

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SEIS ACCESIONES DE
GUANDÚL (*Cajanus cajan*) EN LA MESETA DE POPAYÁN**

**DAVID EDUARDO GÓMEZ ERAZO
ROMNY ALEXANDER PABÓN PEDRAZA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2008**

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SEIS ACCESIONES DE
GUANDÚL (*Cajanus cajan*) EN LA MESETA DE POPAYÁN**

**DAVID EDUARDO GÓMEZ ERAZO
ROMNY ALEXANDER PABÓN PEDRAZA**

**Trabajo de grado - modalidad investigación para optar por el título De
Ingeniero Agropecuario**

**Directores:
M.Sc. SANDRA MORALES V.
M.Sc. NELSON JOSE VIVAS Q.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2008**

NOTA DE ACEPTACIÓN

CONSUELO MONTES ROJAS
PRESIDENTE DEL JURADO

NOE ALBAN LOPEZ
JURADO

SANDRA MORALES V
COORDIRECTOR

NELSON JOSE VIVAS Q
COORDIRECTOR

POPAYÁN OCTUBRE DE 2008

*A Dios por permitirme vivir y guiarme.
A toda mi familia, pero en especial a
mi madre Inés y mi padre Teobaldo
que con tanto esfuerzo, enseñanzas y
dedicación hicieron posible la
culminación de mis estudios.
A todas aquellas personas que
contribuyeron al logro de este objetivo
y que de manera incondicional me
apoyaron durante el desarrollo de mi
formación profesional.*

DAVID EDUARDO GÓMEZ ERAZO.

*A Dios por ser mi guía,
A mi madre Luz Amparo, A mi padre Yesid,
A mi hermano Danny q.e.p.d
por su constante apoyo, esfuerzo,
consejos, comprensión y estímulo
para lograr y convertir en realidad esta
meta y mi formación personal
lo mismo que a toda mi familia,
A Caro por estar a mi lado y por
contar incondicionalmente con ella.*

ROMNY ALEXANDER PABÓN PEDRAZA.

AGRADECIMIENTOS

A los directores del trabajo de grado M.Sc. SANDRA MORALES V. y M.Sc. NELSON JOSE VIVAS Q., por su valiosa orientación, ayuda y constante apoyo en este trabajo.

A la Universidad del Cauca y a los profesores de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y del Programa de Ingeniería Agropecuaria, por los conocimientos, experiencia y ayuda brindada durante el transcurso de la carrera.

A los Docentes Consuelo Montes Rojas y Noé Albán López, Jurados evaluadores por la revisión y las sugerencias hechas a esta investigación.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	14
1 MARCO REFERENCIAL	16
1.1 ORIGEN DEL GUANDÚL	16
1.2 DISTRIBUCIÓN	16
1.3 GENERALIDADES	16
1.4 BOTÁNICA	17
1.5 TAXONOMÍA	19
1.6 ASPECTOS AGRONOMICOS DE <i>Cajanus cajan</i>	20
1.6.1 Requerimientos ambientales.....	20
1.6.2 Establecimiento del cultivo.....	21
1.6.3 Rendimiento y composición	21
1.6.4 Usos.....	21
1.6.5 Condiciones del suelo de la Meseta de Popayán	22

1.6.6	Plagas y enfermedades de incidencia en plantas de Guandúl.....	23
2	ANTECEDENTES	26
2.1	RENDIMIENTOS	26
2.2	USOS.....	27
3	MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	29
3.2	MATERIAL EXPERIMENTAL	29
3.3	CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE <i>Cajanus cajan</i>	30
3.3.1	Prueba de germinación.	30
3.3.2	Prueba de tetrazólio.	30
3.4	MANEJO	30
3.4.1	Duración del ensayo.	30
3.4.2	Diseño experimental.	30
3.4.3	Tratamientos:	31
3.4.4	Tamaño de las parcelas experimentales:.....	32

3.4.5	Siembra de <i>Cajanus cajan</i>	32
3.4.6	Labores del cultivo de <i>Cajanus cajan</i> :.....	33
3.4.7	Cosecha de <i>Cajanus cajan</i>	34
3.5	VARIABLES EVALUADAS	35
3.6	VARIABLES FENOLOGÍCAS	36
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
4.1	CLIMA DURANTE FASE EXPERIMENTAL.....	38
4.2	VIABILIDAD POR TETRAZOLIO EN SEMILLAS DE <i>Cajanus cajan</i>	39
4.3	PRUEBA DE GERMINACION EN SEMILLAS DE <i>Cajanus cajan</i>	39
4.4	EMERGENCIA DEL GUANDÚL EN LOTE DEFINITIVO	40
4.5	VIGOR DE LA PLANTA	42
4.6	ALTURA DE LA PLANTA	43
4.7	DIÁMETRO DE LA PLANTA.....	45
4.8	PRESENCIA DE PLAGAS	46
4.9	PRESENCIA DE ENFERMEDADES	48

4.10	COSECHA TOTAL DE GRANO EN PLANTAS de <i>Cajanus cajan</i>	49
5	COMPORTAMIENTO FENOLOGICO DE 6 ACCESIONES DE GUANDÚL (<i>Cajanus cajan</i>) ESTABLECIDOS EN LA MESETA DE POPAYAN	52
5.1	DIAS A FLORACION.....	52
5.2	RACIMOS POR RAMA EN PLANTAS DE GUANDÚL	53
5.3	FRUTOS POR RACIMO EN PLANTAS DE <i>Cajanus cajan</i>	54
5.4	GRANOS POR FRUTO EN PLANTAS DE <i>Cajanus cajan</i>	55
5.5	CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES EVALUADAS EN LAS PLANTAS DE <i>Cajanus cajan</i>	57
	CONCLUSIONES	59
	RECOMENDACIONES.....	60
	BIBLIOGRAFIA	61
	ANEXOS	65

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Requerimientos de fertilizantes para <i>Cajanus cajan</i>	17
Tabla 2. Características de Guandul <i>Cajanus cajan</i>	20
Tabla 3. Porcentajes de germinación de <i>Cajanus cajan</i>	40
Tabla 4. Porcentajes de emergencia en lote definitivo de <i>Cajanus cajan</i>	40
Tabla 5. Porcentaje de emergencia promedio por accesión	41
Tabla 6. Resultados Anova para la variable VIGOR DE LA PLANTA en <i>Cajanus cajan</i>	42
Tabla 7. Resultados Anova para la variable ALTURA DE LA PLANTA en <i>Cajanus cajan</i>	43
Tabla 8. Resultados Anova para la variable DIÁMETRO DE LA PLANTA en <i>Cajanus cajan</i>	45
Tabla 9. Resultados Anova para la variable DIAS A FLORACION DE LAS PLANTAS en <i>Cajanus cajan</i>	52
Tabla 10. Prueba de promedios de Tuckey para la variable DIAS A FLORACION	52
Tabla 11. Resultados Anova para la variable PRESENCIA DE PLAGAS EN LAS PLANTAS de <i>Cajanus cajan</i>	46
Tabla 12. Resultados Anova para la variable ENFERMEDADES EN LAS PLANTAS de <i>Cajanus cajan</i>	48
Tabla 13. Resultados Anova para la variable COSECHA TOTAL DE GRANO EN LAS PLANTAS de <i>Cajanus cajan</i>	49
Tabla 14. Prueba de Promedios de Tuckey para la variable COSECHA TOTAL DE GRANO	50

Tabla 15. Resultados Anova para la variable RACIMOS POR RAMA DE LAS PLANTAS de <i>Cajanus cajan</i>	53
Tabla 16. Prueba de Promedios de Tuckey para la variable RACIMOS POR RAMA.....	54
Tabla 17. Resultados Anova para la variable FRUTOS POR RACIMO DE LAS PLANTAS de <i>Cajanus cajan</i>	54
Tabla 18. Resultados Anova para la variable GRANOS POR FRUTO EN LAS PLANTAS DE <i>Cajanus cajan</i>	55
Tabla 19. Matriz de correlación entre las variables de estudio	57

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Localización del proyecto.....	29
Figura 2. Tratamientos establecidos en campo	31
Figura 3. Diagrama de campo para la siembra de <i>Cajanus cajan</i>	32
Figura 4. Parcelas de campo para el cultivo de <i>Cajanus cajan</i>	32
Figura 5. Siembra definitiva de <i>Cajanus cajan</i>	33
Figura 6. Fertilización de <i>Cajanus cajan</i>	34
Figura 7. Control de malezas durante el cultivo de <i>Cajanus cajan</i>	34
Figura 8. Cosecha del grano de las plantas de <i>Cajanus cajan</i>	35
Figura 9. Comportamiento de variables ambientales durante la experimentación (Temperatura y Precipitación).....	38
Figura 10. Balance Hídrico Climático de la Meseta de Popayán	39
Figura 11. Comportamiento de la variable vigor de la planta durante la evaluación de <i>Cajanus cajan</i>	43
Figura 12. Comportamiento de la variable Altura de la planta durante la evaluación de <i>Cajanus cajan</i>	44
Figura 13. Comportamiento de la variable Diámetro de la planta durante la evaluación de <i>Cajanus cajan</i>	46
Figura 14. Comportamiento de la variable Presencia de Plagas durante la evaluación de <i>Cajanus cajan</i>	47
Figura 15. Comportamiento de la variable Enfermedades durante la evaluación de <i>Cajanus cajan</i>	48

Figura 16. Comportamiento de la variable Cosecha Total durante la evaluación de <i>Cajanus cajan</i>	50
Figura 17. Flores de la accesión (Regional).....	72
Figura 18. Flores de la accesión (CIAT 913).....	72
Figura 19. Flores de la accesión (CIAT 20891).....	72
Figura 20. Flores de la accesión (CIAT 9739).....	72
Figura 21. Flores de la accesión (CIAT 18700).....	72
Figura 22. Flores de la accesión (FUNDACION HORIZONTE)	72
Figura 23. ESTADOS FLORALES DE <i>Cajanus cajan</i>	73
Figura 24. Hojas de <i>Cajanus cajan</i>	74
Figura 25. Racimos florales que presenta <i>Cajanus cajan</i>	74
Figura 26. Maduración óptima de las vainas de <i>Cajanus cajan</i>	74
Figura 27. Racimos por rama <i>Cajanus cajan</i>	74
Figura 28. Frutos por racimo <i>Cajanus cajan</i>	74
Figura 29. Granos por fruto <i>Cajanus cajan</i>	74

ANEXOS

	pág.
ANEXO A COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE ALGUNAS FUENTES FOLIARES (% M.S)	66
ANEXO B ANALISIS DE SUELOS DEL LOTE DE SIEMBRA	67
ANEXO C INFORMACIÓN DE PASAPORTE DE <i>Cajanus cajan</i> PARA ESTA INVESTIGACION	69
ANEXO D TABLA DE CAMPO DE <i>Cajanus cajan</i>	70
ANEXO E FLORES DE LAS SEIS ACCESIONES EVALUADAS DE <i>Cajanus cajan</i>	72
ANEXO F ESTADOS FLORALES DE <i>Cajanus cajan</i>	73
ANEXO G CARACTERISTICAS FENOLOGICAS DE <i>Cajanus cajan</i>	74

RESUMEN

La amplia gama de accesiones de Guandúl *Cajanus cajan* y el comportamiento agronómico de esta especie bajo distintas condiciones climáticas y edafológicas, hacen de ella una alternativa para la utilización tanto para consumo humano como para consumo animal. Sin embargo se presenta desconocimiento del nivel de adaptación, desarrollo y producción de grano, bajo las condiciones tanto climáticas como geofísicas del altiplano de Popayán de diferentes accesiones, dificultando el cultivo de aquellas que podrían ser promisorias y limitándose a obtención de semillas de plantaciones tradicionales, sin existir patrones de comparación en producción.

El presente estudio abordó la evaluación agronómica de seis accesiones de Guandul ***Cajanus Cajan***, en la meseta de Popayán, Departamento del Cauca. En la facultad de ciencias agropecuarias ubicada en la Vereda “Las Guacas” situada al Nor-orienté de la ciudad de Popayán, con coordenadas geográficas de 2° 29' latitud norte, 76° 33' longitud .

El método estadístico empleado fue de bloques completamente al azar con seis tratamientos, cuatro repeticiones y veinte cuatro plantas por unidad experimental las cuales se evaluaron en términos de adaptación, desarrollo y producción.

Las accesiones de mayor producción de grano en su orden fueron (CIAT 18700) y (Regional), en contraste con la accesión de menor producción que fue (FUNDACION HORIZONTE), las accesiones de mayor producción pueden ser usadas en la zona de la Meseta de Popayán.

INTRODUCCION

El Guandúl ***Cajanus cajan***, conocido también como fríjol de árbol, es una leguminosa multipropósito de alto valor nutricional, puede utilizarse en alimentación de humanos y animales, el contenido proteico varía entre el 18 y 25% (ICRISAT, 1998), algunas variedades alcanzan hasta 32%, puede usarse las semillas enteras, descortezadas o en harina, también en forraje o como abono verde, es una planta que puede fijar entre 41 – 280 Kg de N/Ha/Año, las ramas o vástagos son utilizados como combustible (Maessen, 1980). Se adapta a diferentes condiciones edafológicas y es poco exigente en fertilización, disminuyendo así los costos de producción (Aponte, 1978).

El potencial como forraje verde es moderado, debido a que produce hasta 3 cortes/año y persiste 3-4 años; Esta actividad al igual que el pastoreo, debe realizarse cuando las primeras vainas comienzan a madurar, puesto que no soporta un pastoreo intenso, por lo que se constituye en excelente forraje remanente. Para asegurar la persistencia puede dejarse crecer hasta unos 125 cm de altura y cortarse hasta 60-80 cm de la superficie del suelo. En estas condiciones se pueden obtener tres cortes al año con un rendimiento promedio de 2903 - 3871 Kg/Ha de m.s. (materia seca), o sea, 15160 – 19998 Kg/Ha de materia verde por corte. Nunca se debe cortar a ras del suelo porque las plantas no se recuperan. Cortes a una altura menos de 0.8 m reducen la sobrevivencia de la planta (Binder, 1997).

