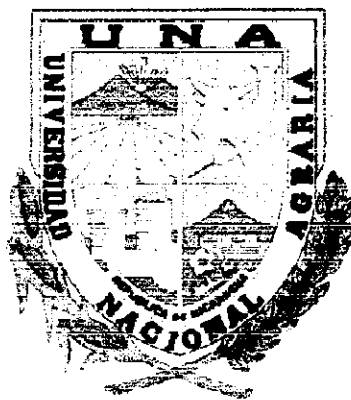


Universidad Nacional Agraria

UNA

Facultad de Desarrollo Rural

FDR



*Efecto de Tres Densidades de Siembra de Gandul (Cajanus Cajan L. Millsp.)
en la Producción de Granos, en la Zona Seca de Managua*

**Tesis sometida a la consideración del Honorable Comité Académico de la
Facultad de Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Agraria, para
optar al Título de.**

Ingeniero Agrónomo

Autores:

Br. Miriam Isabel Mena Ruiz

Br. Jorge Iván Detrinidad Barbosa

Tutor

Ing. MSc Domingo José Carballo

Managua, abril del 2001

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo de diploma a mi padre Miguel Ángel Detrinidad Saravia (q.e.p.d.) y a mi madre Cecilia Barbosa Ramírez (q.e.p.d.), quienes fueron siempre y en todo momento los que me motivaron para concluir mis estudios hasta formarme profesionalmente.

A mis hermanos René, Miguel Ángel y muy especial a Águeda del Socorro, por su apoyo incondicional y valiosa cooperación brindada en todo momento.

A mi esposa Argentina Hernández, por su apoyo y motivación permanente para seguir adelante.

A mis hijos, Georgina, Freddy, Cecilia, Jorge Iván, para que les sirva de ejemplo todo el esfuerzo que he realizado hasta llegar a la meta final, a pesar de las dificultades encontradas en el camino del saber.

Jorge Iván Detrinidad Barbosa

Dedicatoria

Quiero dedicar esta investigación a toda mi familia en general, pero muy especialmente a mis hijos Carlos José y Alejandra, quienes fueron los que, de alguna manera, contribuyeron con este triunfo de mi vida, al haberlos dejado muchos ratos solos para cumplir con mis obligaciones como estudiante.

Miriam Isabel Mena Ruiz

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios, nuestro creador por haberme permitido concluir satisfactoriamente mis estudios profesionales.

A mi hermano Ing. Agr. Rene Alfonso Detrinidad por su ejemplo de lucha incansable en ver una Nicaragua prospera en el sector agropecuario nicaragüense.

A Reverendo Miguel Ángel Casco, por su apoyo que siempre me brindó durante mis años de estudios.

A todos aquellos amigos y profesores especialmente al profesor Arnoldo Rodríguez Polanco, que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo y la culminación de mi carrera.

Siempre les estaré agradecido.

Jorge Iván Detrinidad Barbosa

Agradecimiento

Agradezco Primeramente a Dios, por haberme brindado la salud que necesitaba para finalizar con satisfacción mis estudios profesionales. Seguidamente agradezco a mi familia, porque en todo momento me brindaron el apoyo necesario para continuar siempre adelante, en especial a mi hermana Nubia.

Agradezco a los profesores y trabajadores de Educación a Distancia, que de alguna manera contribuyeron en mi formación profesional, en especial a los Licenciados Sandra Esquivel y Orlando Vargas.

Y finalmente a mis compañeros de grupo Alejandro, Jorge, Fernando, Santiago y Arnoldo, porque en mis momentos de flaqueza me motivaron para continuar hasta la meta final.

Miriam Isabel Mena Ruiz

Detrinidad B. J. I.; M. I. Mena, R.2001. Efecto de tres densidades de siembra del gandul (*Cajanus cajan L. Millsp*) en la zona seca de Managua, Nicaragua. Tesis de grado Ingeniería Agronómica Generalística. Universidad Nacional Agraria (UNA) 65 páginas.

Palabras claves: Rendimiento, Análisis de Varianza, gandul, leguminosa, densidad de siembra, producción de granos, costos.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en los terrenos de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el municipio de Managua, durante el período de octubre de 1999 a marzo del 2000. Se evaluó el efecto de tres densidades de siembra: 20,000; 26,666 y 40,000 plantas/ha del gandul (*Cajanus cajan L. Millsp*), en la producción de granos en la zona seca de Managua. Para este experimento se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA), y tres repeticiones. Las variables estudiadas fueron: altura promedio de la planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de vainas por planta, cantidad promedio de granos por vaina y producción de granos (kg/ha). El análisis de varianza determinó que hubo efecto significativo al ($P < 0.05$) para la variable número de vainas por planta y efecto altamente significativo ($P = 0.001$) para la variable producción de grano (kg/ha). La variable altura de planta y número de granos por planta no presentaron efectos significativos. La mayor producción de granos se obtuvo en el T₃ (40,000 plantas/ha) con 2,239.8 kg/ha, y el que también resultó el de mejor rentabilidad económica con US\$ 403.53.

Índice

Contenido	Página
Resumen	<i>i</i>
Índice	<i>ii</i>
Lista de Tablas	<i>iii</i>
Lista de Anexos	<i>iv</i>
Lista de Gráficos	<i>v</i>
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- OBJETIVOS	3
2.1.- Objetivos General	
2.3.- Objetivos Específicos	
III.- REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
3.1.- Características descriptivas de la especie	4
3.2.- Ecología	6
3.3.- Agrotécnia	7
3.4.- Plagas y Enfermedades	8
3.5.- Rendimiento	9
3.5.1.- Almacenamiento	11
3.6.- Valor Nutritivo	12
3.7.- Usos	13
3.8.- Otros Usos	16
3.9.- Usos en Nicaragua	17

IV.- MATERIALES Y MÉTODOS	19
4.1.- Ubicación del Ensayo	19
4.2.- Suelo y Clima	19
4.3.- Manejo del Ensayo	20
4.3.1.- Preparación del suelo	20
4.3.2.- Toma de muestra de suelo	20
4.3.3.- Diseño experimental	20
4.4.- Descripción de los tratamientos	21
4.5.- Variables a medir	22
4.5.1.- Altura promedio de plantas (cm)	22
4.5.2.- Diámetro del tallo (cm)	22
4.5.3.- Número promedio de vainas por planta	23
4.5.4.- Número promedio de granos por vaina	23
4.5.5.- Producción de granos	23
4.6.- Análisis Estadístico	23
4.6.1. Modelo estadístico	24
4.7 Análisis Económico	25
V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1. Variables evaluadas en el ensayo	26
5.1.1 Altura promedio de plantas	26
5.1.2. Diámetro del tallo	27
5.1.3. Número de vainas por plantas.....	28
5.1.4. Número de granos por vaina	29
5.1.5. Producción de granos	30
5.2. Análisis Económico	31

	Página
VI.- CONCLUSIONES	33
VII.- RECOMENDACIONES	34
VIII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	35
IX.- ANEXOS	43

