

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL

T E S I S

ESTUDIO DE LA PRODUCCION DE GRANO DE GANDUL
(*Cajanus cajan* L. Millsp) BAJO DIFERENTES DENSIDADES
POBLACIONALES EN SUELOS FRANCOS ARENOSOS DE
LA ZONA DE MANAGUA

Autores:

Arnoldo Rodríguez Polanco

Cela García Pérez

Tutor:

Ing. Domingo José Carballo MSc.

Managua, Nicaragua 2001

AGRADECIMIENTO

- 1. A través del presente escrito quiero expresar mis agradecimientos por sobre todas las cosas a Jehová Dios, quien por tan solo su misericordia me ha permitido concluir el sueño que un día me propuse.*
- 2. Al Ing. Domingo José Carballo por ofrecer su apoyo y colaboración incondicional en la revisión de este trabajo.*
- 3. Al Ing. José Ariel Téllez, por su colaboración técnica y apoyo moral que me brindo.*
- 4. Al Ing. Sergio Álvarez por su cooperación y sugerencias durante el proceso Investigativo.*
- 5. Agradezco a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de esta investigación.*

AGRADECIMIENTO

Al SEÑOR TODOPODEROSO: Quien nos da la dicha de ser, nos traza el camino y dirige nuestros movimiento para que llegemos a ser lo mejor en esta vida.

A Todos los compañeros de trabajo que me aconsejaron continuar y ayudaron para que este trabajo sea una realidad . A Todos mucha gracias.

Arnoldo Rodríguez Polanco

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo con mucho amor a las personas que en mi vida tienen mucho valor.

A mis Padres: Olinto García C , Aydalina Pérez C. quienes me transmitieron la importancia que tiene el estudiar para llegar hacer un profesional en el futuro.

A mis hermanos por el gran apoyo solidario, en los momentos de lucha que enfrenté.

A mis hermanos de fé de la Congregación Juan 3-16 de las Asambleas de Dios por su aporte espiritual que me brindaron.

A mis hijas: Erica Blanco G y Katuska Blanco G. Para que mis esfuerzos en medio de las dificultades que ellas pudieron ver, les inñte a poner la mirada hacia un futuro; de ser una persona útil en esta sociedad y a la vez construbuir al desarrollo de nuestra patria.

DEDICATORIA

A mis hijos e hijas: Quienes de forma indirecta han contribuido a mi formación, impulsándome a seguir adelante.

Arnoldo Rodríguez Polanco

INDICE DE MATERIAS

Contenido	Pág
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE	iv
RESUMEN	vi
LISTA DE TABLA	vii
LISTA DE ANEXO	ix
LISTAS DE GRAFICO	
I.- INTRODUCCION	1
II.- OBJETIVOS	3
3.1. Generalidades de las especie	4
3.2. Plagas y enfermedades	7
3.3. Rendimiento	8
3.4. Almacenamiento	10
3.5. Valor nutritivo	10
3.6. Usos	11
3.7. Otros usos	13
3.8. Usos de Nicaragua	14
IV.- MATERIALES Y METODOS	15
4.1. Ubicación del ensayo	15
4.2. Suelo y clima	15
4.3. Manejo del ensayo	15
4.3.1. Preparación del suelo	15
4.3.2. Toma de muestra del suelo	16
4.3.3. Diseño experimental	16
4.4. Descripción de los tratamientos	16
4.5. Variables evaluadas	17
4.5.1. Altura promedio de plantas (cm)	17
4.5.2. Diámetro del tallo (cm)	17
4.5.3. Número promedio de la vaina (cm)	17
4.5.4. Diámetro promedio de la vaina	17
4.5.5. Número de granos por planta	17
4.5.6. Producción de granos en kg/ha	18
4.6. Análisis estadístico	18
4.7.-Análisis económico	19

V.- RESULTADOS Y DISCUSION	20
5.1. Variables evaluadas en el ensayo	20
5.1.1. Altura promedio de plantas	20
5.1.2. Diámetro promedio del tallo	21
5.1.3. Número promedio de vainas por planta	22
5.1.4. Diámetro promedio de vaina	23
5.1.5. Número promedio de granos por vaina	25
5.1.6. Producción de grano kg/ha	26
5.2. Análisis económico	28
VI. CONCLUSIONES	30
VII RECOMENDACIONES	31
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA	32
VIII. ANEXOS*	36

LISTA DE TABLAS

Tabla	Pág.
1.- Factores con sus respectivos niveles de siembras evaluados en el experimento	
2.- Análisis de varianza para la variable altura promedio de la planta del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millisp, sometido tres densidades de siembra en la producción de grano.	20
3.- Separación de medias por el método de Tukey para la variable altura promedio de la planta del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millisp, sometido tres densidades de siembra.	21
4.- Análisis de varianza para la variable diámetro promedio del tallo, promedio de la planta del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millisp, sometido tres densidades de siembra en la producción de grano	21
5.- Separación de medias por el método de Tukey para la variable diámetro promedio del tallo del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millisp bajo tres densidades de siembra	22
6.- Análisis de varianza para la variable número promedio de vainas de la planta del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millisp, sometido tres densidades de siembra en la producción de grano.	22
7.- Separación de medias por el método de Tukey para la variable número promedio de vainas de la planta (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millisp sometido a diferentes densidades poblacionales	23
8.- Análisis de varianza para la variable diámetro promedio de vaina del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millisp sometido a diferentes densidades poblacionales.	24
9.- Separación de medias por el método de Tukey para la variable diámetro promedio de vainas para el factor época de siembra, del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millisp, sometido a tres densidades de siembra	24
10.- Análisis de varianza para la variable número promedio de granos por vainas del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millisp sometido tres densidades de siembra en la producción de grano.	25

