

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

## **TRABAJO DE DIPLOMA**

**EFFECTO DE DIFERENTES LEGUMINOSAS COMO  
CULTIVOS ANTECESORES SOBRE EL CRECIMIENTO,  
DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL SORGO  
(*Sorghum bicolor* L . Moench) Y MAIZ (*Zea mays* L.)**

**AUTOR:**

**Ligia María Alvarado Peralta.**

**ASESOR:**

**Ing. Agr. Néstor A. Alvarado D.**

**Managua, Nicaragua. 1993.**

## **DEDICATORIA**

**Con todo mi amor:**

**A mis padres: Nubia del Socorro Peralta Acuña y Manuel Salvador Alvarado Pérez que gracias a su empeño y sacrificio he llegado a obtener metas en mí vida.**

**A mis hermanos: Manuel Salvador, Paula Elizabeth, Miguel Angel, Juan Lenin y Oreana del Carmen.**

**A mis sobrinitos: Christian, Kenita y Juancito.**

**A mi tío : Néstor Allan Alvarado Díaz, por ser el segundo padre en mi vida y el primero en la conducción de mi carrera profesional.**

**A mi amiga: Perla Isabel Aguilar Silva, por ser mi amiga y hermana ejemplar.**

**A mi amigo : Ing. Agr. William Bird Fajardo por su ayuda en mi formación como Ingeniero Agrónomo.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi especial agradecimiento a la UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA y en especial a la ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL por brindarme el apoyo material y técnico para la realización de este trabajo.

Expreso mi más sincera gratitud a las siguientes personas :

Al Ing. Agr. Néstor Allan Alvarado, Director de la Escuela de Producción Vegetal por su valiosa colaboración en el trabajo de diploma.

Al Ing. Agr. Rodolfo Munguía por su acertado e incondicional apoyo en el presente escrito.

Al CDr Henry Pedroza P. e Ing. Agr. Manuel Alemán por su aporte en el análisis estadístico.

A los Ings. Agr. MSc. Margarita Cuadra R., Moisés Blanco N., Francisco Telémaco Talavera , Víctor Aguilar e Iván Tercero C. y a los Ings. Agr. Francisco Salmerón , Martha Gutiérrez y Camilo Somarriba por la revisión del presente trabajo.

De igual manera quiero agradecer a los trabajadores de campo del Centro Experimental La Compañía por su esfuerzo y colaboración en las labores de campo del experimento.

Mi agradecimiento a Carolina Padilla, Kathy Sánchez, Mireya Méndez, Maritza Espinales, quienes me brindaron su ayuda incondicional en la biblioteca del CENIDA.

## INDICE GENERAL

Sección	Página
INDICE DE FIGURAS	i
INDICE DE TABLAS	ii
RESUMEN	iii
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	5
2.1 <i>Descripción del lugar y diseño</i>	5
2.1.1 <i>Variables evaluadas para sorgo y maíz</i>	8
2.1.2 <i>Variables evaluadas para sorgo a la cosecha</i>	8
2.1.3 <i>Variables evaluadas para maíz a la cosecha</i>	9
2.2 <i>Análisis estadístico</i>	9
2.3 <i>Métodos de fitotécnia</i>	9
III. RESULTADOS Y DISCUSION	12
3.1. Efecto de las diferentes rotaciones en estudio sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de sorgo	12
3.1.1. <i>Altura de planta</i>	12
3.1.2. <i>Diámetro de tallo</i>	14
3.1.3. <i>Número de plantas cosechadas por metro cuadrado</i>	15
3.1.4. <i>Longitud de panoja</i>	16
3.1.5 <i>Número de ramillas y número de granos por panoja</i>	17
3.1.6. <i>Peso de mil granos</i>	18
3.1.7. <i>Rendimiento de grano</i>	19

3.2- Efecto de las diferentes rotaciones en estudio sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz	21
3.2.1. <i>Altura de planta</i>	21
3.2.2. <i>Diámetro de tallo</i>	22
3.2.3. <i>Longitud de brácteas</i>	24
3.2.4. <i>Longitud de mazorca</i>	24
3.2.5. <i>Número de mazorcas sanas por parcela útil</i>	25
3.2.6. <i>Número de mazorcas dañadas por parcela útil</i>	26
3.2.7. <i>Número de hileras por mazorca</i>	27
3.2.8. <i>Número de granos por hilera</i>	28
3.2.9. <i>Peso de mil granos</i>	28
3.2.10. <i>Rendimiento de grano</i>	29
IV. CONCLUSIONES	32
V. RECOMENDACIONES	33
VI. REFERENCIAS	34

## INDICE DE FIGURAS

Figura No.	Página
1. Estación Meteorológica. Centro Experimental Campos Azules, Masatepe, Carazo. 1980-1990.	6
2. Estación Meteorológica. Centro Experimental Campos Azules, Masatepe, Carazo. 1991.	6

## INDICE DE TABLAS

TABLA No.	Página
1. Propiedades químicas del suelo de La Compañía.	5
2. Tratamientos evaluados en el experimento	7
3. Dimensiones del área del experimento.	7
4. Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre la altura de planta en sorgo.	13
5. Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre el diámetro de tallo en sorgo.	15
6. Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre los componentes del rendimiento en sorgo.	18
7. Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre el rendimiento del cultivo del sorgo.	20
8. Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre la altura de planta en maíz.	22
9. Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre el diámetro de tallo en maíz.	23
10. Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre los componentes del rendimiento en maíz.	27
11. Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre los componentes del rendimiento y el rendimiento en maíz.	31

## RESUMEN

Con la finalidad de estudiar el comportamiento del crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de sorgo (*Sorghum bicolor*. L. Moench) híbrido D-55 y maíz (*Zea mays* L) variedad NB-30, bajo los efectos de diferentes cultivos leguminosos: Maní (*Arachis hypogaea* L. ), caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp), soya (*Glycine max* L. Merrill) y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) como cultivos antecesores, se realizó un experimento de campo, utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar con doce tratamientos y cuatro repeticiones realizados durante la siembra de primera y postrera de 1991, en el Centro Experimental La Compañía; Carazo, cuyo suelos son de topografía plana, textura media, franco limoso ( Typic Durandept ). De los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que los diferentes cultivos leguminosos influyeron sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de sorgo y maíz, ya que estos fueron afectados de manera significativa por los cultivos antecesores. Por otro lado se comprobó que el sorgo y el maíz, cuando tienen como cultivo antecesor a las leguminosas, sus rendimientos fueron superiores que cuando se tiene al sorgo y al maíz como cultivo antecesor. De las leguminosas, el cultivo de maní tuvo un mayor efecto sobre el rendimiento del sorgo y maíz.(4,391 y 1,675 kg/ha respectivamente). Se comprobó cuantitativamente el efecto negativo de utilizar a los cultivos de sorgo y maíz como cultivos antecesores a su mismo cultivo, ya que los rendimientos disminuyen considerablemente, siendo estos los siguientes: sorgo-sorgo obtuvo 2,170 kg/ha., maíz-sorgo dió un rendimiento de 2,373 kg/ha, maíz-maíz presentó 762 kg/ha, y finalmente el tratamiento sorgo-maíz rindió 674 kg/ha.



