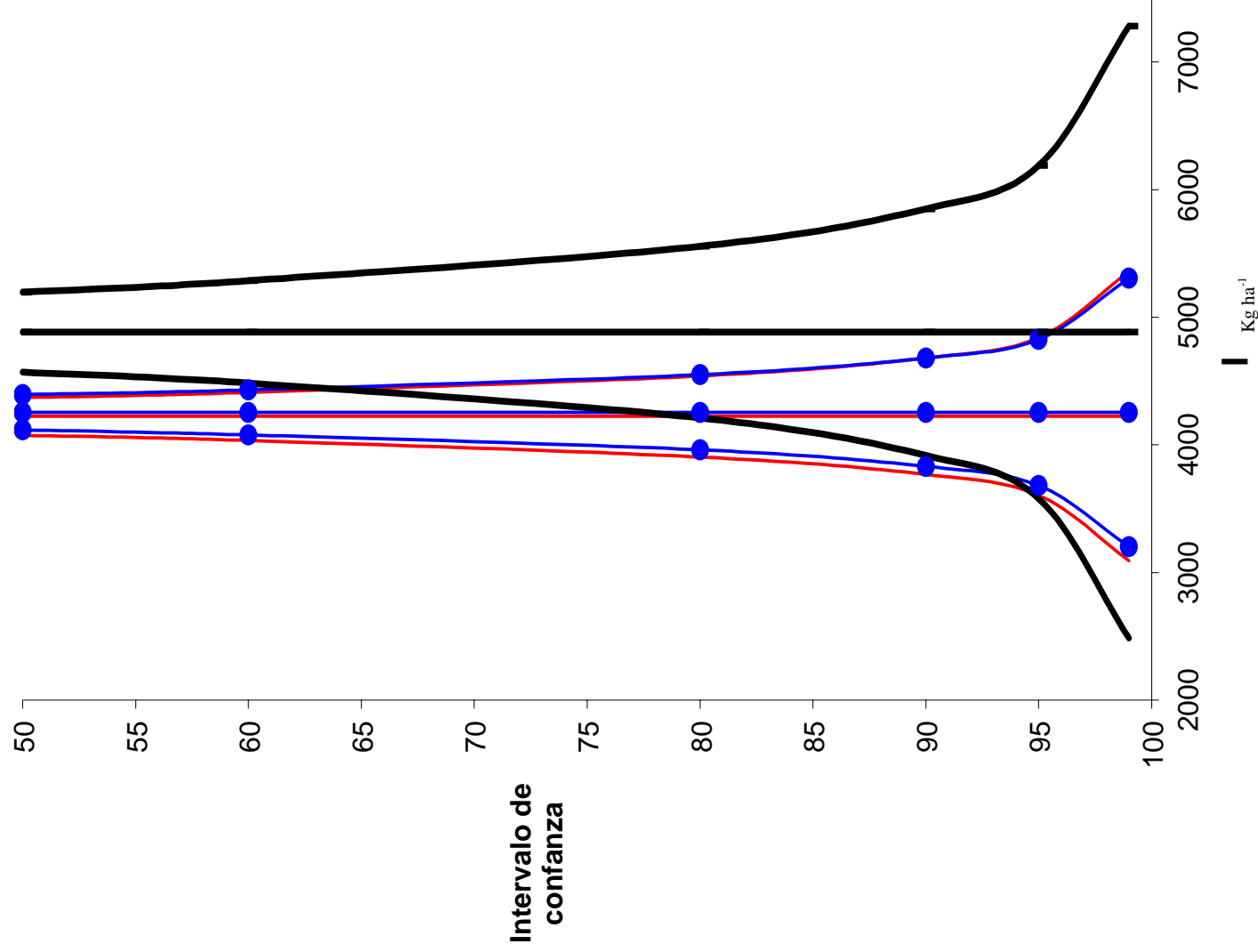


Figura 4. Intervalos de confianza de genotipo de sorgo, en buen ambiente ensayo de validación.