11.- Separación de medias por el método de Tukey para la variable número promedio de grano por vaina, del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millsp, sometido a tres densidades de siembra.	26
12.- Análisis de varianza para la variable producción de grano del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millsp sometido tres densidades de siembra en la producción de grano	26
13.- Separación de medias por el método de Tukey para la variable producción de grano kilogramo hectárea del gandul (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millsp sometido a tres densidades de siembra	27
14.- Comparación de rendimiento de frijol gandul	29
15.- Cálculo de utilidad neta/a de la producción del gandul	29
16.- Cálculo de la relación costo/beneficio	29

LISTA DE ANEXOS

Anexos	Pág.
1.- Costos de establecimiento de producción de grano de una hectárea del gandul	37
2.- Análisis físico del suelo	39
3.- Análisis químico del suelo al momento del establecimiento	39
4.- Análisis químico del suelo al momento de la cosecha	39
5.- Esquema del ensayo	40

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO

- Gráfico 1. Altura promedio del gandul (*Cajanus cajan*) L. Millsp, bajo tres densidades de siembra
- Gráfico 2. Número de vainas por planta del gandul (*Cajanus cajan*) L. Millsp, bajo tres densidades de siembra
- Gráfico 3. Número promedio de granos por vaina del gandul (*Cajanus cajan*) L. Millsp, bajo tres densidades de siembra
- Gráfico 4. Producción de granos del gandul (*Cajanus cajan*) L. Millsp, bajo tres densidades de siembra

Rodríguez, P. A, García C. 2001. Estudio de la producción de grano de gandul (*Cajanus cajan* L. Millsp) bajo diferentes densidades poblacionales en suelos franco arenosos de la zona de Managua.

Palabras claves: Análisis de varianza, gandul, leguminosas, producción, costos, rendimiento.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en el municipio de Managua, durante el período de Octubre a marzo (1999-2000). Se evaluó el estudio de la producción de grano de gandul (*Cajanus cajan* L. Millsp) bajo diferentes densidades de siembra. Para esto se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con tres bloques y tres tratamientos. Las variables estudiadas fueron: Altura promedio de la planta (cm), Diámetro del tallo (cm), Número de vainas por planta, Diámetro de la vaina, Número de granos por vainas, y Producción de granos en kg/ha. El análisis estadístico consistió, en análisis de varianza y separación de medias usando Tukey. En el cual se determinó que no hubo efecto significativo para la Altura de la planta, Diámetro del tallo, Número de vainas por planta, Diámetro de la vaina y Número de granos por vainas. Para la variable Producción de granos hubo efecto altamente significativo ($P < 0.001$) entre tratamiento, y significativo al ($P < 0.05$) entre bloques. La mayor producción de granos se obtuvo del (T3) 20.000 plantas/héctarea con 2308.8 kg/ha, el que también resultó el de mejor rentabilidad económica.

I. INTRODUCCION

La alimentación del ganado en el verano representa el principal problema con que se enfrentan los ganaderos de Nicaragua. Para elevar la producción de carne y/o leche, una de las formas para dar respuesta al déficit alimenticio es la producción de granos que pueden incluirse en la alimentación diaria del ganado. La que a su vez contribuye en la alimentación de la población y en la obtención de divisas a través de la exportación de productos.

El gandul representa una alternativa muy importante en este rol, ya que fija nitrógeno al suelo, es utilizado 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 *Cajanus cajan*, es una leguminosa que se adapta a una amplia gama fisiográfica, climática y edáficas. 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 es usado en la fabricación de concentrados para la alimentación de diferentes especies de animales (Cerdo, aves y ganado). En la actualidad no existe hábito de consumo humano, pero sí existen algunas recetas alimenticias que ya contienen gandul.

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 es de mucha importancia realizar el presente estudio con el propósito de generar información preliminar a cerca del potencial productivo del gandul bajo condiciones edafoclimáticas prevalecientes en la zona de Managua, de tal manera permita conocer las características agronómicas que aporta esta leguminosa bajo diferentes densidades de siembra.

II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Estudiar el comportamiento de la producción de grano de gandul *(Cajanus cajan)* L. Millsp bajo diferentes densidades poblacionales en suelos francos arenosos de la zona de Managua.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar el efecto de tres densidades de siembra (8.900, 13.400 y 20.000 plantas/ha), sobre las variables; Altura promedio de la planta, Diámetro del tallo, Número de vainas por plantas, Diámetro de la vaina, Número de granos por vainas y producción de granos kg/ha, del gandul *(Cajanus cajan)* L. Millsp en la zona de Managua.
- Determinar cual es la mejor densidad de siembra (8.900, 13.400 y 20.000 plantas/ha), que ejerce mayor influencia sobre las variables; Altura promedio de la planta , Diámetro del tallo, Número de vainas por plantas, Diámetro de la vaina, Número de granos por vainas y producción de granos kg/ha, del gandul *(Cajanus cajan)* L. Millsp, en la zona de Managua.
- Estimar los beneficios económicos de producción de grano del frijol gandul *(Cajanus cajan)* L. Millsp, en la zona de Managua.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Generalidades de la especie

El gandul (*Cajanus cajan*) tiene su origen en la India y Africa occidental donde se desarrollaron diferentes ensayos, que fueron traídos al nuevo mundo en la época precolombina. Realmente el gandul lo podemos encontrar en forma silvestre en varios lugares Centroamericanos en Africa *cajanus kerstingii* crece en fajas secas de Senegal, Ghana, Togo y Nigeria. El gandul crece en las regiones tropicales y sub húmedas, así como en temperaturas medias (Carolina del Norte), desde treinta grados norte a treinta grados sur (Duke, 1981 a).

