



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

U.N.A.

FACULTAD DE DESARROLLO RURAL

F.D.R.

TESIS

ESTUDIO DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA, EN LA PRODUCCION DE BIOMASA, PROTEINA BRUTA Y FIBRA BRUTA DEL GANDUL (*Cajanus cajan*,(L.) (Millsp), EN SUELO FRANCO ARENOSO, DE MANAGUA.

Por:

Br. Néstor Guillermo López Fernández

Br. Juan Armando Castellón Zelaya

Tutor:

MSc .Domingo J. Carballo Dávila

Managua, Nicaragua

Diciembre 2002

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
U.N.A.

FACULTAD DE DESARROLLO RURAL

F.D.R.

TESIS

**ESTUDIO DE TRES DISTANCIAS DE SIEMBRA, EN LA
PRODUCCION DE BIOMASA , PROTEINA BRUTA Y FIBRA
BRUTA DEL GANDUL (*Cajanus cajan*) (L.) (Millsp), EN SUELO
FRANCO ARENOSO, DE MANAGUA.**

Tesis sometida a la consideración del Comité Examinador de la Facultad de
Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Agraria para optar al título de:
INGENIERO AGRÓNOMO GENERALISTA presentado por:

Br. Néstor Guillermo López Fernández

Br. Juan Armando Castellón Zelaya

Managua, Nicaragua

2002

CARTA DEL TUTOR

Hago del conocimiento de la parte interesada que los Br.(es), Néstor López y Juan Castellón, han cumplido la edición de su trabajo de diploma titulado "Estudio de tres distancias de siembra, sobre la Producción de Biomasa, Proteína Bruta y Fibra Bruta del Gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millsp), en suelo franco arenoso en Managua".

Durante el desarrollo del presente trabajo los Br.(es), se destacaron por su independencia, dedicación, desempeño responsable, objetividad y análisis crítico.

Con este trabajo se cumple el objetivo de la evaluación de la influencia de tres distancias se siembra, sobre la Producción de Biomasa, Proteína Bruta y Fibra Bruta del Gandul (*Cajanus cajans*) (L.) (Millsp), en Managua. En el periodo del 2002. Dichos resultados proporcionan una base de datos para tomar decisiones técnicas al momento de establecer frijol Gandul con el propósito de obtener forraje para la alimentación animal.

Este trabajo ha sido sometido a revisión por diferentes profesionales, a la fecha se considera como un escrito que reúne los requisitos para ser sustentada y defendida ante los miembros del honorable Comité Examinador y así optar al título de Ingeniero Agrónomo Generalista.

Atentamente,

MSc. Domingo J. Carballo Dávila

Tutor

DEDICATORIA

A mis padres, esposa e hijos por darme la vida y haberme guiado y ayudado con sabiduría y amor en los momentos más difíciles.

Br. Néstor Guillermo López Fernández

AGRADECIMIENTO

A mi familia, por haberme apoyado y comprendido, cuya invaluable ayuda hizo posible mi formación profesional.

- A mi Asesor Ing. Msc. Domingo Carballo Dávila, en la Universidad Nacional Agraria (UNA), por su profesional y decidido apoyo con la realización del presente trabajo de investigación.

Br. Néstor Guillermo López Fernández

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis se lo dedico a mi señora madre, a mi esposa y a mis hijos como reconocimiento al sacrificio que tuvieron que realizar durante mi ausencia por la búsqueda de información, así como durante los cinco años que duró el estudio de la carrera.

Br. Juan Armando Castellón Zelaya

AGRADECIMIENTO

Para poder llevar a cabo esta tesis, era necesario buscar el apoyo de todas aquellas personas e instituciones que pudieran colaborar apoyándonos, tanto durante el periodo de trabajo de campo, como en el proceso de análisis de la información recopilada; elaboración y reproducción del documento final. Es por eso que quiero dejar patentizado mi agradecimiento a las siguientes personas.

En primer lugar quiero agradecer a la Universidad Nacional Agraria por habernos facilitado el área donde se realizaron los trabajos de campo durante el ensayo.

A Martha Blandón, quien nos apoyó grandemente en el arreglo del documento.

Br. Juan Armando Castellón Zelaya

INDICE

CONTENIDO	PAG.
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Indice.....	i
Lista de Cuadros.....	iii
Lista de Gráficos.....	v
Lista de Anexos.....	vi
Resumen.....	vii
I.- Introducción.....	1-2
II.- Objetivos.....	3
2.1. Objetivo General.....	3
2.2. Objetivos Específicos.....	3
III.- Revisión de Literatura.....	4-5
3.1. Características de la especie.....	4
3.2. Ecología.....	5-6
3.3. Valor nutritivo.....	6
3.4. Usos del gandul.....	6
3.4.1. Alimentación animal.....	7
3.4.2. Abono verde.....	8
3.4.3. Uso medicinal.....	8
3.5. Agrotecnia.....	9
3.6. Siembra.....	9
3.7. Plagas y Enfermedades.....	10
3.8. Rendimiento.....	10
IV Materiales y Métodos.....	11
4.1. Ubicación geográfica.....	11
4.2. Suelo y clima.....	11
4.3. Manejo agronómico del ensayo.....	11

4.3.1. Selección y medición del área experimental.....	12
4.3.2. Corte.....	12
4.3.3. Control de maleza.....	12
4.3.4 Toma de muestra del suelo.....	12
4.3.5 Diseño experimental.....	12
4.4. Descripción de los tratamientos.....	13
4.4.1. Variables evaluadas.....	13
4.4.2. Altura de las plantas.....	13
4.4.3. Producción de Biomasa en Base a Materia Verde (kg/ha).....	14
4.4.4. Producción de Biomasa en Base a Materia seca (kg/ha).....	14
4.4.5. Proteína Bruta (%).....	14
4.4.6. Fibra bruta (%).....	14
4.5 Análisis estadístico.....	15
4.6 Modelo estadístico.....	15
4.7 Analisis de costos de establecimiento de una manzana de gandul...	15
V.- Resultado y Discusión.....	16
5.1 Altura de plantas (ALT).....	16 - 18
5.2 Producción de biomasa en base verde (kg/ha).....	18-19
5.3 Producción de biomasa en base a materia seca (kg/ha).....	20-21
5.4 Parámetros de calidad.....	22
5.4.1 Proteína bruta (%).....	22
5.4.2 Fibra bruta (%).....	23
5.5 Análisis de costos.....	23-24
VI.- Conclusiones.....	25
VII.- Recomendaciones.....	26
VIII.- Bibliografía.....	27-32
IX.- Anexos.....	33-34

LISTA DE CUADROS

CUADROS	PÁGINA
1. Factores con sus respectivos niveles evaluados en este experimento.....	13
2. Análisis de varianza para la variable altura de la planta del gandul <i>Cajanus cajan</i> (L.) (Millsp), bajo tres distancias de siembra, en la Producción de Biomasa, Proteína Bruta y Fibra Bruta, en suelo franco arenoso en Managua.....	16
3. Resultado de la separación múltiple de medias de Tukey para la variable altura de la planta del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) (L.) (Millsp), bajo tres distancias de siembra, en la Producción de Biomasa, Proteína Bruta y Fibra Bruta, en suelo franco arenoso en Managua.....	17
4. Resultados de la separación múltiple de medias de Tukey, para la variable altura de planta para el factor corte del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) (L.) (Millsp), bajo tres distancias de siembra, en la Producción de Biomasa, Proteína Bruta y Fibra Bruta, en suelo franco arenoso en Managua.....	17
5. Análisis de varianza para la variable Producción de Biomasa en Base Verde (kg/ha) del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) (L.) (Millsp), bajo tres distancias de siembra, en suelo franco arenoso en Managua.....	18.
6. Resultados de la separación múltiple de medias de Tukey, para la variable Producción de Biomasa en Base Verde (kg/ha) del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) (L.) (Millsp), bajo tres distancias de siembra, en suelos franco arenoso en Managua.....	19