Cuadro 6. Intervalos de confianza de los cultivares de sorgo blanco en buenos ambientes.

| <i>Probabilidad</i> | <i>Rendimiento X</i> | <i>Desviación Estándar</i> | <i>Valor T con 3 grados de libertad</i> | <i>Limite superior</i> | <i>Limite inferior</i> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|---|----------------------------|----------------------------|
| <u>CNIA 726</u> | | | | | |
| 50.00 | 4,222.4 | 193.8 | 0.765 | 4,370.6 | 4,074.1 |
| 60.00 | 4,222.4 | 193.8 | 0.978 | 4,411.9 | 4,032.8 |
| 80.00 | 4,222.4 | 193.8 | 1.638 | 4,539.8 | 3,904.9 |
| 90.00 | 4,222.4 | 193.8 | 2.353 | 4,678.4 | 3,766.4 |
| 95.00 | 4,222.4 | 193.8 | 3.182 | 4,839.1 | 3,605.7 |
| 99.00 | 4,222.4 | 193.8 | 5.841 | 5,354.4 | 3,090.4 |
| <u>Tortillero Precoz</u> | | | | | |
| 50.00 | 4,254.6 | 180.1 | 0.765 | 4,392.5 | 4,116.9 |
| 60.00 | 4,254.6 | 180.1 | 0.978 | 4,430.9 | 4,078.5 |
| 80.00 | 4,254.6 | 180.1 | 1.638 | 4,549.8 | 3,959.6 |
| 90.00 | 4,254.6 | 180.1 | 2.353 | 4,678.6 | 3,830.8 |
| 95.00 | 4,254.6 | 180.1 | 3.182 | 4,827.9 | 3,681.5 |
| 99.00 | 4,254.6 | 180.1 | 5.841 | 5,306.9 | 3,202.5 |
| <u>CNIA 90520 x</u> | | | | | |
| <u>90502</u> | | | | | |
| 50.00 | 4,883.7 | 410.4 | 0.76 | 5,197.7 | 4,569.6 |
| 60.00 | 4,883.7 | 410.4 | 0.97 | 5,285.1 | 4,402.2 |
| 80.00 | 4,883.7 | 410.4 | 1.63 | 5,556.0 | 4,211.3 |
| 90.00 | 4,883.7 | 410.4 | 2.35 | 5,849.5 | 3,917.8 |
| 95.00 | 4,883.7 | 410.4 | 3.18 | 6,199.8 | 3,577.5 |
| 99.00 | 4,883.7 | 410.4 | 5.84 | 7,281.2 | 2,486.1 |

4.8.3 Ambientes desfavorables

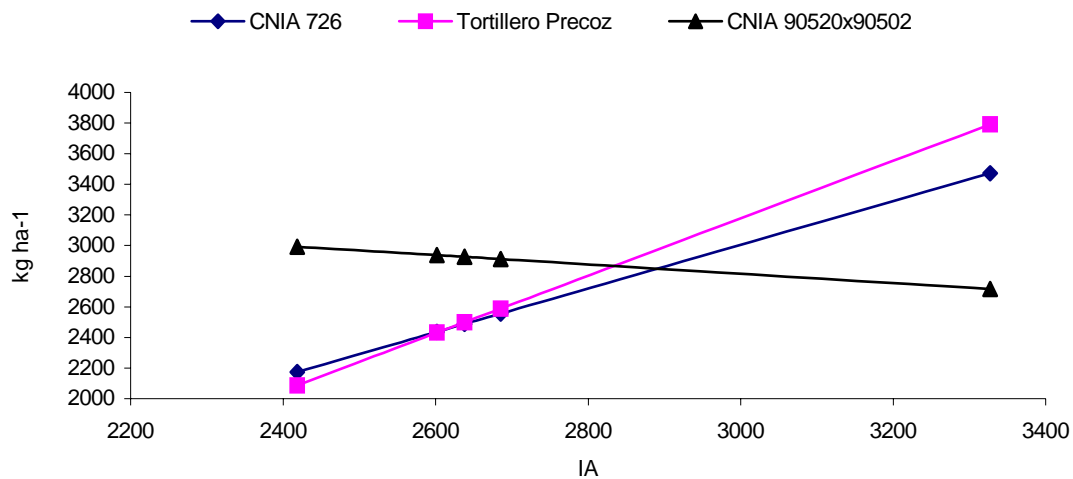
El Cuadro 7 presenta el rendimiento de grano de los materiales para ambientes desfavorables, donde los rendimientos obtenidos por localidad son menores al índice ambiental (I.A.< 3,498 kg ha⁻¹), ubicándose 5 localidades que no superaron este parámetro. En este ambiente, CNIA 90520x90502 alcanzó un rendimiento promedio de 2,897.2 kg ha⁻¹, representa un incremento de 7.5% y 9.4% con relación al testigo Tortillero Precoz (2679.8 kg ha⁻¹) y CNIA 726 (2625.5 kg ha⁻¹) respectivamente.