En Colombia se cultiva principalmente en la costa atlántica, en pequeñas áreas a nivel casero y semicomercial. En el departamento del Cauca se encuentra frecuentemente en la zona rural, con mayor proporción en los municipios de Bolívar, Mercaderes, Patía, El Tambo, Balboa, Buenos Aires, Santander, Morales, Piendamó, Puerto tejada y Cajibío. No obstante, se tiene poco conocimiento de las variedades óptimas para cada región, así como identificación de las tradicionalmente plantadas, por tal motivo, se estudió la adaptación agronómica, producción de grano y comportamiento fenológico de 6 accesiones; 4 de ellas provenientes del banco de germoplasma del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT otra de colecta regional (Municipio de Piendamó) y otra proporcionada por la Fundación horizonte la cual trabaja en proyectos productivos y de seguridad alimentaría, algunas de estas accesiones fueron anteriormente evaluadas en otro ensayo regional con el objetivo de identificar aquellas más promisorias y posteriormente implementar la producción de semillas (Fundación Horizonte, 2000).

El presente documento muestra los resultados al evaluar la respuesta en términos de adaptación, desarrollo y producción de 6 accesiones de *Cajanus Cajan*, establecidas en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, lo cual tiene como objetivos seleccionar la (s) accesión (es) más apropiada para la meseta de Popayán, categorizar en términos de producción las accesiones establecidas, documentar el comportamiento fenológico de las accesiones y poder implementarla como una planta multipropósito la cual contribuya al mejoramiento de diversos sistemas agropecuarios, especialmente en regiones con una similitud de condiciones a las de la Meseta de Popayán.

1 MARCO REFERENCIAL

1.1 ORIGEN DEL GUANDÚL

No hay claridad sobre el origen del Guandúl *Cajanus cajan*, se cree que es de la India y que para llegar a Malasia, pasó por el este de África, el valle del Nílo, oeste de África, y continuó su expansión por el resto del mundo, donde ahora es popular en América central y Suramérica (Aponte, 1978).

1.2 DISTRIBUCIÓN

Se encuentra en África, desde Zambia hasta las costas de Angola; en Asia se cultiva en China, Vietnam, Laos, Camboya, India y Malasia; crece en las montañas de la parte central de Java y en América en las partes cálidas (ICRISAT, 1985); Se distribuye también en Birmania, República Dominicana, Uganda y Malawi. En México se le encontró en los municipios de Matías Romero; y Santa María Chimalapa (Aponte, 1978). En Colombia se cultiva principalmente en la costa atlántica, en pequeñas áreas a nivel casero y semicomercial. En el departamento del Cauca se encuentra frecuentemente en la zona rural, con mayor proporción en los municipios de Bolívar, Mercaderes, Patía, El Tambo, Balboa, Buenos Aires, Santander, Morales, Piendamó, Puerto tejada y Cajibío. (Fundación Horizonte, 2000).

1.3 GENERALIDADES

En Colombia se cuenta con disponibilidad de germoplasma de Guandúl *Cajanus cajan*, depositado en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), adaptado a diferentes condiciones agroecológicas. Según trabajos de investigación realizados por ICRISAT 1998, el Guandúl es considerada una leguminosa multipropósito, se utiliza en la alimentación humana y animal por su valor nutritivo con un contenido de proteína que varía entre el 18 y 25% (Nene,1981), en la Tabla 1 se muestran los requerimientos de fertilización para el cultivo, además pueden usarse las semillas enteras, descortezadas o en harina, también como forraje y abono verde, este es capaz de fijar al suelo de 41 a 280 Kg. de N/Ha/año, sus ramas y vástagos son utilizados como combustible (Aponte, 1978).

Tabla 1. Requerimientos de fertilizantes para *Cajanus cajan*

ELEMENTOS	Dosis/Ha
Fósforo	22 Kg/Ha – 50 Kg P ₂ O ₅
Potasio	41.5 Kg/Ha - 50 Kg K ₂ O
Magnesio - Azufre	20 Kg/Ha

Fuente: Peters, 2003

El escaso conocimiento que se tiene en el Departamento del Cauca, por parte de las comunidades y personas del sector agropecuario, acerca de especies promisorias como el Guandúl ***Cajanus cajan***, se debe en parte al poco desarrollo de procesos investigativos en torno a los mismos y la falta de interés de las diferentes organizaciones tanto estatales como privadas por implementarlos, por tal razón el estudio de algunos materiales existentes en los bancos de germoplasma, podría ser de interés particular, al ser establecidas bajo las condiciones de clima y suelo de la Meseta de Popayán, expresando así todo su potencial, tanto productivo como nutricional, convirtiéndose en una fuente de información para el manejo agronómico de la accesión o accesiones, escogidas como promisorias para que de esta forma se puedan desarrollar sistemas productivos de acuerdo a su uso.

Con base en los resultados de investigaciones exploratorias realizadas en el Departamento del Cauca (Vivas y Morales, 2004) y experiencias desarrolladas por la Fundación Horizonte, 2000, se considera necesario profundizar en la evaluación de las accesiones catalogadas inicialmente como promisorias. Lo anterior justifica continuar investigando el desarrollo y producción de seis (6) accesiones de Guandúl previamente seleccionadas para la Meseta de Popayán.

1.4 BOTÁNICA

El Guandúl ***Cajanus cajan***, es una leguminosa multipropósito del tipo anabionte (plantas que repiten su fructificación muchas veces durante su ciclo de vida, de características arbustivas y semiarbustivas, erecta, perenne a semi-perenne, puede tornarse árbol de porte bajo cuando la distancia entre árboles es amplia y se le da crecimiento libre. La raíz es pivotante y profunda, sugiriendo que la especie no presenta competencia por nutrientes a nivel superficial. Su tallo es leñoso, ramificado y de color verde amarillento, las hojas son trifoliadas, típicas de las leguminosas, pubescentes y enceradas al tacto (Sheldrake, 1984).

Respecto a la Flor posee un cáliz cubierto de pelillos, es un tubo acampanado de hasta 6 mm de largo, hacia el ápice se divide en 5 lóbulos triangulares de hasta 7 mm de largo (a veces 2 lóbulos más cortos y parcialmente unidos entre sí); la corola de color amarillo pálido a intenso (frecuentemente con rayas cafés), de 5 pétalos desiguales, el más externo es el más ancho y vistoso, llamado estandarte (de forma casi circular, de hasta 22 mm de largo y 20 mm de ancho), en seguida se ubica un par de pétalos laterales similares entre sí llamados alas (de hasta 20 mm de largo y hasta 7 mm de ancho) y por último los dos más internos, también similares entre sí y generalmente fusionados forman la quilla (de hasta 17 mm de largo y hasta 7 mm de ancho, de color algo verdoso) que envuelve a los estambres y al ovario; el número de estambres es de 10, los filamentos de 9 de ellos están unidos formando un tubo y 1 libre; ovario angosto, de hasta 8 mm de largo, cubierto de abundantes pelillos y de puntos glandulares, con un estilo delgado, de hasta 12 mm de largo y curvado hacia la punta. (Stevens *et al.*, 2001).

En cuanto a las Hojas en la base de estas sobre el tallo generalmente se presenta un par de hojillas (llamadas estípulas) angostamente triangulares, de hasta 6 mm de largo; las hojas son alternas, compuestas de 3 hojitas (llamadas folíolos), las 2 laterales asimétricamente elípticas, de hasta 12 cm de largo y hasta 4.5 cm de ancho, la terminal elíptica, ovalo-elíptica a angostamente ovadas, de hasta 13 cm de largo y hasta 5.5 cm de ancho, más o menos puntiagudas, angostadas hacia la base, con puntos glandulares sobre su superficie; en la base de cada folíolo se presenta un par de estípulas muy angostas de hasta 4 mm de largo; los pecíolos de hasta 8 cm de largo. (Stevens *et al.*, 2001).

Se reportan que las inflorescencias son numerosas, flores pediceladas (los pedicelos de hasta 15 mm de largo) dispuestas en inflorescencias racimosas pedunculadas (los pedúnculos de hasta 8 cm de largo). Cada flor acompañada de una bráctea pequeña (a veces tan reducida que parece una escama) de hasta 4 mm de largo, caediza (Stevens *et al.*, 2001).

El Guandúl es la planta más representativa del género *Cajanus*, que tiene una vida corta (cinco años) y alcanza entre uno y cinco metros de altura, en general presenta un hábito de crecimiento erecto, pero en algunos cultivares se porta como arbusto. La inflorescencia se presenta en los extremos de los ejes de crecimiento en forma de racimo de 4 a 12 cm de largo, las flores presentan las

características mas representativas de las papilionáceas. Las vainas presentan entre 8 cm. de largo y 1.5 cm de ancho en su parte central, con depresiones sucesivas que marcan la existencia de la semilla, cuando está tierno el fruto, este presenta coloración verde intensa salpicada o no de colores oscuros, cuando está seco presenta coloración dorada (inicio del secado), color caramelo agradable (maduración para ser cosechado y finalmente presenta una coloración negra cuando no ha sido oportunamente recolectado). Las semillas son de diferentes colores dependiendo del cultivar, en cuanto al peso, generalmente presentan entre 100 y 130 mg por semilla (Cobley *et al*, 1976).

1.5 TAXONOMÍA

Nombre científico: *Cajanus cajan*

Clasificación taxonómica:

- **División:** Angiosperma
- **Clase:** Dicotiledónea
- **Subclase:** Archichlamydeae
- **Orden:** Rosales
- **Suborden:** Leguminosineae
- **Familia:** Leguminosae
- **Subfamilia:** Papilionae
- **Tribu:** Cajaninae
- **Subtribu:** Phaseoleae
- **GÉNERO:** *Cajanus*
- **ESPECIES:** *C. flavus*. D.C.
C. cajan (L) Millps
C. indicus. Spreng

(Maessen, 1980)

Tabla 2. Características de Guandúl *Cajanus cajan*

ITEM	CARACTERÍSTICA
CICLO DE VIDA TOTAL:	Fríjol arbustivo perenne.
TIPO DE SIEMBRA:	Directa.
COSECHA:	Se inicia a los 125 días. (Variedades precoces)
DISTANCIA DE SIEMBRA: (surcos x plantas)	Entre surco: 0.9 a 1.0 m. Entre plantas: 0.5 a 0.75 m.
DENSIDAD DE SIEMBRA:	67.000 a 145.000 plantas / Ha.
DOSIS DE SEMILLA / HA.:	15 a 20 kg/Ha.
RENDIMIENTO:	2 – 3 Ton. / Ha.
CONTROL DE MALEZAS:	Químico
CARACTERISTICAS DEL MATERIAL:	Clima: 18° C a 30 ° C. Las altas temperaturas y humedad ambiental producen el crecimiento exuberante de la planta. La nubosidad o sombreadamiento originan crecimiento espigado o ahilamiento. En ambos casos, disminuye el rendimiento significativamente. Las temperaturas frías (menores de 17 °C) retardan el crecimiento y desarrollo de la planta afectando la producción. Debido a su sistema radicular profundo es más tolerante que el caupí. Se adapta a varios tipos de suelo, preferentemente francos, profundos, fértiles y de buen drenaje. Se desarrolla bien en suelos con pH entre 5 y 7. La acidez excesiva del suelo puede causar clorosis o marchitez por deficiencias de fósforo y manganeso.

Fuente: www.bna.com.co/linkclick.aspx?filecket=xxayzrf6pus%3D&tabib=18/htm (2002).

1.6 ASPECTOS AGRONOMICOS DE *Cajanus cajan*

1.6.1 Requerimientos ambientales. La especie se desarrolla en un amplio rango de altitudes: 0 - 2000 m.s.n.m., con una altura óptima de 0 a 800 m.s.n.m.; se adapta a precipitaciones moderadas y altas que van de 700 a 4020 mm. con óptima de 700 a 2000 mm.; prospera en temperaturas de 16 a 35 °C, con una óptima de 18 a 28°C; tolera la sequía y crece en suelos pobres y con poco contenido de fósforo, con textura franco-arenosa a franco-arcillosa, de fertilidad baja o moderada, con pH optimo de 5.0 a 7.0 pero puede tolerar pH entre 4.5 a 8.4. Es susceptible a heladas y a la salinidad excesiva en el suelo, las

inundaciones por un periodo de 3 - 4 días reducen notablemente la producción (Binder, 1997).

1.6.2 Establecimiento del cultivo. Cuando se utiliza para forraje se siembra con 16 - 22 Kg. de semilla/ha, al voleo o en surcos con distancia de 1m entre ellos y 20 - 30 cm. entre plantas con 2 - 3 semillas por sitio, se debe hacer un raleo a los 30 días dejando una planta por sitio. Para abonos verdes o cobertura se siembra usando 26 - 50 Kg./ha, con una distancia de 50 cm entre surcos y 25 cm entre plantas. Como barrera viva se siembra de 5 - 15 cm entre plantas y una profundidad de 2 - 4 cm. En zonas de ladera se debe sembrar en curvas de nivel (Henke, 1940).

1.6.3 Rendimiento y composición. La producción de forraje depende de su grado de desarrollo, la mejor calidad de forraje se obtiene cuando la planta está a 1.25 m. de altura y cosechado a 70 cm. del suelo, con tres cortes por año. La producción puede alcanzar hasta 12 ton/Ha. de forraje verde disponible (Seiffert, Thiago, 1983).

Se reportan producciones de 20 a 40 ton/Ha/año de forraje verde y 9 - 12 ton/Ha/año de materia seca. En Puerto Rico, la producción de materia seca es de 24.4% de la cual 21.4% es proteína cruda y 30.8% fibra cruda; en Hawái, la planta en fase lechosa contiene 49.7% de materia seca de la cual, 18.9% es proteína cruda y 29.7% fibra cruda; finalmente en Trinidad las cáscaras de legumbres contienen 93% de materia seca, de este porcentaje, 6.7% es proteína cruda y 38% fibra cruda. El rendimiento de grano es de 0.8 - 1.4 ton/Ha. Por otro lado el Guandúl es capaz de fijar 41 - 280 Kg. de N/Ha/año (Binder, 1997), comparado con otra serie de leguminosas y gramíneas. (Anexo A)

1.6.4 Usos. Diferentes entidades a nivel internacional como el CGIAR, la FAO, entre otras; están llevando a cabo investigaciones sobre los usos potenciales del Guandúl, realizando registros de su consumo en diferentes países Asiáticos y Latinoamericanos y un reconocimiento de su valor nutritivo como sustituto en raciones para animales y en alimentación humana.