## I. INTRODUCCION

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) y el maíz (*Zea mays* L. ) pertenecen al grupo de cereales ampliamente cultivados en el mundo. Estos constituyen una fuente de calorías indispensables para el funcionamiento del organismo humano (FAO, 1984).

En Nicaragua, son de gran importancia en la dieta nacional esencialmente en las zonas rurales y en menor escala en la ciudad. El alto grado de consumo de sorgo y maíz principalmente se debe a una necesidad alimentaria además de poseer importantes propiedades nutritivas.

El sorgo contiene entre 7.10 - 14.20 % de proteínas, 2.4 - 6.5 % de lípidos y de 70 - 90 % de carbohidratos. El maíz esta constituido por el 10 % de proteínas, 4.5 % de lípidos y de 40 - 70 % de carbohidratos ( Hulse *et al.* 1980).

Miranda (1990) reporta que en el ciclo 91 - 92, el area cosechada de sorgo fue de 47,762 hectáreas, con un rendimiento promedio de 1,057 kg/ha. Para el maíz el área cosechada fue de 205,734 hectáreas con un rendimiento promedio de 885 kg/ha. Estos rendimientos son bajos si se considera el potencial productivo de las variedades que oscilan entre (6.5 - 7.0 ton/ha) para el sorgo y entre (3.9 - 4.5 ton/ha) para el maíz. Es importante destacar que los rendimientos promedios entre 1980 - 1992 oscilaron entre 1,740 y 1,616 kg/ha para el sorgo y maíz, respectivamente.

Existen diferentes factores que limitan la obtención de altos rendimientos como el no empleo de híbridos, mal manejo de malezas, plagas y enfermedades, densidades de población no adecuadas y fundamentalmente el manejo de la fertilización nitrogenada (Livio, 1976).

En las condiciones del trópico, las exigencias del sorgo y maíz del elemento nitrógeno, trae efectos negativos en la fertilidad natural del suelo cuando se cultivan de forma intensiva y sin el uso de prácticas agronómicas adecuadas. La práctica de cultivos se fundamenta en la mecanización y el aumento continuo de altas dosis de fertilizante nitrogenado (Alemán, 1992).

Berger (1975), señala que la dosis de nitrógeno aplicada en las diferentes regiones depende de las condiciones edafoclimáticas de cada lugar. Es así que diversos autores han obtenido los mejores rendimientos en aplicaciones de 60 a 200 kg/ha de nitrógeno, como lo reportan Parson *et al.* (1981), Stevanovic & Savic (1982), Reddeppa & Partil (1982), Yagodin *et al.* (1982), Randall & Kelly (1985), y Lang & Mallett (1987).

Para el cultivo del sorgo en Nicaragua, la dosis de nitrógeno aplicada es de 71 kg/ha (MIDINRA, 1985 a). Sin embargo Cristiani (1987) también señala que las mejores respuestas se han obtenido con aplicaciones de 120 a 160 kg/ha de nitrógeno. Por otra parte MIDINRA (1985 b) recomienda aplicar 65 kg/ha de nitrógeno para el cultivo de maíz.

Con el propósito de disminuir el uso de los fertilizantes nitrogenados, una alternativa importante es la rotación de cultivos con leguminosas como antecesores al sorgo y maíz, aprovechando de esta forma la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico por estas especies (Alvarado, 1991).

Las leguminosas fijan simbióticamente el nitrógeno atmosférico en el suelo y son importantes en las rotaciones de cultivos por el aporte de altas cantidades de este elemento al suelo (Tapia & Camacho, 1988).

Se calcula que la fijación de nitrógeno por las plantas leguminosas alcanzan el 20% de la cantidad total fijada anualmente sobre el planeta. Este porcentaje es similar a la producción mundial de fertilizantes nitrogenados (Martínez, 1986).

En estudios realizados por Graham & Hubbell (1975) encontraron que la cantidad de nitrógeno fijado por las leguminosas oscila entre 100-600 kg/ha de nitrógeno por año, lo que coincide con los datos de Norris (1967), el cual indica que las leguminosas aportan hasta 500 kg de nitrógeno atmosférico al año.

Entre las leguminosas de mayor importancia en la fijación del nitrógeno, las cuales son objetos de estudios para este tema de investigación, son las siguientes: Maní (*Arachis hypogaea* L.), frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) y soya (*Glycine max* L. Merril).

Considerando la importancia de estas especies en el aporte y fijación del nitrógeno atmosférico al suelo bajo las condiciones tropicales de Nicaragua y las premisas antes expuestas se realizó el presente trabajo de investigación con el fin de alcanzar el siguiente objetivo:

- Estudiar el comportamiento del crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos sorgo y maíz cuando le anteceden diferentes especies leguminosas.

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Descripción del lugar y diseño

El presente trabajo de investigación se realizó en la estación experimental La Compañía, Carazo, en la época de primera (20 de junio de 1991) y postrera (16 de Octubre de 1991 al 27 Enero de 1992), siendo evaluados en éste trabajo la época de postrera.

La zona se caracteriza por estar a una altitud de 480 m.s.n.m. con 11° 54' latitud Norte y 86° 09' longitud Oeste. Las precipitaciones medias anuales van de 1,200 - 1,500 mm con temperatura media anual de 22 °C. La topografía es plana, el suelo es de textura media franco - limoso (Typic Durandept) perteneciente a la Serie Masatepe, Clase II. (MAG., 1991). Los resultados del análisis de suelo donde se estableció el experimento se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo de La Compañía\*

Propiedades	Valor	Metodología
pH (H <sub>2</sub> O)	6.10	H <sub>2</sub> O 1/2.5
pH ( Kcl)	5.10	KCl 1/2.5
M.O (%)	10.70	Walkey and Black
Nitrógeno total (%)	0.59	Kjeldahl
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	1.39	Olsen Modificado
K <sub>2</sub> O meq/100 g suelo	0.60	Olsen Modificado

\* Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, U.N.A. 1991.

En la figura 1, se presentan los datos agrometeorológicos promedios prevalecientes en la zona de La Compañía desde 1980 a 1990.