LISTA DE TABLAS

	Página
1.- Factores productivos con sus respectivos niveles evaluados en el experimento.....	21
2.- Comparación múltiple de medias por el método de Duncan para la variable altura promedio de la planta del gundul (<u><i>Cajanus cajan L. Millsp.</i></u>), sometido a tres densidades de siembra	26
3.- Comparación múltiple de medias por el método de Duncan para la variable diámetro promedio de planta de gandul (<u><i>Cajanus cajan L. Millsp.</i></u>), sometido a tres densidades de siembra.....	27
4.- Separación múltiple medias por el método de Duncan para la variable número de vainas por planta del gandul (<u><i>Cajanus cajan L. Millsp.</i></u>), sometido a tres densidades de siembra	28
5.- Separación múltiple de medias por el método de Ducan para la variable número de granos por vaina del gandul (<u><i>Cajanus cajan L. Millsp.</i></u>), sometido a tres densidades de siembra	29
6.- Separación de medias por el método de Ducan para la variable producción de granos kg/ha del gandul (<u><i>Cajanus cajan L. Millsp.</i></u>), sometido a tres densidades de siembra	31
7.- Comparación de rendimiento de gandul	32
8.- Cálculo de utilidad neta/h de la producción de gandul	32
9.- Cálculo de la relación beneficio-costo	32

LISTA DE ANEXOS

	Página
1.- Análisis de varianza para la variable altura promedio de la planta del gandul (<u><i>Cajanus cajan L. Millsp.</i></u>), bajo tres densidades de siembra	44
2.- Análisis de varianza para la variable Diámetro del tallo de gandul (<u><i>Cajanus cajan L. Millsp.</i></u>), bajo tres densidades de siembra	44
3.- Análisis de varianza para la variable número promedio de vainas por planta del gandul (<u><i>Cajanus CajanL. Millsp.</i></u>), bajo tres densidades de siembra	44
4.- Análisis de varianza para la variable número promedio de granos por vaina del gandul (<u><i>Cajanus Cajan L. Millsp.</i></u>), bajo tres densidades de siembra	45
5.- Análisis de varianza para la variable producción de grano kg/h de gandul (<u><i>Cajanus cajan L. Millsp.</i></u>), bajo tres densidades de siembra	45
6.- Costo de establecimiento de producción de grano de una hectárea del gandul (<u><i>Cajanus cajan L. Millsp.</i></u>)	46
7.- Análisis físico del suelo.....	48
8.- Análisis químico del suelo al momento del establecimiento	48
9.- Análisis químico del suelo al momento de la cosecha	48
10.- Esquema del ensayo	49

LISTA DE GRÁFICOS

	Página
Grafico N° 1	Altura promedio del gandul (<i>Cajanus cajan L. Millsp.</i>), bajo tres densidades de siembra 50
Grafico N° 2	Diámetro del tallo del gandul (<i>Cajanus cajan L. Millsp.</i>), bajo tres densidades de siembra 50
Grafico N° 3	Número de vainas por planta del gandul (<i>Cajanus cajan L. Millsp.</i>), bajo tres densidades de siembra 51
Grafico N° 4	Número promedio de granos por vaina del gandul (<i>Cajanus cajan L. Millsp.</i>), bajo tres densidades de siembra 51
Grafico N° 5	Producción de grano kg/h del gandul (<i>Cajanus cajan L. Millsp.</i>), bajo tres densidades de siembra 52

I.- INTRODUCCIÓN

La economía de los países Centroamericanos en general y de Nicaragua en particular está basada en productos de agroexportación. Dentro de esto, la ganadería tiene su importancia ya que contribuye en la alimentación de la población y en la obtención de divisas a través de la exportación de sus productos.

La alimentación del ganado en Nicaragua representa el principal problema con que se enfrentan los ganaderos, para elevar la producción de carne y/o leche. Una de las formas para dar respuesta al déficit alimenticio es la reproducción de granos que pueden incluirse en la alimentación diaria del ganado.

Las leguminosas representan una alternativa muy importante en este rol, ya que fijan nitrógeno al suelo, son utilizadas como cubierta vegetal, como abono orgánico y para la ganadería también representa bondades, ya que son suministradas como forraje verde picado y sus granos son utilizados en la fabricación de harinas y concentrados (Zantillán, 1994).

El gandul, es una leguminosa que se adapta a una amplia gama fisiográfica, climática y edáfica. Esta se adapta a las condiciones edafoclimáticas de Nicaragua, pudiendo llegar a ser una especie de alimento básico para el ganado. La vaina tierna de este frijol se usa para consumo

humano y el grano se usa para la alimentación de diferentes especies de animales (cerdo, aves y ganado).

La producción de granos del gandul (Cajanus cajan L. Millsp.) es muy importante debido a que en la actualidad existe gran competencia en el uso de granos para la alimentación animal y humana.

El gandul es un grano usado en la fabricación de concentrados para la alimentación del ganado con un 30% de inclusión en la ración, y en la actualidad, no existe hábito de consumo humano.

El grano del gandul contiene proteína altamente degradable en el rumen y el contenido de nitrógeno lo incorporan los rumiantes como proteína microbiana (Abrams, 1971, citado por Rodríguez, 1978).

Por lo anterior, reviste mucha importancia realizar el presente estudio con el propósito de generar información preliminar acerca del potencial productivo del gandul bajo condiciones edafoclimáticas prevalentes en la zona seca de Managua, de tal manera que permita conocer las bondades agronómicas que aporta esta leguminosa bajo diferentes densidades de siembra.

II.- OBJETIVOS

2.1.- OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento de tres densidades de siembra del frijol gandul (*Cajanus cajan L. Millsp.*) en la producción de grano, en la zona seca de Managua.

2.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de tres densidades de siembra (20,000; 26,666 y 40,000 plantas/ha), sobre las variables; altura promedio de la planta diámetro del tallo, número de vainas por plantas, número de granos por vainas, producción de granos kg/ha), del gandul (*Cajanus cajan L. Millsp.*) en la zona seca de Managua.
- Constatar cual es la mejor densidad de siembra (20,000; 26,666 y 40,000 plantas/ha), que ejerce mayor influencia sobre las variables; altura promedio de la planta diámetro del tallo, número de vainas por plantas, número de granos por vainas, producción de granos (kg/ha) del gandul (*Cajanus cajan L. Millsp.*) en la zona seca de Managua.
- Estimar los beneficios económicos de producción de grano del frijol gandul (*Cajanus cajan L. Millsp.*) en la zona seca de Managua.

III.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1.- Característica Descriptiva de la Especie

El gandul (*Cajanus cajan*) probablemente es nativo de la India, fue traído hace un milenio de África donde se desarrollaron diferentes ensayos, estos fueron traídos al nuevo mundo en la época precolombina. Realmente 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 Africa *Cajanus kerstingii* crece en fajas secas de Senegal, Ghana, Togo y Nigeria. El gandul crece en las regiones tropicales y subhúmedas, así como en temperaturas tibias (Carolina del Norte), desde treinta grados norte a treinta grados sur (Duke, 1981).

El *Cajanus cajan* 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 cigomórficos. Vainas comprimidas de dos a nueve semillas no se hacen añicos 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 Whyte, 1959 y 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 centímetro 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.

Existen variedades de crecimiento lento, semierecto, erecto y rastreras, teniendo un ciclo de vida promedio que oscila desde 150-170 días para variedades intermedias y 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 5,000 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.

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. Fotoperíodo 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

El gandul tolera una precipitación anual de 530 a 4030 mm, temperatura media anual de 15.8° a 27.8°C, y pH de 4.5 a 8 (Duke, 1981).

Se ha encontrado que la mayoría de las especies son altamente sensitivas a los fotoperíodos, sin embargo, algunas han demostrado ser altamente insensitivas, como las reportadas por Riollano (1962).

También es capaz de crecer en condiciones sub-húmedas, donde la maduración ocurre en épocas secas. Así, se tiene que si durante los dos primeros meses de la plantación, reciben copiosas lluvias, se obtienen buenos rendimientos, no así cuando ello ocurre durante los 2 o 4 meses antes de la cosecha. Por esto es capaz de adaptarse a las regiones bajas del trópico (Ramírez, *et al.*, 1997).