Es utilizado sobre todo como cultivo alimenticio en Asia sur oriental, es un alimento muy popular en los países tropicales ya sea como grano verde o en harinas, con el arroz y en sopas; contiene algunos factores antinutricionales, pero estos son eliminados con la cocción. Se ha propuesto el grano, las vainas enteras y los residuos de cosecha como sustituto de la soya y el maíz en la alimentación de aves de corral y cerdos, pero las deficiencias en algunos aminoácidos como

triptófano y la presencia de factores antinutricionales pueden limitar su consumo, su ventaja esta en disminuir costos de producción en la alimentación, puesto que se puede complementar con otros cereales, y los factores antinutricionales pueden ser destruidos tan solo con la cocción. El Guandúl también es utilizado como abono verde por sus nódulos radicales; recomiendan incorporarlo al suelo cuando esté florecido (Whiteman, 1981).

Se tienen reportes de consumo humano del Guandúl en países como India y África; siendo la India el principal productor mundial. Es considerado como la comida de los oristas, dioses africanos. Es un alimento común en países como Cuba, Haití, República Dominicana, Brasil, Estados Unidos de Norteamérica, Perú, Ecuador en donde lo consumen y exportan. En Colombia su uso no es generalizado. Se consume especialmente en el departamento del Atlántico, el cual esta destinado en gran parte, a la alimentación humana. Es tradicional consumir “sancocho de Guandúl” durante las fiestas del carnaval en Barranquilla. En las veredas y pueblos se prepara el “arroz con Guandúl” como plato diario. Durante la celebración de Semana Santa se utiliza en la preparación de postres y platos dulces. En el departamento del Cauca se encuentra con frecuencia en la zona rural, con mayor presencia en los municipios de Bolívar, Mercaderes, Patía, el Tambo, Balboa, Buenos Aires, Santander, Morales, Piendamó, Puerto tejada y Cajibío, donde tiene importancia como alternativa para la seguridad alimentaría (Fundación Horizonte, 2000).

1.6.5 Condiciones del suelo de la Meseta de Popayán. Los suelos de la meseta de Popayán presentan terrazas de clima medio húmedo con piso bioclimático sub andino y zona de vida de bosque muy húmedo Pre Montano (bmh-PM); Son suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas, mezclados con depósitos aluviales; la profundidad efectiva es variable, de superficial a moderadamente profunda, limitada en la mayoría de los casos por la presencia de capas de gravilla, cascajo y piedra. El drenaje natural de la unidad es bueno y sus suelos no están afectados por la erosión (Holdridge, L. 1979, Gobernación del Cauca, 2005).

Geomorfológicamente corresponden a suelos de terrazas con formas planas a ligeramente onduladas y de pendientes de 0,3 hasta 7%; estos suelos se caracterizan por presentar colores muy oscuros de las cenizas, y pardo amarillentos de los materiales aluviales; texturas dominantes franco arcillo arenosas, con poca gravilla. Son suelos fuertemente ácidos, con alto contenido de carbón orgánico. (Anexo B).

1.6.6 Plagas y enfermedades de incidencia en plantas de Guandúl.

Plagas asociadas:

✓ **Chupadores.** (Orden Homóptera) Insectos llamados también salta hojas o chicharritas, afectan a este tipo de leguminosa estos insectos succionan los jugos de las hojas, ocasionando un daño que se observa inicialmente como una decoloración o presencia de manchas claras en las hojas, en ocasiones la decoloración de la lamina foliar en forma total. (Lene y Calderon, 1982).

✓ **Lorito verde:** (*Empoasca kraemeri*) Habita en el envés de las hojas. Causa achaparramiento de la planta, encarruja las hojas, deforma las vainas y reduce el rendimiento. Es favorecida por las altas temperaturas y la sequía, un control cultural para el cultivo es realizar la siembra dentro de la época recomendada. Los riegos deben ser oportunos y en volumen adecuados. (Promenestras, 1999).

✓ **Trozadores:** (*Spodoptera sp*) Abundantes en el departamento del Cauca. Su mayor daño lo realizan en la primera semana de siembra, afectando raíces y principalmente la base del tallo, causando la pérdida total o parcial de la planta. Su mayor ataque se desarrolla en horas de la tarde, cuando el día es fresco y le permite salir a la superficie. Este factor debe ser tenido en cuenta para facilitar su monitoreo y control manual. El control biológico se realiza a base de hongos entomopatógenos que atacan las larvas e impiden el desarrollo normal de los adultos. El control también puede realizarse con trampas de color naranja y uso de productos químicos a base de Clohorpyrifos. (Promenestras, 1999).

✓ **Barrenadores:** (*Caloptilia sp, Eutinobothrus sp*) Insectos de orden Lepidoptera y Coleoptera respectivamente, en el primero de estos el daño es ocasionado por la hembra cuando oviposita en el tallo de las plantas, huevos que posteriormente se transforman en larvas que penetran en el tallo y continúan su desarrollo hasta alcanzar una longitud de 7.5 mm, con una duración total de 58 días en promedio. El estado de pupa ocurre dentro del tallo y el adulto emerge 18 días después. El adulto del barrenador del tallo es un micro lepidóptero de color gris marrón, con una longitud de 5 mm. *Eutinobothrus sp* pertenece a la familia Curculionidae y ataca varias especies de leguminosas a las cuales causa daño barrenando el tallo.

En inspecciones y evaluaciones realizadas por Lené y Calderón, 1982 se ha podido observar, que por lo general, la infestación mayor se encuentra en la parte basal, en el cuello de la planta (57%), seguida de la parte media (38%) y finalmente en la parte aérea (5%); esta se puede encontrar afectada cuando el ataque del barrenador es muy intenso. Por lo tanto para hacer las evaluaciones se recomienda generalmente examinar la parte basal y media del tallo.

Enfermedades asociadas:

En un trabajo realizado por Pineda, 1988 en la región centro occidente de Venezuela detecto las principales enfermedades que afectan al Guandúl o quinchoncho las cuales son:

✓ **Roya** (*Uredo cajani*): La constituyen manchas en forma de pústula color marrón, que se distribuyen por toda la hoja de manera sobresaliente y a veces rodeadas por un halo amarillo. Es fácilmente diseminada por el viento, puede controlarse o prevenirse con fungicidas aplicados al follaje (Cupricos, Antracol, Daconil, etc.).

✓ **Antracnosis** (*Colletotrichum cajani*): Se presentan manchas en las hojas, ramitas y frutos. En las hojas la lesión se extiende a lo largo de las venas; en ramas, vainas y semillas aparecen lesiones de color marrón, redondeadas y hundidas. Pueden causar secamiento y muerte de plantas. Es favorecida por alta humedad y temperatura. Se recomienda no utilizar para la siembra semillas provenientes de plantas enfermas.

Pudriciones del tallo. Causada por varios hongos, específicos como:

✓ **Pudrición rojiza** (*Rhizoctonia crocorum*): Ataca plantas recién germinadas, causando lesiones deprimidas de color rojizo en la base del tallo que pueden llegar a ocasionar la muerte de la planta. Es favorecida por alta humedad en el suelo y presencia de restos vegetales en éste. Evitar estas condiciones.

✓ **Pudrición blanda** (*Sclerotium rolfsii*): Esta pudrición se presenta en la base del tallo y luego ocurre marchitamiento general y defoliación de la planta. En la parte afectada se observan estructuras redondeadas de color marrón, pequeñas, así como también una masa de tejido blanco alrededor. Resulta

favorecida por alta humedad del suelo y la presencia de restos de cosecha como tallos de maíz, etc.

✓ **Necrosis del tallo.** Posiblemente causada por (*Phoma sp*) externamente, se presenta como una mancha negra en la parte baja del tallo de plantas adultas, alargada hacia arriba y hacia abajo. Internamente, la lesión invade los tejidos, llegando hasta la médula y siguiendo la misma trayectoria de la lesión externa.

En el país y en el departamento por ser un cultivo poco divulgado no se ha registrado reacciones de susceptibilidad a ninguna enfermedad importante, pero se tiene descripción de enfermedades asociadas a leguminosas importantes como *Desmodium sp*, *Stylosanthes spp*, *Glycine spp*, *Leucaena sp*, las cuales son afectadas.

2 ANTECEDENTES

2.1 RENDIMIENTOS

En la descripción de cuatro variedades de *Cajanus cajan*, realizada por Aponte, 1978 las cuales fueron seleccionadas masalmente en el FONAIAP (Venezuela), las variedades Lara 98-1 y Portuguesa 68, rindieron en promedio 984 y 892 Kg/ha, respectivamente, son las mas precoces (132 días) y las que mejor se adaptan a las siembras totalmente mecanizadas, la variedad Táchira 401, que rindió en promedio 1054 Kg/ha, es de ciclo intermedio (140 días) y un tallo de poco grosor que le permite adaptarse a la mecanización integral, como las variedades anteriormente mencionadas. La variedad Táchira 386 rindió un promedio de 1272 Kg/ha; por su tallo grueso no se considera apropiada para la cosecha mecanizada, pero es la más deseable por su buen rendimiento y crecimiento.

En la determinación del momento óptimo para cosechar granos verdes en 5 variedades de Guandul, 4 procedieron de la India y una de Venezuela, Las variedades ICPL-12865 y TAC-401 presentaron el mejor comportamiento en cuanto a los componentes de rendimiento estudiados ($P < 0,01-0,05$). Higuera, 1999, concluye que la mejor época para cosechar grano verde se encuentra entre los 15 y 18 días después de la floración debido a que es el momento donde existe la mayor cantidad de grano (quinchoncho) fresco y con la mejor calidad para enlatar. Para Henke, 1940. en Venezuela, el Guandúl se encuentra distribuido en todo el territorio nacional, incluyendo la costa, los llanos y los Andes y se cultiva desde el nivel del mar hasta los 3000 m.s.n.m., se considera como una importante alternativa por su rendimiento en grano, adaptación a diversas condiciones edafoclimáticas, capacidad como fijador de nitrógeno atmosférico, excelente calidad culinaria como grano verde y por ser también industrializable, este cultivo juega un papel importante en el autoabastecimiento de las familias campesinas del país, , Su valor nutritivo excepcional y su alta productividad dan buenos resultados en el incremento del peso vivo en ganado bovino donde se incremento el peso de 280 Kg, con Guandúl comparado con 181 Kg. con pastos corrientes en un periodo de 5 a 6 meses. El follaje se conserva muy bien en periodos secos, con producciones experimentales las cuales excedían las 50 ton/Ha.

En un trabajo realizado por Vivas y Morales, 2004, en Popayán (Cauca) en la evaluación de 10 accesiones de *Cajanus cajan*, 9 de ellas provinieron del banco de germoplasma del CIAT y una regional, concluyeron que las variedades CIAT 913 y CIAT 20891, con producciones de 26.6 g/m², presentaron mayor porcentaje

de producción (87.3%), supervivencia (98.2%), altura promedio (164 cm) y diámetro (130 cm), en referencia a producciones y adaptación Morales, 1995 realizó una investigación en el fondo agrícola de la UNAS, para la zona de Tingo María se evaluó la influencia de la cosecha de grano verde en el rendimiento de grano seco y otras características agronómicas importantes en 6 líneas de frijol de palo de crecimiento determinado, el crecimiento de la vaina y grano de frijol de palo presentan igual tendencia en las 6 líneas, un crecimiento rápido después de la antesis, posteriormente más lento hasta llegar a la madurez fisiológica donde el crecimiento se detiene, para obtener el mejor rendimiento en grano y rentabilidad Meléndez, 1995 efectuó un ensayo de determinación del sistema de cultivo frijol de palo y caraota donde se probaron los sistemas de siembra: intercalado (T1), asociado (T2), hileras dobles (T3), monocultivo de frijol de palo (T4) y monocultivo de frijol caraota (T5), con distancias de siembra de 0.60 x 0.20 m. Los resultados indican que no hubo presencia significativa de plagas y enfermedades en ambos cultivos y los mayores rendimientos se obtuvieron en el sistema asociado frijol de palo - frijol caraota (1894.4 Kg/Ha), en hileras dobles intercalado y monocultivos. Los índices de rentabilidad en asociación (110.17 %) y en hileras dobles (86.59 %) de frijol de palo - frijol caraota fueron mayores que en los monocultivos.

En otro un estudio realizado por Meza, 1975 en la especie *Cajanus cajan* para obtener datos referente a: altura y diámetro de planta, materia fresca y seca, caída de flores, producción, etc; realizado con 6 cultivares, los resultados obtenidos en cuanto a altura fueron de 4.06 a 4.03 m., para el diámetro de 4.03 a 4.07 cm.; la materia fresca alcanza de 23,666 a 42,973 Kg/Ha. y la materia seca de 9,213 a 18,973 Kg/Ha., el rendimiento de granos varía de 1,056.6 a 1,633 Kg/Ha. También se presentan otras plagas como queresas y hormigas que no influyen sobre el rendimiento.

2.2 USOS

En un trabajo realizado por Trompiz, 1999, donde evaluó el efecto de la sustitución parcial (0, 8, 16 y 24%) del alimento concentrado por harina de follaje de Guandúl sobre el comportamiento productivo y respuesta económica en cerdos en etapa de engorde, se utilizaron 32 cerdos. Se detectó que los niveles de sustitución evaluados presentaron un efecto significativo ($P < 0,05$) sobre las variables: ganancia total de peso (GTP), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y días en alcanzar el peso del mercado (Días/90 Kg.), sin embargo los niveles de sustitución estudiados no presentaron efecto significativo sobre el índice económico relativo (IER). Se concluyó que la sustitución parcial de alimento concentrado por HFG afectó la GTP y GDP a favor de 0% NS, sin embargo los valores promedios obtenidos por 8 y 16% NS deberían ser considerados para ser aplicados en pequeñas o medianas explotaciones porcinas.