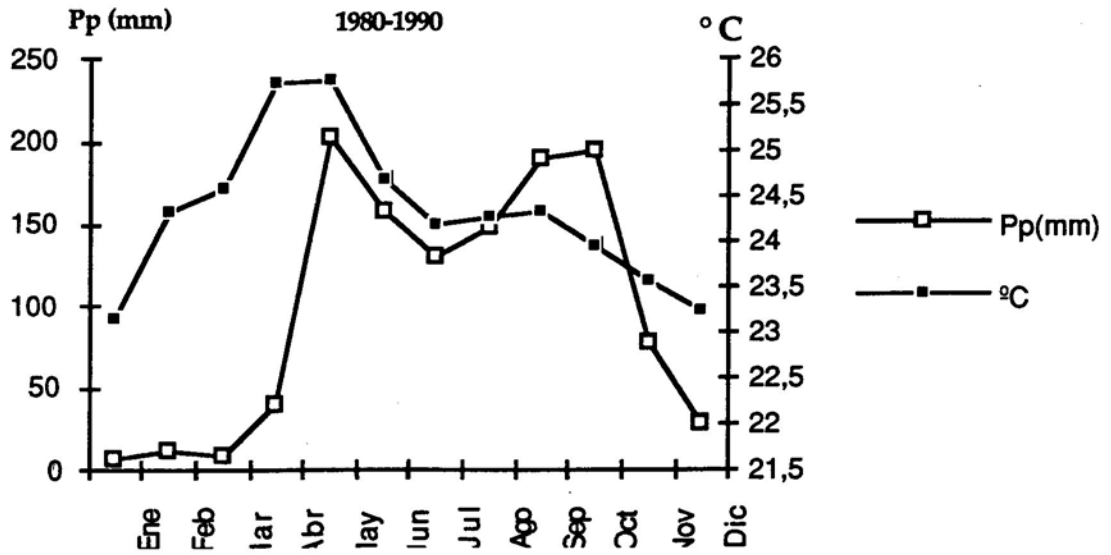


Figura 1.-Representación gráfica de las precipitaciones y temperaturas desde 1980-1990.

La figura 2, muestra el comportamiento agrometeorológico durante 1991.

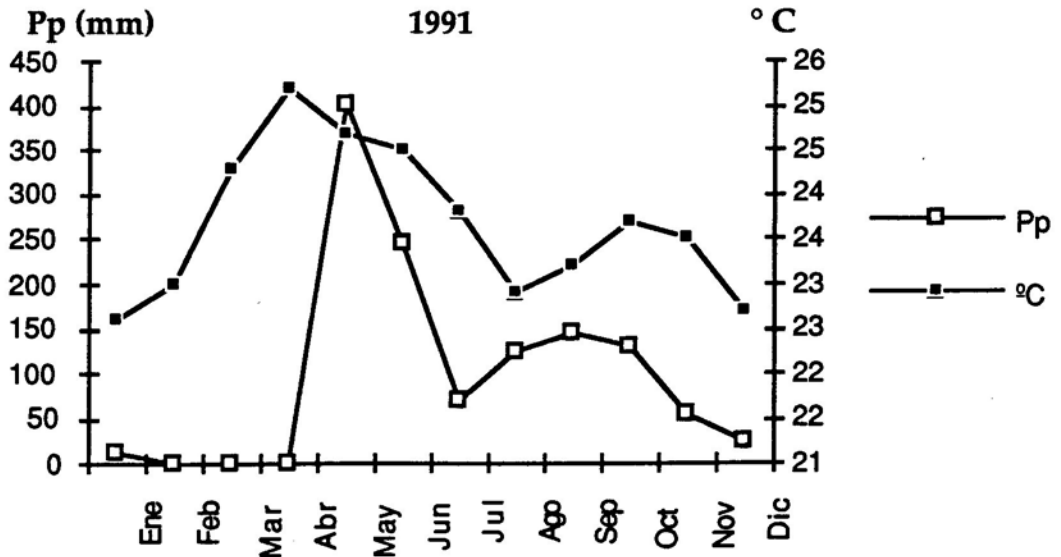


Figura 2. Representación gráfica de las precipitaciones y temperaturas durante 1991.

El ensayo se estableció en un diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados en el estudio se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos evaluados en el experimento

Tratamientos	Primera	Postrera
1	Maíz	Maíz
2	Maíz	Sorgo
3	Caupí	Maíz
4	Caupí	Sorgo
5	Soya	Maíz
6	Soya	Sorgo
7	Frijol	Maíz
8	Frijol	Sorgo
9	Maíz	Maíz
10	Maíz	Sorgo
11	Sorgo	Maíz
12	Sorgo	Sorgo

A continuación se describen las dimensiones del ensayo en la tabla 3.

Tabla 3. Dimensiones del área del experimento

Descripción	Largo por ancho (m)	Area (m <sup>2</sup> )
Area de parcela	5.0 x 4.8	24.0
Area de parcela útil	5.0 x 3.0	15.0
Area de una repetición	5.0 x 57.6	288.0
Area entre repetición	1.0 x 57.6 x 3.0	172.8
Area de 4 repeticiones	288 x 4.0	1,152.0
Area total del Exp.		1,324.8

### **2.1.1. Variables evaluadas para sorgo y maíz**

Durante el crecimiento y desarrollo de los cultivos de sorgo y maíz se tomaron al azar muestras de 10 plantas en intervalos de 15 días, a las cuales se determinó las siguientes variables:

- Altura de planta: Medida en centímetros desde la base del tallo hasta la base de la lígula superior.
- Diámetro de tallo: Medida en centímetros en el entrenudo inferior de la mazorca.

### **2.1.2. Variables evaluadas para sorgo a la cosecha**

- Número de plantas cosechadas por metro cuadrado.
- Longitud de panojas (cm).
- Número de ramillas y número de granos por panoja.
- Peso de mil granos (g).
- Rendimiento de grano (kg/ha).



### **2.1.3. Variables evaluadas para maíz a la cosecha**

- Longitud de brácteas (cm).
- Longitud de mazorcas (cm).
- Número de mazorcas sanas por parcela útil.
- Número de mazorcas dañadas por parcela útil.
- Número de hileras por mazorca.
- Número de granos por hilera.
- Peso de mil granos (g).
- Rendimiento de grano (kg/ha).

### **2.2. Análisis estadístico**

El comportamiento estadístico para las diferentes variables se realizó a través del análisis de varianza y prueba de separación de medias de rangos múltiples de Duncan con  $\alpha$  5%.

### **2.3. Métodos de Fitotecnia**

La preparación del suelo consistió en un pase de arado, dos de grada, nivelación y surcado del terreno el 9 de octubre de 1991.