El gandul (*Cajanus cajan*) es notablemente resistente a sequías tolerante a zonas secas con menos de 65 mm de precipitación anual, produciendo profusamente semillas bajos condiciones secas. Estos cultivos maduran fácilmente y la incidencia de insectos es bajo. El gandul es más o menos sensitivo a fotoperíodos; en días cortos decrece en el tiempo de floración, bajo condiciones húmedas el gandul tiende a producir un crecimiento vegetativo exuberante. Al llover en época de la floración causa una fertilización deficiente y permite el ataque de la oruga de la vaina *Etiella zinkenella* (Duke, 1981).

Según Johnson y Raymond (1964) y Rachie y Roberts (1974), el gandul es muy resistente a las condiciones de sequía y suelos áridos, ello es posible gracias a su raíz primaria, que es bastante profunda.

El gandul también es capaz de resistir vientos fuertes, altamente destructivos, razón por la cual en nuestro país se le encuentra protegiendo almacigales de café y cultivos hortícolas.

3.3.- Agrotécnia

En Queensland, se obtuvieron resultados experimentales de calidad del gandul con 70% de germinación mínima, y no más del 10% de semilla pura, y una pureza de 98.8 %. La semilla germina a 25 ° Celsius bajo cubierta (Gooding, 1987).

En la India y en el África, el gandul es ampliamente cultivado y presenta un período de crecimiento lento, se cultiva con otros tipos de cultivos de ciclo corto, sin ser afectado su crecimiento. Resiste la sequía y puede crecer en suelos pobres con poca preparación (Jayal, Gupta y Mahadevan, 1976); y es capaz de mejorar la estructura del suelo por su sistema radicular muy desarrollado (León, 1968), a la vez que permite minimizar la erosión del mismo (Bodgan, 1977).

El peso de 1,000 granos, es de 55-192 g. En la siembra al voleo se utiliza de 25-35 libras de semillas por manzanas, 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 semillas por manzana a 0.7 – 1.5 m entre surcos.

Para asegurar la persistencia puede dejarse crecer hasta una altura de 125 cm y cortarse hasta 60 – 80 cm de la superficie del suelo. En estas condiciones se puede 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 (PRODES,1995)

3.4. Plagas y enfermedades

Una de las plagas de mayor incidencia, (la mosca de la vaina) (*Melanagromyza obtusa*) es una de las más destructivas del gandul en noroeste y centro de la India. Es más prevaeciente sobre plantas de maduración tardía, que las que fácilmente maduran (Lalls y Katti, 1997) ataca en un rango de 27-35 % en plantas en crecimiento durante el período de abril – septiembre aunque es una significativa diferencia.

En África (Lateef, 1991 y Minja, 1997), es tan solamente una plaga común en las fincas productoras de gandul en el sureste del África, demuestra que la mosca blanca de la vaina, ataca en una relación del 0 -46 % en Kenia, del 0 - 4 % en Malawi y 0 – 13 % en Uganda.

Muchas enfermedades fungosas, involucran 45 patógenos que son conocidos, el más serio de esta enfermedad es *Fusarium udum*, favorecida por la temperatura (17° - 20° C), los hongos entran en la planta a través de las raíces y pueden persistir por un largo tiempo, la rotación con tabaco e intercalando con sorgo ha hecho decrecer este problema. Otros hongos incluyen: *Cercospora spp.*, *Colletotrichum cajane*, *Corticium solani*, *Diplodia cajani*, *Leveillula taurica*, *Macrophomina phaseoli*, *Phaseolus manihotis*, *Phoma cajani*, *Phyllosticta canaji*, *Rhizoctonia bataticol*, *Sclerotum rolfsii* y *Uredo canaji* (sarro). El gandul, es sólo atacado por la bacteria *Xanthomona cajani*, el mosaico estéril y el virus del mosaico amarillo (Duke, 1981)

Southey (1985), señala que el gandul está expuesto al marchitamiento (*Fusarium udum*) y a la mancha foliar. En Puerto Rico la ha afectado la mancha de las hojas y vainas, la destrucción de la semilla por *Colletotrichum cajani* (Khokhar y Sing, 1987) el chancro de la raíz y del tallo, ocasionado por *Physalasporea* y quizás por *diplodia* la roya *Uredo cajani*.

3.5. Rendimiento

El gandul (*Cajanus cajan L. Millsp.*) es una leguminosa importante, cultivo que crece principalmente en áreas tropicales, especialmente hacia el sur del África del Este. La región del Caribe, el Sur y Centroamérica. El 90% de la producción mundial es producida en la India (Neme y Sheila, 1990), donde es cultivado por encima del 1.4% del área mundial y suministra el 20% de la cosecha nacional de leguminosas (Saxena *et al.*, 1996).

El gandul es una leguminosa, la cual tiene una importante fuente de proteínas, además de calorías, minerales y algunas vitaminas. Con producciones que alcanzan entre 900 – 2000 kg/ha en suelos pobres y escasa mecanización.

Abrams y Julia 1973, reportan rendimientos de grano de 568.18 1362 kilogramos por manzana . La poda de la planta a una altura de 0.8 – 1.0 m aumenta el número de vainas y la producción de granos. La producción varía según las tecnologías utilizadas, siendo afectadas principalmente por el tipo de suelos.

Los rendimientos de vaina verde varían de 1000 a 9000 /ha. Los rendimientos en semilla seca pueden alcanzar 2.500 kg/ha. En Uganda se han obtenido rendimientos de diversos cultivares que van de 889 hasta 1225 kg/ha.

Hammenton, (1971) en Trinidad obtuvo rendimiento de 1.5 ton/ha de vaina verde con una población de 40,000 plantas sembradas en junio, mientras que Spence y Williams (1972), obtuvieron rendimientos de 2 y 2.5 ton/ha de vaina verde con poblaciones de 35.000 y 165.000 plantas por hectárea respectivamente sembradas en diciembre.

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

En Puerto Rico se han reportado rendimientos promedios de grano de 900 kg/ha (Abrams y Julia 1973). En África hasta 2.000 kg/ha, con especies de corta duración, y en el Este de la India hasta 5.000 kg/ha. En Gainesville, se han registrado rendimientos de 1.600 – 2.246 kg/ha (Killinger, 1968).

En Puerto Rico, Riollano (1962), al emplear una densidad de 8.100 plantas por hectárea logró cosechar 7.5 toneladas de vainas verdes al sembrarlas en abril, pero este rendimiento se redujo a 0.5 toneladas cuando la siembra se hizo en agosto. También en Puerto Rico en una investigación hecha por Abrams y Julia (1973), determinaron que conforme más tardía es la siembra menor es el rendimiento.

Barrow (1973) en la isla de Fiji, a una altura de la planta de 90 y 110 cm obtuvo rendimientos de 0.1 y 4.3 ton/ha de vainas, con aplicaciones foliares de molibdeno 0 y 2 kg.

Hakansson (1983), en Uganda obtuvieron rendimientos de granos que van desde 889 hasta 1225 kg/ha. El gandul da una cosecha de 25.5 ton/ha MS/año, sin fertilizantes y 38 ton/ha con fertilizantes que resulta 770 kg de proteína (Kumar Rao *et al.*, 1987)

3.5.1 Almacenamiento

Como norma general, aunque las necesidades pueden ser muy diferentes, las semillas de las leguminosas se deben almacenar en condiciones óptimas (humedad relativa y la temperatura) para garantizar la calidad de la

semilla. Aunque es muy expuesto dar cifras, para la mayor parte de las semillas, temperaturas de 8° a 10° C y humedad relativa de 60 – 70 % son adecuadas para un almacenamiento en buenas condiciones (Mateo, 1961).

