

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**Facultad de Desarrollo Rural**

**(F.D.R)**



**“Efecto de la edad al corte (60, 90 y 120 días) sobre la cantidad y calidad de biomasa producida por el frijol gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), en suelo franco arenoso zona seca de Managua”**

**(Trabajo de Diploma)**

**Autores: Br. Miguel Jerónimo Amador Cerda  
Br. Bernabé Rojas Díaz**

**Tutor: Ing. MSc. Domingo José Carballo Dávila**

Managua, Nicaragua,  
Noviembre del 2002

# **UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

## **Facultad de Desarrollo Rural**

**(F.D.R)**



**“Efecto de la edad al corte (60, 90 y 120 días) sobre la cantidad y calidad de biomasa producida por el frijol gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), en suelo franco arenoso zona seca de Managua”**

**(Trabajo de Diploma)**

**Autores: Br. Miguel Jerónimo Amador Cerda  
Br. Bernabé Rojas Díaz**

**Tutor: Ing. MSc. Domingo José Carballo Dávila**

**Presentado a la consideración de honorable Tribunal Examinador como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo Generalista.**

**Managua, Nicaragua  
Noviembre del 2002**

## **CARTA DEL TUTOR**

En calidad de tutor de los Br. (s) Miguel J. Amador Cerda y Bernabé Rojas Díaz, permítanme expresar que dichos bachilleres demostraron capacidad e independencia durante el proceso de desarrollo de su trabajo de diploma titulado:

**“Efecto de la edad al corte (60, 90 y 120 días), sobre la cantidad y calidad de la biomasa producida por el frijol gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), en suelo franco arenoso de la zona seca de Managua”**

Con dicho trabajo se pretende contribuir en parte a buscar alternativas de solución a la alimentación del ganado bovino en Nicaragua. Tener mejor comprensión del comportamiento productivo y de calidad para su mejor utilización y aprovechamiento en los sistemas de producción bovina.

Por otro lado cabe destacar, que esta forrajera al contrario de otras, es la primera especie que se estudia en un lapso de tiempo corto a su introducción lo que permitirá a los productores poder realizar una suplementación mas balanceada sobre la base de otros recursos alimenticios con que cuenten en sus fincas y las necesidades de los animales; así poder obtener una mayor producción y productividad animal.

Atentamente,

Msc. Ing. Domingo José Carballo Dávila

Managua, Noviembre ,2002

## CARTA DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

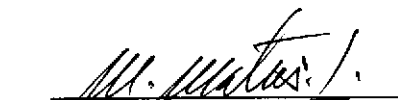
Este Trabajo de Diploma que lleva por título:

**“Efecto de la edad al corte (60, 90 y 120 días), sobre la cantidad y calidad de la biomasa producida por el frijol gandul (*Cajanus cajan* L. Millsp), en suelo franco arenoso de la zona seca de Managua”**

Fue sometido a evaluación ante el tribunal examinador, como el último requisito académico de la carrera Ingeniería Agronómica Generalista por los bachilleres Miguel J. Amador Cerda y Bernabé Rojas Díaz, para optar al título de:

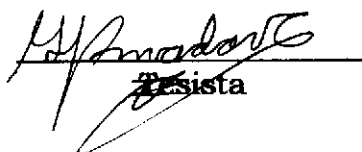
Ingeniero Agrónomo Generalista

Miembros del tribunal

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

\_\_\_\_\_  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Tesisista

\_\_\_\_\_  
Tesisista

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación representa el esfuerzo por alcanzar una de mis metas en mi vida el cual es obtener el título de ingeniero agrónomo.

Dedico en primer lugar a **Dios**, todo poderoso creador del cielo y de la tierra, por haberme dado la sabiduría y constancia necesaria para concluir mis estudios al igual que mi tesis.

A mi gordita esposa Ing. **Martha Elizabeth Moraga Quezada**, quien me acompañó día a día, paso a paso brindándome su apoyo y confianza para lograr con la culminación de mis estudios.

A mis hijos **Miguel Alexander y Juan Miguel** por ser el estímulo que me impulsó a la superación, para que ellos tengan un futuro mejor.

**Miguel Jerónimo Amador Cerda**

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS por darme la fuerza necesaria para llegar a mi meta.

A mis padres Guillermo Amador Gutiérrez y María Cerda Carmona por el apoyo incondicional en la culminación de mis estudios.

A mis hermanos Angela, Guillermo, Antonio, José, Andrés y Manuel Amador Cerda por el apoyo moral que me brindaron durante todo este tiempo.

A mí recordado compañero Enrique Ortiz Gaitán (q.e.p.d) por brindarme la solidaridad y respaldo a lo largo de nuestra carrera.

A mi cuñada Patricia Téllez por apoyarme en mi trabajo.

A mi amigo Fernando López (q.e.p.d.) por su invaluable ayuda durante la realización de mi trabajo de tesis.

A Dra. María de Fátima Bolaños Ortega.

A Ing Alvaro Benavides Gonzáles.

A Mireya Monterrey Mercado y José Esteban Vega Valerio por su apoyo incondicional.

Al Ing. MSc. Domingo Carballo, por brindarnos su asesoría.

A los Ing. MSc. Aleyda López Silva, Isabel Chavarría Gaitán, Javier López Larios, Bryam Mendieta Araica. Por sus valiosos aportes.

Al personal docente y administrativo de la FDR, por el apoyo brindado a través de los años de mi carrera

A mis Compañeros de clase por haberme brindado su amistad.

**A todos ellos mi más profundo agradecimiento.  
Miguel Jerónimo Amador Cerda**

# INDICE

CONTENIDO	PAGINA
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTO</b>	ii
<b>INDICE GENERAL</b>	iii
<b>INDICE DE CUADRO</b>	iv
<b>INDICE ANEXOS</b>	v
<b>RESUMEN</b>	vi
<b>I. INTRODUCCION</b>	1
<b>II. OBJETIVOS</b>	3
2.1 OBJETIVO GENERAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
<b>III. REVISION DE LITERATURA</b>	4
3.1 Características de la especie	4
3.2 Ecología	5
3.3 Manejo y rendimiento del cultivo para forraje	6
3.4 Valores nutritivos	7
<b>IV MATERIALES Y METODOS</b>	9
4.1 Localización del área experimental	9
4.2 Suelo y clima	9
4.3 Manejo del ensayo	9
4.3.1 Selección, preparación y establecimiento de área experimental	9
4.3.2. manejo del área experimental	10
4.3.3. Toma de muestra del suelo	10
4.3.4. Tratamientos evaluados	10
4.4 Variedades evaluadas	11
4.4.1 Altura de plata (cm)	11
4.4.2 Producción de biomasa sobre la base de materia verde (kg./ha)	11
4.4.3 Producción de biomasa sobre la base de materia seca (kg./ha)	11
4.4.4 Proteína Bruta (%)	11
4.4.5 Fibra Bruta (%)	12
4.5 Análisis estadístico	12
4.5.1. Modelo estadístico	12

<b>V. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	13
5.1 Altura de plantas	13
5.2 Producción biomasa sobre la base de materia verde kg./ha	16
5.3 Producción de biomasa sobre la base de materia seca kg./ha	18
5.4 Parámetros de calidad	23
5.4.1 Contenido de Proteína bruta y Fibra	23
<b>VI CONCLUSIONES</b>	26
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	27
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA</b>	28
<b>IX. ANEXOS</b>	30