La siembra de los cultivos se efectuó el 16 de Octubre de 1991. Para el sorgo se utilizó la variedad D-55. Según MAG (1991 a), esta variedad presenta las siguientes características: Plantas de baja altura, de panojas abiertas y semi-abiertas, para sembrarlas en postrera, tolerantes a plagas y enfermedades, ciclo de 110 días y su potencial de producción es de 2,319 kg/ha.

La siembra del sorgo se realizó de forma manual a una profundidad de 3 a 4 cm con un distancia entre surcos de 30 cm, utilizando una norma de siembra de 17.5 kg/ha, para una densidad poblacional de 428,333 plantas/ha.

Para la siembra de maíz se utilizó la variedad NB-30. Según MAG (1991 b) esta variedad tiene un ciclo precoz (110 días), una altura promedio de 2.10 m, siendo su altura de inserción de mazorca de 1.05 m, florece a los 50 días y el color de grano es cristalino. Su potencial de producción es de 2,899 a 3,220 kg/ha.

La siembra se hizo manual dejando dos semillas por golpe, obteniendo una norma de siembra de 15.65 kg/ha. La distancia de siembra fue de 60 cm entre surco y 30 cm entre planta, realizándose un posterior raleo a los 15 días después de la siembra para una densidad real de 55,278 plantas/ha.

No se aplicó ningún tipo de fertilizante nitrogenado; la fertilización fosfórica se realizó utilizando como fuente el superfosfato triple en dosis de 50 kg de  $P_2O_5$ /ha al momento de la siembra de los cultivos antes mencionados.

Se efectuaron dos aplicaciones de decametrina (Decis) en los primeros estadíos de desarrollo de los cultivos contra *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (cogollero), en dosis de 1 litro/ha.

El control de las malezas en los cultivos, se realizó con azadón con intervalos de 15 días hasta el cierre de calle.

La cosecha se realizó de forma manual a la madurez fisiológica de los cultivos en enero de 1992.

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1. Efecto de las diferentes rotaciones en estudio sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo del sorgo

##### 3.1.1. *Altura de planta*

La altura de planta la determina la longitud de los entrenudos, que es controlada por cuatro genes recesivos (dW1, dW2, dW3, y dW4) que actúan de manera independiente sin afectar el número de hojas o la duración del período de crecimiento. La altura promedio de las variables de sorgo dependen del número de estos genes presentes (Arnon, 1972).

El tamaño y el porte de la planta de sorgo varían considerablemente y están determinados por varios genes. Sorgos altos son preferidos para forrajes y producción de granos (León, 1987).

Para el caso de una cosecha mecanizada, la altura tiene mucha importancia considerándose que para esta actividad la planta debe tener de 1.30 a 1.60 m, acorde a la altura de corte de la combinada (Pineda, 1987).

Los resultados obtenidos para esta variable se muestran en la Tabla 4 donde se puede apreciar que existieron diferencias significativas entre los tratamientos a los 60 y 75 días después de la siembra.

**Tabla 4.** Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre la altura (cm) de planta en sorgo

Tratamiento	15 DDS	30 DDS	45 DDS	60 DDS	75 DDS
MANI-SORGO	18 a	55 a	89 a	114 a	138 a
CAUPI-SORGO	19 a	56 a	83 a	99 ab	134 ab
SOYA-SORGO	20 a	62 a	81 a	77 c	129 ab
FRIJOL-SORGO	20 a	54 a	82 a	89 bc	128 ab
MAIZ-SORGO	20 a	56 a	81 a	85 bc	126 b
SORGO-SORGO	18 a	64 a	85 a	77 c	118 b
ANDEVA	N.S	N.S	N.S	*	*
C.V. (%)	6.65	10.76	7.68	12.86	7.71

DDS: Días después de la siembra

A los 60 días después de la siembra, el sorgo ha concluido su etapa de crecimiento y desarrollo encontrándose en su etapa reproductiva es decir, en la ántesis donde más del 50 % de las plantas están en fase de floración. Aproximadamente una mitad de la materia seca total se ha producido y la absorción de nutrientes ha alcanzado casi 60, 70, y 80 por ciento de las cantidades totales de N, P y K, respectivamente; por lo tanto, el crecimiento en altura ha cesado, pudiéndose apreciar que la mayor altura la alcanzó el

tratamiento maní-sorgo con 114 cm. En segundo lugar se tiene la rotación caupí-sorgo con 99 cm de altura y en tercer lugar se tendría las rotaciones frijol-sorgo con 89 cm de altura.

La rotación maíz-sorgo y sorgo-sorgo presentaron las plantas más bajas de sorgo, corroborándose estos resultados a los 75 días después de la siembra, donde la mayor altura lo obtuvo el tratamiento maní-sorgo con 138 cm y la menor altura la presenta el monocultivo sorgo-sorgo con 118 cm.

Como se puede observar en los resultados, la altura de las plantas fueron mayores con los cultivos antecesores maní y caupí, demostrando la influencia que estos tuvieron sobre dicha variable.

### **3.1.2. Diámetro de tallo**

El acame de las plantas se produce como resultado del pobre vigor ocasionado por la fuerte competencia intra e interespecífica, lo que permite un debilitamiento de los tallos y provoca el volcamiento de las mismas. El sorgo acamado constituye un medio favorable para el desarrollo de hongos u otras enfermedades (Poehlman, 1981).

Según el análisis de varianza para esta variable, se observaron efectos no significativos entre los tratamientos de los cultivos antecesores sobre ésta variable (Tabla 5).

**Tabla 5.** Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre el diámetro (cm) de tallo en sorgo.

Tratamiento	75DDS
MANI-SORGO	1.59 a
CAUPI-SORGO	1.31 a
SOYA-SORGO	1.28 a
FRIJOL-SORGO	1.26 a
MAIZ-SORGO	1.36 a
SORGO-SORGO	1.35 a
ANDEVA	N.S
C.V (%)	15.81

DDS: Días después de la siembra.

### **3.1.3 Número de plantas cosechadas por metro cuadrado**

Existen híbridos de sorgo para ser sembrados en altas densidades que redundan en los mejores rendimientos, debido a que en poco tiempo cierran surcos sombreando las malezas y controlándolas (Salazar, 1974).

Las variedades y los híbridos de sorgo difieren en su capacidad para tolerar altas densidades de siembra, distintos niveles de fertilización y de riego. Como estos materiales responden de distintas maneras a las específicas condiciones ambientales y a la tecnología de producción, sus rendimientos también serán variables (Miller & Barnes, 1980).

En el análisis de varianza para esta variable no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos siendo las poblaciones estadísticamente similares (tabla 6).