Cuadro 7. Rendimiento de grano de los genotipos de sorgo blanco en ambientes desfavorables.

| <i>Departamento</i> | <i>Localidades</i> | <i>Rendimiento kg ha⁻¹</i> | | |
|---------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | <i>CNIA 726</i> | <i>Tortillero Precoz</i> | <i>CNIA 90520x90502</i> |
| Masaya | EL Sitio | 3,406 | 3,632 | 1,944 |
| Carazo | La Conquista | 3,076 | 3,050 | 5,149 |
| Granada | La Barranca | 2,299.1 | 2,754.2 | 2,860.5 |
| Granada | Ochomogo | 2,240 | 2,249 | 3,316 |
| Granada | Granadilla | 2,107 | 1,714 | 3,435 |
| | Promedio | 2,625.5 | 2,679.8 | 2,897 |
| | Incremento (%) | 9.4 | 7.5 | |

I.A.<3498 kg ha⁻¹

La Figura 5 muestra la tendencia de respuesta del rendimiento de los cultivares en ambientes desfavorables; CNIA 90520x90502 con el mayor rendimiento en cuatro de las cinco localidades del estudio y mayor estabilidad ambiental, superando a Tortillero Precoz y CNIA 726; éstas presentan rendimientos similares, de igual manera resultó el genotipo más estable con un coeficiente de variación de 20.5, menor que los obtenidos por Tortillero Precoz (27.5) y CNIA 726 (22.0). Estos cultivares cuando se presentan condiciones de precipitación aprovechan mejor para obtener mayores rendimientos de granos.



Fig

El Cuadro 8 muestra los intervalos de confianza para CNIA 90520x90502 en buenos ambientes, en el caso de utilizarse como material de siembra, y con un nivel confianza del 95% se obtendría rendimientos entre 2,161.4 y 3,632.3 kg ha⁻¹. Para el testigo local Tortillero Precoz, los rendimientos oscilarían entre 1,765.7 y 3,593.9 kg ha⁻¹, esto con igual nivel de confianza. Con relación a CNIA 726, los rendimientos variarían entre 1,908.0 y 3,342.9 kg ha⁻¹

La Figura 6 muestra el rendimiento de los cultivares en condiciones de ambientes desfavorables, de igual manera las mayores posibilidades de incremento de los rendimientos se obtuvo utilizando CNIA 90520x90502 como genotipo de siembra, ya que presentó la mayor media de rendimiento (2,896.9 kg ha⁻¹), en este ambiente la variedad testigo Tortillero Precoz presentó la mayor desviación estándar con 329, observándose en la figura una campana mas abierta, (Figura 6).