3.6. Valor nutritivo

Las semillas contienen inhibidores de tripsina de quimotripsina. El forraje verde fresco contiene 70.4% de humedad, proteína bruta 7.1%, fibra bruta 10.7%, extracto libre de nitrógeno 7.9%, grasa 1.6%. 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).

Según Binder, 1997. La composición del grano del gandul es la siguiente;

Contenido	%
Humedad	11.8
Proteína	20.8
Grasa	0.8
Fibra cruda	9.4
Extracto Libre de Nitrógeno	54.2
Ceniza	3.8

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 proteína (CIAT, 1978). La planta tiene un gran valor forrajero para el ganado vacuno, los cerdos y las cabras. (Skermann *et al.*, 1991) citó a varios autores para mencionar que las ramas con bastante hoja y todas sus vainas cortadas a 80 cm tienen el 40-50 % de materia seca y hasta 16 % de proteínas, además es una fuente de vitamina A.

Las semillas contienen sustancias antinutritivas, requieren y mantienen un sabor amargo (Stanton, 1966). Desde hace mucho tiempo se ha establecido la existencia de una acción inhibidora de crecimiento en animales alimentados con leguminosas. Esto se debe a que presentan ciertas sustancias tóxicas, entre las cuales las más importantes son: inhibidores de tripsina, hemaglutininas, glucósidos cianogénicos, saponinas (Kakade *et al.*, 1969; Jaffe y Vega, 1982; Elías *et al.*, 1976; Bressani, 1972).

3.7.- Usos

El *Cajanus cajan* es un importante cultivo; ya que tiene múltiples usos, tales como: abonos verdes, fijador de nitrógeno, el cual es imprescindible para mejorar la fertilidad del suelo, más aún si va asociado con otros cultivos de corta duración. (Mateo, 1961). El gandul ha sido de múltiples usos en Centroamérica, en las Antillas y en todos los países del trópico. En Colombia en la zona cálidas y en las zonas cafetaleras, se usa especialmente para el

consumo humano y con sombrío, transitorio, pero no se ha utilizado lo suficiente en las dietas animales a consecuencia de la falta de divulgación.

El gandul (*Cajanus cajan*), es un alimento que se desarrolla en los países tropicales. Nutritivo y saludable, las semillas verdes y vainas sirven como vegetales. Las semillas maduras son una fuente de flúor, usados para servir sopas o para comer con arroz. Frecuentemente crece bajo sombra, ocasionalmente sirve como cortina rompevientos.

En Malasia las hojas son usadas como alimento del gusano de seda. El tallo seco sirve como combustible, paja y cestería. (Duke, 1981).

El grano se emplea para alimento humano y para pienso, las cáscaras y las granzas constituyen un útil forraje de gran volumen. En la India se cultivan al año cerca de 2,350,000 hectáreas. En una sola recolección hecha en Hawaii, las copas llenas de vainas rindieron 11,200 kg de forraje verde, 4,970 kg de materia seca y 400 kg de proteína por hectárea (Takahashi y Ripperton, 1949).

Las semillas se utilizan en la alimentación humana, ya que tienen un alto contenido en lisina y metonina. Se preparan sopas, papillas y harinas. La vaina y semillas sin madurar se utilizan para la preparación de ensaladas y conservas.

Las semillas de esta planta tienen propiedades valiosas principalmente por su elevada proporción de proteínas, el hecho de que además una vez maduras pierden fácilmente humedad pudiendo almacenarse sin peligro, tienen

buena cantidad de materias minerales y vitaminas, tales como la A y B; su valor energético es muy elevado (Cubero, *et al.*, 1983).

Las leguminosas constituyen el complemento más utilizado para aumentar el contenido de proteínas de las raciones concentradas que suelen administrar a monogástricos (ave de carne y puesta, cerdos y conejos principalmente) (Michaelis y Vanegas, 1986; Cubero, *et al.*, 1983).

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

Las semillas se utilizan como pienso para el ganado. En las raciones para aves constituyen hasta el 30 %; así también las vainas tiernas y las hojas pueden ser un excelente forraje.

En Masaya, Nicaragua lo utilizan en barreras vivas o en asociación con sorgo de postrera. Además se utiliza como abono verde, forraje, heno, ensilaje.

Para ensilaje y heno el mejor periodo de corte es cuando un alto porcentaje de vainas están maduras porque la mayor parte del valor nutritivo o sea la proteína esta en la semilla.

El heno en *Cajanus cajan* es un buen sustituto para concentrado industrial cuando está caro. Para harina hay que secar la planta seis a ocho días antes que sea molida. El gandul es bueno para engorde así como para la producción de leche.

El ganado vacuno alimentado totalmente en un prado de gandul aumentó de peso de 0.7 – 1.25 kg por reses al día, con una densidad de carga de 3.75 reses por hectáreas y se han registrado de 200 – 500 kg de aumento de peso vivo por hectárea y por año (Krause, 1932). En el Brasil, Von Schaaffhausen (1966) comprobó que los cebúes que pastoreaban un prado de hierba pangola y gandul, ganaron un promedio de 35 kg en 90 días durante una breve sequía, mientras que los animales en un prado regularizado perdieron 6 kg. En prados de rotación de *Lablab purpureus*, gandul y gramíneas, 47 toros aumentaron 40 kg en 63 días.

3.8.- Otros usos

Morton y Java (1976), en la India estiman que es una planta medicinal con propiedades antirreumáticas, diuréticas, hemostáticas y astringentes. Las flores y brotes jóvenes se emplean para afecciones bronquiales y pulmonares. La cocción de las hojas se aplica para lavar llagas, heridas, irritaciones de la piel, sarna y picazón. Con las semillas secas se hace cataplasma dado su efecto desinfectante y cicatrizante; además el gandul se utiliza para leña, producción de miel, siropes y otros medicamentos.

Una de las ventajas de los abonos verdes es el bajo costo y el fácil manejo para la incorporación, además que se puede utilizar para la alimentación del ganado (forraje) y en la alimentación humana (granos). Es importante, además porque puede utilizarse como cultivo de cobertura, de laderas e interacción con otros cultivos. (Whyte, 1959).

El gandul está considerado como una buena planta para restablecer la fertilidad y se utiliza en una rotación de maíz, maní y tabaco durante un periodo de tres a cuatro años en Uganda (Stanton, 1996). En Hawai se estableció una provechosa rotación con piña –cinco años para cada cultivo con un gran beneficio para el cultivo de piña.

Onim, (1897) comprobó una fijación máxima de nitrógeno en el gandul de 14.5 mg/día frente a 10.3 mg para *Centrosema pubescens* y 4.6 mg para *Stylosanthes guianensis*, el 88% de nitrógeno fijado se transportó a los ápices de la planta en gandul.

3.9.- Usos en Nicaragua

En Nicaragua el gandul posee características favorables que bien pueden aprovecharse tales como: rusticidad, competencia con malezas, adaptación con diversos tipos de suelos, recuperación, floración constante, producción abundantes de semillas y rendimiento de forrajes aceptables; además no parece ser exigente en nutriente. (PRODES, 1995). En la actualidad se evalúa su desarrollo fenológico, productividad, resistencia a las sequías, palatabilidad y consumo por los bovinos para pastoreo directo. También se incluye la

adaptación y validación de técnicas generadas por la investigación para ser utilizadas por los productores, proporcionar subsidios para nuevas investigaciones, servir como instrumento de difusión de las técnicas de producción de leche y demostrar la importancia administrativa en la actividad productiva.