El *Cajanus cajan* , es un arbusto de 2 a 4 metro de altura, tallo quebradizo y leñoso su mayor parte con raíz pivotante hojas alternas pinnadas sueltas y lanceoladas 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 de forma lenticular u ovoide de 8 mm de diámetro de diez semillas por gramo Separada una vaina de la otra por insignificantes depresiones (Duke, 1981 a).

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 trifoleadas, 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 estrias 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 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).

El gandul tolera una precipitación anual de 530 a 4030 mm, la optima es de 700-2000 mm/año temperatura media anual de 16° a 35°C, optima de 18 a 28°C y pH de 4.5 a 8 optima de 5.0-7.0.

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

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 alta pluviosidad, se obtienen buenos rendimientos, no así cuando ello ocurre durante los 2 o 4 meses antes de la cosecha. Esto le permite adaptarse a las regiones bajas del trópico (Ramirez, *et al.*, 1997).

El gandul (*Cajanus cajan*) es notablemente resistente a sequías tolerante a zonas secas con menos de 530 mm de precipitación anual, produciendo buena semillas bajo 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 polinización deficiente y permite el ataque de la oruga de la vaina (Duke, 1981a).

El gandul resiste vientos fuertes y con gran velocidad altamente razón por la cual en Nicaragua se le encuentra como cortinas rompe viento en café huertos horticolas y algunos cultivos anuales.

En Queensland, se obtuvieron resultados experimentales de calidad del gandul con 70% de germinación mínima y una pureza de 98.8% la semilla germina a 25 ° Celsius bajo cubierta Gooding, 1987.

En la India y en el Africa, el gandul es ampliamente cultivado y presenta un período de crecimiento lento, se intercala con cultivos de ciclo corto, sin ser afectado su crecimiento. Resiste la sequía y puede crecer en suelos pobres con poca 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 cm. Para producción de granos la densidad de siembra aproximada es de 20 – 40 libras de semillas por manzana y de 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)

3.2. Plagas y enfermedades

Una de las plagas de mayor incidencia, es la mosca de la vaina (*Melanagromyza obtusa*) es una de las más destructivas del gandul en noroeste y centro de la India. Es más prevałeciente 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 periodo de abril – septiembre aunque es una significativa diferencia. En marzo la semilla es afectada por la larva perforadora, *Etiella zinkenella*.

En África (Lateef, 1991 y Minja, 1997), es tan solamente una plaga común en las fincas productoras de gandul en el sureste del Africa, 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*, *Diploida cajani*, *Leveillula taurica*, *Macrophomina phaseoli*, *Phaseolus manihotis*, *Phoma cajani*, *Phyllostica 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 a)

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 *Phithophora* y quizás por *diplodia* la roya *Uredo cajani*.

3.3. Rendimiento

El gandul (*cajanus cajan*) L. Millsp, es una leguminosa importante, cultivo que crece principalmente en áreas tropicales, especialmente hacia el sur del Africa 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, con 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 suelo.

Los rendimientos de vaina verde varían de 1000 a 9000 Kg/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 Africa 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/ha.

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).

3.4. 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).

3.5. Valor nutritivo

Las semillas contienen inhibidores de tripsina e inhibidores de quimotripsina. El forraje verde fresco contiene 70.4% de humedad, proteína cruda 7.1%, fibra cruda 10.7%, extracto fresco de nitrógeno 7.9%, grasa 1.6%. La planta entera y seca contiene de 1 a 1.2% de humedad, 14.8% de proteína cruda, 28.9% de fibra bruta, 39.9% de extracto fresco de nitrógeno y 1.7% de grasa (Duke, 1981a).

COMPOSICION DE LA SEMILLA

CONTENIDO	
↙	HUMEDAD 11.0 %
↙	PROTEINA CRUDA 20.8 %
↙	GRASA 0.8 %
↙	FIBRA CRUDA 9.4 %
↙	EXTRACTO LIBRE DE NITROGENO 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).

3.6. Usos

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 (Mateo, 1961).

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, 1981a).

El grano se emplea para alimento humano y para pienso, las cascara y las granzas constituyen un útil forraje de gran volumen. En la India se cultivan al año cerca de 2,350,000 hectárea. En una sola recolección hecha en Hawaii, las copas llenas de vainas dieron 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 metionina. Se preparan sopas, papillas y harinas. La vaina y semillas sin madurar se utilizan para la preparación de ensaladas y conservas.

Las semillas de éstas plantas tienen propiedades valiosas principalmente por su elevada proporción de proteínas, 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 (aves y cerdos y conejos principalmente) (Michaelis y Vanegas, 1986; Cubero, *et al.*, 1983).

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.

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 de *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 cabeza 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, se 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 (1976). En India y Java 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 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.

Es una planta medicinal con propiedades antirreumáticos y diurética la cocción de las hojas se aplica para lavar llagas, heridas e irritación de la piel. Además se utiliza para leña, producción de miel, siropen y medicamentos.