Cuadro 8. Intervalos de confianza de los cultivares de sorgo blanco en Ambientes desfavorables.

| Probabilidad | Rendimiento | Desviación Estándar | Valor t, con 4 grados de libertad | Limite superior | Limite inferior |
|---------------------------|--------------------|----------------------------|--|------------------------|------------------------|
| <u>CNIA 726</u> | | | | | |
| 50.00 | 2,625.5 | 258.5 | 0.741 | 2,817.0 | 2,434.0 |
| 60.00 | 2,625.5 | 258.5 | 0.941 | 2,868.7 | 2,382.3 |
| 80.00 | 2,625.5 | 258.5 | 1.533 | 3,021.7 | 2,229.3 |
| 90.00 | 2,625.5 | 258.5 | 2.132 | 3,176.5 | 2,074.5 |
| 95.00 | 2,625.5 | 258.5 | 2.776 | 3,343.0 | 1,908.0 |
| 99.00 | 2,625.5 | 258.5 | 4.604 | 3,815.4 | 1,435.6 |
| <u>Tortillero Precoz</u> | | | | | |
| 50.00 | 2,679.8 | 329.3 | 0.741 | 2,923.8 | 2,435.8 |
| 60.00 | 2,679.8 | 329.3 | 0.941 | 2,909.7 | 2,370.0 |
| 80.00 | 2,679.8 | 329.3 | 1.533 | 3,104.6 | 2,175.0 |
| 90.00 | 2,679.8 | 329.3 | 2.132 | 3,382.8 | 1,977.8 |
| 95.00 | 2,679.8 | 329.3 | 2.776 | 3,593.9 | 1,765.7 |
| 99.00 | 2,679.8 | 329.3 | 4.604 | 4,195.8 | 1,163.0 |
| <u>CNIA 90520 x 90502</u> | | | | | |
| 50.00 | 2,896.9 | 264.9 | 0.741 | 3,093.2 | 2,700.6 |
| 60.00 | 2,896.9 | 264.9 | 0.941 | 3,146.2 | 2,647.6 |
| 80.00 | 2,896.9 | 264.9 | 1.533 | 3,303.0 | 2,490.7 |
| 90.00 | 2,896.9 | 264.9 | 2.132 | 3,461.7 | 2,902.5 |
| 95.00 | 2,896.9 | 264.9 | 2.776 | 3,632.3 | 2,161.4 |
| 99.00 | 2,896.9 | 264.9 | 4.604 | 4,116.6 | 1,677.2 |