#### **3.1.4. Longitud de panoja**

Miller & Barnes (1980), plantean que la longitud de panoja está inversamente relacionada con el ancho de la panojas.

En base al análisis estadístico realizado se mostraron diferencias significativas obteniéndose la mayor longitud de panoja en el tratamiento maní-sorgo con 27 cm., ésto es debido a que probablemente la cantidad de nitrógeno fijado por las plantas de maní fue aprovechado por el sorgo, lo cual incidió positivamente en un mayor crecimiento vegetativo así como en sus parámetros de rendimiento, siendo mayores en relación a los otros tratamientos.

Las panojas más cortas se obtuvieron con los tratamientos soya-sorgo y sorgo-sorgo con 20.77 cm y 20.00 cm, respectivamente, esto quizá se deba a que la soya inoculada entra en simbiosis solamente con una bacteria (*Rhizobium japonicum*) (Kirchner & Jordan); además cuando la soya se inocula por primera vez tiene la posibilidad de producir una menor cantidad de nódulos lo que aduce una menor cantidad de nitrógeno aportado y fijado por la soya, teniendo como consecuencia una menor longitud de panoja (Tabla 6).



El maní, caupí y frijol, que por su promiscuidad de mezclarse con las diferentes cepas de bacterias de *Rhizobium* en el suelo, hace suponer una mayor fijación de nitrógeno, teniendo como consecuencia una mayor longitud de panoja.

### ***3.1.5. Número de ramillas y número de granos por panoja***

El número de granos con frecuencia esta más fuertemente correlacionado con el rendimiento final del grano y esta influenciado por el número de inflorescencias, de espiguillas por inflorescencia, florecillas por espiguilla y por la proporción de florecillas que llegan a producir granos (Paul, 1985).

El análisis estadístico realizado mostró que los diferentes tratamientos en estudio no influyeron significativamente para la variable ramillas por panoja (Tabla 6), no obstante el número de granos por panoja tuvo un comportamiento diferente mostrando los mayores valores maní - sorgo con 4,220 granos por panoja, y la menor cantidad el tratamiento sorgo-sorgo con 2,924 respectivamente. El resto de los tratamientos, los valores de número de granos por panoja no difieren significativamente según la prueba de Duncan.

**Tabla 6. Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre los componentes del rendimiento en sorgo**

Tratamiento	Plantas por metro cuadrado	Longitud de panoja (cm)	Ramillas por panoja	Granos por panoja
MANI-SORGO	43.00 a	27.00 a	65.00 a	4,220.00 a
CAUPI-SORGO	44.00 a	24.20 b	63.00 a	3,619.00 ab
SOYA-SORGO	44.00 a	20.77 d	63.00 a	3,328.00 ab
FRIJOL-SORGO	50.00 a	23.67 bc	63.00 a	3,303.00 ab
MAIZ-SORGO	36.00 a	21.00 cd	62.00 a	3,371.00 ab
SORGO-SORGO	51.00 a	20.00 d	60.00 a	2,924.00 b
ANDEVA	NS	*	NS	*
C.V (%)	9.74	7.52	2.69	10.07

### **3.1.6. Peso de mil granos**

Después de la polinización el peso del grano aumenta 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 la granos en desarrollo. La cantidad máxima de agua en el grano se presenta entre los 14 y 15 días después de la ántesis. Más granos vítreos alcanzan la humedad de recolección (12 a 15 %) a los 45 - 60 días después de la ántesis (Miller & Barnes,1980).

El análisis de varianza para esta variable (Tabla 7) mostró que no difieren estadísticamente entre los tratamientos, no obstante se observó que las medias oscilaron entre 24 y 21 gramos.

### **3.1.7. Rendimiento de grano**

El rendimiento del grano es el resultado de un sin número de factores biológicos y ambientales que se correlacionan para luego expresarse en producción por hectárea (Paul, 1985).

La ingesta de nutrientes es indispensable para el crecimiento de la planta de sorgo y para su rendimiento final. En general la fertilidad natural del suelo no es suficiente para mantener la producción máxima de un cultivo (Miller & Barnes, 1980).

Los resultados del rendimiento, muestran diferencias significativas (Tabla 7), siendo el cultivo antecesor maní el que presentó el mayor rendimiento del sorgo (4,391 kg/ha), lo que hace suponer que fue la leguminosa quien fijó la mayor cantidad de nitrógeno atmosférico en el suelo debido a que se considera una especie de alta promiscuidad, ya que en condiciones naturales presenta una eficiente nodulación. Los cultivos de caupí, soya, y frijol ocuparon un segundo lugar los cuales no mostraron diferencias significativas entre ellos.

**Tabla 7. Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre el rendimiento del cultivo en sorgo**

Tratamiento	Peso de mil granos (g)	Rendimiento (kg/ha)
MANI-SORGO	24 a	4,391 a
CAUPI-SORGO	22 a	3,354 ab
SOYA-SORGO	22 a	3,404 ab
FRIJOL-SORGO	21 a	3,574 ab
MAIZ-SORGO	22 a	2,373 b
SORGO-SORGO	22 a	2,170 b
ANDEVA	NS	*
C.V. (%)	7.63	7.53

Finalmente el sorgo y el maíz como cultivos antecesores, produjeron los rendimientos más bajos (2,170 y 2,373 kg/ha respectivamente), lo que corrobora que estos cultivos son esquilmanes del suelo dejando una baja fertilidad, principalmente del elemento nitrógeno lo cual conlleva a una reducción del rendimiento al cultivo sucesor. Estos datos coinciden con los encontrados por Sánchez (1992), quien señala que las rotaciones sorgo-sorgo y maíz-sorgo no presentaron diferencias significativas en el rendimiento (2,257 kg/ha y 2,992 kg/ha) si lo comparamos con los resultados de éste ensayo los cultivos antecesores leguminosas obtuvieron rendimiento superiores.

Es importante destacar que el cultivo se vió afectado por las fechas de siembra tardía, conllevando con esto a un desfase con el período lluvioso, no obstante, la precipitaciones que cayeron, fueron retenidas en el suelo (debido al alto contenido de materia orgánica) contribuyendo esto a un mejor aprovechamiento de la humedad del suelo por el cultivo.

## **3.2. Efecto de las diferentes rotaciones en estudio sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo en maíz**

### **3.2.1. *Altura de planta***

El crecimiento de las plantas está determinado por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales del crecimiento: Luz, calor, humedad y nutrientes (Yagodin et al.,1982).

Meza (1966) señala que la altura de planta aumenta a medida que incrementa la cantidad de nitrógeno aplicado.

Aproximadamente de dos a tres días antes de la emergencia de los estigmas, es el tiempo durante el cual la planta alcanza su máxima altura, al tiempo que comienza la producción de polen (Ritchie & Hanway, 1984).