3.8. 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 algunos departamentos lo utilizan como barreras vivas y en asociación con sorgo de postrera. Además se utiliza como abono verde forraje y ensilaje.

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 m.s.n.m, 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^o 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 inseptisoles. (Catastro e inventario de recursos naturales de Nicaragua, 1971).

4.3. MANEJO DEL ENSAYO

4.3.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó el 10 de octubre de 1999. Consistió en roturación con un pase de arado, dos de grada y nivelación. A fin de favorecer una buena emergencia de la semilla y que la planta pudiese tener un buen desarrollo de su sistema radicular. La siembra se realizó el 18 de octubre de 1999, depositando dos semillas por golpe a 2.5 cm de profundidad. El raleo de la planta se hizo 15 días después de la germinación se realizó 4 veces el control de malezas y el ensayo tuvo una duración de seis meses.

4.3.2. Toma de muestra de suelo

Del área experimental se tomaron dos muestras de suelo, una antes de la siembra y otra al final de la cosecha, a una profundidad de 30 cm, enviando al laboratorio 1 kg por cada muestra para su respectivo análisis físico-químico del cual se obtuvieron los siguientes resultados (Anexos).

4.3.3. Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (BCA) con tres bloques 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 de ancho).

4.4. Descripción de los tratamientos

Los factores con sus respectivos distancias de siembra, se reflejan en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores con sus respectivos niveles en evaluados.

Tabla 1.- Densidades de siembra

Factor	Distancia de siembra
T1 8,900 plantas /ha	1.5 m x 0.75 m
T2 13,400 plantas/ha	1.0 m x 0.75 m
T3 20,000 plantas/ha	1.0 m x 0.50 m
-Leguminosa	-Gandul. (<i>Cajanus cajan</i>) L. Millsp

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.
- Diámetro de la vaina
- Número de granos por plantas
- Producción de grano 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

Dentro del área de cada parcela útil, se tomaron el 24 % de las plantas al azar, y se midió el diámetro del tallo, el cual se hizo mensualmente durante duró el experimento.

4.5.3. Número promedio de vainas por planta

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

4.5.4 Diámetro promedio de la vaina.

Se midieron las vainas del 24% de las plantas seleccionadas al azar por parcela útil de cada tratamiento.

4.5.5. 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 300 vainas y se determinó el promedio de granos por vaina.

4.5.6. Producción de grano

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

4.6. Análisis estadístico

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

4.6.1. Modelo estadístico

Modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \Sigma_{ij}$$

Y_{ij} = j-ésima observación del i-ésimo tratamiento (T1, T2 y T3)

μ = Es la media poblacional

T_i = Efecto de i-ésimo tratamiento (T1, T2 y T3)

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

Σ_{ij} = Error experimental

$i = 1, 2 \text{ y } 3 \dots\dots\dots (t)$ tratamiento

$j = 1, 2 \text{ y } 3 \dots\dots\dots (r)$ repeticiones

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

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.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

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 (Tabla 2), demuestra efectos no significativos entre bloques y tratamientos, esto lo confirma la prueba de rangos múltiples de Tuckey (5%), la que agrupa los datos en una categoría estadística.

Tabla 2 . Análisis de varianza para la variable Altura promedio de las plantas del Gandul (*Cajanus Cajans*) L.Millps, sometido a tres densidades de siembra, en la producción de grano.

FV	GL	CM	FC	Pr >F
BLOQUE	2	3409.33	1.64	0.2947 ns *
TRATAMIENTOS	2	4944.33	2.44	0.2027 ns
ERROR	4	2024.16		

CV. 32 %

* No significativo

En la Tabla 3 , constatamos que no hubo diferencias entre los tratamientos, donde el (T2) fue el de mayor altura con 170.33 cm y el (T3) con 94.67 que fue el de menor altura. Según (Duke, 1981) este frijol puede llegar a alcanzar alturas de hasta 4 metros. Estos resultados indican que a mayores densidades poblacionales hay menor altura, producto de la competencia por los nutrientes del suelo.

Tabla 3. Separación múltiple de medias por el método Tukey para la variable Altura promedio de planta del gandul (*Cajanus cajan*) L. Millsp., sometido a tres densidades de siembra en la producción de grano.

TRATAMIENTOS (PLANTS/HA)	MEDIA (CM)
2 (13.400)	170.33 a *
1 (8.900)	158.00 a
3 (20,000)	94.67 a

Literales no difieren estadísticamente.

5.1.2 Diámetro del tallo

Está variable (Tabla 4) muestra efectos no significativos entre bloques y tratamientos, esto lo ratifica la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% la que a grupa los datos en una sola categorías estadísticas (Tabla 5).

Tabla 4 . Análisis de varianza para la variable Diámetro promedio del tallo del Gandul (*Cajanus Cajans*) L.Millps, sometido a tres densidades de siembra, en la producción de grano.

FV	GL	CM	FC	Pr >F
BLOQUE	2	0.0066	1.82	0.27 ns
TRATAMIENTOS	2	0.0024	0.66	0.5659 ns
ERROR	4	0.0036		

CV. 10.8 %

.Ns. No significativo

En la Tabla 5, Estos resultados demuestran ligeras diferencias entre sí, siendo el (T2), el de mayor diámetro del tallo y el (T3) el de menor diámetro. Esto nos demuestra que a altas densidades de siembra el diámetro del tallo disminuye, producto de la competencia espacial entre plantas, por nutrientes y energía solar.