IV.- MATERIALES Y METODOS

4.1.- Ubicación del Ensayo

Este experimento se realizó en los predios 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 precipitación media anual es de 1,132.07 mm. La temperatura media anual es de 27.08° C, con una humedad relativa anual de 73.2% (INETER, 1990).

El suelo del experimento es de textura franco-arenoso, permeabilidad media y profundos, pertenece al grupo taxonómico de los inceptisoles. (Catastro e inventario de recursos naturales de Nicaragua, 1971). (Anexo 11)

4.3.- Manejo del Ensayo

4.3.1.-Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó el 25 de octubre de 1999. Consistió en roturación con un pase de arado, dos de grada y un pase de nivelación, a fin de favorecer una buena emergencia de la semilla para que la planta pudiera tener un buen desarrollo de su sistema radicular. La siembra se realizó el 28 de octubre de 1999, depositando dos semillas por golpe a 3 cm de profundidad. El raleo de la planta se hizo 15 días después de la germinación de la planta. No realizó ningún tipo de fertilización.

4.3.2.-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 de suelos de la Universidad Nacional Agraria un kilogramo por cada muestra para su respectivo análisis físico-químico. (Anexo 7, 8 y 9)

4.3.3.-Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (BCA), con tres repeticiones y tres tratamientos para un total de nueve parcelas. El área total

utilizada fue de 304 m², con 19 m de largo y 16 m de ancho; cada parcela tuvo una dimensión de 5 m de largo y 4 m de ancho (20 m²). El área de la parcela útil fue de 12 m², 4 m de largo x 3 m de ancho (Anexo 11). La duración del ensayo fue de cinco meses.

4.4.- Descripción de los Tratamientos

Los factores con sus respectivos niveles se reflejan en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores con sus respectivos niveles a evaluar.

Densidad de Siembra		Hilera por planta
T ₁	20,000 plantas/ha	<i>0.1 m x 0.5 m</i>
T ₂	26,666 plantas/ha	<i>0.75 m x 0.50 m</i>
T ₃	40,000 plantas/ha	<i>1 m x 0.25 m</i>

Se utilizaron densidades y distancias de siembra para generar información local preliminar. No se encontró trabajos que pudiéramos tomarlos como parámetros.

4.5. Variables a Medir

Las variables a medir en el ensayo fueron:

- Altura promedio de plantas (cm)
- Diámetro del tallo (cm)
- Número promedio de vainas por planta.
- Número de granos por vaina
- Producción de granos en kg/ha.

4.5.1. Altura promedio de plantas (cm)

Se tomaron el 24% de plantas al azar de la parcela útil, realizándose la medición en cm, desde el suelo hasta el ápice de la planta (Toledo *et al.*, 1988).

4.5.2.-Diámetro del Tallo (cm)

Esta variable se midió tomando el 24% de las plantas de la parcela útil, al azar y del suelo a 3 cm hacia el ápice; se midió el diámetro el cual se hizo mensualmente durante todo el experimento.

4.5.3. Número Promedio de Vainas por Planta

Se contaron el 24% de las plantas seleccionadas al azar por parcela útil de cada tratamiento, durante el periodo de producción.

4.5.4.-Número de Granos por Vaina

Una vez cosechadas las vainas maduras del 24% de las plantas seleccionadas al azar de cada parcela útil por tratamiento, se contaron 500 granos y se determinó el promedio de granos por vaina.

4.5.5. Producción de Grano kg/ha

El rendimiento de granos se obtuvo del 24% de las plantas de la parcela útil, y se extrapoló a kg/ha.

4.6.- Análisis Estadístico

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

4.6.1. Modelo estadístico

Modelo: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$

Y_{ij} = j-ésima observación del i-ésimo tratamiento (T_1, T_2 y T_3)

μ = Es la media poblacional

T_i = Efecto de i-ésimo tratamiento (T_1, T_2 y T_3)

β_j = Efecto del j-ésimo bloque (I, II y III)

ε_{ij} = Error experimental

$i = 1, 2$ y 3 (t) tratamiento

$j = 1, 2$ y 3 (r) repeticiones

Una vez realizado el análisis de varianza, de encontrar significativa la prueba “F” para los tratamientos, se procedió a comprobar las medias de las variables repuestas de los distintos tratamientos, basados en el procedimiento de Duncan.

4.7.- Análisis Económico

Se realizó un análisis económico con los diferentes tratamientos evaluados, para ello se consideraron los siguientes parámetros.

Costo de producción

Incluyen los costos fijos tales como: preparación del suelo, mano de obra, servicios, insumos y cosecha, además los costos variables que implican cantidad de semilla para cada uno de los tratamientos.

Rendimiento

Implica la producción de cada uno de los tratamientos, expresados en kg/ha.

Ingresos

Rendimiento de cada una de los tratamientos por el precio del producto en el mercado al momento de la cosecha.

Utilidad Neta

Son los ingresos menos los costos de producción.

Relación Beneficio Costo

Ingresos sobre los costos de producción.

V.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1- VARIABLES EVALUADAS EN EL ENSAYO

5.1.1.- Altura Promedio de Plantas

El análisis de varianza de la variable altura promedio de plantas (Anexo 1), nos indica que no existen diferencias significativas entre bloques y tratamientos, lo cual se confirma a través de la prueba de rangos múltiples de Duncan (5%), la que agrupa los datos en una sola categoría estadística, (Tabla 2).

En la tabla 2 constatamos que no hubo diferencias entre los tratamientos, donde el T₁ fue el de menor altura con 141 cm y el T₃ el de mayor altura con 171 cm.

Según (Duke, 1981) este frijol puede llegar a alcanzar alturas de hasta 4 metros. Tabla 2. Comparación múltiple de medias por el método Duncan para la variable Altura promedio de planta del gandul (*Cajanus cajan*) L. Millsp., sometido a tres densidades de siembra.

TRATAMIENTOS		MEDIA (cm)
T ₃	(40,000)	171.00
T ₂	(26,666)	168.00
T ₁	(20,000)	141.33

* Literales con la misma letra no difieren estadísticamente.

5.1.2.- Diámetro del Tallo

El análisis de varianza de la variable diámetro del tallo (Anexo 2), reflejo que no existe diferencia significativa entre bloques y tratamientos, esto lo confirma la prueba de rangos múltiples de Duncan (5%), la que agrupa los datos en una sola categoría estadística, (Tabla 3).

En la tabla No.3 se muestra que los tratamientos tuvieron leves diferencias entre sí. El mayor diámetro promedio del tallo lo obtuvo el T₃ con 0.59 cm y 0.53 cm el T₁ con el menor diámetro. Esto resultados reflejan que bajo estos tratamientos y bajo este período de desarrollo de la planta no existen diferencias en relación al engrosamiento caulinar de la planta.

Tabla 3. Comparación múltiple de medias por el método Duncan para la variable Diámetro promedio de planta del gandul (*Cajanus cajan*) L. Millsp., sometido a tres densidades de siembra.

TRATAMIENTOS		MEDIA (cm)
T ₃	(40,000)	0.59
T ₂	(26,666)	0.57
T ₁	(20,000)	0.53

* Literales con la misma letra no difieren estadísticamente.

5.1.3.- Número de vainas por plantas

Los resultados del análisis de varianza para la variable número de vainas por plantas (Anexo 3) presentaron diferencias estadísticas al 5% entre bloques y tratamientos, esto lo ratifica la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% la que los datos en dos categorías estadísticas (Tabla 4).