Analizando el efecto del cultivo antecesor sobre la altura del maíz (Tabla 8) a los 75 días después de la siembra, se puede observar que el tratamiento maní-maíz alcanzó la mayor altura con 152.82 cm, así mismo, el tratamiento frijol-maíz obtuvo una altura de 149.53 cm ocupando un segundo lugar. Cuando el cultivo antecesor fue sorgo y maíz se presentaron las plantas más bajas de maíz.

**Tabla 8.** Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre la altura(cm) de planta en maiz

Tratamiento	15 DDS	30 DDS	45 DDS	60 DDS	75 DDS
MANI-MAIZ	22.41 a	57.35 ab	118.48 a	141.67 a	153.82 a
CAUPI-MAIZ	20.47 ab	53.60 bc	118.13 a	132.40 ab	144.42 ab
SOYA-MAIZ	21.75 ab	59.80 ab	111.42 a	128.52 ab	137.52 ab
FRIJOL-MAIZ	19.41 b	49.12 c	111.63 a	122.47 ab	149.53 ab
MAIZ-MAIZ	19.57 b	58.57 ab	108.50 a	114.00 b	134.22 c
SORGO-MAIZ	20.48 ab	62.42 a	97.03 a	111.55 b	134.00 c
ANDEVA	*	*	N.S.	*	*
C.V. (%)	7.69	7.68	12.01	10.85	5.13

DDS: Días después de la siembra

### 3.2.2. Diámetro de tallo

El diámetro de tallo puede estar influenciado por las condiciones ambientales, la densidad usada y el contenido de nutrientes, siendo el nitrógeno uno de los elementos importantes (Arzola *et al.*, 1981; Cuadra, 1988).

El diámetro o grosor de tallo depende de la variedad y de las condiciones del cultivo. Este puede verse influenciado por varios factores entre ellos se destacan: El contenido de nitrógeno disponible en el suelo (Betanco, 1989).

El comportamiento del diámetro a lo largo del crecimiento del cultivo de maíz (Tabla 9) se puede apreciar que existió efecto significativo a los 75 días después de la siembra, donde el mayor diámetro lo obtuvo el tratamiento maní-maíz con 1.93 cm sin diferencia significativa con el tratamiento frijol-maíz con 1.92 cm de diámetro. Los tratamientos caupí-maíz y soya-maíz no presentaron diferencias significativas, quedando en segundo lugar con 1.88 y 1.72 cm, respectivamente. Finalmente, el menor diámetro lo presentaron los tratamientos sorgo-maíz con 1.63 cm y sin diferencias significativas con el tratamiento maíz-maíz que obtuvo un diámetro de 1.68 cm.

**Tabla 9.** Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre el diámetro (cm) de tallo en maíz

Tratamientos	75 DDS
MANI-MAIZ	1.93 a
CAUPI-MAIZ	1.88 ab
SOYA-MAIZ	1.72 ab
FRIJOL-MAIZ	1.92 a
MAIZ-MAIZ	1.68 b
SORGO-MAIZ	1.63 b
ANDEVA	*
C.V. (%)	9.29

DDS: Días después de la siembra

### **3.2.3. Longitud de brácteas**

Altos niveles de nitrógeno incrementan la cobertura de las mazorcas y por consiguiente, la longitud de brácteas (Cuadra, 1988).

Los cultivos antecesores maní y frijol proporcionaron brácteas significativamente más largas que los otros cultivos (Tabla 10) con 20.8 cm y 20.98 cm respectivamente. Se encontró una menor longitud de brácteas en el tratamiento sorgo - maíz con 16.87 cm.

### **3.2.4. Longitud de mazorca**

La longitud de mazorcas puede ser influenciada por la humedad del suelo, la radiación solar y nitrógeno principalmente (Adetiloye *et al.*, 1984).

Berger (1975), señala que en numerosos ensayos de fertilización se encontró que el tamaño de la mazorca aumenta cuando se aplica nitrógeno.

Altos niveles de nitrógeno tienen influencia positiva sobre los componentes del rendimiento, entre ellos la longitud de mazorca; sin embargo, se espera que las plantas sometidas a altas densidades de población produzcan mazorcas de tamaño reducido (Cuadra, 1988).



En base al análisis estadístico realizado se encontró que existen diferencias significativas en los diferentes tratamientos. La mayor longitud de mazorca lo presenta la rotación maní-maíz con 13.91 cm y la menor longitud se obtuvo en los tratamientos maíz-maíz y sorgo-maíz con 11.73 cm y 11.92 cm respectivamente (Tabla10), evidenciando con esto la influencia que ejercen las leguminosas como cultivo antecesor al fijar nitrógeno. Estos resultados coinciden con lo planteado por Cuadra (1988), quien señala que el contenido de nitrógeno tienen influencia positiva sobre los componentes del rendimiento, entre ellos la longitud de mazorca.

### ***3.2.5. Número de mazorcas sanas por parcela útil***

El análisis estadístico efectuado para los diferentes tratamientos, muestra diferencias significativas sobre esta variable (Tabla 10), presentando un mayor número de mazorcas sanas el tratamiento frijol-maíz y maní-maíz con 69 y 68 % respectivamente. En cambio, el menor número de mazorcas sanas se obtuvieron en los tratamientos sorgo-maíz y maíz-maíz con 49 y 59 % respectivamente. El resto de los tratamientos no difieren estadísticamente entre ellos. Esto demuestra la influencia que sobre esta variable ejercen la leguminosas como cultivos antecesores.

### **3.2.6. Número de mazorcas "dañadas" por parcela útil**

El número de mazorcas "dañadas" se disminuye con altos niveles de nitrógeno (Benavides & Siles, 1988)

Según el análisis estadístico realizado para las rotaciones en estudio, se encontró que existen efectos significativos para esta variable (Tabla 10). El mayor número de mazorcas "dañadas" lo presentan los tratamientos sorgo-maíz y maíz-maíz con 51 y 41 % respectivamente. Resultados similares han sido obtenidos por Cuadra (1988), quien obtuvo un mayor número de mazorcas "dañadas" en las parcelas que no suministró nitrógeno. Por otro lado, Martínez (1986) afirma que si se rotan consecutivamente gramíneas, el contenido de nitrógeno en el suelo se va perdiendo paulatinamente, a menos que se hagan rotaciones con leguminosas, lo cual se corrobora en estos resultados al presentar el menor número de mazorcas "dañadas" el maíz teniendo como cultivo antecesores las leguminosas.