Tabla 5. Separación múltiple de medias por el método de Tukey, para la variable Diámetro del tallo del gandul (*Cajanus cajan*) L. Millsp, sometido a tres densidades de siembra en la producción de grano.

TRATAMIENTOS (PLANTAS/Ha)	MEDIA (CM)
2 8.978	0.58 a *
1 13.400	0.55 a
3 20.000	0.52 a

* Literales con la misma letra no difieren estadísticamente.

5.1.3. Número de vainas por plantas.

La variable número de vainas por plantas (Tabla 6), no presentaron diferencias estadísticas al entre bloques, y tratamientos, esto lo ratifica la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% la que agrupa los datos en una categorías estadísticas (Tabla 7).

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable Número promedio de vainas por plantas del Gandul (*Cajanus Cajans*) L.Millps, sometido a tres densidades de siembra, en la producción de grano.

FV	GL	CM	Fc	Pr >F
BLOQUE	2	3385.33	5.20	0.0772 ns *
TRATAMIENTOS	2	3617.33	5.56	0.07001 ns *
ERROR	4	651.166		

CV. 13.13 %

* Ns significativo

La Tabla 7, se observa que (T), fue el que tuvo mayor número de vainas por plantas con 231 y el (T3) con 163 vainas. 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 ramas.

Tabla 7. Separación múltiple de medias por el método de Tukey, para la variable Número de vainas por plantas del gandul (*Cajanus cajan*) L. Millsp, sometido a tres densidades de siembra en la producción de grano

TRATAMIENTOS (PLANTAS /Ha)	MEDIA
1 (8.900)	231 a *
2 (13.400)	188 a
3 (20.000)	163 a

Literales con la misma letra no difieren estadísticamente

5.1.4. Diámetro de la vaina

El análisis de varianza realizado a la variable Diámetro de la vaina (Tabla 8), reflejó efectos no significativo para los bloques, y tratamientos, la prueba de rangos múltiples de Tukey, las ubicó en una categoría estadística (Tabla 9).

Tabla 8 . Análisis de varianza para la variable Diámetro promedio de vainas por plantas del Gandul (*Cajanus Cajans*) L.Millps, sometido a tres densidades de siembra, en la producción de grano.

FV	GL	CM	Fc	Pr >F
BLOQUE	2	0.0042	0.27	0.779 ns
TRATAMIENTOS	2	0.0012	0.08	0.9227 ns
ERROR	4	0.0158		

CV. 13.41%

NS Significativo

En la Tabla 9, Tukey, refleja que estos resultados tuvieron leves diferencias entre tratamientos, siendo el (T3) el de mayor promedio, y el (T1) el de menor promedio para esta variable.

Tabla 9. Separación múltiple de medias por el método de Tukey, para la variable Diámetro de la vaina del gandul (*Cajanus cajan*) L. Millsp, sometido a tres densidades de siembra en la producción de grano.

TRATAMIENTOS (PLANTAS/HA)	MEDIA (Cm)
3 (20.000)	0.95 a *
2 (13.400)	0.94 a
1 (8.900)	0.92 a

* Literales con la misma letra no difieren estadísticamente.

5.1.5 Número de granos por vaina

El análisis de varianza realizado a la variable número de granos por vaina (Tabla 10), reflejó efectos no significativo para los bloques y tratamientos, la prueba de rangos múltiples de Tukey, las ubicó en una categoría estadística (Tabla 11).

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable Número promedio de granos por vainas por plantas del Gandul (*Cajanus Cajans*) L.Millps, sometido a tres densidades de siembra, en la producción de grano.

FV	GL	CM	Fc	Pr >F
BLOQUE	2	1.741	1.77	0.2808 ns
TRATAMIENTOS	2	0.554	0.57	0.6078 ns
ERROR	4	0.981		

CV. 16.34%

NS Significativo

En la Tabla 11, Tukey, refleja que estos resultados tuvieron leves diferencias entre tratamientos, siendo el (T3) el de mayor promedio, y el (T1) el de menor promedio para esta variable.

Tabla 11. Separación múltiple de medias por el método de Tukey, para la variable Número de granos por vaina del gandul (*Cajanus cajan*) L. Millsp, sometido a tres densidades de siembra en la producción de grano.

TRATAMIENTOS (PLANTAS/HA)	MEDIA (Cm)
3 (20.000)	6.5 a *
2 (13.400)	6.00 a
1 (8.900)	5.6 a

* Literales con la misma letra no difieren estadísticamente.

5.1.6.- Producción de granos

El análisis de varianza para la variable producción de granos (Tabla 12) muestra diferencias estadísticas altamente significativa al ($P < 0.001$) entre tratamientos. Y significativamente a (PL 0.05) entre bloques Tukey, agrupa los datos en tres categorías estadísticas (Tabla 13).

Tabla 12. Análisis de varianza para la variable Producción de granos por vainas por plantas del Gandul (*Cajanus Cajans*) L.Millps, sometido a tres densidades de siembra, en la producción de grano.

FV	GL	CM	Fc	Pr >F
BLOQUE	2	75093.261	12.23	0.0118*
TRATAMIENTOS	2	32341.535	52.63	0.0013**
ERROR	4	6142.286		

CV. 7.15%

** Significativo al 0.001 %

* Significativo al 0.05 %

La Tabla 13, refleja que el (T3) con 2308.8 kg/ha de granos fue el de mayor producción seguidos del (T2) y el (T1); con 1769.3 y 1377.6 kg/ha de granos respectivamente.