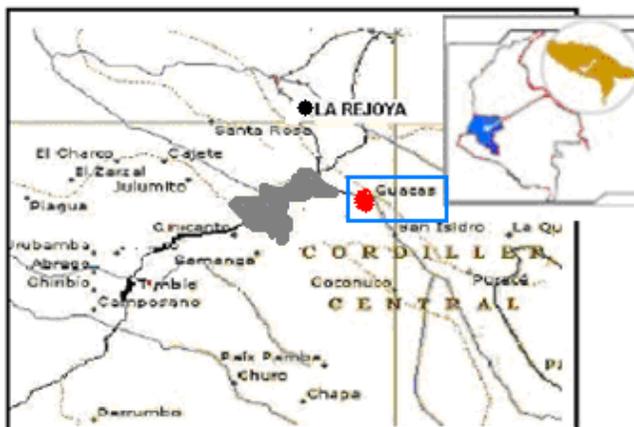
En un estudio realizado por Romero, 1993, al determinar el comportamiento de 11 líneas de frijol de palo de crecimiento determinado en la zona de Tingo María. La siembra fue tradicional y no se hizo ninguna fertilización los resultados obtenidos indican que la línea SIPAN INIA (2442.79 kg/Ha) y PLGO 605 (2278.81 kg/Ha) superan los 2200 kg/Ha de rendimiento, también todas las líneas evaluadas fueron más precoces (127 días) y de menor rendimiento que la INIA SIPAN con periodos vegetativos de 223 días. Las mejores características de los componentes de rendimiento de la línea INIA SIPAN fueron número de vainas por planta y peso de 1000 semilla. El mejor desarrollo vegetativo presentó la línea INIA SIPAN en diámetro de tallo, altura de inserción a la primera vaina y altura de planta siendo menor en PLGO 315 en estos parámetros mencionados. La línea PLGO 605 reportó el mayor porcentaje de proteína (22.75 por ciento) con un tamaño grande y buena calidad de grado.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El trabajo de evaluación de seis accesiones de Guandúl *Cajanus cajan* se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca, ubicada en la Vereda “Las Guacas” situada al Nor-orienté de la ciudad de Popayán, con coordenadas geográficas de 2° 29' latitud norte, 76° 33' longitud. Oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 1900 metros. De acuerdo a los datos registrados por la estación meteorológica del aeropuerto Guillermo León Valencia (estación N° 2603503) del Municipio de Popayán, las temperatura promedio de 19 °C; precipitación de 2000 mm/año y humedad relativa 80%, correspondiente a un clima medio (Caldas – Lang, 1987).

Figura 1. Localización del proyecto



Fuente: (Vivas y Morales, 2004)

3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Para la realización de este trabajo se dispuso de seis accesiones de Guandúl *Cajanus cajan*, cuatro de las accesiones utilizadas en esta investigación provienen del Banco de Germoplasma del CIAT y son producto de una evaluación previa realizada por Vivas y Morales (2004) en la Vereda la Rejóya, al igual que la primera la cual fué seleccionada por los mismos investigadores en el mismo año, la sexta es el producto de las investigaciones llevadas a cabo por la Fundación Horizonte. (Anexo C).

3.3 CALIDAD DE LAS SEMILLAS DE *Cajanus cajan*

3.3.1 Prueba de germinación. Antes de realizar la siembra definitiva de las accesiones en el lote, se realizó esta prueba en campo en un área de 1.5 x 1.5 m, se preparó el terreno de manera convencional y se tomaron 25 semillas de cada una de las 6 accesiones evaluadas y se sembró cada variedad en surcos longitudinales. Se hicieron riegos periódicos para facilitar la germinación de las semillas.

3.3.2 Prueba de tetrazólio. Esta prueba se realizó con el objeto de determinar la viabilidad de las semillas. La prueba se basa en la coloración producida al recibir un compuesto incoloro, cloruro de 2,3,5, trifenil tetrazolio mediante procesos que ocurren en células vivas y que forman una sustancia roja tiñendo el embrión de la semilla dando como resultado la verificación de la viabilidad de las semillas.

La metodología consistió en tomar 20 semillas enteras y 20 semillas cortadas longitudinalmente de cada accesión previamente ablandadas en agua, quedando así separados cada uno de los cotiledones y dejando expuesto el embrión, posteriormente las semillas fueron puestas en cajas de pétri; cada accesión por separado, y se le adicionó el compuesto cloruro de tetrazolio al 1%, dejando actuar la mezcla durante 15 - 20 minutos. (Sánchez y Cardozo, 2001).

3.4 MANEJO

3.4.1 Duración del ensayo. Tuvo una duración total de 12 meses desde las pruebas preliminares pasando por la siembra en el lote hasta la última cosecha realizada.

3.4.2 Diseño experimental. El ensayo se realizó bajo el diseño de bloques completamente al azar con 4 repeticiones, donde la determinante del bloque fue la fertilidad del terreno, para el análisis estadístico se efectuó un análisis de varianza por medio del software SAS V8 y se hicieron pruebas de promedios por Tuckey.

El modelo estadístico se representa en la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij}: Variable respuesta de tratamientos con j repeticiones.

u: Efecto de la media general.

T_i: Efecto de los tratamientos.

B_j: Efecto del bloque.

E_{ij}: Efecto del error experimental.

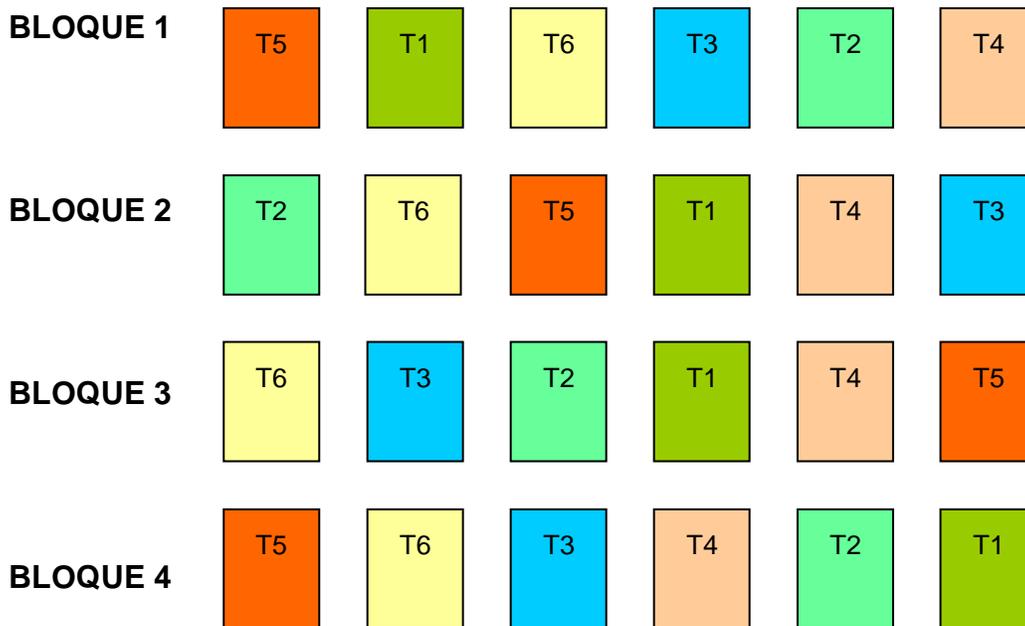
3.4.3 Tratamientos: Para la evaluación agronómica los tratamientos corresponden a las diferentes accesiones de Guandul *Cajanus cajan* y se identificaron así; **T1**: Regional – **T2**: CIAT 913 – **T3**: CIAT 20891 – **T4**: CIAT 9739 – **T5**: CIAT 18700 – **T6**: Fundación. Horizonte (Figura 2).

Figura 2. Tratamientos establecidos en campo



Fuente: Esta investigación

Figura 3. Diagrama de campo para la siembra de *Cajanus cajan*



3.4.4 Tamaño de las parcelas experimentales: Las dimensiones para cada parcela efectiva fue de 7.0 m de largo por 2.0 m de ancho para un tamaño total de cada parcela de 14 m².

Figura 4. Parcelas de campo para el cultivo de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

3.4.5 Siembra de *Cajanus cajan*. Se realizó una aplicación de herbicida para adecuar el terreno y facilitar su preparación, en el cual se eliminó la cobertura vegetal y a la vez se pico el suelo, debido a que este estaba en barbecho, una vez

realizada esta labor se trazo el lote estableciendo cada uno de los bloques, las respectivas parcelas en cada bloque y los callejones de los alrededores del lote incluyendo también los que dividen los bloques y las parcelas entre si.

Figura 5. Siembra definitiva de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

Posterior a esto se trazaron los surcos en cada bloque, aproximadamente 24 horas antes de siembra se colocaron las semillas de cada variedad a remojar con el fin de hidratarlas para su posterior siembra en campo. La siembra se hizo a chuzo utilizando 4 semillas por sitio para una densidad de siembra de 96 semillas por parcela y un total de 2304 semillas. Cada parcela se sembró en tres surcos, con 8 sitios para un total de 24 sitios por parcela. Durante los dos primeros meses de sembrado el lote los cuales corresponden al establecimiento del cultivo se aplicaron riegos periódicos localizados con el fin de satisfacer las necesidades hídricas de la planta.

3.4.6 Labores del cultivo de *Cajanus cajan*:

✓ **Raleo.** Debido a que se sembraron 4 semillas por sitio, a los 30 días después de la siembra se procedió a la eliminación de las plántulas restantes dejando una planta por sitio.

✓ **Fertilización de *Cajanus cajan*.** Se realizó una fertilización a los 44 días de establecido el cultivo, con aplicaciones de P_2O_5 (50kg/ha), K_2O (50kg/ha), S

(20kg/ha) y Mg (20kg/ha), (Peters, 2003); y se aplicaron 39.9 gr de la mezcla por planta en corona a 10 cm del tallo.

Figura 6. Fertilización de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

✓ **Control de malezas.** Durante todo el ciclo de cultivo se realizó un control mecánico de malezas con guadaña cada mes, tanto a las calles entre cada parcela con una labor de plateo periódico.

Figura 7. Control de malezas durante el cultivo de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

3.4.7 Cosecha de *Cajanus cajan*. Se realizaron 3 cosechas de grano en esta evaluación, a los 223, 262 y 311 días desde la siembra, para el ensayo se

determino el punto óptimo de cosecha; el momento en que los frutos se encontraban relativamente secos y las vainas presentaban un color café oscuro o caramelo.

Figura 8. Cosecha del grano de las plantas de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

3.5 VARIABLES EVALUADAS

✓ **Emergencia de plántulas de *Cajanus cajan*.** A las tres semanas de siembra; se evaluó el número de plántulas emergidas por parcela.

✓ **Vigor de las plantas.** Se evaluó por apreciación subjetiva de cada parcela en comparación con las demás parcelas del mismo género, integrando criterios sobre porte y salud de las plantas. Esto se realizó a las 8, 12 y 16 semanas de sembrado el lote, en una escala de 1 a 5, calificándose como 1 a las plantas de menor desempeño y 5 a las de mejor desempeño. (Vivas y Morales, 2004).

✓ **Altura de la planta.** Se midió la longitud desde el suelo hasta la parte más elevada de la planta en el tallo principal. Esto se efectuó a las 8, 12 y 16 semanas de sembrado el lote.

✓ **Diámetro de la planta.** A las 8, 12 y 16 semanas se tomo el diámetro como la medida entre las dos ramas opuestas al tallo de mayor envergadura.

✓ **Presencia de plagas.** A las 8, 12 y 16 semanas, se llevo a cabo por medio de observaciones y previa identificación de los insectos plaga hallados, la escala de evaluación para las diferentes plagas fue de 1 a 4, así: (Lené y Calderón, 1982).

1= Presencia del insecto: daño inferior al 5% de plantas afectadas.

2= Daño leve: 5-20% de plantas afectadas.

3= Daño moderado: 20-40% de plantas afectadas.

4= Daño grave: más de 40% de plantas afectadas.

✓ **Incidencia de Enfermedades.** A las 8, 12 y 16, se realizó por medio de observación y previa identificación de los síntomas, la escala de evaluación para las diferentes enfermedades fue de 1 a 4, así: (Lené y Calderón, 1982).

1= Presencia de la enfermedad; daño inferior al 5% de plantas afectadas.

2= Daño leve: 5-20% de plantas afectadas

3= Daño moderado: 20-40% de plantas afectadas

4= Daño severo o grave: más de 40% de plantas afectadas.

✓ **Producción de grano.** Se evaluó la producción de grano correspondiente al primer periodo de floración (primer año), tomando la producción por parcela experimental correspondiente a las seis plantas centrales de cada repetición.

3.6 VARIABLES FENOLOGÍCAS

✓ **Días a floración.** Días entre siembra hasta cuando por lo menos el 50% de las ramas de las planta hayan dado flores.

Variedades precoces (de 90-150 días)

Variedades semitardías (de 150-220 días)

Variedades tardías (>220 días).

(Binder, 1997).

✓ **Inicio de cosecha.** Días entre siembra y recolección de frutos.

✓ **Racimos por rama:** Cantidad de racimos que presentó el eje central de crecimiento.

✓ **Frutos por racimo:** Cantidad de frutos en vaina o maduros que presentó un racimo.