**Tabla 10.** Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre los componentes del rendimiento en maíz

Tratamiento	Longitud de bráctea (cm)	Longitud de mazorca (cm)	Mazorcas sanas por parcela útil		Mazorcas "dañadas" por parcela útil	
			No.	%	No.	%
			MANI-MAIZ	20.80 a	13.91 a	34.00 ab
CAUPI-MAIZ	18.95 abc	13.38 ab	35.00 ab	63	21.00 ab	37
SOYA-MAIZ	19.25 ab 1	12.56 abc	33.00 ab	64	18.00 bc	36
FRIJOL-MAIZ	20.98 a	13.32 ab	37.00 a	69	17.00 bc	31
MAIZ-MAIZ	18.22 bc	11.73 c	29.00 c	59	20.00 a	41
SORGO-MAIZ	16.87 c	11.92 c	23.00 c	49	24.00 a	51
ANDEVA	*	*	*		*	
C. V. (%)	7.11	7.48	13.00		7.00	

### **3.2.7. Número de hileras por mazorca**

Teniendo una nutrición normal de nitrógeno, el número de hileras por mazorca aumenta la masa relativa de ésta (Ustimenko, 1980).

El análisis de varianza para esta variable demuestra que existieron diferencias significativas (Tabla 11), obteniendo el mayor número de hileras por mazorca en el tratamiento soya - maíz con 15 hileras por mazorca y el menor lo presentan el tratamiento sorgo-maíz y maíz-maíz con 13 hileras por mazorca.

### **3.2.8. Número de granos por hilera**

El número de granos por hilera depende en gran medida de las condiciones ambientales tales como: Temperatura, humedad del suelo y nutrientes, principalmente nitrógeno (Paratori *et al.*, 1978).

El análisis estadístico efectuado para los diferentes tratamientos en estudio (Tabla 11) muestran diferencias significativas entre sus medias, pudiéndose observar que los tratamientos que tuvieron a las leguminosas como cultivo antecesor tuvieron más granos por hilera, siendo la rotación soya-maíz la que obtuvo el mayor valor. Las rotaciones maní-maíz, caupí-maíz y frijol-maíz tuvieron un comportamiento similar y finalmente los tratamientos maíz-maíz y sorgo-maíz manifestaron los valores más bajos de granos por hilera.

### **3.2.9. Peso de mil granos**

Tanaka & Yamaguchi (1971) afirman que existe una disminución del peso de mil granos cuando la deficiencia de nitrógeno llega a ser seria.

En maíz, el peso de mil granos esta fuertemente influenciado por el suministro de nitrógeno (Lemcoff & Loomis, 1986).

Ustimenko (1980) señala que aplicaciones adecuadas de nitrógeno aumentan el peso del grano.

El análisis estadístico para los tratamientos (Tabla 11) mostró influencia significativa sobre el peso de mil granos. El mayor peso del grano se obtuvo con los cultivo antecesor caupí y maní (197.24 y 183.27 gramos) y en segundo lugar se presentaron el resto de las leguminosas. Por el contrario el menor peso se obtuvo cuando el cultivo antecesor fueron las gramíneas.

### **3.2.10. Rendimiento de grano**

El rendimiento o producción de grano por unidad de área, puede verse influenciado por varios factores ambientales como: Humedad, temperatura y nutrición (Sánchez, 1981).

El rendimiento del cultivo de maíz (Tabla 11) se vió influenciado por los diferentes cultivos antecesores, obteniéndose los mayores rendimientos en las rotaciones con leguminosas, siendo las rotaciones frijol -maíz y maní - maíz las que obtuvieron el rendimiento más alto (1,675 kg/ha y 1,699 kg/ha respectivamente), aunque no fue estadísticamente diferente del resto de las leguminosas.

El menor rendimiento se obtuvo con las rotaciones maíz-maíz y sorgo-maíz, sin diferencias significativas entre ellos, estos resultados superaron a los obtenidos por Salgado (1990) en un estudio de fertilización donde el factor 0 kg de nitrógeno/ha obtuvo rendimientos de 1,363 kg/ha bajo mejores condiciones de precipitaciones. Por el contrario al comparar los resultados de éste ensayo se puede observar (Tabla 11) que cuando el cultivo antecesor fueron las leguminosas el rendimiento fue superior a los obtenidos por Salgado.

El rendimiento de grano de forma general se vió afectado por la fecha de siembra tardía (16 de Octubre de 1991), y por el régimen de precipitación (400-500 mm) lo cual provocó que el cultivo no recibiera la suficiente humedad para su crecimiento, considerándose que los requisitos óptimos de lluvia para éste cultivo es de 750-850 mm, bien distribuidos en todo su ciclo de crecimiento y desarrollo (Parson *et al.*, 1981).

Es importante destacar que la incidencia de la enfermedad del achaparramiento transmitido por *Dalbulus maidis* (Del & W) (Chicharrita del maíz) fue de 1<sup>er</sup> grado (Turley, 1989). Sin embargo, la presencia de la enfermedad *Scleropora maide* (Racib Butl) (cabeza loca) afectó al cultivo en un 15 %.

**Tabla 11. Efecto de los diferentes cultivos antecesores sobre los componentes del rendimiento y el rendimiento en maíz**

Tratamientos	Hileras por mazorca.	Granos por hilera	Peso de mil granos (g)	Rendimiento (kg/ha)
MANI-MAIZ	14 ab	30 ab	183.27 ab	1,675.00 a
CAUPI-MAIZ	14 ab	31 ab	197.24 a	1,654.00 a
SOYA-MAIZ	15 a	38 a	178.13 ab	1,383.00 a
FRIJOL-MAIZ	14 ab	31 ab	182.95 ab	1,699.00 a
MAIZ-MAIZ	13 b	27 bc	163.00 b	762.00 b
SORGO-MAIZ	13 b	22 c	174.00 b	674.00 b
ANDEVA	*	*	*	*
C. V. (%)	2.26	8.30	7.51	5.66

#### **IV. CONCLUSIONES**

1.- El crecimiento y rendimiento de los cultivos sorgo y maíz fueron afectados por los cultivos leguminosos antecesores: Maní, caupí, soya y frijol.

2.- En el cultivo del sorgo las variables altura de planta, longitud de panoja, número de granos por panoja y rendimiento de grano fueron afectados significativamente. En maíz, todas las variables presentaron diferencias significativas.

3.- En el cultivo de sorgo el tratamiento maní - sorgo tuvo un mayor efecto sobre el rendimiento (4,291 kg/ha ).

4.- En el cultivo de maíz el tratamiento frijol-maíz y maní-maíz presentaron los mayores rendimientos con 1,699 kg/ha y 1,675 kg/ha sin diferencias estadísticas significativas.