Hakanson (1983) indica que al 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 13. Separación de medias por el método de Tukey, para la variable Producción de granos kg/ha del gandul (*Cajanus cajan*)
L. Millsp. sometido a tres densidades de siembra en la producción de grano.

TRATAMIENTOS (PLANTAS/HA)	MEDIA (Kg)
3 (20.000)	2308.8 a *
2 (13.400)	1769.3 b
1 (8.900)	1377.6 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 \$ 187.47 para el T1, los ingresos que se obtuvieron por la venta de la producción es de US \$ 360.00 obteniendo una utilidad neta de US \$ 172.53; para el T2 el costo de establecimiento es de US \$ 189.78, los ingresos generales son de US \$ 468.00 lo que proporciona una utilidad neta de US \$ 278.22. El costo de establecimiento para el T3 es de US \$ 192.9, los ingresos logrados son de US \$ 612.00 con una utilidad neta de US \$ 419.10 (Anexo 1) y (Tablas 14, 15 y 16).

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 \$ 1.92, para el T2 US \$ 2.46 y para el T3 US \$ 3.17, (Tabla 16). Basándonos en el análisis económico se comprobó que el T3 es el de mejor rentabilidad, superando al T1 y T2.

Tabla 14.- Comparación de Rendimiento del Gandul.

Tratamiento	Rendimiento Promedio (Kg/ha)	Rendimiento Promedio (qq/ha)	Precio qq US \$	Ingreso US \$
T1	1377.6	30	12	360
T2	1769.3	39	12	468
T3	2308.8	51	12	612

Tabla 15.- Cálculo de utilidad Neta/ha de la producción del gandul

Conceptos	T1	T2	T3
Ingresos US \$	360	468	612
Costos US \$	187.4	189.78	192.90
Utilidades US \$	172.53	278.22	419.10

Tabla 16 Cálculo de relación Beneficio/Costo

Conceptos	T1	T2	T3
Relación B/C	1.92	2.46	3.17

VI. CONCLUSIONES

1. No hubo diferencia significativa para las variables; Altura de la planta, Diámetro del tallo, Número de vainas por plantas y Diámetro de la vaina.
2. El tratamiento (3), 20.000 ptas/ha, presentó la mayor producción de granos con 2308.8 seguido del T2 y T1 con 1769.3 y 1377.6 kg/ha
3. Tratamiento de mejor rentabilidad lo presentó el T3 (20,000 plantas/ha), el cual supera al T1 y T2.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios similares para este cultivo, bajo otras condiciones edafoclimáticas.
2. Efectuar ensayos con otras densidades de siembra
3. Evaluar parámetros cualitativos del grano de gandúl.
4. Efectuar evaluaciones con fertilizantes completos.
- 5.- Evaluar bajo estas y otras densidades de siembra parámetros morfoanatómicos de la planta) Relación hoja/tallo, biomasa en verde y seca.
- 6.-Identificar las malezas que ejercen mayor influencia en el desarrollo de la planta.
- 7.- Realizar estudios comparativos de adaptación y productividad entre las variedades existentes en el país.
- 8.- Estudiar el efecto que tienen las plagas y enfermedades para plantas bianuales.

II. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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

- 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.
- Hakañsson, S. 1983. Competition and production in short-lived cropweed stands. Density effects. Swed. Univ. Of. Agric. Sci. Report 127. Uppsala Sweden. 85 p.
- INETER 1990.(Instituto Nicaraguense d estudios territoriales) Mapas Topográficos. Nicaragua. Escala 1: 50000.
- INCAP. 1961. Tabla de Composición de Alimentos para uso en América Latina. 31-59 p.
- 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.
- 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.

- 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.
- 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 pegeon pea (*Cajanus cajan*) (L) Millsp a high protein tropical bush legume. Hort Science . Washington. 11 (1) 11-19 p .
- Neme, 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). 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.
- Stanton, W. 1996. Grain legume in African, FAO, Roma, Italia. 75 p.
- Saxena, K. B.; Chauhan, Y.S. Singh. U.L.; Kumar, R.V y 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 Internacional de agricultura Tropical (CIAT), Cali , Colombia.

Vega, E. 1992. Características, uso y manejo agronómico de los abonos verdes en el manejo integrado de la fertilidad de suelos (Ministerio de Agricultura y Ganadería) MAG. Managua, Nicaragua. 145 p.

Whyte, G. 1959. Las leguminosas en la Agricultura. Edición Revolucionaria. Habana, Cuba. 405 p.

Zantillán, R. 1994. Folleto de Agrostología. Escuela Panamericana, F.L. El Zamorano, Honduras. 45 p.

ANEXOS

**Anexo 1. Costos de una hectárea de establecimiento de producción de
Gandul (*Cajanus Cajan*) L. MillSp.**

Concepto	Cantidad Dosis	Unidad de medida	Costo unitario \$	Costo total
Preparación del suelo:				
1.- Arado	1	Pase	16.39	16.39
2.- Primer gradeo	1	Pase	11.47	11.47
3.- Segundo gradeo y nivelación	1	Pase	14.00	14.00
4.- Surcado	1	Pase	12.47	12.47
5.- Análisis de suelo	2	Muestra	10.00	20.00
Sub-total				C\$ 74.33
Mano de obra:				
1.- Siembra	6	D/H	2.00	12.00
2.- Control de malezas 1	6	D/H	2.00	12.00
2	5	D/H	2.00	10.00
3	4	D/H	2.00	8.00
4	3	D/H	3.00	6.00
3.- Cosecha , corte y aporreo	10	D/H	3.00	30.00
Sub-total				C\$ 78.00