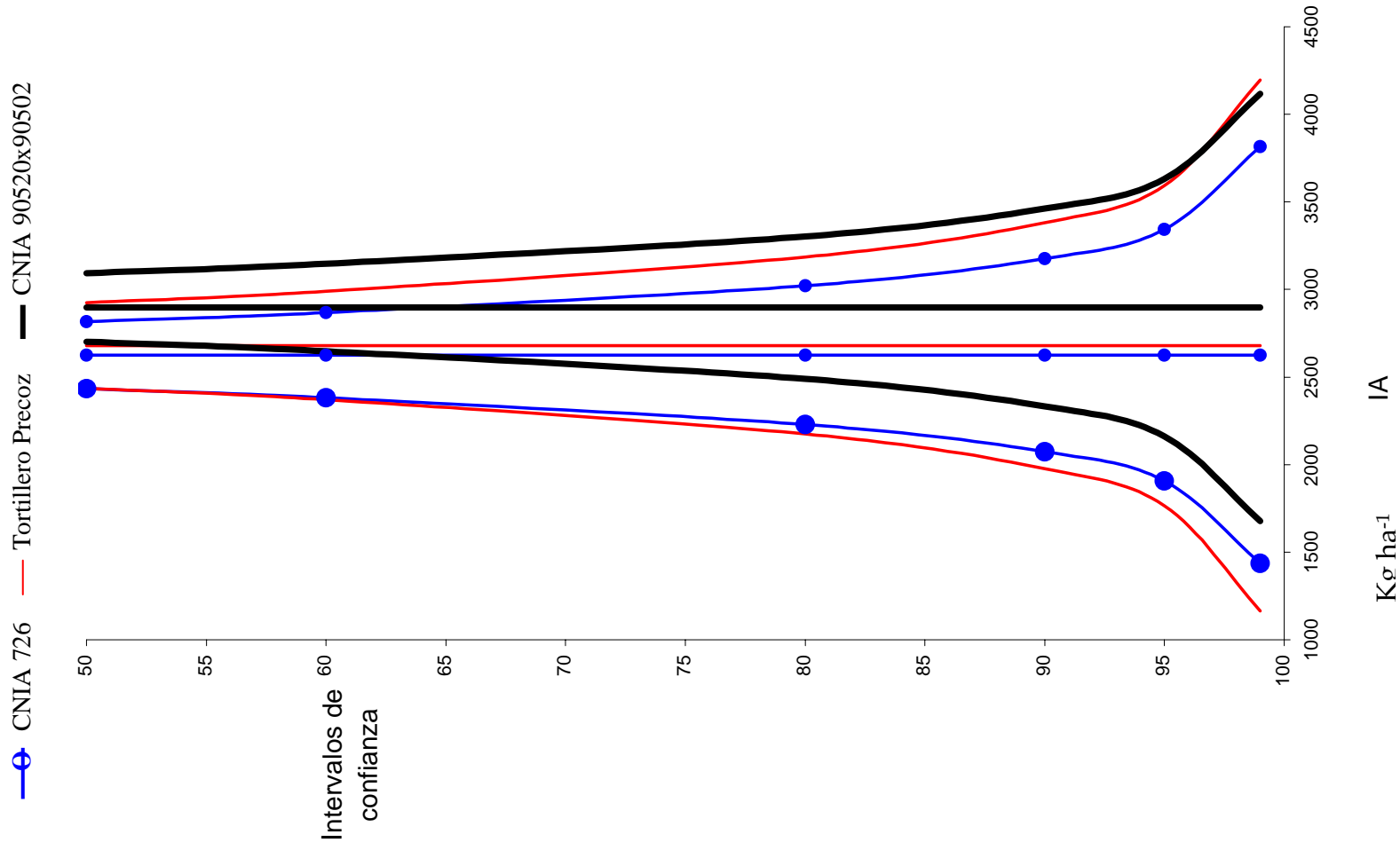


Figura 6. Intervalos de confianza de cultivares de sorgo en Ambientes desfavorables de ensayo del estudio del año 2000.

4.9 Análisis económico

En el análisis de dominancia, CNIA-726 es dominado por CNIA- 90520 x 90502 y el testigo local Tortillero Precoz al presentar costos que varían igual o menor respectivamente y beneficios netos mayores (Figura 7).

Cuadro 9. Presupuesto parcial de tres cultivares de sorgos evaluados en nueve localidades, año 2,000

| Conceptos | Tratamientos | | |
|--|------------------------------------|----------|-------------------|
| | CNIA-90520 x 90502 | CNIA 726 | Tortillero Precoz |
| Rendimiento Total (kg ha ⁻¹) | 3,780 | 3,335 | 3,380 |
| Rendimiento ajustado al 10% (kg ha ⁻¹) | -10% 3,402 | 3,002 | 3,042 |
| Ingreso bruto de campo (C\$) | Total de todas Las hectáreas 7,484 | 6,603 | 6,692 |
| Costo de la semilla (C\$) | 128 | 128 | 36 |
| Total costo que varían (C\$) | 128 | 128 | 36 |
| Beneficios netos (C\$) | 7,356 | 6,476 | 6,656 |