## INDICE DE CUADROS

	CONTENIDO	PAG
<b>CUADRO 1</b>	Análisis de varianza para la variable Altura de las plantas del Gandul ( <i>Cajanus Cajan</i> (L.) Millsp), sometido a tres edades al corte, ( 60,90 y 120 días) en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta	13
<b>CUADRO 2</b>	Separación múltiple de medias por Duncan para la variable Altura de planta del gandul ( <i>Cajanus cajan</i> ( L). Millsp), sometido a tres edades al corte ( 60,90,y 120 días. ) En la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta	14
<b>CUADRO 3</b>	Análisis de varianza para la variable Materia verde Kg. /ha del Gandul ( <i>Cajanus Cajans</i> ( L.) Millsp) sometido a tres edades al corte ( 60, 90 y 120 días) en la producción de biomasa proteína bruta y fibra bruta	16
<b>CUADRO 4</b>	Comparación múltiple de medias por Duncan para la variable materia verde kg./ha del gandul ( <i>Cajanus cajans</i> (L.) Millsp), sometido a tres edades al corte (60, 90 y120 días), en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta	17
<b>CUADRO 5</b>	Análisis de varianza para la variable materia seca kg. /ha del Gandul ( <i>Cajanus Cajan</i> (L.) Millsp), sometido a tres edades al corte,(60, 90 y 120 días) en la producción de biomasa proteína bruta y fibra bruta	19
<b>CUADRO 6</b>	Comparación múltiple de medias por Duncan para la variable materia seca kg./ha del gandul ( <i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp), sometido a tres edades al corte (60, 90 y 120 días) en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta	20
<b>CUADRO 7</b>	Comparación múltiple de medias por Duncan para la variable Hoja (%) del gandul ( <i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp)., sometido a tres edades al corte ( 60, 90 y 120 días ), en la producción de biomasa , proteína bruta y fibra bruta	21
<b>CUADRO 8</b>	Comparación múltiple de medias por Duncan para la variable tallo(%) del gandul ( <i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp)., sometido a tres edades al corte ( 60, 90 y 120 días ), en la producción de biomasa , proteína bruta y fibra bruta	22
<b>CUADRO 11</b>	Análisis bromatológico del porcentajes de proteína bruta y fibra bruta de la biomasa en base seca del gandul ( <i>Cajanus Cajan</i> (L.) Millsp), sometido a tres edades al corte (60, 90 y 120 días)	23
<b>CUADRO 12</b>	Escala de calificación para evaluar el contenido de proteína bruta de diferentes especies forrajeras	24

## INDICE DE ANEXOS

<b>N°</b>	<b>CONTENIDO</b>
<b>ANEXO 1</b>	Análisis físico de suelo
<b>ANEXO 2</b>	Análisis químico de suelo
<b>ANEXO 3</b>	Esquema del ensayo de campo
<b>ANEXO 4</b>	Altura del gandul bajo tres edades al corte
<b>ANEXO 5</b>	Producción de biomasa sobre la base de materia verde kg/ha del gandul, bajo tres edades al corte
<b>ANEXO 6</b>	Producción de materia seca kg/ha del gandul, bajo tres edades al corte
<b>ANEXO 7</b>	Relación hoja / tallo (%) del gandul, bajo tres edades al corte
<b>ANEXO 8</b>	Comportamiento de PB y FB (%) del gandul, bajo tres edades al corte

Amador C. M.J, Rojas D, B. ; 2002. **Efecto de la edad al corte (60,90 y 120 días) sobre la cantidad y la calidad de la biomasa producida por el frijol gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) en suelos franco arenoso de Managua. Tesis Ingeniero Agrónomo Generalista. Managua Nicaragua. Facultad de Desarrollo Rural. Universidad Nacional Agraria (UNA). 37 p.**

Palabras Claves: Alturas de plántulas, Relación hoja–tallo, Rendimiento, Materia seca, Materia verde, Proteína bruta y Fibra bruta.

## **RESUMEN**

El presente experimento se realizó durante los meses de marzo a julio del 2001, en los predios de la Universidad Nacional Agraria. Se valoró el efecto de tres edades al corte (60, 90 y 120 días después de siembra) sobre los volúmenes producidos de biomasa y la calidad (Proteína Bruta PB y Fibra Bruta FB) de la materia seca del cultivo de Gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). Como variable del estudio se estimaron alturas de las plántulas (cm), relación hoja - tallo (%), rendimiento de biomasa en base a materia verde (t de MV/ha) y materia seca (t de MS/ha). Además se tomaron muestra en las diferentes edades al corte para determinar variaciones porcentuales de los parámetros de calidad PB Y FB. Se utilizo el diseño experimental bloque completo al azar (BCA). El análisis estadístico consistió en el análisis de varianza y comparación de medias usando Duncan. La mayor altura de plantas se presenta con la edad al corte a los 120 días (167 cm). Los mayores rendimientos en biomasa basándose en materia verde (11,173 Kg./ha) y seca (4,788.3 Kg./ha). Los parámetros de calidad ( PB y FB), a medida que avanza la edad al corte de 60 a 120 días; la proteína bruta (%) disminuyo de 23.55 a 18,58; en cambio la fibra bruta aumento de 18.01 a 31.01 %.La mejor relación hoja - tallo se presenta en la edad al corte a los 60 días (55.5% – 44.50%).

# I. INTRODUCCION

La estrategia alimenticia de la producción ganadera en Nicaragua se basa fundamentalmente en la utilización de pastos como principal fuente de alimento por ser ésta más barata y por crecer rápidamente en los campos tropicales.

Según Sánchez (1981), alrededor del 70 % de las áreas de pastoreo del trópico están constituidas por praderas naturales o naturalizadas, las cuales son deficitarias en proteínas en la dieta alimenticia del ganado, incidiendo en los índices productivos y reproductivos de éstos.

El empleo de leguminosas forrajeras en los trópicos es una buena opción para familias de escasos recursos económicos ya que garantizarían una alimentación adecuada a sus semovientes a un bajo costo, sin embargo su uso ha sido reducido en los últimos años, debido principalmente por la falta de conocimiento sobre la biodiversidad de los recursos y a la insuficiencia de incentivos económicos (Letzenberger, 1976).

Las leguminosas son ecológicas y económicamente muy importantes porque; mejoran las propiedades del suelo, fijan el nitrógeno al suelo sin costo alguno, producen alta cantidad de biomasa para la alimentación ganadera, desde el punto de vista ecológico son plantas que cubren y protegen el suelo ya que disminuyen el impacto de las lluvias, aportan materia orgánica evitando de esta forma la erosión de éste. Por esto las leguminosas están ocupando un lugar en el futuro desarrollo de la flora agrícola.

Esto ha llevado a que los investigadores dirijan sus trabajos a la búsqueda de nuevas formas de explotación de las leguminosas con el fin de generar conocimientos sobre nuevas tecnologías que las hagan capaces de llenar los requerimientos, tanto del hombre como de los animales domésticos. Entre estas, podemos citar, la calidad de alimento (granos, forrajes etc.), la producción de

biomasa por área por frecuencias y edades al corte, costos de producción, prácticas culturales adecuadas y su adaptación a diferentes zonas ecológicas.

Dentro de este orden encontramos el frijol gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), que presentan valores de proteínas del 20 – 24 %, con producciones de 900 Kg/ha, en suelos pobres (Pietri y Abrams, 1971, citado por Rodríguez, 1978), como además se adapta a las condiciones edafo climáticas de Nicaragua, por lo cual puede ser considerado como un alimento proteico en la dieta del ganado bovino.

En Nicaragua se cuenta con poca información sobre investigaciones de prácticas agronómicas que hagan productiva la explotación del gandul, con el fin de producir forraje de buena calidad en las diferentes condiciones edafoclimáticas que prevalecen en el país. Es necesario realizar trabajos de investigación con esta leguminosa donde se evalué; aspectos del manejo agronómico, que conlleven a determinar la capacidad de producción de biomasa verde, seca y valores nutritivos de esta especie bajo diferentes edades al corte.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la edad al corte, sobre la cantidad y calidad de la biomasa producida por el frijol gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) y alturas generadas en plantas, durante la época seca del 2002, en suelo franco arenoso de la zona seca de Managua.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar a que edad al corte se alcanzan las mayores alturas de plantas.

Determinar la edad al corte a la cual se alcanzan los mayores porcentajes de hoja dentro de la biomasa total obtenida.

Determinar la edad al corte a la cual se alcanzan los mayores porcentajes de tallo dentro de la biomasa total obtenida.