7. Resultados de la separación múltiple de media por Tukey, para el factor corte en la Producción de Biomasa en Base Verde (kg/ha) del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) (L.) (Millsp), bajo tres distancias de siembra, en suelo franco arenoso, en la zona seca de Managua.....	19
8. Análisis de varianza para la variable Producción de Biomasa en Base Seca (kg/ha) del gandul bajo tres distancias de siembra, en suelo franco arenoso, en Managua.....	20
9. Resultados de la separación múltiple de media por Tukey, para la variable Producción de Biomasa en Base Seca (kg/ha) del gandul bajo tres distancias de siembra, en suelo franco arenoso, en Managua.....	21
10. Resultados de la separación múltiple de media por Tukey, para el factor corte de la variable, Producción de Biomasa en Base Seca (kg/ha) del gandul bajo tres distancias de siembra, en suelo franco arenoso en Managua.....	21
11. Contenido del % Proteína Bruta	22
12. Análisis bromatológico del porcentaje de proteína y fibra bruta de la biomasa En base seca (<i>Cajanus cajan</i>) (L.) (Millsp), sometido a tres distancias de siembra en suelo franco arenoso de Managua.....	23
13. Costo de establecimiento de una manzana de gandul (<i>Cajanus cajan</i>) (L.) (Millsp), , en suelo franco arenoso en la zona seca de Managua.....	24

LISTA DE GRÁFICOS

GRAFICO	PAG.
1. Altura de las plantas del gandul, bajo diferentes distancias de siembra entre cortes.....	35
2. Comportamiento de la producción de biomasa verde (kh/ha) entre cortes del gandul.....	36
3. Comportamiento de la producción de biomasa seca (kh/ha) entre cortes del gandul.....	37
4. Comportamiento del porcentaje de Proteína Bruta del gandul, bajo diferentes distancias de siembra entre cortes.....	38
5. Comportamiento del porcentaje de Fibra Bruta del gandul, bajo diferentes distancias de siembra entre cortes.....	39

LISTA DE ANEXOS

ANEXO	PAG.
1. Análisis físico del suelo.	34
2. Análisis químico del suelo al momento del establecimiento.	34
3. Análisis químico del suelo al momento de la cosecha.	34
4. Costo de establecimiento de una manzana de gandul.	34
5. Esquema del ensayo.	34

LÓPEZ, NESTOR; CASTELLÓN, JUAN. 2002. Efecto de tres distancias de siembra en la Producción de Biomasa, Proteína Bruta y Fibra Bruta, del gandul (*Cajanus cajan*), (L.) (Millps), en suelo franco arenoso de Managua. Tesis de ingeniero agrónomo Generalista, Universidad Nacional Agraria (UNA), Managua, Nicaragua pag. 43.

Palabras claves: Producción de forraje, Materia Seca, Proteína bruta, Fibra Bruta, leguminosa, Gandul.

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en los predios de la Universidad Nacional Agraria (UNA). Tuvo como objetivo evaluar, el efecto de tres distancias de siembra (0.10; 0.15 y 0.20 m entre plantas y una distancia entre surco de 50 cm), sobre la Producción de Biomasa, Proteína Bruta y Fibra Bruta en el frijol Gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millps). Como variables de estudio se midió la altura (cm), producción de biomasa en base verde y seca (kg/ha), porcentaje de proteína bruta y fibra bruta; asimismo, durante el período experimental se realizaron dos cortes con intervalos de 60 días. Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar (BCA) con arreglo bifactorial con tres repeticiones. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos, e interacción tratamiento por corte de las variables evaluadas. La producción de biomasa en base a materia verde y seca total por hectárea, reflejó su mayor valor con el T₁, con 5,020.8 kg/ha de materia verde y el T₂ con 1,523.57 (kg/ha) de materia seca. La variable altura de planta mostró su mayor valor para el T₃ con 145 cm, coincidiendo con el mayor porcentaje de tallo (57%). En relación a los parámetros de calidad de PB y FB, mostró una tendencia de disminución del porcentaje de PB y un aumento de FB en el segundo corte; donde el mayor valor en contenido de proteína bruta (PB), lo obtuvo el T₂ con 20.12%, y el de mayor porcentaje de fibra bruta (FB) lo obtuvo el T₃ con 30.27 %. El costo de establecimiento para una manzana de gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millps), fue menor para el T₃ con US \$ 97.30, y el de mayor costo fue el T₁ con US \$ con 97.54

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a estudios de fósiles, los investigadores han indicado que la evolución de las plantas forrajeras se inició hace 130 millones de años, donde las gramíneas primitivas se parecieron a los actuales bambúes y las leguminosas a los grandes árboles de esta gran familia que forma parte de la composición florística de las áreas tropicales. Caracterizados por una amplia variabilidad genética y biodiversidad garantizando las mejores opciones para el desarrollo (Clavero, 1998).

Los ecosistemas de mayor diversidad, fragilidad y productividad mundial se concentraron en el trópico. A pesar de esa riqueza en la diversidad genética, producto de la evolución natural, la mejora de los recursos fitogenéticos utilizados en nuestra región procede de países en desarrollo.

Pese a que en los trópicos se tiene un gran potencial natural de producción biológica, la escasez de proteína animal para la nutrición humana en estas regiones es un hecho bien conocido.

La ganadería en estas zonas depende principalmente del pasto como la base de su alimentación. Sin embargo, existen fluctuaciones climáticas que limitan considerablemente la producción y calidad del forraje durante todo el año y como resultado, la producción de carne y leche también se ven reducidas (Santillán, 1994).

Esto ha llevado a que los investigadores dirijan sus trabajos a la búsqueda de nuevas fuentes, que reúnen diferentes características y que las hagan capaces de llenar los requerimientos nutricionales, tanto del hombre como de los animales domésticos. Entre estas características podemos citar, la calidad del alimento, la producción por área, los costos de producción, las prácticas culturales y su adaptación a diferentes zonas (Pietri y Abrams, 1971, citado por Rodríguez, 1978).

Uno de los objetivos de estos estudios han sido, las plantas del orden de las leguminosas, las cuales son una importante fuente de proteínas, además de calorías, minerales y algunas vitaminas.

Dentro de este orden encontramos el frijol gandul (*Cajanus cajan*); que presenta valores altos de proteínas 20-24%, con producciones de 900 kg/ha, en suelos pobres (Pietri y Abrams, 1971, citado por Rodríguez, 1978).

Este tipo de plantas son cultivadas en sistemas asociados con otro cultivo, tales como el maíz y el sorgo, cuyo ciclo de vida es corto, permitiendo obtener mayor producción por área.

Entre los principales problemas de los ganaderos en nuestro país, es el no contar con información nacional en investigaciones con indicadores agronómicos en leguminosas forrajeras. Esto explica la necesidad de realizar trabajos de investigación con leguminosas donde se evalúe; producción de biomasa en base seca y verde y proteína bruta, bajo diferentes sistemas de manejo agronómico.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de tres distancias de siembra, en la Producción de Biomasa, Proteína Bruta, Fibra Bruta, en dos fechas de corte en el Gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millsp) en suelo franco arenoso de Managua.

2.2. Objetivos Específicos

Determinar el efecto de tres distancias de siembra (0.10, 0.15, 0.20 m entre plantas), en la Producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta, en dos fechas de corte en el Gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millsp), en suelo franco arenoso de Managua.

Constatar cual es la mejor distancia de siembra entre plantas, que ejerce mayor influencia sobre las variables: porcentaje de proteína bruta y fibra bruta, del Gandul en suelo franco arenoso de Managua.

Determinar la influencia del número de cortes sobre las variables: Altura de la planta (cm); Producción de biomasa en base verde y seca (kg/ha), Porcentaje de proteína bruta y fibra bruta, del Gandul en suelo franco arenoso de Managua.

Estimar los costos de establecimiento de una manzana de gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millsp), en suelo franco arenoso de Managua.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

De acuerdo a las regiones y países donde se cultiva el gandul (*Cajanus, cajan*), (L.) (Millsp), el orden de importancia, y su distribución es la siguiente:

El *Cajanus cajan*, gandul, se presume que es nativo de la India. Fue traído al nuevo mundo procedente de África hace un milenio, en la época precolombina.

El gandul en África (*Cajanus kerstingie*), crece en fajas secas de Senegal, Ghana, Togo y Nigeria, así como también se encuentra de manera silvestre en los bosques.

Esta especie tiene la virtud de crecer en las regiones tropicales y sub-húmedas, así como también en temperaturas altas (desde 30° latitud norte a 30° latitud sur) (Duke 1981).

El gandul es una planta arbustiva, perenne que puede alcanzar más de 3 metros de altura, de porte erguido y veloso, hojas alternas, trifoliadas con folíolos oblongos – elípticos y con estipelas puntiagudas, folículo terminal cortamente peciolado, aunque los laterales son sésiles, pétalos de forma lobular. Inflorescencia de menor tamaño que las hojas, constituyendo, pedúnculos erguidos vainas aplastadas con una depresión en diagonal, de color oscuro, con 4-7 semillas globulosas y es algo aplastada, de color grisáceo pardo, a veces con manchas oscuras, con arilo de 6 mm de diámetro; un kg de semilla contiene de 17,000 – 18,000 granos (White, 1959).