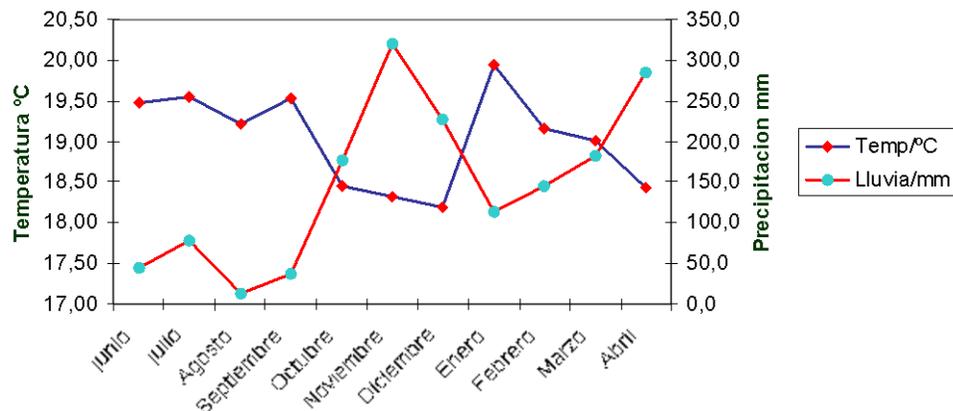
✓ **Granos por fruto:** Cantidad de semilla por fruto.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CLIMA DURANTE FASE EXPERIMENTAL

Durante la duración del ensayo el cual fue de Junio 2006 a Abril 2007 se presentaron dos marcados periodos de alta precipitación correspondientes a los meses de noviembre del 2006 y abril del 2007 con temperaturas promedio de 18.5 °C y en contraste con un bajo periodo de precipitación en los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre de 2006 resaltando el mes de Agosto como el de menor precipitación durante el ensayo, siendo estos meses los de temperaturas mas altas pero por debajo del mes de Enero de 2007, durante el cual se presentó una temperatura promedio de 20 °C (Figura 9)

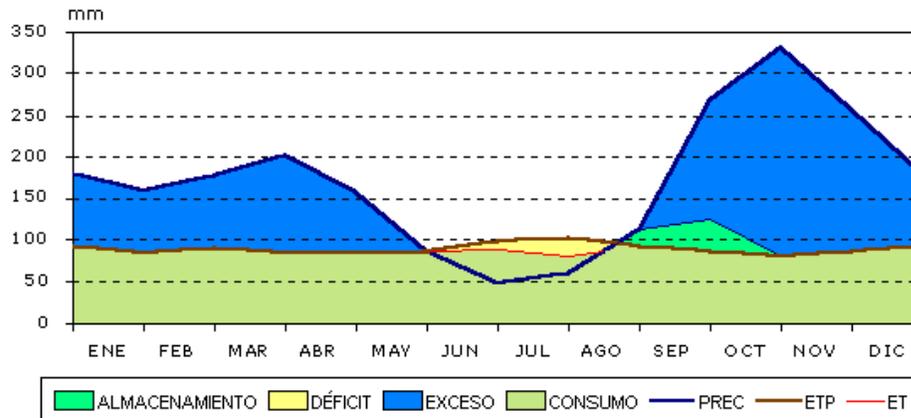
Figura 9. Comportamiento de variables ambientales durante la experimentación (Temperatura y Precipitación)



Fuente: IDEAM 2007

De acuerdo con los registros obtenidos de la estación meteorológica del Aeropuerto Guillermo León Valencia de la ciudad de Popayán, las precipitaciones mensuales en los meses de duración del ensayo variaron entre 50 y 350 mm lo cual es considerado exceso ya que sobrepasan el nivel de almacenamiento de agua que presenta el suelo, según datos analizados por el IDEAM (Figura 10) que están entre 85 y 125 mm de H₂O/m², lo que ocasiona encharcamientos en el suelo y por ende favoreciendo la incidencia de organismos patógenos que ocasionan pudriciones tanto en las raíces como en los tallos de las plantas.

Figura 10. Balance Hídrico Climático de la Meseta de Popayán



Fuente: IDEAM 2007

4.2 VIABILIDAD POR TETRAZOLIO EN SEMILLAS DE *Cajanus cajan*

Los resultados obtenidos no fueron los esperados como se reportan en la literatura (Sánchez y Cardozo, 2001), puesto que luego del tiempo de reposo de las muestras se observó que se tiñeron los cotiledones expuestos pero no el embrión, siendo este último indicador de la viabilidad de las semillas.

Las enzimas de la deshidrogenasa presentes en las células vivas reducen el tetrazólio incoloro tornándolo en un compuesto rojo insoluble en el agua el cual tiñe el tejido embrionario sano, absorbiendo el tetrazólio lentamente desarrollando un color rojo pálido, cuando se presenta color rojo intenso en tejidos embrionarios es porque están afectados por envejecimiento, congelación o daño mecánico. La presencia de tejido firme y sin tinción es reflejo de tejido muerto.

Los resultados obtenidos con esta prueba fueron confusos, debido a que no hubo tinción de tejido embrionario, lo que determinó la no viabilidad de la semilla, razón por la cual se decidió utilizar 4 semillas por sitio de cada variedad al momento de la siembra definitiva en campo, para obtener una mayor seguridad al momento de la germinación de las semillas en el lote definitivo.

4.3 PRUEBA DE GERMINACION EN SEMILLAS DE *Cajanus cajan*

Según los resultados obtenidos en la prueba de germinación (Tabla N° 3) se encontraron bajos porcentajes de germinación para las 6 accesiones evaluadas bajo las mismas condiciones de suelo, labores de cultivo y factores ambientales.

A partir de este prueba se encontró que la mayor germinación la presentó el T3 (CIAT 20891) en contraste con la menor que fue el T4 (CIAT 9739) condición corroborada con la prueba de tetrazólio.

Tabla 3. Porcentajes de germinación de *Cajanus cajan*

Accesiones	% de Germinación
Regional	17%
CIAT 913	18%
CIAT 20891	22.5%
CIAT 9739	6%
CIAT 18700	20%
Fundación Horizonte	13.5%

Fuente: Esta investigación

4.4 EMERGENCIA DEL GUANDÚL EN LOTE DEFINITIVO

La emergencia de las accesiones para este estudio fue similar en algunos tratamientos, con un porcentaje que varía de **63.5%** hasta **100%** (Tabla 4).

A pesar de la similitud de datos el T6 (Fundación Horizonte) fue la de menor porcentaje de emergencia en esta evaluación, obteniendo un valor promedio de **63.5%**; contrario a esto el T4 (CIAT 9739) logró una emergencia del **100%** seguida por T2 (CIAT 913) con un valor promedio de **98.9%** para el ensayo como lo muestra la tabla 5.

Tabla 4. Porcentajes de emergencia en lote definitivo de *Cajanus cajan*

	% EMERGENCIA					
	T5	T1	T6	T3	T2	T4
BLOQUE 1	87.5 %	95.83%	83.3%	100%	95.83%	100%
	T2	T6	T5	T1	T4	T3
BLOQUE 2	100%	66.6%	100%	91.6%	100%	95.83%
	T6	T3	T2	T1	T4	T5
BLOQUE 3	54.16%	95.83%	100%	83.3%	100%	100%
	T5	T6	T3	T4	T2	T1
BLOQUE 4	87.5%	50%	75%	100%	100%	100%

Fuente: Esta investigación

Tabla 5. Porcentaje de emergencia promedio por accesión

ACCESION	% EMERGENCIA
REGIONAL	92.68%
CIAT 913	98.95%
CIAT 20891	91.66%
CIAT 9739	100%
CIAT 18700	93.75%
FUNDACION	63.51%
HORIZONTE	

Fuente: Esta investigación

De acuerdo a los porcentajes de emergencia obtenidos en el lote experimental registrados a 21 días de la siembra se observó que el tratamiento T1 (Regional) presentó un alto porcentaje de emergencia, debido principalmente a que esta accesión esta adaptada a las condiciones agroecológicas de la meseta de Popayán, también a que el grano el cual se utilizó como semilla llevaba poco tiempo de ser cosechado y tuvo un adecuado almacenamiento antes de la utilización para este ensayo.

Los altos porcentajes registrados para estas accesiones (CIAT 913, CIAT 20891, CIAT 9739, CIAT 18700 y Regional), se debe a que provienen de un banco de germoplasma y además se tuvo un adecuado almacenamiento del grano bajo condiciones controladas de HR (humedad relativa) de entre 60 – 65 % y T° (temperatura) de 8 – 12 °C y humedad de la semilla entre 11 – 12 %, para resaltar se observó que el T4 (CIAT 9739) presentó un 100% de emergencia de la semilla en el lote definitivo, lo cual indica que las accesiones que estuvieron bajo las condiciones antes mencionadas tiene un mejor comportamiento en cuanto a esta variable.

En contraste a lo anterior la semilla proveniente de la Fundación horizonte presentó el más bajo porcentaje de germinación con un 63.5% este comportamiento se debió a que la accesión proviene del sur del Cauca (Mercaderes) donde se tiene diferentes condiciones climáticas, también al tiempo y forma de almacenamiento del grano influyeron sobre la semilla afectando el estado fisiológico del embrión y su latencia.

4.5 VIGOR DE LA PLANTA

Tabla 6. Resultados Anova para la variable VIGOR DE LA PLANTA en *Cajanus cajan*

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f calculado	Pr>f
Modelo	8	2.18	0.27	1.40	0.2738
Bloque	3	0.26	0.08	0.46	0.7161
Tratamiento	5	1.91	0.38	1.96	0.1430
Error	15	2.92	0.19		
Total	23	5.11			

C.V: 11.40, **Pr>f=0.05** (95%), **DMS:** 1.01, **Media:** 3.87

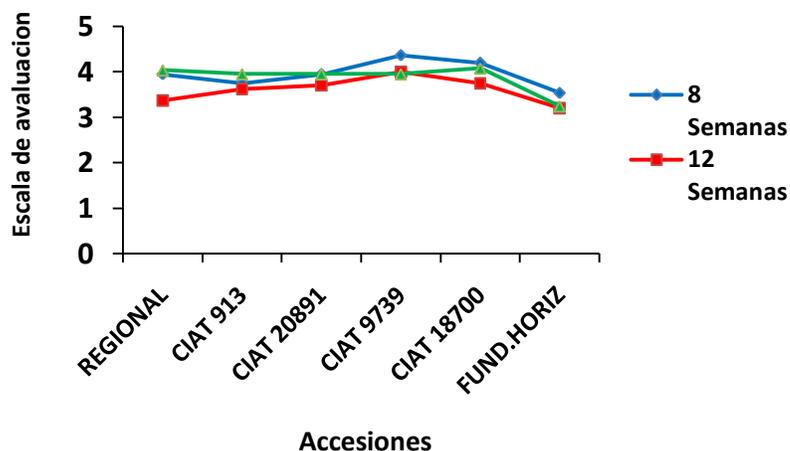
Fuente: Esta investigación

La variación entre los diferentes tratamientos (accesiones) para la variable Vigor de la Planta, indica que los resultados obtenidos difieren en un 11.40% a la media resultante del Anova, esto representa el comportamiento homogéneo que se observó durante la evaluación de los materiales vegetales.

En la Figura 11 se muestra el comportamiento observado para la variable vigor durante las 8, 12 y 16 primeras semanas de la evaluación; Entre los tratamientos evaluados (accesiones) no presentó diferencias estadísticamente significativas, en el modelo de investigación, las condiciones de manejo fueron iguales para todos los casos, a esta característica se le puede atribuir que el vigor para los tratamientos (accesiones) fue similar durante el periodo de evaluación, con un rango comprendido entre 3.2 y 4.1 donde el tratamiento T6 (Fundación horizonte) presentó menor vigor en comparación con el tratamiento T5 (CIAT 18700) la cual presentó el mayor valor en cuanto a esta variable.

En forma general se puede observar un comportamiento homogéneo en cada uno de los tratamientos durante la evaluación siendo muy similares a lo reportado por (Vivas y Morales, 2004) donde se argumenta que en la evaluación de 10 accesiones de *Cajanus cajan* no se presentaron diferencias en cuanto al vigor de las plantas.

Figura 11. Comportamiento de la variable vigor de la planta durante la evaluación de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

4.6 ALTURA DE LA PLANTA

Tabla 7. Resultados Anova para la variable ALTURA DE LA PLANTA en *Cajanus cajan*

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f calculado	Pr>f
Modelo	8	1084.90	135.61	1.34	0.2973
Bloque	3	104.76	34.92	0.35	0.7931
Tratamiento	5	980.13	196.02	1.94	0.1474
Error	15	1517.64	101.17		
Total	23	2602.54			

C.V: 15.64, **Pr>f=0.05 (95%), DMS:** 23.10, **Media:** 64.27

Fuente: Esta investigación

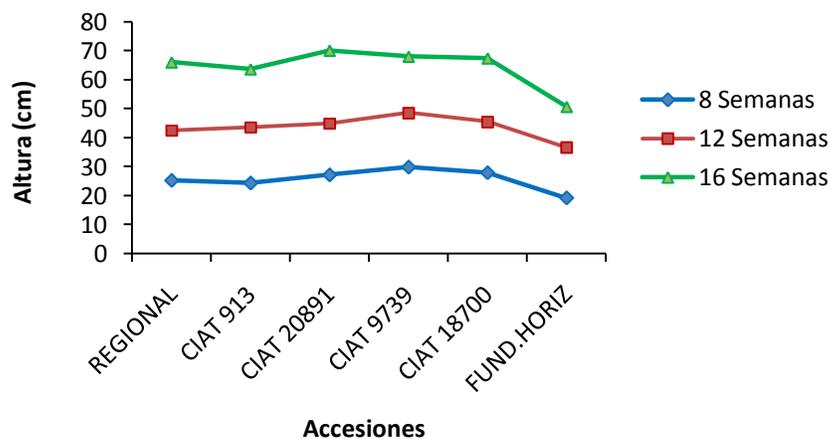
La variación entre los diferentes tratamientos (accesiones) para la variable Altura de la Planta, indica que los resultados obtenidos difieren en un 15.64% a la media resultante del Anova, esto representa el comportamiento homogéneo que se observó durante la evaluación de los materiales vegetales.

En la figura 12 se muestra el comportamiento de los tratamientos para la variable altura de la planta durante las 8, 12 y 16 primeras semanas de la evaluación. Entre los 6 tratamientos evaluados de Guandúl *Cajanus cajan*, no se presentó diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la altura de las plantas; con un valor mínimo de 50.7 cm para el tratamiento T6 (Fundación Horizonte) y un máximo de 70. cm que corresponde a el T3 (CIAT 20891), a las 16 semanas de la siembra con una altura promedio para el ensayo de 64.27 cm.

En otros estudios realizados por Meza, 1975, donde se evaluó altura de las plantas se alcanzaron alturas de 4.06 y 4.03 m con otros cultivares este comportamiento varia mucho con los resultados obtenidos en esta investigación los cuales se tomaron hasta la semana 16 después de la siembra, estos datos corresponden a la altura que alcanzaron los diferentes materiales hasta llegar a la madurez fisiológica, este comportamiento se puede observar en la figura 12, para el caso de la accesión T6 (Fundación Horizonte) la baja altura se debe a que este material proviene de una zona la cual presenta condiciones agroecológicas distintas a las presentes en la Meseta de Popayán y a su propia expresión fenotípica (porte).