Determinar en que edad al corte se obtiene los mayores rendimientos en producción de biomasa basándose en materia verde y seca, proteína bruta y fibra bruta.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. Característica de la especie

El gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) probablemente es nativo de la India, fue traído hace un milenio de África donde se desarrollaron diferentes ensayos, los ensayos fueron traídos al nuevo mundo en la época precolombina. El gandul lo podemos encontrar en forma salvaje; ellos existen en su mayor parte de remanentes de cultivos. En varios lugares *Cajanus* persiste en el bosque, en África *Cajanus kerstingii* crece en fajas secas de Senegal, Ghana, Togo y Nigeria.

El gandul crece en las regiones tropicales y sub húmedas, así como a temperaturas tibias (Carolina del Norte), desde treinta grados norte a treinta grados sur (Duke, 1981).

El (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) es un arbusto leñoso en su mayor parte. Es una leguminosa anual; tallos fuertes de 4 metros de altura, ramas libremente; sistema radicular profundo y extensivo cerca de 2 metros con una raíz primaria, hojas alternas, pignadas trifoliadas, estipuladas; hojas sueltas, lanceoladas, elípticas, enteras, apicalmente agudo y basalmente peninervado, resinoso o superficie baja y pubescente, de 15 cm de largo y 6 cm de ancho, inflorescencia terminal o racimos axilares en las ramas superiores del arbusto. Flores multicolores con amarillo predominante, rojo, violeta, naranja; ocurren en líneas o enteramente disminuidas cigomórficas. Vainas comprimidas de dos a nueve semillas; no se dañan en el campo. Semillas lenticular o ovoide, de 8 mm de diámetro, cerca de diez semillas por gramo. Separada una vaina de la otra por insignificantes depresiones (Duke, 1981). Según Vega (1992), describen al gandul como un arbusto leñoso, anual y bianual de dos a cuatro metros de altura; Raíces pivotantes, tallos vellosos a menudo leñosos por abajo,

Hojas trifoliadas, folíolos oblongo elípticos a estrechamente lanceolados, de cuatro a nueve centímetros de largo. Inflorescencia en panículas terminales, sobre pedúnculos erguidos hasta diez cm de largo. Flores amarillas con estrías pardas o rojas, 2 cm de largo, cáliz lobulado; vaina comprimida con una depresión diagonal de color oscuro, de 4 a 6 semillas, 6 mm de diámetro, de color grisáceo, café, rojo, negro o crema a veces con manchas oscuras con arilo abierto.

El gandul es una planta de días cortos, aunque existen variedades de días largos. Floración semi determinada. Una planta de gandul forma hasta 5,000 flores en un mes. El crecimiento inicial es moderado, el crecimiento productivo es alto. El sistema radicular tiene gran capacidad para el reciclaje de nutrientes.

Existen dos variedades: Flavus (amarillo) y bicolor (amarillo y rojo). Difieren entre sí por su ciclo y resistencia a plagas, enfermedades y sequía.

Existen variedades precoces (ciclo de 90-150 días), variedades semitardías (ciclo de 150-220 días) y variedades tardías (> 220 días) (PASOLAC,1996; Binder, 1997).

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 (depende de la época). Resistente a las sequías por sus raíces profundas, crece en todo tipo de suelo, prefiere condiciones calientes y húmedas (Vega, 1992).

### **3.2 Ecología**

En cuanto a condiciones edafoclimáticas el cultivo se adapta, a precipitaciones que van desde los 600 a 1,500 mm/anuales Calderón (1990), Duque (1981), cita que puede tolerar hasta 4,030 mm/anuales. Calderón (1990) cita como temperaturas optimas las que oscilan entre 22°C a 32 °C.



Sin embargo Duque (1981) considera que se adapta a temperaturas con rango que oscilen entre los 15.8°C a 27.8 °C; se puede sembrar en lugares de 0 a 1,200 m.s.n.m.

Según Calderón (1990), este cultivo se adapta a todo tipo de suelo inclusive en suelos marginales relativamente pobres, no tolera suelos hidromorfos ya que no soporta encharcamiento, es muy resistente a la sequía (Rachie y Roberts, 1974).

### **3.3 Manejo y rendimientos del cultivo para forraje**

El gandul se reproduce fácilmente por semilla, ya sea al espeque, hileras o al voleo, las distancias de siembras varían de acuerdo con el uso que se le pretenda dar al cultivo. Para las siembras cuyo objetivo es la producción de forraje se han utilizado distancias de siembra de 1.5 m entre hileras, 0.50 m entre planta requiriendo entre 25 a 30 kg de semilla por hectárea, lográndose densidades poblaciones de 13,332 plantas/hectáreas.

Según Calderón (1990) cuando el gandul se cultiva como planta forrajera el primer corte se hace a los 4 o 5 meses después de la siembra y los cortes restantes 3 o 4 meses después y a 20 cm de altura, lográndose bajo esta frecuencia unos seis cortes, siendo recomendable posteriormente iniciar nuevamente la siembra del cultivo.

El cultivo de gandul, puede dejarse crecer hasta una altura de 125 cm y cortarse hasta 60 – 80 cm del suelo; obteniéndose rendimientos promedios de 10.6 a 14 toneladas de materia verde y de 2.0 – 2.7 de materia seca por manzana (PRODES-Nueva Guinea, 1995).

Zantillán (1994) considera que el cultivo del gandul, puede producir de 8 a 15 toneladas de materia seca por año. CIAT (1978) menciona rendimientos del gandul de 10 a 14 toneladas de forraje verde por hectárea. Calderón (1990) plasma rendimientos de materia verde de 15 - 20 toneladas por hectárea.

Según Kumar Rao *et al* (1987) mencionan producciones de 25.5 toneladas de materia seca por hectárea/año, sin uso de fertilizantes y de 38 toneladas de materia seca por hectárea/ año haciendo uso de éstos.

Existen otros datos bibliográficos que mencionan rendimientos de materia verde que oscilan desde las 11.2 toneladas por hectárea hasta 45.4 toneladas/hectárea; y en materia seca desde 4.9 a 17.9 toneladas/ha.

Existe poca información sobre tiempos óptimos de corte que se puedan realizar en este cultivo, los datos existentes son someros y no indican bajo que prácticas se lograría obtener la mayor producción de biomasa.

### **3.4 Valores Nutritivos**

En cuanto a la composición nutricional del forraje de gandul, Binder (1997) reporta los siguientes valores: materia seca 24.4% ; proteína bruta 21.4 a 23.64 % y fibra bruta 8.9 a 10.7%

Skerman *et al* (1991) indica que el cultivo del gandul tiene un gran valor forrajero para el ganado vacuno, señalando que las ramas con bastantes hojas y todas sus vainas cortadas a 80 cm de la superficie del suelo aportan hasta un 16 % de proteína bruta.

Para el (CIAT, 1978) los contenidos de fósforo, potasio, calcio y magnesio en el forraje de gandul, se pueden considerar adecuados para el ganado vacuno lo mismo puede decirse del contenido de proteínas.

Estudios realizados por Krause (1982) demuestran que el ganado vacuno alimentado en una área de gandul aumentó de peso de 0.70 – 1.25 kg por cabeza por día, con una densidad de carga de 3.75 semovientes /hectárea /año.

Diferentes estudios demuestran la riqueza nutritiva que alberga este alimento, se puede afirmar que ésta es inherente a las diferentes fases fenológicas del cultivo, por lo cual tiende a variar el valor nutritivo implícito en las diferentes etapas de crecimiento vegetativo por esto se hacia necesario conocer en que fase fenológica o en que etapa de crecimiento vegetativo del cultivo podemos obtener la mayor producción de biomasa, con la mejor calidad requerida.

Es mediante la obtención de esta información que se podrían realizar balances alimenticios que satisfagan las necesidades de una determinada especie animal.