Vega (1992), describió al gandul como un arbusto leñosos, perenne, de dos a cuatro metros de altura; raíces pivotantes, tallos velosos, a menudo leñoso por abajo, hojas trifoliadas, folíolos oblongos, elípticos a estrechamente lanceolados, de 4-9 cm de largo, su inflorescencia en panículas terminales, sobre pedúnculos erguidos hasta 10 cm de largo, cáliz lobulado; vaina comprimida, con una depresión diagonal de color oscuro, de 4-6 semillas, 6 mm de diámetro, de color grisáceo, café, rojo, negro o crema, a veces con manchas oscuras con arilo abierto.

Es una planta herbácea anual, habiendo variedades de crecimiento lento, semierecto, erecto y rastreros, teniendo un ciclo de vida promedio que oscila desde 150-170 días para variedades intermedias y de 90 – 120 días para variedades anuales (PASOLAC, 1996).

El gandul es una planta de día corto, aunque existen de día largo. Floración semideterminada.

Una planta de gandul forma hasta 5000 flores en un mes. El crecimiento inicial es moderado el crecimiento productivo es alto, el sistema radical tiene gran capacidad para el reciclaje de nutrientes .

Según Vega (1992), las variedades semiperennes, florecen una vez en el año (Noviembre a Enero y sobreviven 3 - 4 años); las variedades intermedias tienen un ciclo de 150 – 170 días, variedades anuales 90 – 120 días, foto período muy marcado, florece en Octubre – Enero (dependiendo de la época), resistente a las sequías por sus raíces profundas, crece en todo tipo de suelo, prefiere condiciones calientes y húmedas.

3.2. ECOLOGIA

Duke (1981), describe que el gandul tolera una precipitación anual de 530 – a 4030 mm, la temperatura media anual es de 15.8°C. – 27.8°C, un pH de 4.5 a 8.

Riollano (1962), describe que la mayoría de las especies son altamente sensitivas a foto períodos, sin embargo, algunos han demostrado ser altamente insensitivos.

El *Cajanus cajan* es resistente a sequías tolerante a zonas secas con menos de 65 mm de precipitación anual. Es más o menos sensitivos a foto períodos en días en que las condiciones son húmedas, el gandul tiende a producir un crecimiento vegetativo exuberantes en días cortos decrece en el tiempo de floración (Duke 1981).

Debido a que la raíz primaria del gandul es bastante profunda, es muy resistente a las condiciones y suelos áridos (Jonson y Raymond, 1964).

Además es resistente a vientos fuertes, altamente destructivos, esto permite que productores de café y hortalizas lo utilicen para proteger sus almácigos.

3.3 VALOR NUTRITIVO

La planta tiene un gran valor forrajero para el ganado vacuno, los cerdos y las cabras (CIAT, 1991)

Según Skerman, *et.al.*,(1991), las ramas con bastantes hojas y todas sus vainas, cortadas a 80 cm tiene el 40 – 50 % de materia seca y, hasta el 16 % de proteínas, además es una fuente de vitamina A.

El forraje verde fresco contiene 70.4 % de humedad, 7.1 % proteína bruta, 10.7 % fibra bruta, 7.9 % extracto libre de nitrógeno y, 1.6 % de grasa.

La planta entera y seca contiene de 1.0 a 1.2 % de humedad, 14.8 % de proteína bruta, 28.9% de fibra bruta, 39.9% de extracto libre de nitrógeno, y 1.7 % de grasa (Duke,1981).

3.4 USOS

Las leguminosas constituyen el complemento más utilizado como suplemento proteínico en las raciones concentradas que suelen suministrarse a monogástricos (Michaelis y Vanegas, 1986; Cubero, *et. al.*, 1983).

Además, el *Cajanus cajan* tiene múltiples usos , tales como: abonos verdes, fijador de nitrógeno, el cual es imprescindible para mejorar la fertilidad del suelo, y mas aun si va asociado con otros cultivos de corta duración (Mateo,1961).

3.4.1 ALIMENTACIÓN ANIMAL

Según Duke (1981), en Malasia las hojas son usadas como alimento del gusano de seda.

El potencial como planta forrajera es moderado, produce hasta tres cortes por año y persiste hasta tres y cuatro años. Los cortes al igual que el pastoreo, se realizan cuando las primeras vainas comienzan a madurar.

El gandul además se puede utilizar para ensilaje y heno, cortándolo en el momento en que la mayor parte de las vainas están maduras, debido a que en ellas se encuentra el mayor contenido de proteína.

El heno de *Cajanus cajan* es un buen sustituto para concentrado industrial cuando este está muy caro. Para harina hay que secar la planta ocho días antes de molerla.

Según Krause (1932), el ganado vacuno alimentado totalmente en un prado de gandul incrementó su peso de 0.70 – 1.25 kg por cabeza al día, con una densidad de carga de 3.75 reses por hectárea y se han registrado de 200 – 500 kg de aumento de peso vivo por hectárea y por año.

Von Schaaffhausen, (1966) comprobó que al pastorear cebúes en un prado de pangola y gandul en El Brasil, los animales ganaron un promedio de 35 kg en 90 días, durante una breve sequía, mientras que los animales pastoreados en un prado regularizado disminuyeron su peso en 6 kg. En prados de rotación de *Lablab purpureus*, gandul y gramíneas, 47 toros aumentaron 40 kg en 63 días.

3.4.2 ABONO VERDE

En Mauricio y Uganda, (Staton, 1996), se utiliza una rotación de gandul con maíz, maní y tabaco, durante un período de tres a cuatro años.

Omin, (1997), en Hawai estableció una provechosa rotación con piña, cinco años para cada cultivo, obteniendo un gran beneficio para el cultivo de la piña, comprobando una fijación máxima en el gandul de 14.5 mg/día frente a 10.3 mg para *Centrosema pubescens* y, 4.6 mg para *Estylosanthes guianensis*, el 88% del nitrógeno fijado se transportó a los ápices de las plantas de gandul.

También, Whyte(1959), señala que una de las grandes ventajas de los abonos verdes es el bajo costo y el fácil manejo para su incorporación, además, que se puede utilizar para la alimentación del ganado (forraje) y en la alimentación humana (grano). Y que se puede utilizar como cultivo de cobertura, de laderas e interacción con otros cultivos.

3.4.3 USO MEDICINAL

El gandul también está considerada como una planta medicinal, contiene propiedades astringentes, antirreumáticas, diuréticas, y homeostática, con bastante uso en la India y Java. La cocción de las hojas es aplicada en irritaciones de la piel, sarna y picazón. Las flores y brotes jóvenes se utilizan para tratar afecciones bronquiales y pulmonares; con las semillas secas se hace cataplasma debido a su efecto desinfectante y cicatrizante. Además, el gandul se utiliza para leña, producción de miel, siropes y otros medicamentos (Morton, 1976).

3.5. AGROTECNIA

El gandul (Cajanus cajan), es ampliamente cultivado en la India y África, presentando un crecimiento lento al ínter mezclarlos con otros cultivos de ciclo corto sin ser afectado su crecimiento. Puede crecer en suelos pobres, con poca preparación (Jayal, Gupta y Mahadevan, 1976).

Según León (1968) y Bodgan (1977), el gandul es capaz de mejorar la estructura del suelo y, permite minimizar la erosión del mismo debido a que su sistema radicular es bastante desarrollado.

3.6. SIEMBRA

En dependencia del método de siembra que se utilice, la cantidad de semillas puede variar en cantidad, así por ejemplo, si la siembra es al boleó, se utilizan de 25-35 libras de semillas por manzana, para abono verde se siembra a 50 cm entre surco y a una profundidad de 2.5-10 cm.

Para producción de granos, la densidad de siembra aproximada es de 20-40 libras de semilla por manzana, a 0.7-1.5 m entre surcos.

Según PRODES (1995), con el objetivo de obtener un rendimiento promedio de 45-60 quintales de materia seca por manzana o sea 235-310 quintales por manzana de materia verde por corte, al gandul se le puede dejar crecer hasta una altura de 125 cm, y cortarse hasta 60-80 cm de la superficie del suelo.

3.7. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Según, Lalls y Katy (1997), la mosca de la vaina (*Melanagromyza obtusa*), es una de las plagas más destructiva del gandul en el noroeste y centro de la India. Prevalece más en plantas de maduración tardía, que en las que maduran tempranamente.

Ataca en un rango de 27-35 % en plantas en crecimiento, durante el período de Abril a Septiembre que es una significativa diferencia.