Tabla 4. Separación múltiple de medias por el método de Duncan, para la variable Número de vainas por plantas del gandul (*Cajanus cajan*) L. Millsp, sometido a tres densidades de siembra.

TRATAMIENTOS (kg/ha)		MEDIA	
T ₁	(20,000)	163.00	a
T ₂	(26,666)	153.66	a b
T ₃	(40,000)	138.00	b

* Literales con la misma letra no difieren estadísticamente.

En la tabla 4 se verifica que el T₁, es similar al T₂ no así con el T₃, siendo el T₃ el de menor número de vainas por plantas con 138 y el de mayor fue el T₁ con 163 vainas por plantas.

El número de vainas por plantas disminuye conforme se aumenta la densidad de siembra Hakanson, (1988). Díaz y Aguilar (1984), afirma que el frijol sembrado a menor densidad presenta un número mayor de vainas por plantas, ocasionado por un mayor número de vainas.

5.1.4. Número de Granos por Vaina

El análisis de varianza realizado a la variable número de granos por vaina (Anexo 4), reflejó efecto no significativo para los bloques y tratamientos, la prueba de rangos múltiples de Duncan, las ubicó en una sola categoría estadística (Tabla 5).

En la tabla No. 5, Duncan ubicó en una sola categoría estadística esta variable, siendo el T₁ el de menor promedio y el T₃ el de mayor promedio para esta variable. Vega, (1992) afirma que la vaina del gandul puede llegar a tener producción de 4 a 6 granos.

Tabla 5 Separación múltiple de medias por el método de Duncan para la variable Número de granos por vaina del gandul (*Cajanus cajan* L. Millisp), sometido a tres densidades de siembra.

Tratamientos	Media grano/vaina
T ₃ (40,000)	6.00 a
T ₂ (26,666)	6.00 a
T ₁ (20,000)	5.66 a

* Literales con la misma letra no difieren estadísticamente.

5.1.5. Producción de Granos

El análisis de varianza para la variable producción de granos (Anexo 5) muestra diferencias estadísticas al 5% entre bloque y significativamente al ($P < 0.0001$) entre tratamientos. Duncan agrupa los datos en tres categorías estadísticas (Tabla 6).

La tabla 6, refleja que el T_3 es similar al T_2 , no así con el T_1 . Donde el T_1 con 1433.8 kg/ha presenta la menor producción y el T_3 , con 2239.8 kg/ha fue el de mayor producción.

Hakanson (1983) indica que el aumentar la densidad de siembra aumenta el rendimiento, hasta un punto donde el rendimiento se reduce. Este mismo autor en Uganda reporta rendimientos de granos que van desde 889 hasta 1225 kg/ha.

En África se reportan producciones de 2000 kg/ha con especies de corta duración, y en el Este de la India hasta 5000 kg/ha (Abrams y Julia, 1973).

Tabla 6 Separación de medias por el método de Duncan para la variable Producción de granos kg/ha del gandul (*Cajanus cajan* L. Millsp.) sometido a tres densidades de siembra.

TRATAMIENTOS		MEDIA (cm)
T ₃	(40,000)	2,239.8 a
T ₂	(26,666)	1,664.9 b
T ₁	(20,000)	1,433.8 c

* Literales con la misma letra no difieren estadísticamente

5.2.- ANÁLISIS ECONÓMICO

El costo de establecimiento para la producción de una hectárea de gandul es de US\$ 179.61 para el T₁, los ingresos que se obtuvieron por la venta de la producción es de US\$ 372.00, obteniendo una utilidad neta de US\$ 192.39; para el T₂ el costo de establecimiento es de US\$ 181.23, los ingresos generales son de US\$ 444, lo que proporciona una utilidad neta de US\$ 262.77. El costo de establecimiento para el T₃ es de US\$ 184.47, los ingresos logrados son de US\$ 588.00, con una utilidad neta de US\$ 403.53 (Anexo 6) y (Tablas 7, 8 y 9).

Además se calculó la relación Beneficio-Costo para cada uno de los tratamientos, obteniéndose los siguientes resultados. Para el T₁ una relación B/C de US\$ 2.07 para el T₂ \$ 2.45 y para el T₃ US\$ 3.19 (Tabla 9).

Basándonos en el análisis económico se comprobó que el T₃ es el de mayor rentabilidad, superando al T₁ y T₂, o sea que para el T₃, por cada dólar invertido se obtuvo de ganancia US\$ 2.19 para el T₁ por cada dólar invertido se obtuvo 1.07 de ganancia y el T₂ por cada dólar invertido se obtuvo US\$ 1.45 de ganancia.

Tabla 7. Comparación de Rendimiento del Gandul

Tratamiento	Rendimiento Promedio (Kg/ha)	Rendimiento Promedio (qq/ha)	Precio qq US\$	Ingreso US\$
T ₁	1433.8	31	12	372
T ₂	1664.9	37	12	444
T ₃	2239.8	49	12	588

Tabla 8. Cálculo de utilidad neta/h de la producción del gandum.

CONCEPTOS	T ₁	T ₂	T ₃
Ingreso	372.0	444.00	588.00
Costo	179.61	181.23	184.47
Utilidad	192.39	262.77	403.53

Tabla 9 Cálculo de la relación Beneficio-Costo.

Conceptos	T ₁	T ₂	T ₃
Relación Beneficio/Costo	2.07	2.45	3.19

VI.- CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este trabajo se concluye lo siguiente:

1. No existió diferencia significativa con respecto a la variable altura, diámetro del tallo, número de granos por vaina de la planta entre los tres tratamientos evaluados.
2. La variable número de vaina por planta presentó diferencias estadísticas al 5% o sea 163 vainas por planta. Siendo el T₁ (20,000 plantas/ha) el que tuvo el mayor número de vainas.
3. En cuanto a la variable producción de granos, ésta mostró diferencias estadísticas, al ($P < 0.001$) entre tratamientos, siendo el T₃ (40,000 plantas/ha) el de mayor producción de granos o sea 2,239.8 kg/ha.
4. El tratamiento de mejor rentabilidad lo presentó el T₃ (40,000 plantas/ha), el cual supera al T₁ y T₂.
 - T₃ → Se invirtió por cada dólar y se obtuvo una ganancia de US\$ 2.7.
 - T₂ → Se invirtió por cada dólar y se obtuvo una ganancia de US\$ 1.83
 - T₁ → Se invirtió por cada dólar y se obtuvo una ganancia de US\$ 1.38

VII- RECOMENDACIONES

- ◆ Efectuar trabajos similares, pero en diferentes condiciones, edafoclimáticas, para conocer su potencial productivo promedio.
- ◆ Realizar trabajos con fertilización completo, para conocer hasta cuánto se puede aumentar su potencial productivo.
- ◆ Evaluar el potencial productivo en biomasa verde y seca, bajo diferentes edades y alturas de corte y densidades poblacionales, para conocer mejor las bondades de este cultivo.

VI.- BIBLIOGRAFÍA

- Abrams, R. y E.J. Julio 1993. Effect of planting time, plan population and row spacing on yields and other characteristics of pigeon pea (*Cajanus Cajan L. Millsp.*) The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. Vol. II, 150 p.
- Aznar, P. 1991. Economía campesina y 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. Esteli, 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, (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1983. Pastos Tropicales, Boletín 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.

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. y 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. Competiton and production in short-lived cropweed stans. 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 agrícolas. San José. Costa Rica.