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1. Localización del área experimental**

Este experimento se realizó en los predios de la Universidad Nacional Agraria (UNA) ubicada en el Km. 12 ½ Carretera Norte, municipio de Managua. Esta zona se encuentra situada a una altura de 56 msnm, a los 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 precipitación media anual es de 1,132.07 mm. La temperatura media anual es de 27.08° C, con una humedad relativa anual del 73.2% (INETER 1990). El suelo donde se realizó el experimento es de textura franco arenoso, permeabilidad media y profundo, pertenece al grupo taxonómico de los suelos inceptisoles (Catastro e inventario de recursos naturales de Nicaragua, 1971). Además presenta niveles de fertilidad media en el macro nutriente primario, Nitrógeno y fertilidades marginales para Fósforo (Anexo 1).

### **4.3. Manejo del Ensayo**

#### **4.3.1. Selección, preparación y establecimiento del área experimental**

Se seleccionó un área topográfica de 238 metros cuadrados (17 m largo x 14 m ancho) con pendientes inferiores al 5 %, La preparación del suelo se realizó el 01 de Marzo del 2001; y consistió en la deshierba y limpieza del predio. La siembra se realizó el día 10 de Marzo, haciendo uso del método al espeque, depositando dos semillas por golpe a 3 cm de profundidad, a una distancia de 0.50 cm entre surco y 0.25 cm entre plantas obteniéndose densidades poblacionales de 80,000 plantas/hectárea. Se estableció un área de defensa externa con cultivo de maíz y consistió en la siembra de cuatro surcos de esta especie en contorno al área experimental.

#### **4.3.2. Manejo del área experimental**

Se realizó raleo a los 15 días después de la emergencia de las plántulas; dejando en este momento la plántula más vigorosa por sitio. El riego se realizó durante los meses de marzo hasta inicio de mayo. Una vez iniciado el período lluvioso no se efectuó ningún riego complementario, el riego se realizó haciendo uso de microaspersores, no se consideró volúmenes o laminas de agua entregada en el período que se practicó el riego. Las deshierbas se realizaron durante los meses de abril a julio, ejecutándose un total de cuatro controles de maleza, esta labor se realizó mecánicamente (azadón). En este ensayo no se practicó ningún tipo de fertilización al cultivo, ni controles químicos de plagas.

#### **4.3.3. Toma de muestra de suelo**

Del área experimental se tomó dos muestras de suelo, una al momento de la siembra y otra al final de la cosecha. Las muestras de suelo se recolectaron con barrenos y palines, en un total de siete submuestras al azar, dentro del área experimental, a profundidades de 20, 40 y 60 cm, depositándose estas en balde de plástico donde se homogenizó la muestra. Cada muestra enviada a laboratorio era de 1 kg. Se envió debidamente codificada y entregada para su respectivo análisis físico-químico (Anexo 2).

#### **4.3.4. Tratamientos evaluados**

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) con cuatro repeticiones y tres tratamientos para un total de doce parcelas. El área total utilizada fue de 238 m<sup>2</sup> (17 m de largo x 14 m de ancho) contando con una parcela útil de 1.5 m<sup>2</sup> (1.5 m de largo por 1 m de ancho).

Descripción de los tratamientos. Edad al corte.

T1 = 60 días

T2 = 90 días

T3 = 120 días

#### **4.4. Variables evaluadas**

##### **4.4.1. Altura de la planta (cm)**

Para medir esta variable se utilizó una cinta métrica tomando doce plantas del área de la parcela útil, (Anexo 3). Se tomó desde la base de cada planta o sea desde la superficie del suelo hasta el límite de la yema terminal. Se realizó en todos los cortes.

##### **4.4.2. Producción de Biomasa sobre la base de materia verde (kg/ha)**

La producción de biomasa sobre la base de materia verde, se obtuvo cortando las plantas de cada parcela en su totalidad (Anexo 3) a una altura de 40 cm, de la superficie del suelo; una vez extraída todas las plantas inmediatamente se procedió a realizar el pesaje con una balanza, expresando los resultados en kg/ha. Por cada parcela se cosecharon 96 plantas.

##### **4.4.3. Producción de Biomasa sobre la base de Materia seca (kg/ha)**

El contenido de biomasa basándose en materia seca, se determinó en el laboratorio. Para la obtención de la muestra a enviarse a laboratorio se procedió a picar el forraje verde obtenido de las cuatro parcelas de cada tratamiento, posteriormente se depositó en un recipiente y se realizó la homogenización del forraje verde cosechado, se dividió en cuatro partes se eliminaron bordes de cada parte y se extrajo una muestra representativa de 300 gramos. La que fue enviada al laboratorio de la Universidad Nacional Agraria (UNA), en donde se sometió a secado a una temperatura de 60 °C por un período de 48 horas, posteriormente se obtuvo el peso de la materia seca, el resultado se expresó en kg/ha.

##### **4.4.4. Proteína Bruta (%)**

Para obtener información de la calidad del forraje en cuanto al porcentaje de proteína bruta, se realizó análisis de muestras de 300 g compuestas de todas las repeticiones de cada tratamiento, o sea se realizó homogenización de todas las muestras obtenidas en las diferentes repeticiones. Esto con el objetivo de reducir

costos económicos de los análisis bromatológicos que requería el ensayo. La proteína bruta se determinó a través del método Kjeldahl, utilizado en el laboratorio del MAG/FOR, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal.

#### **4.4.5. Fibra Bruta (%)**

Esta información fue obtenida de la misma muestra enviada para el análisis de proteína bruta. La fibra bruta se determinó a través del método Weende la muestra enviada al laboratorio fue de 300 g. Este análisis se realizó en el laboratorio del MAG/FOR, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Forestal.

### **4.5. Análisis estadístico**

Para cada variable de estudio de cada tratamiento se realizaron análisis de varianza y separación de medias por Duncan.

#### **4.5.1. Modelo estadístico**

Para analizar las variables en estudio se utilizó el siguiente modelo estadístico (modelo aditivo lineal)

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

**Donde:**

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

$\mu$  = Media poblacional.

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

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo bloque.

$E_{ij}$  = Efecto del error.

$i$  = 1, 2, 3.

$j$  = 1,2,3,4

## V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Altura de plantas

Se analizó estadísticamente la altura de planta, ya que en combinación con la edad al corte representan los indicadores de mayor relevancia para la difusión de técnicas de manejo adecuado para la explotación del cultivo como especie forrajera, por lo tanto se tornaba necesario saber con datos precisos a que alturas se obtienen las mayores productividades en el cultivo de gandul.

La variable altura de planta presentó diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para los tratamientos y no significativa ( $P > 0.05$ ) entre bloques (Cuadro 1), esto nos indica que al menos uno de los tratamientos planteados difieren entre sí, en cuanto a alturas alcanzadas por las plántulas.

**Cuadro 1.** Análisis de varianza para la variable Altura de las plantas del Gandul (*Cajanus Cajan* (L.) Millsp), sometido a tres edades al corte, ( 60,90 y 120 días) en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta.

Fuente de variación	GI	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Nivel de significancia
Bloques	3	1647.6239585	549.207986	3.99	0.0705 N.S.
Tratamientos	2	3641.021667	1820.510833	13.22	0.0003 **
Error	6	826.141667	137.690270		
Total	11				

GI=Grados de libertad; Fc = Valor calculado de Fisher; \*\* Significativo al 0.01 %; CV. 8.21



La separación múltiple de medias por Duncan indica que el conjunto de los tratamientos comparados en cuanto a la variable altura de planta puede separarse en dos categorías estadística diferentes, en primer lugar el tratamiento numero tres, donde se presenta la mayor altura (167 cm) y en segundo lugar los tratamientos uno y dos (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Separación múltiple de medias por Duncan para la variable Altura de planta del gandul (*Cajanus cajan* ( L). Millsp), sometido a tres edades al corte ( 60,90,y 120 días. ) En la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta.

TRATAMIENTOS EDAD AL CORTE	ALTURA DE LAS PLANTAS (Cm)
T3 (120 días)	167 a *
T2 (90 días)	136 b
T1(60 días)	126 b

Es de clara inferencia que el crecimiento vegetativo de toda planta es intrínseco a la edad o etapas fenológicas del cultivo, pero desconocemos con exactitud que alturas aproximadas se logran en períodos determinados; no obstante podemos manifestar que todas las bibliografías consultadas se refieren a la altura de la planta como un indicador para la realización del primer corte; no señalando en que período se logra alcanzar dicha altura.