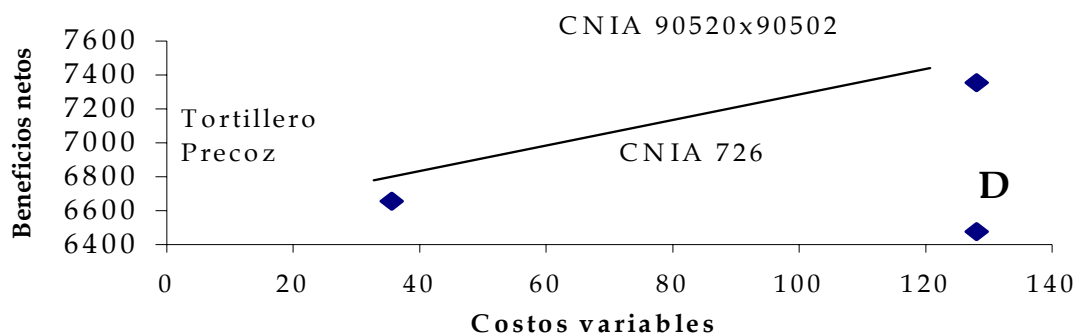


Figura 7. Beneficio neto de tres cultivares de sorgo blanco

Al utilizar CNIA 90520 X 90502 como genotipo de siembra se incurrirá en un costo adicional de C\$ 92.00, generando un beneficio adicional de C\$ 700.00, representando una tasa de retorno Marginal (TRM) de 760 %, esto indica que por córdoba invertido se obtendrá C\$ 7.6 de utilidad (Cuadro 9).

Cuadro 10. Análisis Marginal de dos cultivares de sorgo blanco, evaluados en nueve localidades, año 2,000.

| Materiales | Costos Variables (C\$) | Costos Variables Marginales (C\$) | Ingreso Neto (C\$) | Ingreso Neto Marginal (C\$) | Tasa de Retorno Marginal (%) |
|--------------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Tortillero Precoz | 36 | | 6,656 | | |
| CNIA 90520 X 90502 | 128 | 92 | 7,356 | 700 | 760 |

V. CONCLUSIONES

- En las nueve localidades, CNIA 90520 x 90502, obtuvo el mayor rendimiento promedio, la menor estabilidad ambiental y menor correlación entre el rendimiento y el medio ambiente.
- Sé determinó cuatro localidades en condiciones de ambientes favorables. CNIA-90520 x 90502, presentó un incremento en rendimiento de grano de un 13% y 13.5% con relación al Tortillero Precoz y CNIA-726.
- Cinco localidades están en condiciones de ambientes desfavorables, donde CNIA-90520 x 90502 presentó un incremento en el rendimiento de 7.5% y 9.4% con respecto a Tortillero Precoz y CNIA-726.
- En el análisis de presupuesto parcial CNIA-90520 x 90502 presentó el mayor beneficio neto con C\$ 7,356.00, que representa un incremento neto de 9.5% y 12% con relación al testigo Tortillero Precoz y CNIA-726 respectivamente, CNIA 90520 X 90502 presentó la mayor Tasa de Retorno Marginal (TRM) con 76%.
- La variedad Tortillero Precoz, necesita 52 días para alcanzar la floración, siendo este valor de suma importancia el carácter precocidad, le permite a los cultivares de sorgo producir rendimientos de grano con bajas precipitaciones.
- Los cultivare Tortillero Precoz y CNIA-726 presentaron similares valores con respecto a días a madurez fisiológica con 97 y 98 días; Clasificándose como genotipos precoces.
- En estos resultados, Tornillero Precoz, tiene la mayor densidad final y es el genotipo con menor altura, también depende del tipo de cultivar.

VI. LITERATURA CITADA.

- Aguilar, C. 1985. Efecto de tres niveles de nitrógeno y cuatro dosis de siembra Sobre el crecimiento desarrollo y rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tesis de ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 38 p.
- Allard, R. 1980. Principios de las mejoras genéticas de las plantas. Ediciones Omega Barcelona España. 108 p.
- Arellano, L. M. 1990. Efecto de atrazina y MCPA sobre la cenosis de malezas y el desarrollo y rendimiento del sorgo Vr. D – 55 (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 40 p.
- BCN. (Banco Central de Nicaragua). 1999. Informe anual. pp. 45.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT, 1989. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos 79 p.
- Espinoza, M .2002. Folleto, cultivo del sorgo Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería (E. I. A. G.) Rivas, Nicaragua 26 p.
- Espinoza, A. 1992. Evaluación de generaciones F₇ de sorgo para la formación de variedades mejoradas en Nicaragua. En: XXXVIII Reunión Anual del PCCMCA. Managua, Nicaragua. 62-66 p.
- F.A.O. 1961. Las semillas agrícolas y hortícolas, Roma, Italia. 11 – 234 p.
- Freeman, J. 1975. Desarrollo y estructura de la planta de sorgo y su fruto. En: Producción y usos del sorgo. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina. 19 – 41 p.