De acuerdo con Lateef (1991), y Minja (1997), en África, la mosca de la vaina es una plaga común en vainas de gandul de todas las fincas. En el sureste de África la mosca de la vaina ataca en una relación del 0-46% en Kenia, del 0-4% en Malawi, y 0-13% en Uganda.

Existe una gran cantidad de enfermedades fungosas, que involucran a 45 patógenos que son conocidos, el mas serio de estos es *Fusarium udum*, favorecida por la temperatura (17-24° C). Los hongos entran en la planta a través de sus raíces, y pueden persistir por un largo tiempo (Duke, 1981).

Además, Duke(1981), plantea que, *Xanthomona cajani* es la única bacteria que ataca al gandul.

3.8. RENDIMIENTO

El gandul es una leguminosa que tiene una importante fuente de proteína, además de calorías, minerales, y algunas vitaminas.

Según CIAT(1978), una manzana de gandul produce en promedio 4-5 toneladas de grano verde, 1 tonelada de grano seco y, de 10 - 14 toneladas de forraje verde.

El gandul da una cosecha de 25.5 ton/ha/MS/año, sin fertilizantes y, 38 ton/ha con fertilizantes, que resultan 770 kg de proteína (Kumar Rao *et al.*, 1987).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

Este experimento se realizó en terrenos de la Universidad Nacional Agraria (UNA) ubicada en el Km 12 1/2 carretera Norte, municipio de Managua.

Esta zona se encuentra situada a una altura de 56 msnm, las coordenadas geográficas son 12° 08' Latitud Norte y, 86° 10' de Longitud Oeste (INETER, 1997).

4.2 SUELO Y CLIMA

La zona presenta una época seca bien definida durante los meses de noviembre a mayo, la zona de vida es clasificada de trópico seco (Holdrige, 1978). La precipitación media anual es de 1.132.07 mm. La temperatura media anual es de 27.06° C, con una humedad relativa anual de 73.2% (INETER, 1990).

El suelo donde se realizó el ensayo es de textura franco arenoso, permeabilidad media y profundo, pertenece al grupo taxonómico de los inseptisoles, presenta un pH de 7.7 y, con una materia orgánica de 3.76 % (Catastro e Inventario de Recursos Naturales de Nicaragua, 1971).

4.3. MANEJO AGRONOMICO DEL ENSAYO

4.3.1. Selección y preparación del suelo

Se seleccionó un área topográfica de 304 metros cuadrados (16m de ancho x 19 m de largo) con mínimas pendientes. La preparación del suelo se realizó el 01 de Marzo del 2001. La siembra se realizó el día 10 de Marzo depositando dos semillas por golpe a 3 cm de profundidad. El raleo se realizó a los 20-25 días después de la emergencia de la planta. El ensayo tuvo una duración de 6 meses (180 días).

4.3.2 Corte

Se realizaron dos cortes, con intervalo de 60 días, a una altura de 40 cm.

4.3.3. Control de Malezas

Quince días después de la siembra, se realizó el primer control de malezas con azadón entre surcos y entre plantas para cada uno de los sitios experimentales. El segundo control de malezas se hizo a los 34 días. Después el tercero, cuarto y quinto control a intervalos de 30 días para cada sitio.

Las malezas predominantes durante el ciclo del cultivo en el ensayo experimental fueron *Ixophorus unisetus* (Zacate dulce), *Portulaca oleraceae* (Verdolaga), *Digitaria sanguinalis* (Pata de gallina), *Cyda acutica* (Escoba lisa) y *Cyperus rotundus* (Coyolillo).

4.4 Toma de muestra de suelo

Del área experimental se tomaron dos muestras de suelo, una al momento de la siembra y otra al final de la cosecha a una profundidad de 20 cm. Enviando al laboratorio 1 kg por cada muestra para su respectivo análisis físico-químico del cual se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Anexos 1, 2, 3).

4.5 Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con arreglo bifactorial, con tres repeticiones y tres tratamientos, para un total de 12 parcelas. Los tratamientos fueron tres distancias de siembra : $T_1 = 0.10$ m entre planta x 0.50 m entre surco: $T_2 = 0.15$ m entre planta x 0.50 m entre surco y $T_3 = 0.20$ m entre planta x 0.50 m entre surco.

4.6. DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Los factores con sus respectivos niveles evaluados en este experimento se reflejan en la siguiente Tabla.

Cuadro1. Factores con sus respectivos niveles evaluados en este experimento.

FACTORES	NIVELES
I Distancias de siembra	$T_1 = 0.10m$ Entre planta x 50 cm entre surco $T_2 = 0.15 m$ Entre planta x 50 cm entre surco $T_3 = 0.20m$ Entre planta x 50 cm entre surco
II Número de cortes	Primer corte: A los 60 días después de la emergencia. Segundo corte: A los 60 días después del primer corte

4.7 VARIABLES EVALUADAS

Las variables evaluadas en el ensayo fueron:

- Altura de la plantas (cm).
- Producción de Biomasa en Base Verde (kg/ha).
- Producción de Biomasa en Base Seca (kg/ha).
- Proteína Bruta (%).
- Fibra Bruta (%).

4.7.1. Altura de la planta (cm)

Para medir esta variable se utilizó una cinta métrica tomando al azar el 4% de las plantas del área de la parcela útil, para cada repetición y tratamiento. Esta toma de muestra se realizó para cada corte.

4.7.2 Producción de Biomasa en Base Verde (kg/ha)

La producción de biomasa en base a materia verde, se obtuvo cortando el pasto de cada parcela útil (12 m²) a una altura de 40 cm, luego se pesó el forraje verde cortado en una balanza, expresando los resultados en kg/ha.

4.7.3. Producción de Biomasa en Base Seca (kg/ha)

El contenido de biomasa en base seca, se determinó a nivel de laboratorio. Se homogenizó el forraje verde cosechado en los tres bloques, por cada frecuencia de corte; y se extrajo una muestra representativa de 300 gramos. La cual fue enviada al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria (UNA), en donde se sometió a deshidratación a una temperatura de 60 C° por un período de 48 horas, posteriormente se efectuó la transformación de forraje verde a materia seca, el resultado se expresó en kg/ha.

4.7.4 Proteína Bruta (%)

Para obtener información de la calidad del pasto en base al porcentaje de proteína bruta, se realizó análisis de muestras compuestas de cada tratamientos en los bloques, para cada corte durante el ensayo. Esto con el objetivo de reducir costos económicos, de los análisis bromatológicos, que requerirá el ensayo. La proteína bruta se determinó a través del método Kjehtal utilizado en el laboratorio de MAG/FOR, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal.

4.7.5 Fibra bruta (%)

La fibra bruta se determinó a través del método Wende utilizado en el laboratorio de MAG/FOR, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal

4.8. Análisis estadístico

Para cada variable de estudio de cada tratamiento se realizaron análisis de varianza y separación de medias mediante el procedimiento de Tukey.

4.8.1. Modelo estadístico

Para analizar las variables en estudio se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + P_k + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = La k-ésima observación de las variables evaluadas del i-j-ésimo tratamiento.

μ = Media poblacional.

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (distancia de siembra), a partir de los datos del experimento.

β_j = Efecto debido al j-ésimo nivel del factor B (Número de cortes), a estimar a partir de los datos del experimento.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre los factores Distancia de siembra x Números de cortes.

P_k = Efecto del k-ésimo bloque.

E_{ijk} = Efecto del error.

$i = 1, 2, 3.$

$j = 1, 2.$

$k = 1, 2, 3.$

4.9. ANALISIS ECONÓMICO

Se realizó un análisis económico del costo de establecimiento de una manzana de **gandul**, a través del método de presupuestos parciales.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Altura de plantas

La variable altura de planta no presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) para los tratamientos y la interacción tratamientos por corte; y efecto altamente significativo ($P > 0.01$) para el número de cortes (Cuadro 2). Esto nos indica que esta variable se comporta indistintamente para cada uno de estos factores, estando mayormente influenciado la altura por el número de corte.

Cuadro 2. Análisis de varianza para la variable Altura de las plantas del Gandul (*Cajanus cajan*) (L). (Millps), sometido a tres distancias de siembra, en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta, en suelo franco-arenoso de Managua.

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Nivel de significancia
Bloques	2	161.444444	80.722222	0.996	0.4173 NS
Tratamientos	2	150.111111	75.055556	0.89	0.4416 NS
Cortes	1	1701.388889	1701.388889	20.13	0.0012 **
Trat x Cortes	2	352.111111	176.055556	2.08	0.1753 NS
Error	10	845.222222	84.522222		
Total	17	3210.277778			

Gl=Grados de libertad; Fc= Valor tabulado de Fisher; ** Significativo al 0.001 %; NS = No significativo; CV. 6.41

La separación múltiple de medias por Tukey ubicó los tratamientos de la variable altura en una sola categoría estadística, donde la mayor altura (145.83 cm) la obtuvo el tratamiento tres (Cuadro 3).