Si la altura de planta es utilizada como un indicador para el buen manejo de la especie se torna necesario el complementar la información con el período que ésta requiere para alcanzarla, esto nos servirá como otro indicador que facilitará y complementará la difusión precisa de tecnologías de manejo para la explotación del gandul como forraje.

Carballo (2000), obtuvo alturas de 145 cm a los 80 días, en suelo franco arenoso en Managua, en época de invierno no difiriendo a los presentados en el presente estudio, ya que se alcanzó una altura de 136 cm a los 90 días, todo esto si consideramos que nuestro ensayo se ejecutó bajo otras condiciones; presencia de suelo pobre en los macro nutrientes primarios nitrógeno y fósforo como en la época que fue establecido (Marzo 2001) la cual presenta condiciones adversas que intervienen directamente en el desarrollo vegetativo de la planta ( Anexo 2).

Estudios realizados en Nicaragua por PRODES (1995) y Binder (1997) citan que para asegurar la persistencia de esta especie explotada como forraje se debe realizar el primer corte cuando la planta posea una altura de 125 cm, no mencionándose a que edad logra el cultivo alcanzar esta altura.

Analizando los datos obtenidos en esta variable, consideramos que la altura de planta recomendada por estudios ejecutados en Nicaragua para la realización del primer corte, no puede ser generalizada, ya que bajo las condiciones planteadas en nuestro estudio, interfieren en el buen manejo de la especie, ya que la altura orientada se alcanza aproximadamente a los sesenta días de establecido el cultivo.

Sin embargo en este período es donde se obtuvieron rendimientos marginales en cuanto a la producción de biomasa en base a materia verde y seca por lo cual realizar corte en plantas que presentan estas alturas es contraproducente a la productividad de la especie.

Visualizándolo desde el punto de persistencia del cultivar es de clara deducción que si la edad al corte se realiza en período más prolongado donde la especie ha alcanzado mayor altura esta habrá almacenado mayor cantidad de nutrientes que la hará mayor resistente a través del tiempo.

Por lo antes planteado podemos afirmar que los comentarios y comparaciones emitidas basándose en otros estudios son poco oportunos, ya que se puede caer en el hábito de hacer afirmaciones irresponsables, por lo que desconocemos bajo que condiciones se desarrollaron dichos estudios, por lo cual lo planteado en este acápite no puede ser considerada como la verdad absoluta, si no como un planteamiento que puede ser viable si se enmarca dentro de las diferentes observaciones sistemáticas planteadas en nuestra investigación.

**5.2 Producción biomasa sobre la base de materia verde kg/ha**

Conocer en que periodo se obtiene los mayores rendimientos de materia verde facilitará una mejor explotación del cultivo de gandul, como además se podrán realizar los cálculos necesarios para garantizar un balance alimenticio adecuado que satisfagan las necesidades nutritivas de la especie animal a alimentar.

El análisis de varianza para la variable producción de biomasa sobre la base de materia verde kg/ha, mostró diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), para los tratamientos, y no significativo ( $P < 0.05$ ) entre los bloques. Estos resultados indican que los tratamientos planteados poseen diferencias reales en cuanto a la variable evaluada por lo cual uno de los tres tratamientos planteados inducen a la producción de diferentes volúmenes de materia verde (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para la variable Materia verde Kg/ha del Gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) sometido a tres edades al corte (60, 90 y 120 días) en la producción de biomasa proteína bruta y fibra bruta.

Fuente de variación	de	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Nivel de significancia
<b>Bloques</b>		3	10394628.71	3464876.24	3.77	0.0781 N.S.
<b>Tratamientos</b>		2	37245077.93	18622538.96	20.29	<b>0.0021 **</b>
<b>Error</b>		6	5507536.71	917922.79		
<b>Total</b>		11				

Gl = Grados de libertad; Fc = Valor calculado de Fisher; CV.10.99; \*\* Significativo al ( $p < 0.01$ ); Ns No Significativo.

La prueba de rangos múltiples de Duncan indica que los tratamientos pueden separarse en dos categorías diferentes. En primer lugar se ubica la edad al corte de 120 días con 11,173.00 kg. materia verde/ha y en segundo lugar las edades de corte de 60 y 90 días respectivamente (Cuadro 4).

Resultados obtenidos por Carballo (2000), en Managua en suelo francos arenoso, durante la época lluviosa, a los 80 días de edad se obtuvieron rendimientos de 8,543.3 kg/materia verde/hectárea; los cuales resultan semejantes a los rendimientos obtenidos, en el corte realizado a los 90 días (8,210.8 kg/ha) (Cuadro 4); no obstante nuestro estudio ha sido planteado bajo otras perspectivas las cuales difieren sustancialmente en aspectos de condiciones existentes.

PRODES-Nueva Guinea (1995) y Binder (1997) coinciden en la obtención de rendimientos que oscilan entre los 15,084 - 19,922 kg/materia verde/hectárea realizando el primer corte a los 125 cm de altura; en nuestra investigación se obtuvieron los 125 cm de altura en un período de 60 días obteniéndose rendimientos de 7,149 kg/materia verde/hectárea, se deduce claramente rendimientos con un 53 a 64 % por debajo a los obtenidos por (PRODES-Nueva Guinea, 1995 y Binder 1997) .

**Cuadro 4.** Comparación múltiple de medias por Duncan para la variable materia verde kg./ha del gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), sometido a tres edades al corte (60, 90 y 120 días), en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta.

TRATAMIENTOS EDAD AL CORTE	MATERIA VERDE ( kg/ha)
T3 (120 días)	11,173.00 a*
T2 (90 días)	8,210.8 b
T1 (60 días)	7,149.1 b

\* Valores con letras iguales no difieren estadísticamente

Cabe señalar que existen muchas otras referencias bibliográficas que citan rendimientos en forraje verde de esta especie; pero se hace difícil realizar comparaciones con los rendimientos obtenidos en nuestro estudio, dado a que han sido planteados someramente y estaríamos aduciéndonos el hábito indolente de suponer aspectos que desconocemos de los otros estudios realizados.

Citando dichas referencias el MAG, (1995) Ministerio de Agricultura y Ganadería menciona producciones de 15,084 kg/materia verde/hectárea, ICA (1992) Instituto Colombiano Agropecuario plasma rendimientos de 15,000 kg/materia verde/hectárea y la FAO, (1991), describe la obtención de 27,500 kg/materia verde/hectárea todos estos estudios poseen algo en común; se desconoce bajo que criterios se obtuvieron (edad al corte, altura de corte etc) esto dificulta en su totalidad un análisis comparativo veraz.

Ante toda esta situación nos limitamos a expresar que bajo los criterios planteados en nuestra tesis, el cultivo de gandul explotado como forraje brindaría su mayor productividad a los 120 días de establecido, garantizando una producción de 11,173 kilogramos de materia verde por hectárea.

### **5.3 Producciones de biomasa sobre la base de materia seca kg/ha**

El conocer de manera precisa los contenidos de materia seca presentes en las diferentes edades al corte es de suma importancia ya que a igual que la materia verde podemos determinar balances alimentarios que satisfagan aspectos cuantitativos de los semovientes manejados.

Mediante el análisis de varianza se determinó que en la variable biomasa en base a materia seca, hubo diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) para los tratamientos y no significativas ( $P < 0.05$ ), para los bloques, esto indica que al menos uno de los tres tratamientos presentan diferencias reales, e inducen a producir diferentes cantidades de biomasa en base a materia seca (Cuadro 5)

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para la variable materia seca kg. /ha del Gandul (*Cajanus Cajan* (L.) Millsp), sometido a tres edades al corte,(60, 90 y 120 días) en la producción de biomasa , proteína bruta y fibra bruta.