En cuanto a la altura reportada por Vivas y Morales, 2004, dónde toman dos tiempos de medición de esta variable 112 y 269 días, argumentan que su comportamiento fue similar y que no hay diferencias entre las 10 accesiones evaluadas.

Figura 12. Comportamiento de la variable Altura de la planta durante la evaluación de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

4.7 DIÁMETRO DE LA PLANTA

Tabla 8. Resultados Anova para la variable DIÁMETRO DE LA PLANTA en *Cajanus cajan*

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f calculado	Pr>f
Modelo	8	250.59	31.32	0.55	0.8025
Bloque	3	34.15	11.38	0.20	0.8951
Tratamiento	5	216.43	43.28	0.76	0.5933
Error	15	856.11	57.07		
Total	23	1106.70			

C.V: 20.00, **Pr>f=0.05** (95%), **DMS:** 17.35, **Media:** 37.75

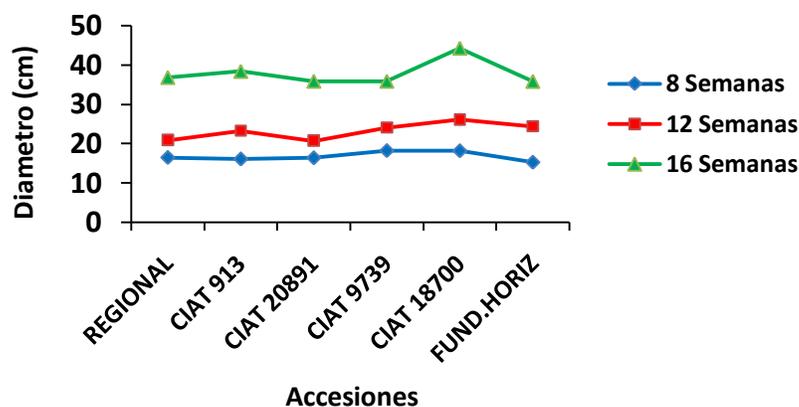
Fuente: Esta investigación

La variación entre los diferentes tratamientos (accesiones) para la variable Diámetro de la Planta, indica que los resultados obtenidos difieren en un 20.00% a la media resultante del Anova, esto representa el comportamiento homogéneo que se observó durante la evaluación de los materiales vegetales.

La figura 13 muestra el comportamiento de los tratamientos durante las 16 primeras semanas de la evaluación. Entre los tratamientos (accesiones) evaluados no se presentaron diferencias estadísticamente significativas, se obtuvo un promedio de 37.75 cm en el diámetro de la planta, con un rango de medidas que va desde los 35.75 cm para el T6 (FUNDACION HORIZONTE) hasta 44.16 cm correspondiente al T5 (CIAT 18700).

El comportamiento para el T6 (Fundación Horizonte) donde se observó un menor diámetro comparado con las otras accesiones muestra que este tratamiento no tiene un buen desempeño en este ambiente esto se debe a que el material proviene de en una zona la cual presenta condiciones de suelo y clima diferentes a las de la Meseta de Popayán, (Vivas y Morales, 2004) afirman que no existe diferencia en cuanto al diámetro de la planta y no varían en gran medida con los resultados obtenidos en esta investigación.

Figura 13. Comportamiento de la variable Diámetro de la planta durante la evaluación de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

4.8 PRESENCIA DE PLAGAS

Tabla 11. Resultados Anova para la variable PRESENCIA DE PLAGAS EN LAS PLANTAS de *Cajanus cajan*

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f calculado	Pr>f
Modelo	8	0.12	0.016	1.84	0.1464
Bloque	3	0.009	0.003	0.37	0.7780
Tratamiento	5	0.11	0.023	2.73	0.0602
Error	15	0.13	0.008		
Total	23	0.26			

C.V: 8.41, Pr>f=0.05 (95%), DMS: 0.21, Media: 1.11

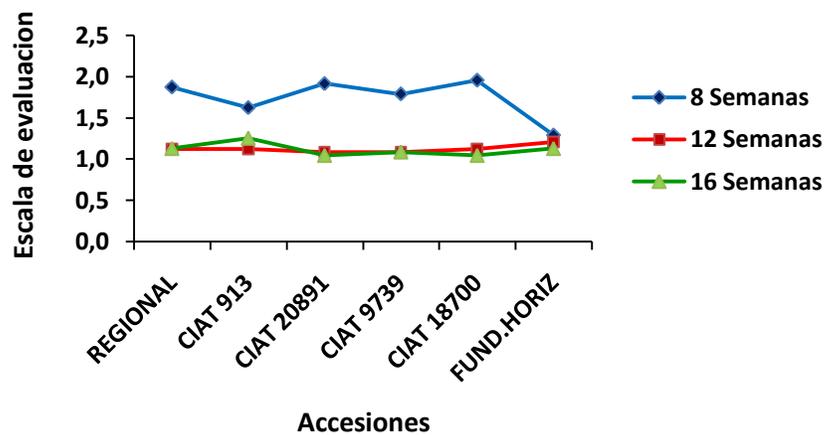
Fuente: Esta investigación

La variación entre los diferentes tratamientos (accesiones) para la variable Presencia de Plagas, indica que los resultados obtenidos difieren en un 8.41% a la media resultante del Anova, esto representa el comportamiento homogéneo que se observó durante la evaluación de los materiales vegetales.

En la figura 14 se muestra el comportamiento para la variable presencia de plagas durante las primeras 16 semanas de la evaluación. En el periodo de evaluación del ensayo aunque se presentaron algunas plagas, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas para los diferentes tratamientos, con respecto a las plagas fueron clasificadas de incidencia baja no determinadas como un factor de influencia en la toma de datos para el desarrollo de esta evaluación, las plagas más comunes fueron: comedores de hojas, barrenadores del tallo y chupadores, se presentaron y observaron algunos daños esporádicos por estos insectos, pero no se tuvo daños importantes que afectaran el desarrollo del cultivo.

Estudios de la especie *Cajanus cajan* por Meza, 1975 reporta la presencia de hormiga cortadora y el comején los cuales no influyeron sobre el redimiendo del cultivo, lo mismo para el trabajo de determinación del sistema de cultivo por Meléndez, 1995 donde indica que no hubo presencia significativa de plagas para el monocultivo de Fríjol de palo o *Cajanus cajan*, al respecto Vivas y morales, 2004, afirman que el ataque de algunas plagas no afecta el desarrollo del cultivo de *Cajanus cajan*.

Figura 14. Comportamiento de la variable Presencia de Plagas durante la evaluación de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

4.9 PRESENCIA DE ENFERMEDADES

Tabla 12. Resultados Anova para la variable ENFERMEDADES EN LAS PLANTAS de *Cajanus cajan*

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f calculado	Pr>f
Modelo	8	0.009	0.0012	1.00	0.4747
Bloque	3	0.003	0.0012	1.00	0.4199
Tratamiento	5	0.006	0.0012	1.00	0.4509
Error	15	0.018	0.0012		
Total	23	0.027			

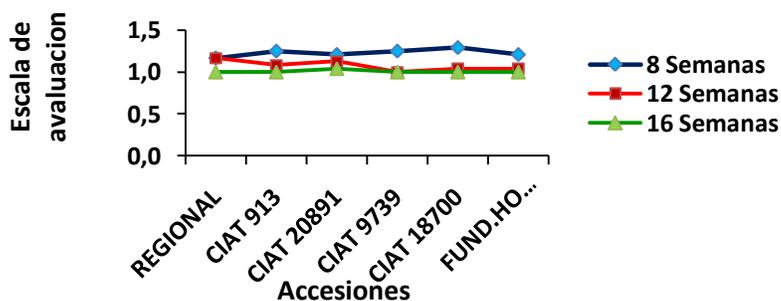
C.V: 3.44, Pr>f=0.05 (95%), DMS: 0.07, Media: 1.00

Fuente: Esta investigación

La variación entre los diferentes tratamientos (accesiones) para la variable Enfermedades en las Plantas, indica que los resultados obtenidos difieren en un 3.44% a la media resultante del Anova, esto representa el comportamiento homogéneo que se observó durante la evaluación de los materiales vegetales.

En la figura 15 se observa el comportamiento de la variable enfermedad durante las semanas 8, 12 y 16 de evaluación del cultivo. En cuanto a enfermedades aunque se presentaron y se observó incidencia de algunas afecciones, no se evaluaron daños causados por patógenos que afectaran el desarrollo y productividad del cultivo, en el trabajo de Vivas y Morales, 2004 no reportan incidencia para la variable presencia de enfermedades.

Figura 15. Comportamiento de la variable Enfermedades durante la evaluación de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

4.10 COSECHA TOTAL DE GRANO EN PLANTAS de *Cajanus cajan*

Tabla 13. Resultados Anova para la variable COSECHA TOTAL DE GRANO EN LAS PLANTAS de *Cajanus cajan*

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f calculado	Pr>f
Modelo	8	332826.06	41603.25	0.88	0.5517
Bloque	3	6789.82	2263.27	0.05	0.9855
Tratamiento	5	326036.23	65207.24	1.39	0.2848
Error	15	705977.13	47065.14		
Total	23	1038803.19			

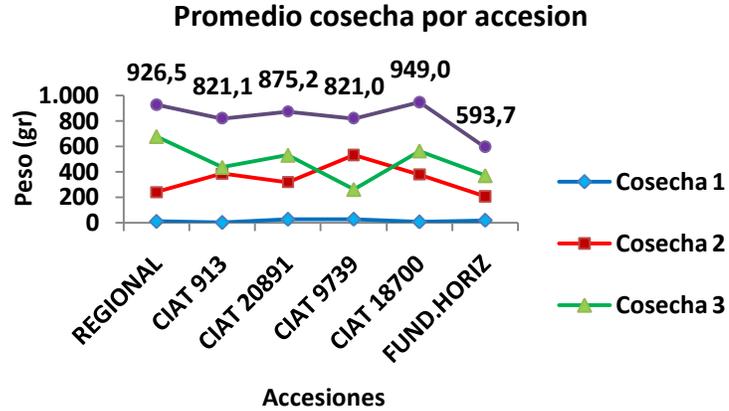
C.V: 26.10, **Pr>f**=0.05 (95%), **DMS:** 498.4, **Media:** 831.06

Fuente: Esta investigación

La variación entre los diferentes tratamientos (accesiones) para la variable Cosecha Total, indica que los resultados obtenidos difieren en un 26.10% a la media resultante del Anova, donde el comportamiento no es tan similar entre los materiales vegetales.

En la figura 16 y tabla 13 se muestra el comportamiento de la variable producción de grano o cosecha durante el periodo de evaluación. Para la determinación del potencial productivo de las accesiones evaluadas se realizaron tres cosechas después de la fase vegetativa del cultivo, entendiéndose como después de su floración, los resultados de cada cosecha se promediaron y arrojaron un resultado de cosecha total los cuales aparecen a continuación.

Figura 16. Comportamiento de la variable Cosecha Total durante la evaluación de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

Realizado el análisis de varianza para esta variable no se presentaron diferencias estadísticamente significativas respecto a la producción de grano, en las tres cosechas realizadas, en la evaluación de los 6 tratamientos (accesiones) se obtuvo una media de 831.06 gr, un rango comprendido entre 593.7 y 949.0 gr donde el menor valor corresponde al T6 (Fundación Horizonte) y el mayor al T5 (CIAT 18700) Tabla 14.

Tabla 14. Prueba de Promedios de Tuckey para la variable COSECHA TOTAL DE GRANO

Accesión	Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Medios Tuckey
REGIONAL	10,3	239,25	676,89	926,5
CIAT 913	2,13	385	433,98	821,1
CIAT 20891	27,49	318,5	529,18	875,2
CIAT 9739	28,24	533	259,78	821
CIAT 18700	6,86	379	563,1	949
FUND.HORIZ	19,63	205,5	368,52	593,7

Fuente: Esta investigación

En cuánto a los estimados de producción de grano por accesión es importante resaltar que bajo las condiciones de la Meseta de Popayán el T5 (CIAT 18700) fué

la de mayor producción si se estima un comportamiento similar en las dos cosechas anuales a una densidad de siembra de 10000 plantas/Ha la producción promedio del tratamiento sería de 790.83 Kg/año/Ha, mientras que para el T1 (Regional) la cual fue la que se categorizó como la segunda en términos de productividad sería de 772.08 Kg/año/Ha, estos resultados contrastan con el trabajo previo de (Vivas y Morales, 2004), encontrando diferencias en cuanto a la producción de grano donde para el trabajo de ellos el material más productivo fue la accesión (Regional) con 1166.3 gr y en segundo rango la accesión CIAT 913 con 961.3 gr confrontando el similar comportamiento de la accesión (Regional) donde su producción varía en muy poco con esta investigación.

En un estudio del comportamiento de 11 líneas de Fríjol de palo realizado por Romero, 1993 los resultados indican que algunas de estas líneas alcanzaron los 2442.75 Kg/Ha y 2278.81 Kg/Ha siendo superiores al redimiendo que se obtuvo en el presente trabajo, por utilizar otros materiales en un medio ambiente muy diferente.

5 COMPORTAMIENTO FENOLOGICO DE 6 ACCESIONES DE GUANDÚL (*Cajanus cajan*) ESTABLECIDOS EN LA MESETA DE POPAYAN

5.1 DIAS A FLORACION

Tabla 9. Resultados Anova para la variable DIAS A FLORACION DE LAS PLANTAS en *Cajanus cajan*

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f calculado	Pr>f
Modelo	8	5458.83	682.35	4.68	0.0050
Bloque	3	828.33	276.11	1.90	0.1738
Tratamiento	5	4630.50	926.10	6.36	0.0023
Error	15	2185.16	145.67		
Total	23	7644			

C.V: 7.03, Pr>f=0.05 (95%), DMS: 27.72, Media: 171.50

Fuente: Esta investigación

Tabla 10. Prueba de promedios de Tuckey para la variable DIAS A FLORACION

Tuckey Agrupado	Medios	N	Tratamiento
A	198.50	4	5
B	174.75	4	2
B	170.00	4	3
B	167.00	4	6
B	166.50	4	4
B	152.25	4	1

Fuente: Esta investigación

La variación entre los diferentes tratamientos (accesiones) para la variable Días a Floración, indica que los resultados obtenidos difieren en un 7.03% a la media resultante del Anova, esto representa el comportamiento homogéneo que se observó durante la evaluación de los materiales vegetales.