Cuadro 3. Separación múltiple de medias por el método Tukey para la variable Altura de planta del gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millsp), sometido a tres distancias de siembra, en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta, en suelo franco arenoso de Managua.

TRATAMIENTOS DISTANCIAS DE SIEMBRA	ALTURA DE LAS PLANTAS (cm)
3	145.83 a *
2	145.00 a
1	139.33 a

* Literales iguales no difieren estadísticamente

Este efecto lo podemos aducir a la competencia espacial entre planta por los nutrientes del suelo, luz y agua. A mayor espacio entre planta hay mayor crecimiento caulinar. Carballo (200), obtuvo alturas de 145 cm a los 80 días casi similares a los de este experimento, en suelo franco-arenoso en Managua, en época de invierno (Datos no publicados).

Estudios realizados en México, obtuvieron alturas de 73 cm, en *Gliricidia sepium* a alta densidad poblacional, 125,000 plantas por hectárea (Atta-Krah y Sumbarg, 1987).

Cuadro 4. Separación múltiple de medias por el método Tukey para la variable Altura de planta del gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millsp) para el factor número de corte, sometido a tres distancias de siembra, en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta, en suelo franco arenoso de Managua.

NUMERO DE CORTE	ALTURA DE LAS PLANTAS (cm)
2	153.11 a *
1	133.66 b

* Literales letra desiguales difieren estadísticamente

Los resultados de la separación de medias por Tukey para el factor número de cortes reflejó (Cuadro 4) diferencia altamente significativa ($P > 0.1$), por lo que se ubicó esta variable en dos categorías estadísticas, siendo el segundo corte el que superó al

primer corte. Este comportamiento lo podemos aducir al desarrollo fisiológico, y al estímulo de la elongación de los tallos de la planta hasta llegar a su madurez, expresado en su máxima altura.

5.2. Producción Biomasa en Base Materia Verde (kg/ha)

El análisis de varianza para la variable producción de biomasa en base a materia verde (kg/ha), mostró diferencias no significativas ($P < 0.05$), para los tratamientos e interacción tratamientos por corte, no así para el número de cortes. Estos resultados nos indican que el comportamiento de esta variable es diferente, en relación al rendimiento obtenido en cada corte durante el periodo experimental (Cuadro 5).

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable Producción de Biomasa en Base a Materia Verde (kg /ha) del Gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millps), sometido a tres distancias de siembra, en suelo franco arenoso de Managua.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Nivel de significancia
Bloques	2	226859.445	113429.722	0.49	0.6252 NS
Tratamientos	2	427401.870	213700.935	0.93	0.4270 NS
Cortes	1	5518761.125	5518761.125	23.9	0.0006 *
Trat x Cortes	2	768202.037	384101.018	1.67	0.2371 NS
Error	10	233315.407	230331.541		
Total	17	9244539.883			

Gl = Grados de libertad; Fc = Valor tabulado de Fisher; CV.9.99; * Significativo al $p < 0.05$.

NS = No Significativo.

Este comportamiento nos indica que las densidades de siembra no incidieron en la producción de biomasa en base verde, y que podemos utilizar cualquier tratamiento en cualquier modelo productivo.

Cuadro 6. Comparación múltiple de medias por el método Tukey para la variable Producción de Biomasa en Base a Materia verde (kg/ha) del gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millsp), sometido a tres distancias de siembra, en suelo franco arenoso de Managua

TRATAMIENTOS DISTANCIAS DE SIEMBRA	MATERIA VERDE (kg/ha)
1	5020.8 a *
2	4711.0 a
3	4679.1 a

* Literales iguales no difieren estadísticamente

En el Cuadro 6, Tukey ubicó esta variable en una sola categoría estadística, siendo el tratamiento (T1) con 5020.8 kg MV/ha que se destaca del resto.

Cuadro 7. Comparación múltiple de medias por el método Tukey para la variable producción de Biomasa en Base a Materia Verde (kg/ha) del gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millsp) para el factor número de corte, sometido a tres distancias de siembra, en suelo franco arenoso de Managua.

NUMERO DE CORTES	MATERIA VERDE (kg/ha)
2	5357.4 a *
1	4250.0 b

* Literales con letra desiguales difieren estadísticamente

En el Cuadro 7, los resultados de la separación de medias por Tukey para el factor número de cortes, evidencia que el segundo superó al primer corte, en un 79.22 %. Este comportamiento podemos aducirlo al crecimiento vegetativo de la planta y al efecto del corte induciendo a la formación de más tallos y por ende mayor cantidad de área foliar.

Resultados obtenidos por Carballo(2000), en Managua en suelo francos, a 80 días de edad y a una altura de 60 cm fueron superiores (8543.3 kg/ha), a los obtenidos en este experimento.

5.3. Producción de Biomasa en Base a Materia Seca (kg/ha)

El análisis de varianza realizado a los datos de producción de biomasa en base a materia seca (Cuadro 8), determinó que hubo diferencias significativas ($P < 0.01$) para el factor número de cortes y no significativas ($P < 0.05$), para los tratamientos e interacción tratamientos por corte.

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable Materia seca kg/ha del Gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millps), sometido a tres distancias de siembra, en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta, en suelo franco arenoso de Managua.

Fuente de variación	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Nivel de significancia
Bloques	2	37215.111	18607.555	1.09	0.3718 NS
Tratamientos	2	31940.725	15970.363	0.94	0.4230 NS
Cortes	1	4385655.745	4385655.745	257.8	0.0001 ***
Trat x Cortes	2	51069.724	25534.862	1.50	0.2691 NS
Error	10	170098.988	17009.899		
Total	17	4675980.292			

Gl=Grados de libertad; Fc= Valor tabulado de Fisher; CV.9.40; * Significativo al ($p < 0.005$); Ns= No Significativo.

Los mayores rendimientos en kg de MS/ha, se obtuvieron con el tratamiento "2", con 1523.57 kg MS/ha (Cuadro 9). Datos superiores fueron obtenidos por CIEEGT, (1986) con rendimientos de 2,230 kgMS/ha.

Carballo(2000), obtuvo resultados de 3,976 kgMS/ha, con una densidad de 200.000 plantas por hectáreas, cortado a los 80 días de edad, a una altura de 60 cm.

Cuadro 9. Comparación múltiple de medias por el método Tuckey para la variable materia seca (kg/ha) del gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millsp), sometido a tres distancias de siembra, en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta, en suelo franco arenoso de Managua.

TRATAMIENTOS DISTANCIAS DE SIEMBRA	MATERIA SECA (kg/ha)
2	1523.57 a
1	1504.52 a
3	1448.19 a

* Literales iguales no difieren estadísticamente

Gillet (1984), afirma que el contenido de materia seca evoluciona en función de la composición morfológica y la velocidad de crecimiento de la hierba, es decir que a mayor edad de la planta mayor cantidad de materia seca.

En relación al factor corte Cuadro 10, los resultados de la separación de medias por Tukey demostró que el segundo corte supero al primero en un 57.51 %.

Cuadro 10. Comparación múltiple de medias por el método Tukey para la variable Materia seca (kg/ha) del gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millsp) para el factor número de corte, sometido a tres distancias de siembra, en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta, en suelo franco arenoso de Managua.

NUMERO DE CORTES	MATERIA SECA (kg/ha)
2	2044.66 a *
1	1057.44 b

* Literales con letra desiguales difieren estadísticamente *

Estos resultados nos reflejan que hay una tendencia en aumento en la producción de biomasa en base seca, a medida que aumenta los cortes. En este caso este efecto se le puede atribuir a la edad y altura de corte, así como al estado de desarrollo de la planta. Aunque no se descarta que a medida que aumenta los cortes pueda disminuir su rendimiento, que dependerán de sus reservas y el nivel de fertilidad del suelo.

5.4. Parámetros de calidad

Para la evaluación de los parámetros de calidad (PB, FB), no se realizaron análisis de varianza, ni separación de medias. Se obtuvieron datos promedios de las muestras compuestas de los dos cortes en el experimento.

Cuadro 11. Pérez, Infante (1980), propuso la siguiente escala de calificación para evaluar el contenido de proteína bruta de las diferentes especies forrajeras.