Fuente de variación	GI	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Fc	Nivel de significancia
<b>Bloques</b>	3	686100.67	228700.22	1.06	0.4323 NS
<b>Tratamientos</b>	2	17375503.17	868775.58	40.34	0.0003 **
<b>Error</b>	6	1292268.83	215378.14		
<b>Total</b>	11				

GI =Grados de libertad; Fc = Valor calculado de Fisher; CV.15.02; \* Significativo al ( $p < 0.01$ ); Ns= No Significativo.

La prueba de rangos múltiples de Duncan nos indica que los tratamientos comparados pueden separarse en dos categorías estadísticas diferentes. En primer lugar nos encontramos con el tratamiento tres encontrándose en el segundo lugar los tratamientos uno y dos.

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

Investigaciones realizadas por Carballo (2000), obtuvieron resultados de 2,976 kg/materia seca/ha, cortado a los 80 días de edad, a una altura de 60 cm y durante la época lluviosa. En la presente investigación con período de corte similar (90 días) se obtuvieron rendimientos de 2,353.8 kg./ha con alturas de corte inferiores a 40 cm; a simple vista estos no representan diferencias significativas, si consideramos que nuestra investigación se realizó bajo condiciones totalmente diferente.

PRODES –Nueva Guinea, (1995) y Binder (1997) coinciden en la obtención de rendimientos que oscilan entre los 2,846 kg/materia seca/ha, realizando el primer corte a los 125 cm de altura de la planta; en nuestra investigación se obtuvieron los 125 cm de altura de la planta en un período de 60 días obteniéndose rendimientos de 2,132 kg/materia seca/ha (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Comparación múltiple de medias por Duncan para la variable materia seca kg./ha del gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), sometido a tres edades al corte (60, 90 y 120 días) en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta

TATAMIENTOS EDAD AL CORTE	MATERIA SECA ( Kg./ha)
T3 (120 días)	4788 a*
T2 (90 días)	2353.8 b
T1 (60 días)	2132.0 b

\* Valores con letras iguales no difieren estadísticamente

MAG, (1995) presenta rendimientos de 4,900, kg/materia seca/ha, siendo este ligeramente superior a los resultados obtenidos en el corte que ha generado los mayores rendimientos en nuestra investigación (120 días), sin embargo se desconoce en que período o etapa fenológica se tomo la muestra.

En resumen podemos decir que ninguno de los resultados planteados por las diferentes bibliografías difieren drásticamente con respecto a los resultados generados por nuestra investigación.

Ante las condiciones planteadas el cultivo de gandul presenta su mayor productividad en materia seca a los 120 días de establecido, por lo cual es aquí donde se debe practicar el primer corte para garantizar la explotación óptima de este cultivar.

La comparación múltiple de medias por el método de Duncan indica que los tratamientos pueden separarse en dos categorías estadísticas diferentes, en primer lugar tendríamos el tratamiento número uno (60 días) con porcentajes de hojas del 55.5% y en segundo lugar se ubican en una sola categoría estadística los tratamientos dos y tres, (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Comparación múltiple de medias por Duncan para la variable Hoja (%) del gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), sometido a tres edades al corte (60, 90 y 120 días), en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta.

TRATAMIENTOS EJEDAS DE CORTE	HOJA (%)
T1 (60 días)	55.5 a*
T2 (90 días)	39.7 b
T3 (120 días)	38.9 b

\* Valores con letras iguales no difieren estadísticamente.

Según las pruebas de rangos múltiples de Duncan indican que los tratamientos comparados pueden representarse en dos categorías estadísticas diferentes. Se presenta en primer lugar el tratamiento uno (60 días) el cual presenta el menor porcentaje de tallos (44.50%) y en segundo lugar los tratamientos dos y tres los cuales se ubican en una sola categoría estadística (Cuadro 8).



**Cuadro 8.** Comparación múltiple de medias por Duncan para la variable Tallo (%) del gandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), sometido a tres edades al corte ( 60, 90 y 120 días), en la producción de biomasa, proteína bruta y fibra bruta.

TRATAMIENTOS EIDADES AL CORTE	TALLO %
T1 (60 días)	44.50 a *
T2 (90 días)	60.20 b
T3 (120 días)	61.00 b

\* Valores con letras desiguales difieren estadísticamente.

El comportamiento de la relación hoja-tallo estará en dependencia de la edad de la planta, ya que a medida que crece la planta hay más desarrollo caulinar y ramas, o sea que el crecimiento vegetativo actúa inversamente proporcional al porcentaje de hojas dentro de la biomasa obtenida.

A medida que la planta se desarrolla presenta un aumento en tamaño, cantidad y engrosamiento de ramas, y tallo principal, lo que hace incrementar el peso del tallo; no obstante es de clara inferencia la mayor proporción de hojas existentes con respecto a ramas, lo que no indica una mayor relación de esta ya que este parámetro fue obtenido en base a los pesos de ambas fracciones.

Estas variables no han sido consideradas en estudios realizados ya que en ninguna de las bibliografías consultadas se hace mención de estas, a pesar de revestir gran importancia ya que ha mayor porcentaje de hojas dentro de la biomasa esta se vuelve más palatable y con mayor coeficiente de digestibilidad lo que se torna como indicadores de un buen alimento.

En nuestra investigación se obtuvieron los mayores porcentajes de hojas a los 60 días, la cual no coincide con el período en la cual la especie presenta la mayor

productividad; pero si consideramos lo planteado por Binder (1997) en la cual afirma que las leguminosas presentan una alta digestibilidad (85 %) y que no tienden a cambios bruscos inclusive durante la época de floración, podríamos contar a los 120 días con una biomasa que presente buena digestibilidad .

#### 5.4. Parámetros de calidad

Para la evaluación de los parámetros de calidad proteína bruta y fibra bruta, (PB y FB), no se realizaron análisis de varianza, ni separación de medias. Se obtuvieron datos promedios de las muestras compuestas por las repeticiones de cada tratamiento planteado en el ensayo.

##### 5.4.1 Contenido de Proteína y Fibra bruta

Tanto las variables proteína bruta y fibra bruta revisten gran importancia dentro del estudio ya que es así como podemos determinar la digestibilidad y calidad del alimento que estamos entregando a los semovientes.

Los resultados encontrados para proteína bruta en nuestro ensayo, en el corte realizado a los 60 días fueron de 23.55 % los cuales difieren a los encontrados por CIEGT (1986); con frecuencias de corte a los 60 días y con alturas de cortes de 40 cm, obtuvieron como resultado 19.08 de proteína bruta (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** 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 edades al corte (60, 90 y 120 días).

TRATAMIENTOS EDAD AL CORTE	PROTEINA BRUTA (%)	FIBRA BRUTA (%)
T1 (60 días)	23.55	18.01
T2 (90 días)	21.78	20.05
T3 (120 días)	18.58	31.01

Pérez (1980), propuso la siguiente escala de calificación para evaluar el contenido de proteína bruta de las diferentes especies forrajeras (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Escala de calificación para evaluar el contenido de proteína bruta de 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

Ramírez (1969), citado por Corea y Ramírez, (1999); Señala que para que se de una buena digestión y fermentación ruminal se requiere como mínimo de 11% de proteína bruta en la ración, siendo el valor crítico de 7 %. En nuestro estudio, ninguno de los tratamientos en los tres cortes estuvo cerca del nivel crítico, por lo cual, todos los tratamientos planteados en el ensayo satisfacen los requerimientos alimenticios cualitativos de los bovinos, así mismo la combinación adecuada de gramíneas con cualquiera de los tratamientos generaría un aumento en la ingesta voluntaria dado a la cantidad de proteína existente en los diferentes tratamientos.

La fibra bruta está integrada por la celulosa, hemicelulosa, y lignina. Las dos primeras son parcialmente digeribles por microorganismos del rumen y los productos de su fermentación son utilizados por el animal Binder (1997); sin embargo, la lignina no es digerida y es resistente a la descomposición y al ataque microbiano, por eso es la responsable de la digestión incompleta de la celulosa y hemicelulosa.