Transporte de insumos	1	Viaje	2.46	2.46
Insumos:				
Compra de sacos	100	Und	0.25	25.00
Sub-total				C\$ 27.46
TOTAL				C\$ 179.79
Costos variables				
1.- Transporte interno T1	30	qq	0.25	7.50
T2	39	qq	0.25	9.75
T3	51	qq	0.25	12.75
2.- Semilla T1	1.5	kg	0.12	0.18
T2	2	kg	0.12	0.24
T3	3	kg	0.12	0.36
Gran total				T1 187.47 T2 189.78 T3 192.90

Anexo 2.- 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 3.- 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

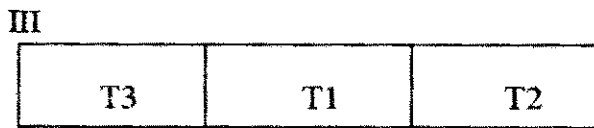
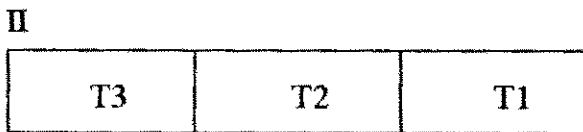
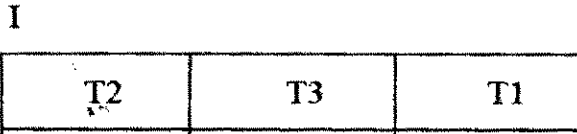
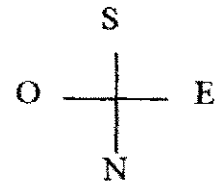
Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua, Universidad Nacional Agraria (UNA), 2000.

Anexo 4.- 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 5.- Esquema del ensayo de campo



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

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

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

Area de parcela útil (4 m x 3 m ancho)

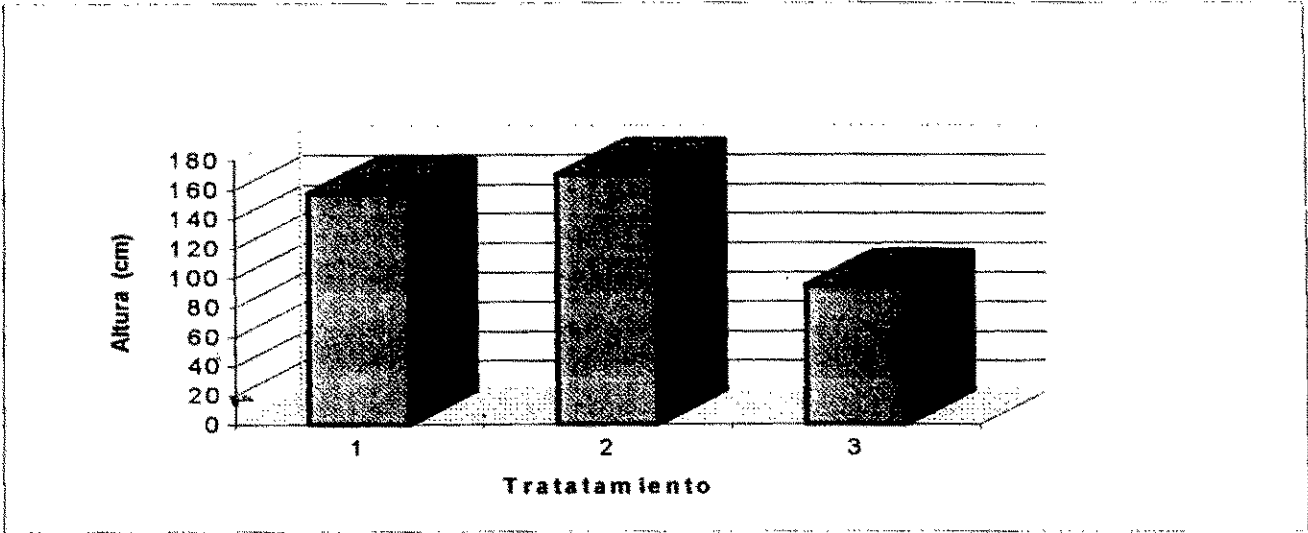


Figura 1.- Altura del gandul bajo tres densidades de siembra.