Los resultados del Anova comparados mediante la prueba de Tuckey muestra diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos; El T5 (CIAT 18700) con 198.5 días y el T2 (CIAT 913) con 174.87 días tuvieron un comportamiento similar en cuanto a esta variable ya que la floración se presentó en promedio a los 171.5 días después de la siembra, lo que indica que sus periodos vegetativos fueron más prolongados, si la comparamos con el T1 (Regional), con 152.2 días la cual tuvo el menor periodo vegetativo considerándose todas las accesiones evaluadas como semitardias según Binder en 1997.

Mediante la prueba de promedios de Tuckey se determinó que el mejor tratamiento en cuanto a esta variable es el T1 (Regional) por presentar un menor periodo vegetativo; Con esto se ve reflejado la expresión que existe entre el genotipo de las accesiones evaluadas en diferentes ambientes.

En trabajos anteriores por Aponte, 1978, se describieron 4 variedades de *Cajanus cajan* donde se evaluó floración y se obtuvo que los materiales fueron más precoces con 132 - 140 días a floración, variando por pocos días para la presente investigación, estas diferencias se deben a la influencia del ambiente donde se evaluaron, tanto para las citados como para los resultados obtenidos.

5.2 RACIMOS POR RAMA EN PLANTAS DE GUANDÚL

Tabla 15. Resultados Anova para la variable RACIMOS POR RAMA DE LAS PLANTAS de *Cajanus cajan*

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f calculado	Pr>f
Modelo	8	18.32	2.29	1.45	0.2556
Bloque	3	1.08	0.36	0.23	0.8753
Tratamiento	5	17.23	3.44	2.18	0.1113
Error	15	23.73	1.58		
Total	23	42.05			
C.V: 5.04, Pr>f=0.05 (95%), DMS: 2.88, Media: 24.93					

Fuente: Esta investigación

Tabla 16. Prueba de Promedios de Tuckey para la variable RACIMOS POR RAMA

Tuckey		Medios	N	Accesión
Agrupado				
	A	26	4	1
B	A	25	4	3
B	A	25	4	4
B	A	25	4	5
B	A	25	4	2
B		23	4	6

Fuente: Esta investigación

La variación entre los diferentes tratamientos (accesiones) para la variable Racimos por Rama, indica que los resultados obtenidos difieren en un 5.04% a la media resultante del Anova, esto representa el comportamiento homogéneo que se observó durante la evaluación de los materiales vegetales.

El análisis de varianza realizado para esta variable no arrojó diferencias estadísticas significativas durante el ensayo para los 6 tratamientos (accesiones), con un rango comprendido entre 23.45 y 26.35; donde la primera corresponde a el T6 (FUNDACION HORIZONTE) y la segunda a el T1 (Regional) respectivamente, este material fué el que presentó un mejor comportamiento en cuanto a esta variable al compararlo con los demás tratamientos.

5.3 FRUTOS POR RACIMO EN PLANTAS DE *Cajanus cajan*

Tabla 17. Resultados Anova para la variable FRUTOS POR RACIMO DE LAS PLANTAS de *Cajanus cajan*

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f calculado	Pr>f
Modelo	8	0.61	0.07	1.72	0.1750
Bloque	3	0.012	0.004	0.09	0.9636
Tratamiento	5	0.60	0.12	2.69	0.0628
Error	15	0.67	0.044		
Total	23	1.28			

C.V: 4.12, **Pr>f=0.05 (95%), DMS:** 0.48, **Media:** 5.13

Fuente: Esta investigación

La variación entre los diferentes tratamientos (accesiones) para la variable Frutos por Racimo, indica que los resultados obtenidos difieren en un 4.12% a la media resultante del Anova, esto representa el comportamiento homogéneo que se observó durante la evaluación de los materiales vegetales.

Entre los tratamientos evaluados para esta variable no existen diferencias estadísticamente significativas es decir que los tratamientos usados en el modelo de investigación mostraron un comportamiento homogéneo. Los tratamientos T6 (FUNDACION HORIZONTE) y T5 (CIAT 18700) respectivamente presentaron un valor promedio de 5.0 frutos por racimo, destacándose entre los 6 tratamientos el T1 (REGIONAL) que presentó un promedio de 5.45 frutos por racimo.

Para esta variable los tratamientos T5 y T6 presentaron baja producción de frutos por racimo se debe a que este material proviene y fue anteriormente evaluado en una zona la cual presenta condiciones agroecológicas distintas a las presentes en la meseta de Popayán.

5.4 GRANOS POR FRUTO EN PLANTAS DE *Cajanus cajan*

Tabla 18. Resultados Anova para la variable GRANOS POR FRUTO EN LAS PLANTAS DE *Cajanus cajan*

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	f calculado	Pr>f
Modelo	8	1.40	0.17	1.20	0.3611
Bloque	3	0.18	0.062	0.43	0.7371
Tratamiento	5	1.21	0.24	1.67	0.2034
Error	15	2.18	0.14		
Total	23	3.59			

C.V: 7.88, Pr>f=0.05 (95%), DMS: 0.87, Media: 4.84

Fuente: Esta investigación

La variación entre los diferentes tratamientos (accesiones) para la variable Granos por Fruto, indica que los resultados obtenidos difieren en un 7.88% a la media resultante del Anova, esto representa el comportamiento homogéneo que se observó durante la evaluación de los materiales vegetales.

Entre los tratamientos evaluados no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el número de granos por fruto durante la evaluación tabla 17, el promedio observado fue de 4.84 granos/fruto, con un rango de valores comprendido entre 4.5 granos/fruto para el T1 y 5.12 granos/fruto para T3. En cuanto a esta variable las accesiones tuvieron un comportamiento homogéneo, pero el tratamiento de mejor comportamiento fue el T3 (CIAT 20891) con un valor promedio de 5.12 granos/fruto.

Cajanus cajan durante la fase de evaluación presentó en su fenología un hábito de crecimiento erecto, arbustivo, perenne y de rápido crecimiento así como lo referencia Stevens *et al.* 2001.

En cuanto a la floración se presentó marcadamente en dos semestres, del cual para este estudio se pudo observar en el segundo semestre del año en los meses de Septiembre, Octubre y Noviembre; El tiempo de floración en esta evaluación corresponde a materiales semitardios, igual como lo reporta Binder, 1997. Las flores presentaron coloraciones amarillas, amarillas con rayas rojas y rojas caracterizando los tratamientos T1 con flores rojas (figura 17), T2 con flores rojas (figura 18), T3 con flores amarillas (figura 19), T4 con flores amarillas con rayas rojas (figura 20), T5 con flores amarillas (figura 21) y T6 con flores amarillas con rayas rojas (figura 22), cabe resaltar que para los tratamientos (accesiones) la coloración interna de las flores es amarilla y en la parte externa de la flor es donde se presenta las diferencias de color antes mencionadas (Anexo E). En la figura 23 se presenta los diferentes estadios florales en *Cajanus cajan* (Anexo F).

En las figura 24, y 25 (Anexo G) se observa que ***Cajanus cajan*** es un arbusto con hojas trifoliadas, el cual presenta racimos de flores numerosas, coincidiendo con lo argumentado en cuanto a las flores, hojas e inflorescencias por (Stevens *et al.* 2001)

Para las seis accesiones evaluadas la cosecha se inició a los 223 días después de la siembra cuando los frutos presentaban una coloración café oscura (figura 26), la cual se determinó como punto óptimo para obtención de semilla puesto que los granos contenidos en los frutos estaban secos. La cosecha se finalizó a los 311 días después de la siembra cuando en el lote no quedaron frutos para recolectar puesto que se realizaron tres pases de cosecha. Además de esto se determinó que en promedio para los diferentes tratamiento evaluados se obtuvo 23.93 racimos/rama (figura 27), 5.13 frutos/racimo (figura 28) y 4.84 granos/fruto (figura 29), (Anexo G).

En referencia a la producción de frutos y semillas los frutos son legumbres oblongas, de hasta 13 cm de largo y hasta 1.7 cm de ancho (aunque generalmente más pequeños), rectos o algo curvados, comprimidos, deprimidos entre las semillas, claramente puntiagudos, de color pajizo y frecuentemente con rayas moradas, generalmente cubiertos de pelillos, con 2 a 9 semillas. (Stevens *et al.* 2001).

5.5 CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES EVALUADAS EN LAS PLANTAS DE *Cajanus cajan*

En la tabla 19 aparece la matriz de correlación entre las diez variables analizadas en este trabajo.

Tabla 19. Matriz de correlación entre las variables de estudio

	CT	DAF	RAC/RAM	FRU/RAC	GRA/FRU	VIGOR	ENFERMEDADES	PLAGAS	DIAMETRO	ALTURA
CT	1.00									
DAF	0.021	1.00								
RAC/RAM	0.525	-0.113	1.00							
FRU/RAC	0.167	-0.415	0.206	1.00						
GRA/FRU	-0.327	-0.142	-0.475	-0.110	1.00					
VIGOR	0.454	0.04204	0.48916	0.10096	-0.62460	1.00				
ENFERMEDADES	0.10357	-0.19278	-0.194	0.034	0.082	0.056	1.00			
PLAGAS	-0.307	0.0096	-0.128	0.023	-0.100	-0.050	-0.225	1.00		
DIAMETRO	0.281	0.131	0.292	-0.142	-0.485	0.619	-0.243	-0.162	1.00	
ALTURA	0.366	0.0445	0.521	0.105	-0.510	0.926	0.0244	-0.195	0.632	1.00

CT= Cosecha total, DAF= Días a floración, RAC/RAM= Racimos por rama, FRU/RAC= Frutos por racimo, GRA/FRU= granos por fruto

Fuente: Esta investigación

De la información anterior se deduce una asociación poco importante entre las variables de producción, (CT, DAF, VIGOR, ENFERMEDADES, PLAGAS, DIAMETRO, ALTURA) con las variables fenológicas (RAC/RAM, FRU/RAC, GRA/FRU). Otro aspecto a resaltar es la poca asociación existente entre la cosecha total y algunas de las variables las cuales se destacan por tener baja significancia.

En el cuadro 2 una vez identificadas las variables asociadas, se obtuvo que la variable cosecha total tiene una estrecha relación con la variable racimos por rama, lo que indica que al ser evaluadas las accesiones y encontrar que al presentarse mayor cantidad de racimos por rama; mayor será la producción de grano.

Al margen de la información suministrada por la matriz de correlación (cuadro 2), se destacan las variables racimos por rama y altura de la planta presentando una asociación y afirmando que a mayor altura existe una mayor producción de racimos por rama durante el periodo de evaluación. Respecto al vigor de las plantas durante el periodo de evaluación se presentó una alta correlación con la variable altura de la planta lo que indica una relación directa entre las variables y que a una mayor altura de la planta existe un mejor vigor de la misma para esta investigación, igualmente la relación entre el vigor y el diámetro de la planta.

A su vez se muestra que la variable diámetro y altura de la planta tiene relación afirmando que entre mayor altura, se presentará un mayor diámetro de las plantas. Para la variable días a floración no se encontró correlación con las otras variables de estudio, por lo que no existe una relación directa entre el periodo vegetativo y un mejor comportamiento agronómico de los tratamientos.

CONCLUSIONES

Según el análisis estadístico efectuado a esta investigación no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos (accesiones), en cuanto a adaptación agronómica, producción de grano y comportamiento fenológico, los cuales tuvieron comportamientos similares en todas las variables durante el periodo de evaluación con la excepción de la variable días a floración, donde el tratamiento con mayor precocidad fue T1 (Regional) con 152.2 días y el material mas tardío fue el T5 (CIAT 18700) con 198.5 días desde la siembra hasta cuando el 50% de las ramas presentaron flores.

Para la variable producción de grano su comportamiento fue similar después de tres cosechas con producciones en promedio de 831.06 gr, encontrando que T1 produjo 926.5gr, el T2 821.1 gr, el T3 875.2 gr, el T4 821.0 gr, el T5 949.0 y el T6 593.7 gr y mostrando un mejor comportamiento los materiales T5 y T1.

Es importante resaltar que para esta evaluación el tratamiento con mayor potencial productivo es el T1 (Regional) por presentar mayor precocidad con 152.2 días y ser el segundo en producción de grano con 926.5 gr por esta, razón este material es promisorio para cultivar en la Meseta de Popayán.

Para las demás variables evaluadas no se encontraron diferencias que pueden categorizar un tratamiento como de mejor desempeño con referencia a los demás esto permite estimar un interés inmediato por la implementación de cultivos, liberando o propagando semillas de cualquiera de las accesiones evaluadas ya sea para producción animal o afianzar su consumo a nivel de seguridad alimentaría.

Las accesiones evaluadas mostraron gran rusticidad y resistencia sin verse afectadas en su desarrollo normal, por sequía prolongada en las etapas de siembra y altas precipitaciones en las etapas de desarrollo y producción del cultivo al igual que la poca incidencia de plagas y enfermedades siendo importante debido a las condiciones cambiantes de la Meseta de Popayán.

RECOMENDACIONES

Para la zona correspondiente a las condiciones agroecológicas de la meseta de Popayán es recomendable la siembra y multiplicación de las diferentes accesiones de *Cajanus cajan* utilizadas en el presente trabajo al igual que la explotación como banco de proteína para su utilización en seguridad alimentaría tanto humana como animal.

Se invita a seguir trabajando con el Guandúl y con las accesiones mas promisorias como son la Regional y CIAT 18700 para aumentar la información existente sobre esta, también profundizar en diversas investigaciones en cuanto a la utilización y aprovechamiento de la planta, así como también su comportamiento al cultivarse en diferentes densidades de siembra, asociada con gramíneas y rangos de adaptación.

Se recomienda que el pequeño y mediano productor utilice el Guandul en sus explotaciones agropecuarias en zona con similitud de condiciones agroclimáticas a las de la Meseta de Popayán por su adecuado desarrollo y adaptación.

Incentivar la siembra de *Cajanus cajan* como una leguminosa perenne multipropósito, fijadora de nitrógeno, recuperación de suelos e importante fuente de proteína vegetal.

BIBLIOGRAFIA

APONTE, Augusto *et al.* El Cultivo del Quinchoncho (*Cajanus cajan*) en Venezuela. Yaracuy, Venezuela. FONAIAP, 1978.