No obstante Binder (1997) sostiene que las leguminosas forrajeras contienen menor contenido de fibras no digeribles por lo cual no se reduce su digestibilidad

inclusive en su fase de maduración donde presentan digestibilidad mayores al 85% por esto se recomienda combinarla con gramíneas dado al bajo contenido fibroso; todo lo aquí planteado se contradice con lo obtenido en nuestro ensayo ya que en el tratamiento numero tres con una edad al corte de 120 días se obtuvieron 31.01% de fibra bruta o sea que este material presenta niveles de digestibilidad semejantes al generado por las gramíneas y por ende con niveles deficientes, ya que Herrera, R. (1980) cita que contenido de fibra bruta mayores del 25 % interfieren generalmente en esta.

A pesar de lo discutido anteriormente consideramos que el material obtenido a los 120 días, con alto contenido de fibra bruta, no reviste gran importancia para un rumiante, por la capacidad que poseen estos para degradar o descomponer con su flora microbiana alimentos con mayores niveles de lignificación, no omitimos en manifestar que revestiría un mayor análisis si consideramos que el forraje obtenido en el corte realizado a los 120 días será suministrado a semovientes monogástricos.

## VI CONCLUSIONES

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

El tratamiento número tres en la cual la edad al corte fue a los 120 días se originaron alturas de 167cm. siendo esta la más representativa, dentro del ensayo.

El tratamiento número tres en la cual la edad al corte se dio a los 120 días fue donde se obtuvieron los mayores rendimientos cuantitativos de biomasa; obteniéndose 11,173 kilogramos de materia verde por hectárea y 4,788.3 kg de materia seca por hectárea.

Los mayores porcentajes de hojas se presentaron en el tratamiento numero uno, con una edad de corte de 60 días; en la cual se obtuvieron 55.5% de hojas; siendo en este mismo tratamiento donde se obtuvo el menor porcentaje de tallos el cual fue de 44.5% no obstante en el tratamiento número tres con una edad al corte de 120 días es donde se presentó el mayor porcentaje de tallo el cual fue de 61.00%.

En cuanto a Proteína Bruta el mayor porcentaje se obtuvo en el primer tratamiento con una edad al corte de 60 días, siendo esta de 23.55%, mas en ninguno de los otros tratamientos se presentaron niveles críticos de proteína.

La Fibra Bruta presentó el más bajo porcentaje en el tratamiento número uno con una edad de corte de 60 días, obteniéndose 18.01%; no obstante en el tratamiento número tres con una edad al corte de 120 días es donde presentó el mayor porcentaje 31.01%

## 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:

Evaluar el uso de fertilizantes orgánicos y químicos, para valorar la productividad de esta especie ante la aplicación de niveles de fertilización.

Llevar a cabo experimentos "in vivo" donde se suministre el forraje cosechado en las diferentes edades al cortes a semovientes y valorar de que manera inciden en la productividad de estos.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Abrams R y Pietri E. J 1971. Effect of planting line plan populations and row Spacing on yields and Other Characteristics of pigeon pea (*Cajanus cajan*) Millsp The jornal of Agricultura of the University of Puerto Rico. Vol. II 150 pag.
- Binder, U. 1997 Manual de Leguminosas. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. Nicaragua. Tomos I y II.
- Calderón G. R 1990 El cultivo del gandul. Instituto Colombiano Agropecuario. I.C.A. Colombia.
- Carballo D.J 2000. Evaluación de la producción de Biomosa en base verde kg/ha bajo tres densidades de siembra Catastro e inventarios de recursos naturales de Nicaragua. 1971.
- Catastro e inventarios de recursos naturales de Nicaragua. 1971.
- CIAT, 1983. (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Pastos Tropicales, Boletín Informativo Dic. P. 5-6. Cali, Colombia.
- Ciegt. 1986 (Centro de Investigación Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical) Boletín informativo, Veracruz, México 29 –33 pag.
- Correa K; Rodríguez. N. 1999. Efecto de diferentes frecuencias de cortes sobre el rendimiento y la calidad de las posturas. Tesis Licenciado a Zootecnia. Universidad Centroamericana 43 pag.
- Duke, J. A. 1981a. handbook of legumes of world economic importance. Plenum press, New York. 89-150 p.
- Gooding H.J 1984. The Agronomic Aspects of pigeon peas (*Cajanus cajan*). Fields Crops Absts. 15; 1-15/
- I.C.A 1992 Instituto Colombiano Agropecuario, Programa de Frutales, Colombia pag. 1-5.
- INETER 1990.(Instituto Nicaragüense de estudios territoriales) Mapas Topográficos. Nicaragua. Escala 1: 50000.
- Krause, F. G. 1932. The pigeon pea (*Cajanus cajan*) its improvements, culture and utilisation in Hawaii, Honolulu exp. sta. Bull; 64.

- 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.
- Letzemberger S. C 1976. Guía para cultivos en los trópicos y los sub-trópicos. A.I.D, primera edición México.
- M.A.G 1995 Ministerio de Agricultura y Ganadería, Propiedades y uso de abonos verdes. Managua Nicaragua pág. 10,11.
- PASOLAC. 1996. Guía Técnica Integración de Leguminosas en Sistema de Producción Agropecuaria. Managua, Nicaragua. p. 74-77.
- Pérez A. 1980 . Zootecnia La Habana Cuba.
- PRODES 1995. (Programa de Desarrollo Rural en la zona de Nueva Guinea. Nicaragua). Convenio Nicaragua-Holanda. (*Cajanus cajan*). 13 p.
- Rachie, K.O.; Roberts, M. 1974. Grain legumes of the lowland tropics, pigeonpea, advances in agronomy pradesh, India. 42:13.
- Rodríguez S.J, 1978. Determinación del punto de cocción del frijol gandul (*Cajanus cajan*) L Millsp para su alimentación utilización en la alimentación animal San Jose Costa Rica 40 pag.
- Sánchez, P. 1981. Suelos del Trópico. Característica de manejo. IICA, Costa Rica. 143 p.
- Skerman P. 1991 Leguminosas forrajeras tropicales. F.A.O Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 575-583 pag .
- 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) M..A.G Managua Nicaragua 145 pag.
- Zantillán, R. 1994. Folleto de Agrostología. Escuela Panamericana, F.L. El Zamorano, Honduras. 45 p.



# **ANEXOS**

**Anexo 1. – Análisis físico de suelo.**

Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Textura
<b>22.5</b>	<b>32.5</b>	<b>45</b>	<b>Franco-Arenoso</b>

**Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, Universidad Nacional Agraria (UNA), 2000.**

**Anexo2.- Análisis químicos de suelo.**

***a) Al momento de la siembra.***

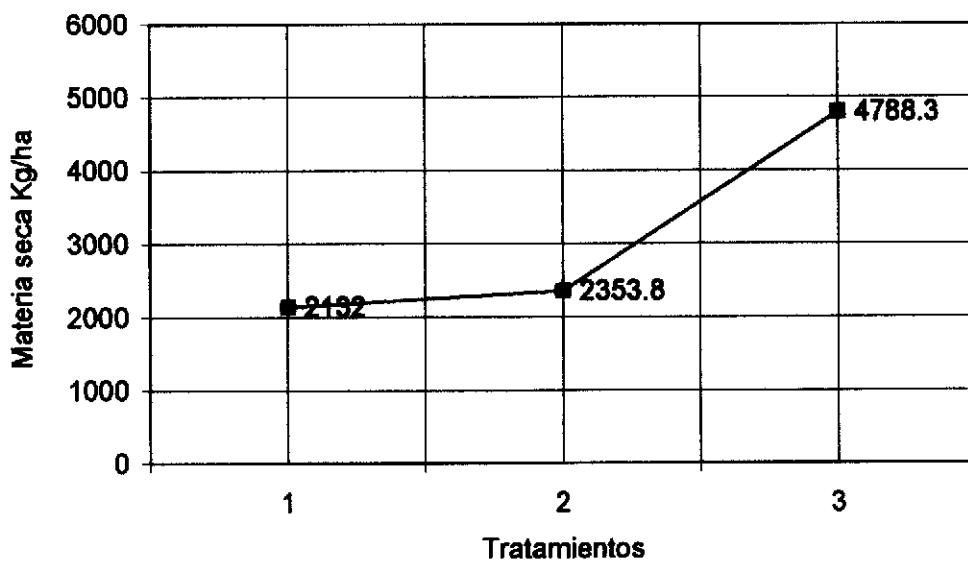
pH en agua	Materia orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (meq/100)
<b>7.7</b>	<b>2.71</b>	<b>0.13</b>	<b>0.67</b>	<b>0.78</b>

**Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, Universidad Nacional Agraria (UNA), 2000.**

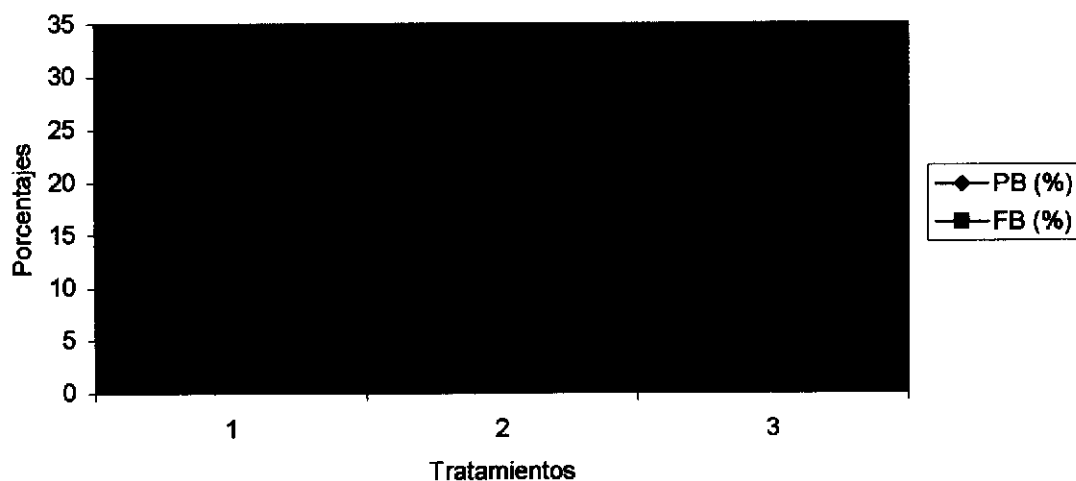
***b) Al final de la investigación.***

pH en agua	Materia orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (meq/100)
<b>6.9</b>	<b>4.18</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>	<b>2.23</b>

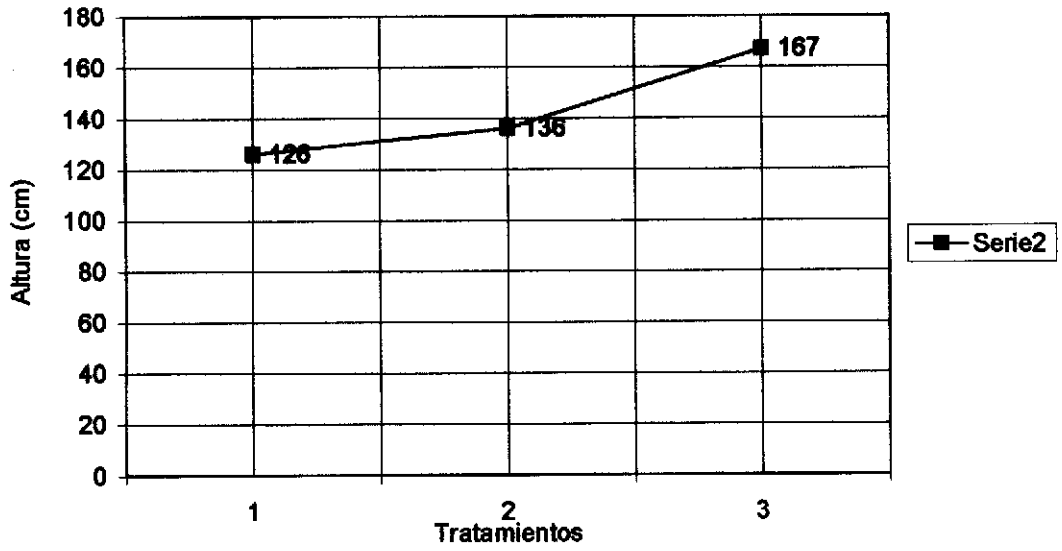
**Fuente: Laboratorio de Suelos y Agua Universidad Nacional Agraria LABSA, (UNA), 2001.**



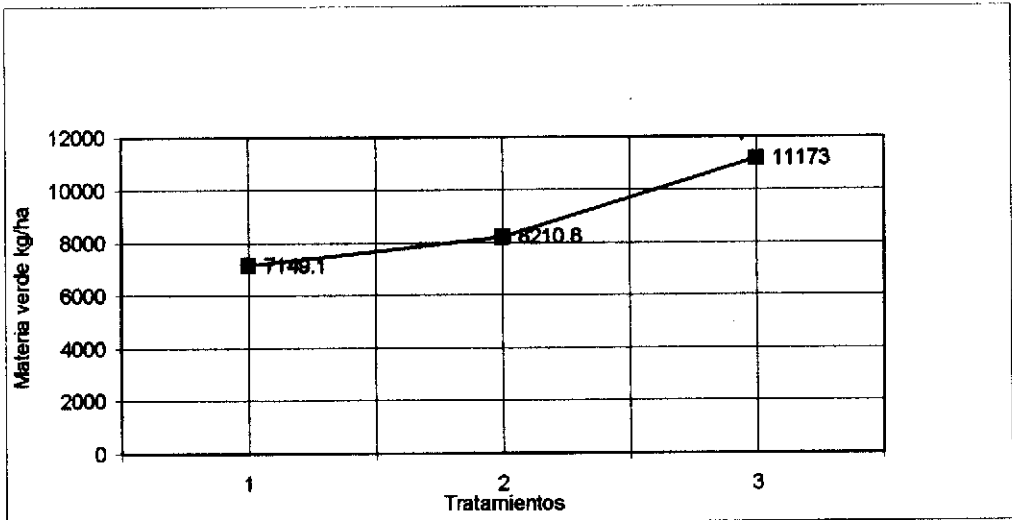
**Anexo 6.** Producción de materia seca kg./ha del gandul, bajo tres edades al corte



**Anexo 7.** Comportamiento de la PB y FB (%) del gandul, bajo tres edades al corte

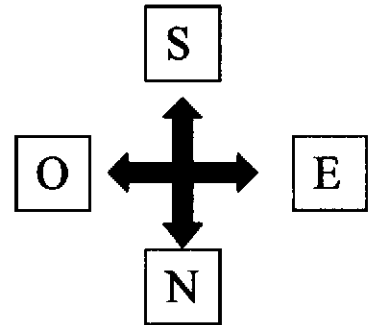


**Anexo 4.** Altura del gandul, bajo tres edades al corte.



**Anexo 5.** Producción de biomasa sobre la base de materia verde kg./ha del gandul, bajo tres edades al corte.

**Anexo 3.- Esquema del ensayo de campo**



**I**

<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
-----------	-----------	-----------

**II**

<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>
-----------	-----------	-----------

**III**

<b>T3</b>	<b>T2</b>	<b>T1</b>
-----------	-----------	-----------

**IV**

<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>
-----------	-----------	-----------

Área total del ensayo: 238 m<sup>2</sup> (17 m largo x 14 m ancho)

Área de los bloques: 36 m<sup>2</sup> (12 m largo x 3 m de ancho)

Área de las parcelas: 12 m<sup>2</sup> (4 m largo x 3 m de ancho)

Área de parcela útil: 1.5 m<sup>2</sup> (1.5 m x 1 m ancho)

Distancias de siembra: 0.50 m entre surco por 0.25 entre planta.

Densidades poblacionales: 80,000 ptas./ha; 56,219 ptas./mz.