Clasificación	Contenido de proteína bruta (%)
Excelente	>16
Muy bueno	13 – 16
Bueno	10 13
Regular	7 10
Malo	4 7
Muy malo	< 4

Los resultados encontrados para la proteína bruta en nuestro ensayo, no difieren mucho a los encontrados por CIEGT, (1986); con frecuencias de corte a los 60 días y a una altura de corte de 40, 70, y 100 cm, obtuvieron respectivamente 19.08, 21.85 y 24.05 % de proteína bruta (Cuadro 12).

Nelson (1969), citado por Correa y Ramírez, (1999); señala que para que se de una buena digestión y fermentación ruminal se requiere un mínimo de 11% de proteína bruta en la ración, siendo el valor crítico de 7%. En nuestro estudio, ninguno de los tratamientos en los dos cortes estuvo cerca del nivel crítico, en relación al % de proteína bruta, por ende cualquier tratamiento satisface los requerimientos alimenticios de los bovinos con el forraje cosechado del gandul, ya que obtuvimos un promedio en los dos corte de un 22 % de proteína.

Cuadro 12. Análisis bromatológico del porcentajes de proteína bruta y fibra bruta de la biomasa en base seca del gandul (*Cajanus cajan*) (L). (Millsp) sometido a tres distancias de siembra, en suelo franco arenoso de Managua.

CORTE	TRATAMIENTOS	PROTEINA BRUTA (%)	FIBRA BRUTA (%)
1	T1	22.78	20.49
	T2	23.44	18.55
	T3	22.91	18.58
2	T1	19.93	28.93
	T2	20.12	28.49
	T3	19.58	30.27

El contenido de fibra bruta en el segundo corte aumentó en un promedio de 53 % con relación al primer corte (Cuadro 12), este comportamiento se puede aducir que a medida que avanza la edad de la planta hay un comportamiento inverso de la fibra bruta. Si el contenido de fibra bruta de un forraje, es mayor del 25 % de la materia seca, interfiere generalmente en la digestión de un forraje (Herrera, R. 1980).

La fibra bruta está integrada por la celulosa, hemicelulosa y lignina. Las dos primeras pueden ser digeridas con bastante facilidad por los animales; sin embargo, la lignina es casi absolutamente indigerible por cualquier animal.

5.5 Análisis del costo de establecimiento de una manzana de gandul

El menor costo de establecimiento (Cuadro 13), para una manzana de producción de biomasa del frijol gandul es de US \$ 97.3 para el (T)

Cuadro13. Costos de establecimiento de producción de una hectárea de Gandul
(*Cajanus cajan*) (L) (Millsp).

	Concepto	Cantidad Dosis	Unidad de medida	Costo unitario U\$*	Costo Total U\$
1	Preparación del suelo:				
	Arado	1	Pase	16.00	16.00
	Primer gradeo	1	Pase	11.00	11.00
	Nivelación	1	Pase	10.00	10.00
	Surcado	1	Pase	12.00	12.00
	Sub-total			114.08	49.00
2	Mano de obra:				
	Siembra	3	DH	2.00	12.00
	Primer control de maleza.	6	DH	2.00	12.00
	Segundo control de maleza	5	DH	2.00	10.00
	Tercer control de maleza	4	DH	2.00	8.00
	Cuarto control de maleza	3	DH	2.00	6.00
	Sub-total				48.00

	Costo variable Semilla T ₁	4.5	kg	0.12	
	Sub-Total				0.54
	Semilla T ₂	4	kg	0.12	
	Sub-Total				0.48
	Semilla T ₃	2.5	kg	0.12	
	Sub-Total				0.30
	Costo Total				
	T ₁				97.54
	T ₂				97.48
	T ₃				97.30

Tipo de cambio: \$ 1.00 = C.O. 13.88 al 29/10/2001.

VI. CONCLUSIONES

Posterior al desarrollo del ensayo, análisis e interpretación de resultados hemos llegado a las siguientes conclusiones:

La utilización de diferentes distancias de siembras (0.10; 0.15 y 0.20 m entre planta/ha), a través del análisis estadístico no presentó diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre tratamientos, e interacción tratamiento por corte para las siguientes variables; altura de planta (cm); producción de biomasa en base verde y seca (kg/ha); siendo los T₁ con 5,020.8 kg MV/ha y el T₂ con 1523.57 kg MV /ha, respectivamente los que presentaron mayores valores.

En relación al efecto número de cortes el análisis estadístico presentó alta significancia para las siguientes variables: Altura de las plantas, producción de biomasa en base verde y seca kg/ha, siendo el segundo corte el que presentó mayor producción con 5,357.4 kg MV/ha y 3,368.7 kg MV/ha.

El contenido de proteína bruta disminuyó en un promedio de 13.75 (%) en relación al primer corte.

Los contenidos de fibra bruta encontrados fueron mayores en un 1.03 % en el segundo, con respecto al primer corte.

Los costos de establecimiento de una manzana de frijol gandul (*Cajanus cajan*) (L.) (Millsp), fue menor para el T₃ con U\$ 97.30 y el mayor para el T₁ con U\$ 97.54

VII. RECOMENDACIONES

A partir de la experiencia acumulada y los resultados obtenidos durante la realización de este trabajo, para futuras investigaciones relacionadas con el tema, recomendamos lo siguiente:

Realizar este tipo de ensayos en otros tipos de suelos y zonas agroecológicas.

Trabajar con otras densidades de siembra, en diferentes épocas del año.

Evaluar estas densidades con niveles de fertilizantes orgánicos y químicos, para maximizar su producción.

Pelletizar dicho material para utilizarlos en el consumo de diferentes tipos de especies de animales.

II. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abrams, R. Julia E.J. 1973. Effect of planting time, plan population and row spacing on yields and other characteristics of pigeon pea (*Cajanus Cajan* Millsp. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. vol. II, 150 p.
- Aznar, P. 1991. Economía campesina y ecología ecológica. Un estudio de identificación de un proyecto de desarrollo rural para Nueva Guinea Departamento de Economía Agrícola, UNAN. 31p
- Binder, U. 1997. Manual de Leguminosas de Nicaragua. Tomo I. Estelí, Nicaragua. 191 p.
- Bressani, B. 1972. Nutritional Improvement of Legumer by breeding protein advisory group of the United Nation Systems. (E.E.U.U.). 222-226 p.
- Bodgan, A.V. 1977. Tropical Pastore and Nations Systems Fodder Plants, Longmann, N.Y. 230 p.
- Barrow, N.J. 1973. On The displacement of absorbed anions from soil. Displacement of Molibdeno by phosphate and by hidroxide. Soil Science 116(6):423-431.
- CIAT, 1983. (Centro Intenacional de Agricultura Tropical). Pastos Tropicales, Boletin Informativo Dic. P. 5-6. Cali, Colombia.
- Cubero, J; Moreno, M. 1983. Leguminosas de granos. Madrid, España. Pp 86-98.
- Catastro e inventarios de recursos naturales de Nicaragua. 1971.
- Clavero, T. 1998. Estrategia de Alimentación Para la Ganadería Tropical. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes Universidad de Julia, Maracaibo Venezuela.

- Díaz, M. Aguilar, F. 1984. Efecto de la densidad de siembra en la distribución de materia seca en la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Turrialba. Vol. 34. No 1. Costa Rica. Pp. 63- 76.
- Duke, J. A. 1981a. Handbook of legumes of world economic importance. Plenum press, New York. 89-150 p.
- Elias, L.G.; Cristales, R. F.; Bressani, K. Miranda, M. 1976. Composición Química y Valor nutritivo de algunas leguminosas de grano.
- Gooding. H. J. 1962. The Agronomic Aspects of Pigeon peas (*Cajanus cajan*). Fields Crops Abstr. 15; 1-15.
- Hakansson, S. 1983. Competition and production in short-lived cropweed stands. Density effects. Swed. Univ. Of. Agric. Sci. Report 127. Uppsala Sweden. 85 p.
- Holdrige, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícola.
- Hammenton, J. L. 1971 Spacing Date Trial Whit (*Cajanus cajan*) L. MILLS
- INETER 1990.(Instituto Nicaraguense d estudios territoriales) Mapas Topográficos. Nicaragua. Escala 1: 50000.
- INCAP. 1961. Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. 31-59 p.
- Jaffe, W.G; Vega C.L. 1982. Heat-Labile growth-inhibiting factor in beans (*Phaseolus vulgaris*), Journal Nutrition . N. Y. (E.E.U.U.) 94:203.
- Jayal, M.M; Gupta, P.S; Maha de van 1976. Nutritive value of Arhaya (*Cajanus cajan*) bloosa for feeding cattle. The Indian Veterinary Journal. 47:253.