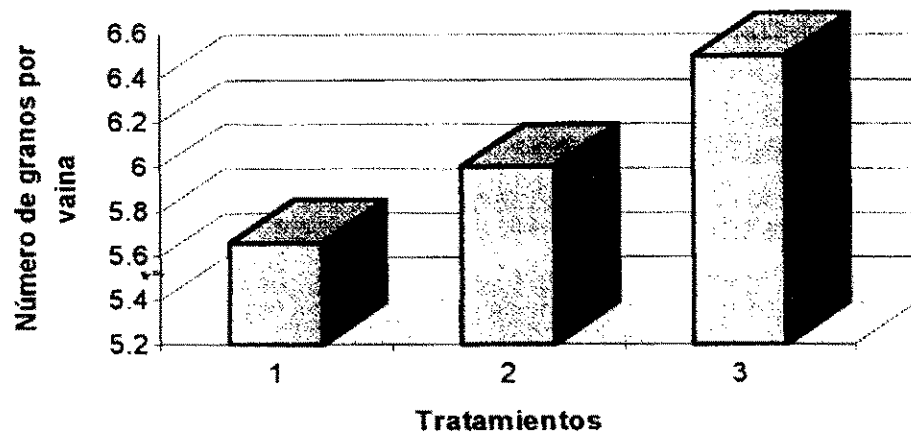


Figura 2.- Número de granos por vainas del gandul

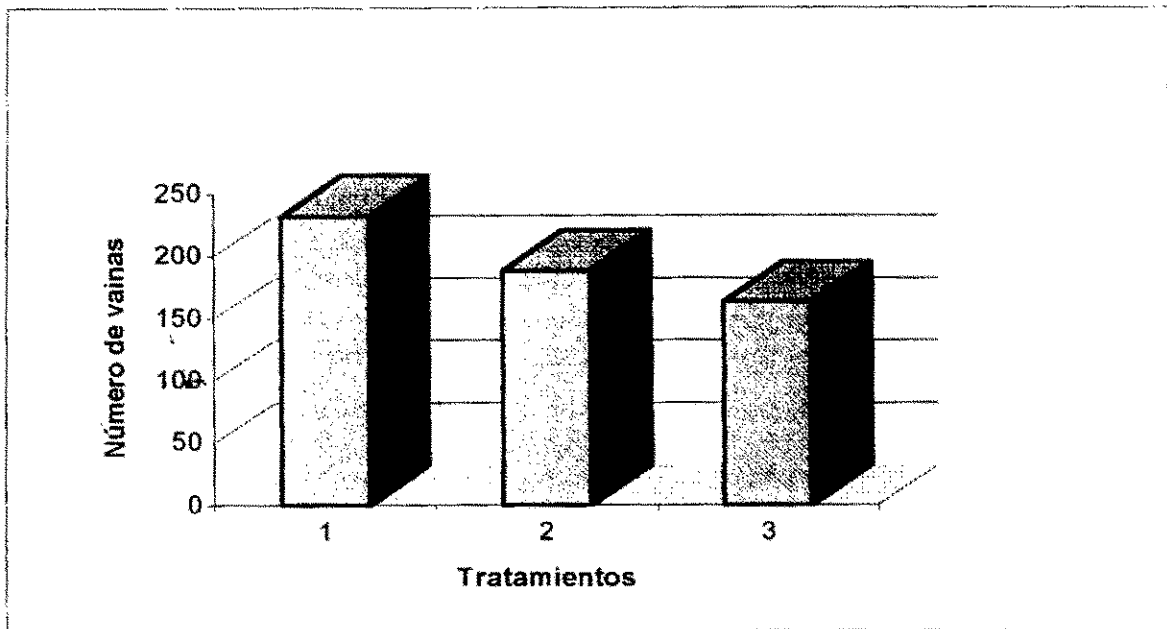


Figura 3.- Número de vainas del gandul, bajo tres densidades de siembra

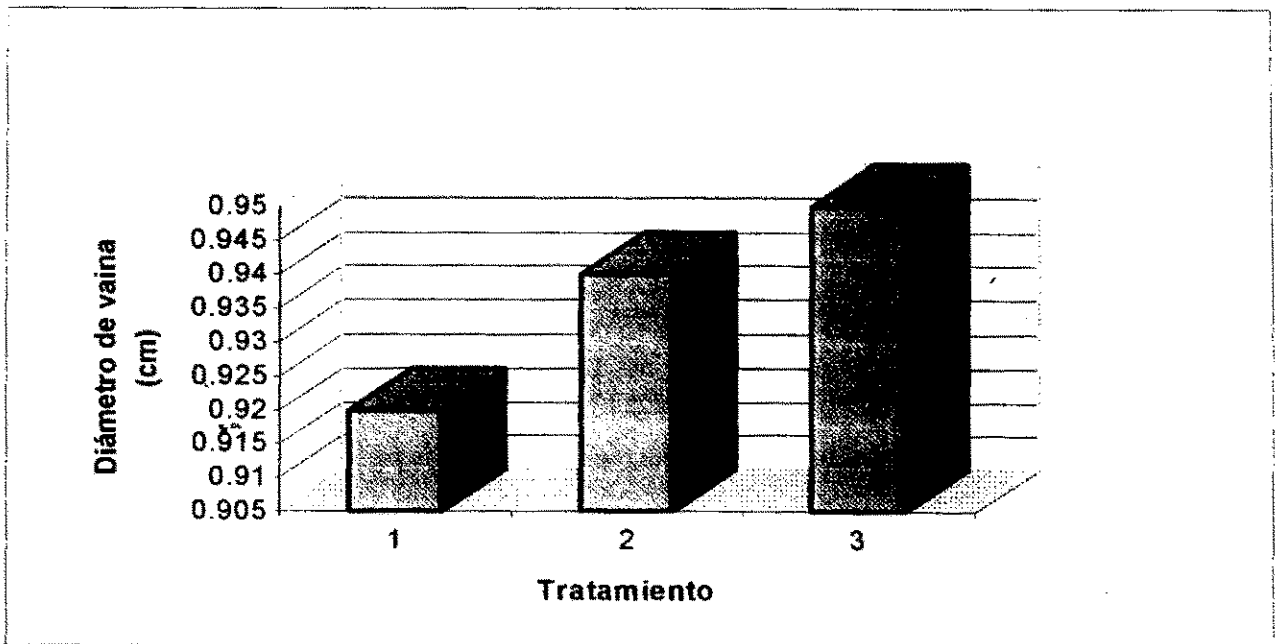


Figura 4.- Diámetro de la vaina del gandul bajo tres densidades de siembra