5.- En cuanto al efecto de los cultivos antecesores sorgo y maíz sobre el crecimiento y rendimiento de ambos cultivos se comprobó que los rendimientos disminuyeron considerablemente.



## **V. RECOMENDACIONES**

1.- Realizar estudios para determinar la cantidad de nitrógeno fijado por dichas leguminosas (maní, caupí,.soya y frijol).

2.- Alternar la siembra de cultivo de gramíneas con leguminosa preferiblemente maní y frijol.

3.- Establecer este mismo ensayo en diferentes regiones del país y continuar su estudio por un periodo de tiempo para obtener información más concreta.

**VI. REFERENCIAS**

ADETILOYE, P., Okigho, B., Ezedinma, F. O. C. 1984. Response by maize plant and ear shoot characters to growth factors in southern Nigeria. *Field crops research* (1984 ) 9 (3/4). 265-277. p.

ALEMAN, M. 1992. Comunicación Personal. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria.

ALVARADO, N. 1991. Comunicación Personal. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria.

ARNON, E. 1972. Crop production in dry regions. Vol. II Leonard Hall. 633 p.

ARZOLA, N., FUNDORA, O., MACHADO, J. 1981. Suelo Planta y Abonado. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 167 p.

BENAVIDES, D. S. & Siles, R. 1988. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz ( *Zea mays* L) var. NB-6. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. Tesis de Ingeniero Agrónomo. 30 p.

BERGER, J. 1975. Maíz, su producción y abonamiento. Editorial Científico-Técnica. Instituto Cubano del libro. La Habana, Cuba. 204 p.

LEMCOFF, J. M. & LOOMIS, R. S. 1986. Nitrogen influences on yield determination in maize. CROP SCIENCE. Vol 26 sept-oct. p (1017-1022).

LEON, L. 1987. Fundamentos Botánicos de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícola de la O.E.A. 180 p.

LIVIO, E. 1976. Seminario sobre técnicas de producción. Secciones de Cultivos Varios. División Agrícola. p (103-10) .

M.A.G. 1991 a. Guía Técnica del cultivo del sorgo. CNACOR/DGTA/MAG. Managua, Nicaragua 32 p.

M.A. G. 1991 b. Guía Técnica del cultivo del maíz. CNACOR/DGTA/MAG. Managua, Nicaragua. 32p.

M.A.G. 1991. Datos climatológico. CNACOR/DGTA/MAG. Managua, Nicaragua.

MARTINEZ, R. 1986. Ciclo biológico del nitrógeno en el suelo. Editorial científico -técnica. Habana, Cuba. 153 p.

MEZA, L. R. 1966. Efecto de la variación de 7 niveles de nitrógeno en la producción del grano de maíz. E.N.A.G. Managua, Nicaragua. Tesis de Ing Agrónomo. 29 p.

MIDINRA.1985 a. Guía Tecnológica para la Producción de sorgo granifero. Dirección de Granos Básicos. Managua, Nicaragua. 35 p.

MIDINRA 1985 b. Guía Tecnológica para la Producción de maíz de seco. Dirección de Granos Básicos. Managua, Nicaragua. 28 p.

MILLER, F. R. D. K. & BARNES H. J. 1980. Crecimiento y desarrollo de sorgo en Producción y Protección Vegetal. Introducción al control integrado de plagas de sorgo Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1980. p. 10-14.

MIRANDA, B. 1990. Diagnóstico sobre producción, consumo, generación y transferencia de tecnología para los granos básicos. Managua, Nicaragua. p 69-84.

NORRIS, J. P. 1967. The intelligent use of inoculants and time pelleting for tropical pastures. Trop. Grassl 1:107-121 p.

PARSON, M., Mondonero, J. R. De la Roza, I. Kirchner, F., Usami, C; Atilano, M. T. 1981. Maíz. Manuales para la Educación Agropecuaria. Editorial Trillas, Mexico. 54 p.

PAUL, C. L. 1985. La producción de sorgo y mijo. ICRISAT. CIMMYT. México. 120 p.

PARATORI, O., SALDIA C, ARAUZ F & RAMIREZ A. 1978. Cultivo del maíz. *Boletín Informativo* No.1. Estación Experimental La Platina, Santiago de Chile, 1978. Editorial Universitaria 36 p.

PINEDA L. 1987. El sorgo granifero. CNACOR/DGTAMAG. Managua, Nicaragua. 46 p.

POEMLMAN, P. 1981. Las Malezas. I.I.C.A. San José Costa Rica. 120 p.

RANDALL, G. W. & KELLY, P.L. 1985. Split application of N for corn on a Webster Soil. Editorial Trillas, México D.F. 104 p.

REDDEPPA, R. M.; & PATIL, S. J. 1982. Response of hybrid maize to different sources, levels and split doses of nitrogen applications. *Mysore J. Agric. Sci*,16: p (404-407).

RITCHIE, P. & HANWAY, T. 1984. How a corn plant develops. Iowa State University of technology. Special Report. N° 48. 82 p.

SALAZAR, A. 1974. El cultivo del sorgo para grano. Nicaragua. Cultivos Alimenticios. E.N.A.G. Managua, Nicaragua. 11 p.

SALGADO, A. 1990. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del grano en maíz. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Tesis de Ingeniero Agrónomo. 32 p.

SANCHEZ, P. A. 1981. Suelos del trópico: Características y manejo. I.I.C.A. San José. Costa Rica. 660 p.

SANCHEZ, Y. 1992. Estudio del efecto de la rotación de cultivos y control de malezas sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del sorgo y maíz. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria. 39 p.

STEVANOVIC, M. & SAVIC, R. 1982. Effect of nitrogen level and plant number on the yield of maize hybrids grown under irrigation, Archivza poljo privredve nauke. (1982) 43(152). p(455-463).

TANAKA, A & YAMAGUCHI, J. 1971. Producción de materia seca, componentes del rendimiento del grano en maíz. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Mexico. 135 p.

TAPIA, H. & CAMACHO, A. 1988. Manejo Integrado de La Producción de Frijol Basado en Labranza Cero. DGTA/MIDINRA. Managua, Nicaragua. 181 p.

TURLEY, F. 1989. Biología y control de la chicharrita del maiz. *Dalbulus maidis* (Del & W.) (Homoptera: Cicadellidae) el vector del achaparramiento. Informe final. Proyecto Protección de cultivos. MIDINRA-CUPV/GTZ. Managua Nicaragua. 8 p

USTIMENKO, M. 1980. El cultivo de las plantas tropicales y subtropicales. Editorial Mir- Moscú. 70 p.

YAGODIN, B., SMIRNOV, A. & PETERBURGSKI, J. 1982. Agroquímicos. Tomo 2 y 3. Editorial Mir. Moscú. p 325-380.