- Johnson, R. M. and Ramond, W.D. 1964. The chemical composition of semitropical Food II. Pigeon pea and cow peas. Tropical Sciences. Preadesh, India. 6:68.
- Kakade, M.L.; Arnold, J.E.; 1969. Leiner and Warbel, P.E. One vailability of lisine from tripsine inhibitors as factor contributing to the pobke nutritive value navy beans. Uppsala (Swden) . 38 (6) 243 247
- Krause , F. G. 1932. The pigeon pea (*Cajanus cajan*) its improvements, culture and utilization in Hawaii, Honolulu exp. sta. Bull; 64.
- Killinger, G. B. 1968. Pigeon pea (*Cajanus cajan*) [L] Druce, a useful cropfor Florida. Soil crop sci. soc. fla. 28:162.
- Kumar, D. K.; RAO, J.V. 1987. Nodulations, nitrogen fixation and nitrogen up take in pigeon pea (*Cajanus cajan*) [L] Millps of different maturity groups plant and soil. Andhara Pradsh, India. 99 (2-3) 255-266.
- Lalls, S.S. and Katti, G. 1997. Podfly (*Melanogramy zaobtuza*). A key pert of pigeon pea, Kampeer uttar pradesh, India, Indians Institute of pulse Research, 26 pp.
- León, J. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales, De. IICA. San José, Costa Rica. 242 248.
- Lateef, S.S. 1991. In sect of pigeon pea in Kenia, Malawi, Tanzania, Uganda and grain yeilds losses in Kenya. A consultants report, submitted to the African Development Bank. Improvement of pigeon pea in Eastern and Southern Africa, Nairobi, Kenya, ICRISAT, 98p.
- Mateo, J. M. 1961. Leguminosas de grano. Habana, Cuba. Instituto del Libro, XIX 550 p.

- Michaelis, G.; Vanegas, P. 1986. Leguminosas forrajeras en Nicaragua. UCA. 285 , 386 387 p.
- Monegat, C. 1997. Plantas de cobertura del suelo, características y manejo en pequeñas propiedades. Chapecó, México. 135 p.
- Morton, J. F. 1976. The pigeon pea (*Cajanus cajan*) (L) Millsp a high protein tropical bush legume. Hort Science Washington. 11 (1) 11-19 p .
- Nene, Y.L; Sheila, V. K. 1990. Gandúl; geografía e importancia. Patanchene, India. p. 1-14.
- Orim, J. F. 1987. Múltiples uses of pigeonpea p. 115 - 120 In: Research on grain legumes in eastern and Central Africa. International Livestock Centre for Africa (ILCA), Addis Abba, Ethiopia. 130 p.
- PASOLAC. 1996. Guía Técnica Integración de Leguminosas en Sistema de Producción Agropecuaria. Managua, Nicaragua. p. 74-77.
- PRODES (Programa de Desarrollo Rural en la zona de Nueva Guinea. Nicaragua). Convenio Nicaragua-Holanda. (*Cajanus cajan*). 13 p.
- Ramírez, M.; Louis, G. 1997. Gandul (*Cajanus cajan*) (L) Millsp en tres épocas de siembra bajo diferentes densidades de población. Universidad de Costa Rica. 38 p.
- Rachie, K.O.; Roberts, M. 1974. Grain legumes of the lowland tropics, pigeon pea, advances in agronomy pradesh, India. 42:13.
- Riollano, A. 1962. Effects of planting date variety and plant population on the lowe ring and yield of pigeon pea (*Cajanus cajan*) (L) Millsp. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 46 (2) 127-134.

- Rodríguez, S. J. 1978. Determinación del punto de cocción del frijol gandul (*Cajanus cajan*), para su utilización en la alimentación anual. San José, Costa Rica. 40 p.
- Rivas, B; Alfaro, F. 1992. Valor nutritivo del pasto (*Digitaria decumbens*) Stent. vr. Tradicional a distintos niveles de fertilización y diversas edades de corte. Tesis Universidad Nacional Agraria (UNA), Nicaragua. 12 p.
- Sánchez, P. 1981. Suelos del Trópico. Característica de manejo. IICA, Costa Rica. 143 p.
- Spence, J.A; Williams, S. J. 1972. Use of photo period response to change plant desing. Crop science . FAO, Roma (Italia). 12:121-122.
- Skerman, P.J. 1991. Leuminosas forrajeras tropicales. FAO. Roma, Italia. 849 p.
- Stanton, W. 1996. Grain legume in African, FAO, Roma, Italia. 75 p.
- Saxena, K. B.; Chauhan, Y.S. Singh. U.L.; Kumar, R.V; Johansen, C. 1996. Research and development hibrid pegeon pea. Research bulletin No. 19. Paten cheru so 2324 Andhra pradesh, India; International Crops Research Institute for the semiarid tropics.
- Southey, J. F. 1985. Laboratory methods for work whit plant and soil nematodes. Reference book 402. London, UK; Ministre of Agriculture, Fisheries and Food. 202 p .
- Takahaski, M; Ripperton, J. C. 1949. (*Leucaena glauca*) Ist establishment, culture and utilization as a forage crop Hawaii Agricultural. Exp. Sta. Bull. Hawaii, U.S.A 100.
- Toledo, J.M.Thómas, D.1899. Evaluación agronómica de forrajeras: Principios y prácticas. Centro Internacional de agricultura Tropical (CIAT), Calí, Colombia.

- Vega, E. 1992. Características, uso y manejo agronómico de los abonos verdes en el manejo integrado de la fertilidad de suelos (Ministerio de Agricultura y Ganadería) MAG. Managua, Nicaragua. 145 p.
- Von Schaoffhausen, R. 1996. Weight increase of Zebú cattle grazing on the legumes do lechos lablad and *Cajanus indicus*. Pros.9th int. Grass. Congr., Saõ Paulo, Brzail. 965-968.
- Whyte, G. 1959. Las leguminosas en la Agricultura. Edición Revolucionaria. Habana, Cuba. 405 p.
- Zantillán, R. 1994. Folleto de Agrostología. Escuela Panamericana, F.L. El Zamorano, Honduras. 45 p.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis físico del suelo.

Arcilla (5)	Limo (%)	Arena (%)	Textura (%)
15	15	70	Franco - arenoso

Fuente : Laboratorio de Suelo y Agua Universidad Nacional Agraria (UNA), 2001.

Anexo 2 . Análisis químico del suelo al momento del establecimiento.

Ph en agua	Materia Orgánica (%)	Nitrogeno (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (meq/100)
7.7	2.71	0.13	0.67	0.78

Fuente : Laboratorio de Suelo y Agua Universidad Nacional Agraria (UNA), 2001.

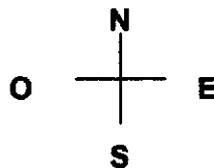
Anexo 3. Análisis químico del suelo al momento de la cosecha.

Ph en agua	Materia Orgánica (%)	Nitrogeno (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (meq/100)
6.6	4.5	0.22	11.84	1.25

Fuente : Laboratorio de Suelo y Agua Universidad Nacional Agraria (UNA), 2001.

Anexo 4. Diseño de investigación

Esquema del Diseño



B I

T ₁	T ₂	T ₃
----------------	----------------	----------------

B II

T ₃	T ₁	T ₂
----------------	----------------	----------------

B III

T ₂	T ₃	T ₁
----------------	----------------	----------------

Área total del ensayo 304 m² (16 de ancho x 19 m de largo).

Área de los bloques : 76 m² (4 m de ancho x 19 m de largo)

Área de la parcela : 20 m² (4m de ancho x 5 m de largo)

Área de la parcela útil 12 m² (3m de ancho x 4 m de largo)

Gráfico 1. Altura de las plantas de gandul, bajo diferentes distancias de siembra entre cortes.