Hammenton, J. L. 1971. Asparing Date Trial Whit (*Cajanus cajan*) L. MILLS paugh. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico. 235-244 p.

INETER 1990. (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales) Mapas Topográficos. Nicaragua. Escala 1: 50000.

INCAP. 1961. Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. 31-59 p.

ISTA, 1978. Institute Seed Technology Analysis.

Jaffe, W.G. and Vega C.L. 1982. Heat-Labile growth-inhibiting factor in beans (*Faseolus vulgaris*), Journal Nutrition . N. Y. (E.E.U.U.) 94:203.

Jayal, M.M.; Gupta, P.S. Maha; de van. 1976. Nutritive value of Arhay (*Cajanus cajan*) bloosa for feeding cattle. The Indian Veterinaty 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.; Leiner and Warbel, P.E. 1969. 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. 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 crop for 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.

Lateef, 1991, y Minja, 1997

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. y Sheila, V. K. 1990. Gandúl; geografía e importancia. Patanchene, India. p. 1-14.
- Onim, 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). 1997. 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 flowe 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. y 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 responce to change plant desing. Crop science . FAO, Roma (Italia). 12:121-122.

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. y 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 agricultura Tropical (CIAT), Calí, Colombia.

Vega, E.1996. 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.1992. Weight increase of Zebú cattle grazaing on the legumes do lechos lablad and *cajanus indicus*. Pros.9th int. Grass. Congr., Saõ Paulo, Brasil. 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.

Skerman, P.J. 1991. Leuminosas forrajeras tropicales. FAO. Roma, Italia.
849p

ANEXOS

Anexo 1 Análisis de Varianza para la variable Altura promedio de las plantas del gangul (*Cajanus cajan*) L Millsp.) sometidos a tres densidades de siembra.

F.V	G.L	C.M	F.e.	Pr > F
BLOQUE	2	618.11	2.48	0.199 NS
TRATAMIENTO	2	800.11	3.21	0.147 NS
ERROR	4	249.11		

CV: 9.85

NS = No significativo

Anexo 2 Análisis de Varianza para la variable Diámetro promedio del tallo del gangul (*Cajanus cajan*) L Millsp.) sometidos a tres densidades de siembra.

F.V	G.L	C.M	F.e.	Pr > F
BLOQUE	2	0.0038	2.05	0.244 NS
TRATAMIENTO	2	0.0037	1.98	0.253 NS
ERROR	4	0.0018		

CV: 7.71

NS = No significativo

Anexo 3 Análisis de Varianza para la variable Número promedio de vainas por plantas del gangul (*Cajanus cajan*) L. Millsp. sometidos a tres densidades de siembra.

F.V	G.L	C.M	F.e.	Pr > F
BLOQUE	2	912.44	13.94	0.0157 *
TRATAMIENTO	2	478.77	7.32	0.0461 *
ERROR	4	65.44		

CV: 5.33

* Significativo al 5%.

Anexo 4 Análisis de Varianza para la variable Número de granos por vainas del gangul (*Cajanus cajan L Millsp.*) sometidos a tres densidades de siembra.

F.V	G.L	C.M	F.c.	Pr > F
BLOQUE	2	0.11	1.00	0.444 NS
TRATAMIENTO	2	0.11	1.00	0.444 NS
ERROR	4	0.11		

CV: 5.66

NS = No significativo

Anexo 5 Análisis de Varianza para la variable Producción de granos kg/ha del gangul (*Cajanus cajan L Millsp.*) sometidos a tres densidades de siembra.

F.V	G.L	C.M	F.c.	Pr > F
BLOQUE	2	152119.07	14.46	0.0957 * NS
TRATAMIENTO	2	516759.44	15.16	0.136 ** NS
ERROR	4	34076.24		

CV: 10.37

* Significancia al 5%

** Significancia al 0.001%

Anexo 6 Costos de establecimiento de producción de una hectárea de Gandul
(*Cajanus Cajan L. Mill Sp.*)

	Concepto	Cantidad Dosis	Unidad de medida	Costo unitario US\$	Costo Total
1	Preparación del suelo:				
	Arado	1	Pase		11
	Primer gradeo	1	Pase		10
	Segundo gradeo y nivelación	1	Pase		12.04
	Surcado	1	Pase		10
	Análisis de suelo	2	Muestra	15	30
	Sub-total			58.04	73.04
2	Mano de obra:				
	Siembra	6	DH	2.00	12.00
	Primer control de maleza	6	DH	2.00	12.00
	Segundo control de maleza	4	DH	2.00	8.00
	Tercer control de maleza	4	DH	2.00	8.00
	Cuarto control de maleza	3	DH	2.00	6.00
	Sub-total			10	48.00
3	Servicios				
	Transporte de insumos	1	qq	2.46	2.46
	Sub-total			2.46	2.46
4	Insumos:				
	Compra de sacos	100	Unidad	0.20	20.00
	Sub-total				20.00
5	Cosecha, corte y aporreo, Transporte interno	10	DH	3.00	30.00
	Sub-total			3.25	47.75

	Costo Variables				
	Transporte Interno T ₁	31	Qq	0.25	7.75
	Semilla T ₁	3	Kg	0.12	0.36
	Sub Total T₁			0.37	8.11
	Transporte Interno T ₂	37	qq	0.25	9.25
	Semilla T ₂	4	Kg	0.12	0.48
	Sub Total T₂			0.37	9.75
	Transporte Interno T ₃	49	qq	0.25	12.25
	Semilla T ₃	6	Kg	0.12	7.72
	Sub Total T₃			0.37	12.97
Costo Total					
					T₁
					179.61
					T₂
					181.23
					T₃
					184.47

Tipo de cambio: US\$ 1.00 = C\$. 12.61 al 31/05/2001.

Anexo 7 Análisis físico del suelo.

Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Textura
22.5	32.5	45	Franco-Arenoso

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

Anexo 8 Análisis químico del suelo al momento del establecimiento.

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

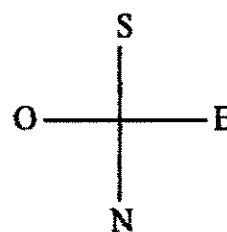
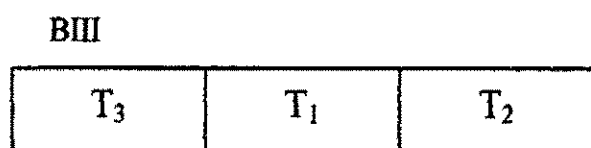
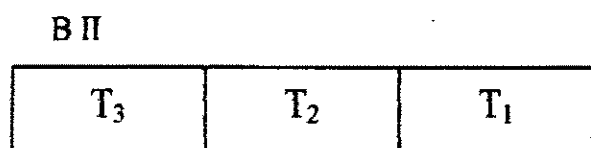
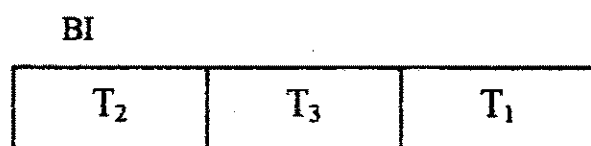
Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, Universidad Nacional Agraria (UNA), 2000.