- Hernández, L. 1998. Curso de granos básicos para el examen de grado. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Educación a Distancia y Desarrollo Rural. 70 p.
- Hildebrand, P. y Poey, F. Ensayos agronómicos en fincas según el enfoque de sistemas agropecuarios 134 p.
- House, L. 1982. El Sorgo. Guía para su mejoramiento. Ed. La Gaceta. México. D.F. 1982. 425 p.
- López, J; Galeato, A. 1982. Efecto de competencia de distintos estados de competencia del sorgo. Publicaciones Técnicas. N° 25. INTA. Argentina 20 p.
- MAG. (1991).Ministerio de Agricultura y Ganadería. Guía tecnológica para la Producción de maíz. Centro Nacional de Investigaciones en Granos Básicos. Managua, Nicaragua. 36 p.
- MAG – FOR. 2000. Dirección de estadísticas. Managua, Nicaragua. 30 p. Metcalfe, D. y Elkins, D. 1987. Producción de cosechas. Fundamentos y practicas, México. D.F. 191 p.
- Miller, F; Barnes, D. 1980. Crecimiento y desarrollo del sorgo. Producción y protección vegetal. Introducción del control integrado de plagas de sorgo FAO (Organización de las naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación). Roma. 125 p.
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario y Reforma Agraria (MIDINRA), Guía Técnica de manejo para producción de sorgo granífero Managua, Nicaragua. 1982.
- Montenegro, M 2000. Efecto de tres densidades de poblaciones y tres distanciamientos entre hileras sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench*). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 44p.

- Rodrigo, J. M. y Serrano. 1968. El cultivo de sorgo granero. Caracas, Venezuela Pág. 15, 16, 17,55 y 95.
- Paúl, C. 1990. Agronomía del sorgo. ICRISAT. CIMMYT. México. 120 p.
- Paúl, C. 1990. Agronomía del sorgo. Instituto internacional para la investigación en cultivos para trópicos semiáridos (ICRISAT), India .301 México. 453 p.
- Poehlman, J. 1990. Mejoramiento genético de las cosechas. Ediciones Ciencia y Técnica México. 453 p.
- Poehlman, J. 1973. Mejoramiento genético de las cosechas. Edición Cubana 453 p.
- Pineda, L. 1988. Resumen de la situación de la producción del sorgo granífero en Nicaragua. 10 P.
- Pineda, L. 1991. La producción del sorgo granífero en Nicaragua y su manejo bajo condiciones de secano. INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 32 p.
- PRODETEC INTA/ FINNIDA. Taller de análisis estadísticos y económicos de experimentos. 1994. INTA REGION A-2. Jinotepe- Carazo, Nicaragua
- Silva, E. 1990. Influencia de rotación de cultivos y métodos de control a la cenosis de malezas y crecimiento y rendimiento del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 53 p.
- Somarriba, C. 1998 Granos Básicos. Texto Básico, Escuela de Producción Vegetal UNA. Managua Nicaragua. 197 p

Vanegas, J. 1999. Validación de materiales promisorios de sorgo blanco tornillero en la región A 2 En; Informe Técnico Anual. Programa Nacional de Granos Básicos. INTA/CNIA. Managua Nicaragua

Wall, J; Ross, W. 1975. Producción y uso del sorgo. Hemisferio Sur. 399 p

-----1994. Fenología, rendimiento y calidad de semilla de sorgo en respuesta a la poda y la fertilización foliar. Tesis de Maestría en ciencias. Montecillo, Texcoco. México.D. f.85 p.