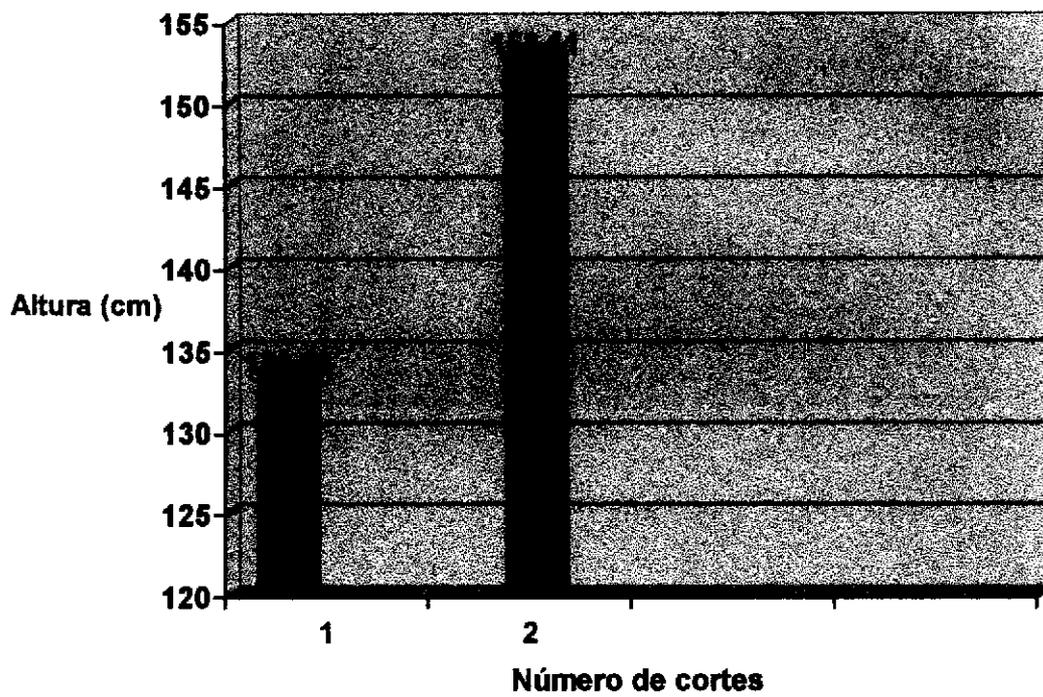


Gráfico 2. Comportamiento de la producción de biomasa verde (kg/ha), entre cortes del gandul.

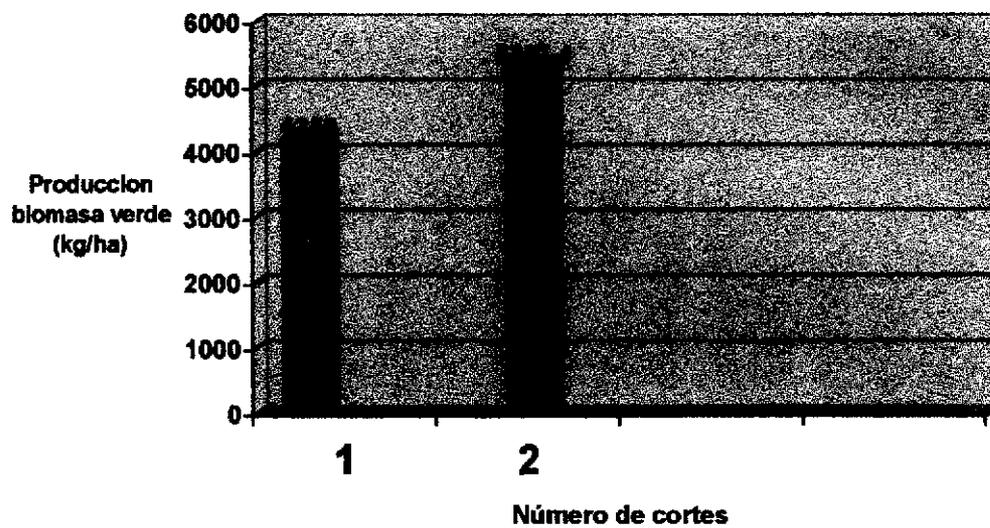


Gráfico 3. Comportamiento de la producción de biomasa seca (kg/ha), entre cortes del gandul.

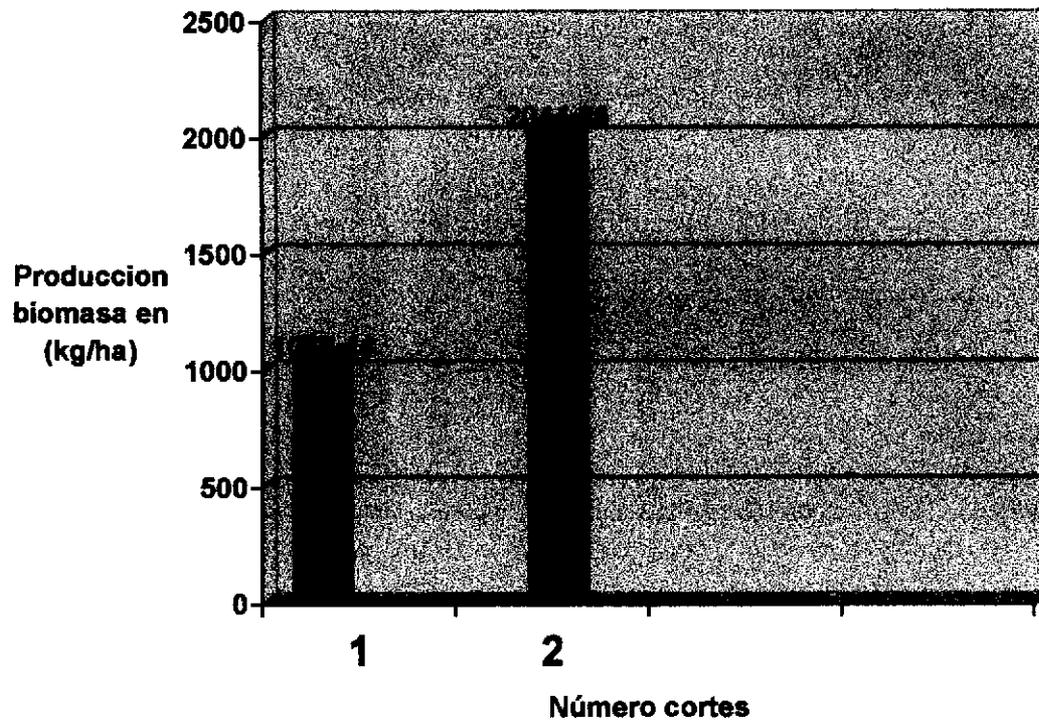


Gráfico 4. Comportamiento del % de Proteína Bruta del Gandul , bajo diferentes distancias de siembra entre cortes.

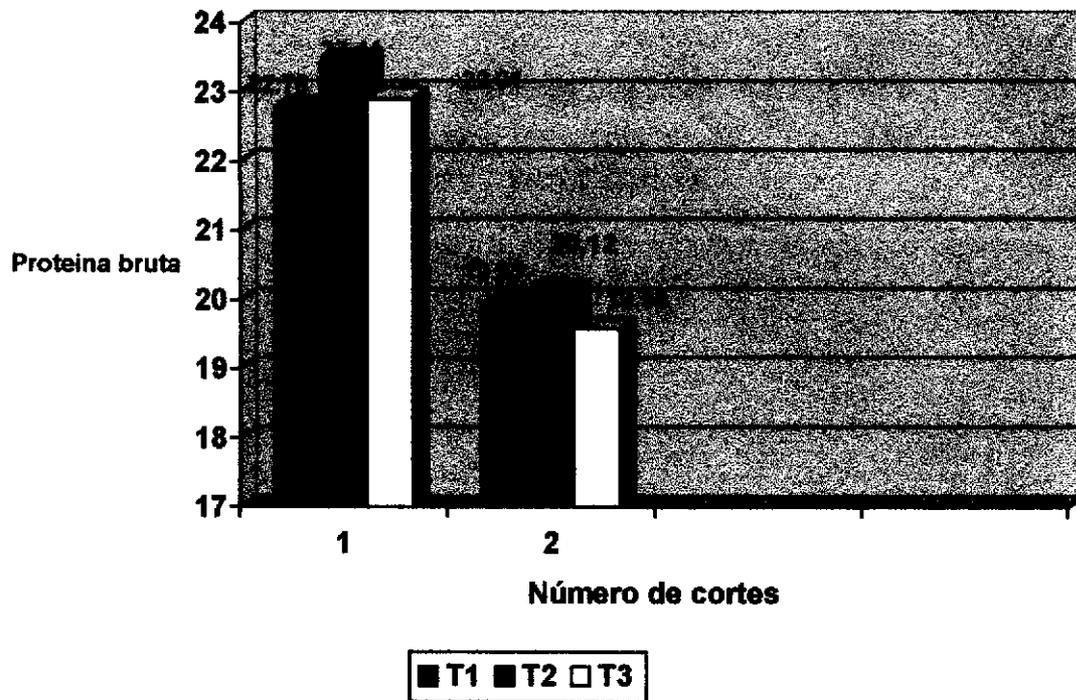


Gráfico 5. Comportamiento del % de fibra Bruta del Gandul, bajo diferentes distancias de siembra entre cortes.