Anexo 9 Análisis químico del suelo al momento de la cosecha.

pH en agua	Materia orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (meq/100)
6.7	2.96	0.14	0.10	0.23

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

Anexo 10 Esquema del ensayo de campo



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

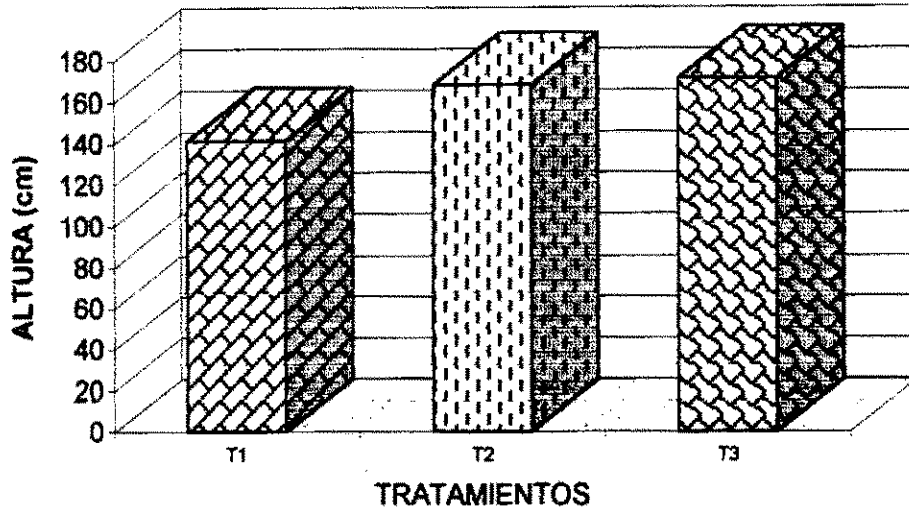
Área de los bloques: 76 m² (19 m largo x 4 m de ancho)

Área de las parcelas: 20 m² (5 m largo x 4 m de ancho)

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

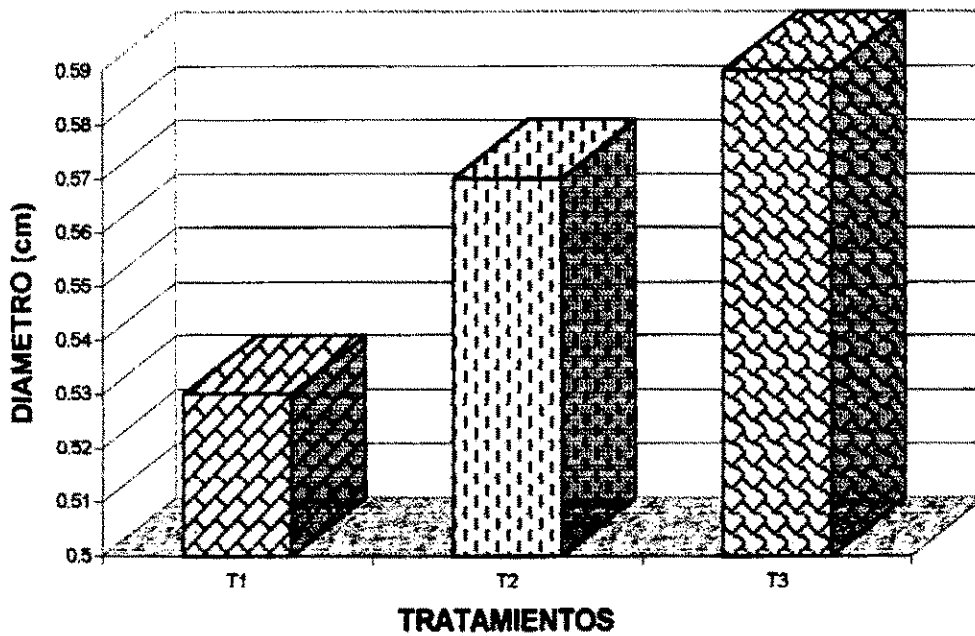
Grafica N° 1

Altura del Gandul bajo tres densidades de siembra



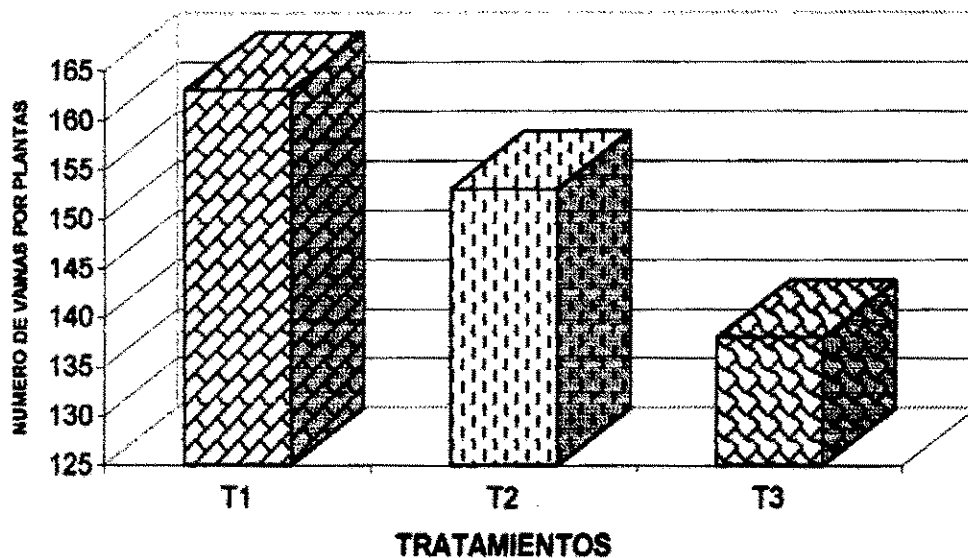
Grafica N° 2

Diametro del tallo del Gandul bajo tres densidades



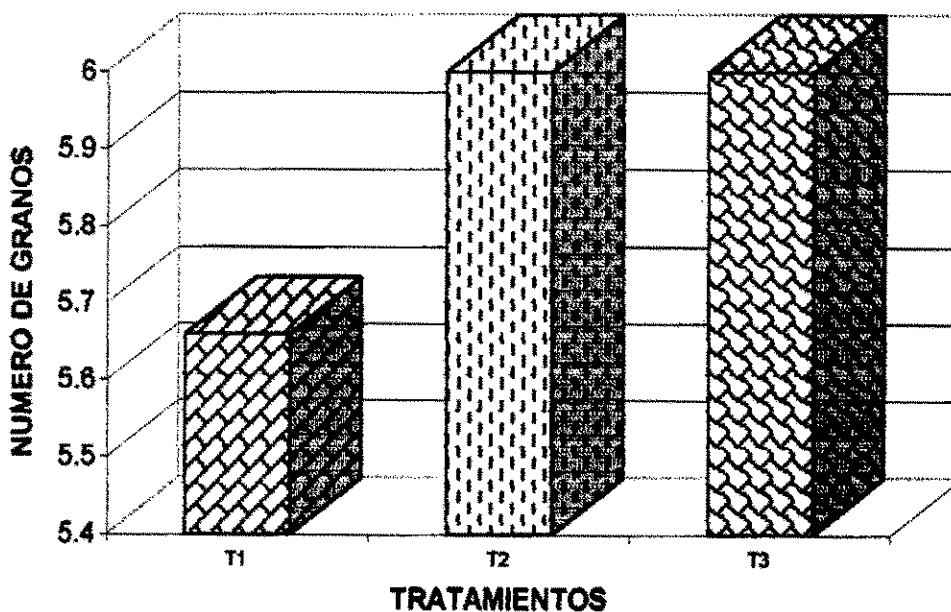
Grafica N° 3

Número de vainas por plantas del Gandul bajo tres densidades



Grafica N° 4

Número de granos del Gandul bajo tres densidades



Grafica N° 5

Producción de granos kg/Ha del Gandul, bajo tres densidades de siembra