_____. Descripción de Cuatro Variedades Sobresalientes de quinchoncho (*Cajanus cajan*): Agronomía Tropical. s.n. Venezuela. 1984.

_____. Situación actual y tecnología disponible: El cultivo del quinchoncho (*Cajanus cajan*, L) en Venezuela. Venezuela. FONAIAP V5 (25), 12-13. 1987.

BINDER, Ulrike. Manual de Leguminosas de Nicaragua. PASOLAC, E.A.G.E., Estelí, Nicaragua. 528 páginas. 1997.

CALDAS – LANG. Clasificaciones Climáticas para Colombia. IDEAM, 1987.

COBLEY, L.S *et al.* An Introduction to the Botany of Tropical Crops. Longman Group Limited. 1976.

FRIJOL GUANDUL, (*Cajanus cajan*). Características de Guandul. Disponible en Internet: <http://www.bna.com.co/linkclick.aspx?filecket=xxayzrf6pus%3D&tabib=18>

FUNDACIÓN HORIZONTE. Entidad del Grupo Empresarial Asmet Salud ESS, Gobernación del Departamento del Cauca. Manual: Guandúl, la mejor alternativa Nutricional. Popayán (Cauca). 2000.

Gobernación del Cauca; Plan de Desarrollo Departamental; Popayán 2005

HENKE, L *et al.* Beef cattle feeding trials in Hawaii. University. of Hawaii Agriculture. Experimental Station Bull. 85 Honolulu, Hawaii. U.S.A. 1940.

HIGUERA, A *et al.* Momento óptimo para la cosecha de granos verdes en cinco variedades de quinchoncho *Cajanus cajan* con fines agroindustriales Facultad de Agronomía. LUZ. Maracaibo. Venezuela. 1999.

HOLDRIDGE, L. Ecología basada en zonas de vida 1979

ICRISAT, Instituto de Investigación Internacional de las Cosechas para zonas tropicales semiáridas; Sociedades en la Investigación para el desarrollo. Abril de 1998.

ICRISAT. Annual Report, 1985. Patancheru, India. 1985.

LENÉ, J. CALDERON. M. Manual para la Evaluación Agronómica, Red Internacional para La Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT. Cali, Colombia. 1982.

MAESSEN, Van. L.S.G. Taxonomy of the *Cajanus* : In : Internacional Workshop on pigeonpeas. Vol. 2. ICRISAT Center Patancheru, editor Y.L. NENE. India, 1980.

MELÉNDEZ ROJAS, José Antonio. Evaluación de sistemas de cultivo en el rendimiento del frijol de palo (*Cajanus cajan* (L) línea PLGO 65 y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. caraota en Tingo María. 1995.

MEZA OXOLÓN, Abdón. Comportamiento del frejol de palo (*Cajanus cajan* L.) en la zona de Tingo María. 1975.

MORALES PANTOJA, Elis A. Influencia de la cosecha de grano verde en el rendimiento de grano seco de frijol de palo (*Cajanus cajan* (L) Mill sp.), de crecimiento determinado en Tingo María. 1995.

NENE, Y.L. Pulses Improvement Program ICRISAT. Patancheru. India. 1981

PETERS. Michael *et al.* Especies forrajeras multipropósito, Opciones para Productores de Centroamérica; publicación N° 333, CIAT, s.l. 2003.

PINEDA P, Juan B. Enfermedades del cultivo de Quinchoncho (*Cajanus cajan*) en Venezuela. FONAIAP, 1988.

PROMENESTRAS, Producción de leguminosas de grano para exportación. Manual Técnico N° 02, Chiclayo - Perú. Febrero, 1999.

ROMERO MALCA, Wilson Manuel. Evaluación de once líneas de frijol de palo (*Cajanus cajan* (L) Mill sp.), de crecimiento determinado en la zona de Tingo María. 1993.

SANCHEZ, M., CARDOZO, C, Semillas y especies forrajeras tropicales, Producción y Suministro, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, Departamento de Ciencias Básicas y Agricultura. Taller de Publicaciones, UNAPAL, 2001.

SEIFFERT, N.F., THIAGO, L.R.L.S. Legumineira, cultura forrageira para produção de proteína (S.I.):EMBRAPA-CNPQC, 1983. 52p. (Circular Técnica, 13)

SHELDRAKE, A.R. Pigeonpea. IN: Goldsworthy and Fisher, eds., The Phys. of Trop. Field Crops Wiley, London. 1984.

STEVENS, W. D., C. ULLOA U., A. POOL Y O. M. MONTIEL (EDS.), Flora de Nicaragua. Vol. 85, tomos I, II y III. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis Missouri. 2001.

TROMPIZ, J *et al.* Efecto de las Raciones Alimenticias Suplementadas con Diferentes Niveles de Follaje de Quinchoncho (*Cajanus cajan* L) y del Sexo Sobre el Rendimiento de los Cortes de la Canal Porcina, Facultad de Agronomía de la Universidad de Zulia. s.n. Venezuela.1999.

VIVAS, N., MORALES, S. Evaluación Agronómica y Producción de Grano de Diez Accesiones de Guandul (*Cajanus cajan*) en la Meseta de Popayán - Cauca, Profesores Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca, Grupo Nutrición Agropecuaria, Popayán, Colombia. E – mail: Nutrifaca@unicauca.edu.co, 2004.

WHITEMAN, P *et al.* Alternative Uses Pigeonpea. In: Proceedings of the International Workshop on Pigeonpeas, Volume 1. ICRISAT, India. 1981.

ANEXOS

ANEXO A COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DE ALGUNAS FUENTES FOLIARES (% MS)

INDICADORES							
Forrajes	(MS)	(PB)	(PV)	(FB)	(EE)	(Ca)	Autores
LEGUMINOSAS							
<i>Vigna unguiculata</i>	-	18.5	14.0	34.0	2.5	8.5	Díaz y Padilla (1997)
<i>Vigna radiata</i>	-	14.0	12.0	28.0	1.6	9.5	Díaz y Padilla (1997)
<i>Canavalia ensiformis</i>	-	22.2	14.0	30.0	2.5	9.8	Díaz y Padilla (1997)
<i>Lablab purpureus</i>	-	18.0	13.0	32.0	2.5	7.0	Díaz y Padilla (1997)
<i>Stizolobium aterrium</i>	-	17.5	14.0	30.0	2.5	6.5	Díaz y Padilla (1997)
<i>Glycine max</i>	-	14.0	10.0	30.0	2.5	7.5	Díaz y Padilla (1997)
<i>Leucaena leucocephala</i>	30.7	25.8	-	19.4	-	12.3	Fernández (1994)
<i>Sesbania sesban</i>	-	30.9	-	16.9	5.3	10.2	Brown <i>et al.</i> (1987)
<i>Gliricidia sepium</i>	-	29.6	-	12.0	3.0	9.9	Osei <i>et al.</i> (1990)
<i>Cajanus cajan</i>	29.5	24.3	-	24.8	5.2	5.7	Udedibie y Igwe (1989)
NO LEGUMINOSAS							
<i>Manihot esculenta</i>	15.3	24.2	18.15	20.7	6.4	6.07	Buitrago (1990)
<i>Manihot esculenta</i>	-	16.7	-	17.1	7.9	12.5	Ross y Enrique (1969)
<i>Ipomea batata</i>	10.8	18.5	-	10.2	3.7	25.9	Göhl (1975)
<i>Musa pardisica</i>	-	14.2	-	31.5	3.8	12.7	Fernández (1994)
<i>Hibiscus cannabinus</i>	-	17.6	-	28.4	-	16.6	Piloto <i>et al.</i> (1995)
<i>Cenados colus chayamausa</i>	-	22.8	-	16.5	6.5	-	Sarmiento y Belmar (1997)
GRAMINEAS							
<i>Pennisetum purpureum</i>	20	9.0	-	28.6	1.1	14.8	Göhl (1975)
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	30	12.2	-	26.6	1.7	11.9	Göhl (1975)

Fuente: www.sian.info.v/porcinos/publicaciones/producercdos/articulos/htm 1998

MS= Materia seca; PB= Proteína Bruta; PV= Proteína verdadera; FB= Fibra Bruta; EE= Extracto etéreo; Ca= Calcio.

ANEXO B ANÁLISIS DE SUELOS DEL LOTE DE SIEMBRA

GOBERNACION DEL CAUCA
SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA
LABORATORIO DE SUELOS
INFORMACION DEL RESULTADO DEL ANALISIS COMPLETO DEL SUELO

No Registros.

DIRECCIONES: Lote No. (1) 24993
 OFICINA CENTRAL Lote No. ()
 Calle 9 Norte Carrera 8 Esquina Lote No. ()
 Teléfonos 32911 - 33836 Popayán Lote No. ()

LABORATORIO DE SUELOS Lote No. ()
 Granja La Florida
 Teléfono 34075, Popayán Valor: \$

Solicitante: CATALINA ORAMAS-U. del C.

Dirección: CAUCA POPAYAN LAS GUACAS
Departamento Municipio Vereda

Finca o Hacienda: LAS GUACAS

ELEMENTOS ANALIZADOS	LOTE No.	BAJO	MEDIO	ALTO
Profundidad en cm.				
pH	5,8			
Arena en %				
Limo en %				
Arcilla en %				
Textura	Fco. Arenoso			
M.O. en %	13,4			X
N. en %	0,64			X
C/N	12,2			
Fósforo en p.p.m.	18,6		X	
Ca de cambio en meq./100 grs.	6,2			X
Mg de cambio en meq./100 grs.	1,7		X	
K de cambio en meq./100 grs.	1,43			X
Na de cambio en meq./100 grs.	0,81			NORMAL
(CIC) en meq./100 grs.	-			
H en meq./100 grs. Al	---			
Conductibilidad Eléctrica	-			
Zn en ppm	2,6		X	
Fe en ppm	8,0		X	
Cu en ppm	1,3	X		
Mn en ppm	11,2		X	
B en ppm	0,24	X		
Co en ppm	T	X		
Mo en ppm	0,6	X		
% SAT Al	-			
Otros elementos	Cen. Volc. Si			

Observaciones: Cen. Volc. : Cenizas Volcánicas
T : Trazas

Continuación ANEXO B

POPAYAN, OCTUBRE 6/05

Suelo ácido con buenas condiciones para la siembra de cultivos zonales.

Poco retenedor de agua y abonos.

Suelo liviano, poroso, suelto y fácil para trabajar.

Fácilmente erosionable. Alta permeabilidad.

La Materia Orgánica aporta pocos elementos a las plantas.

Atentamente,



VICTOR HUGO AGREDO HOYOS
PROFESIONAL UNIVERSITARIO
LABORATORIO DE SUELOS

ANEXO C INFORMACIÓN DE PASAPORTE de *Cajanus cajan* PARA ESTA INVESTIGACION

Tratamiento	Código	Lote	Lugar de Origen	Fecha de cosecha	Condición semilla
1	Regional		Piendamó (Cauca)	13/08/2004	Clasificada
2	CIAT913	95-212	Popayán - C	13/08/2004	Clasificada
3	CIAT20891		Popayán - C	13/08/2004	Clasificada
4	CIAT9739	95-096	Popayán - C	13/08/2004	Clasificada
5	CIAT18700	91-013	Popayán - C	13/08/2004	Clasificada
6	FUND. HRT		Sur del Cauca (Mercaderes)	No se identifico	Clasificada

Fuente: Vivas y Morales, 2004.

ANEXO D TABLA DE CAMPO DE *Cajanus cajan*

FORMATO DE EVALUACION DE *Cajanus cajan*

Bloque	Accesión	Cosecha 1 14/01/07	Cosecha 2 22/02/07	Cosecha 3 10/04/07	COSECHA TOTAL	DIAS A FLORACION	RACIMOS POR RAMA	FRUTOS POR RACIMO	GRANOS POR FRUTO
1	REGIONAL	20,65	287	495,54	803,2	156	26,3	5,50	4,33
1	CIAT 913	3,74	252	602,11	857,9	177	24,3	4,83	4,67
1	CIAT 20891	11,39	427	699,66	1138,1	180	27,3	5,00	4,50
1	CIAT 9739	5,06	497	204,58	706,6	172	26,0	5,17	4,83
1	CIAT 18700	13,74	192	584,29	790,0	206	23,2	5,17	5,00
1	FUND.HORIZ	20,71	169	387,48	577,2	155	23,7	5,00	5,33
2	REGIONAL	12,07	302	1017,71	1331,8	155	27,3	5,33	4,50
2	CIAT 913	0,22	395	326,5	721,7	173	24,5	4,83	5,00
2	CIAT 20891	10,61	439	484,75	934,4	155	23,7	5,17	5,00
2	CIAT 9739	6,76	435	383,33	825,1	172	23,7	5,33	4,67
2	CIAT 18700	0,00	239	498,51	737,5	201	25,3	4,83	4,83
2	FUND.HORIZ	4,98	277	277,76	559,7	152	23,5	5,17	4,83
3	REGIONAL	0,86	70	885,2	956,1	151	27,0	5,50	4,67
3	CIAT 913	1,43	446	255,65	703,1	178	24,7	5,00	5,00
3	CIAT 20891	81,87	217	388,65	687,5	170	23,7	5,17	5,17
3	CIAT 9739	68,31	473	266,22	807,5	171	25,3	5,17	4,67
3	CIAT 18700	13,68	315	945,71	1274,4	201	24,2	5,17	4,67
3	FUND.HORIZ	25,91	125	322,62	473,5	206	23,8	4,83	4,67
4	REGIONAL	7,62	298	309,1	614,7	147	24,8	5,50	4,50
4	CIAT 913	3,12	447	551,67	1001,8	171	25,3	5,50	4,83
4	CIAT 20891	6,10	191	543,66	740,8	175	25,7	5,33	5,83
4	CIAT 9739	32,83	727	184,98	944,8	151	25,3	4,83	5,33
4	CIAT 18700	0,00	770	223,89	993,9	186	27,0	4,83	4,00
4	FUND.HORIZ	26,93	251	486,23	764,2	155	22,8	5,00	5,50

Continuación ANEXO D

Bloque	Accesión	8 semanas					12 semanas					16 semanas				
		Vigor	Enf	Plag	Diam	Altura	Vigor	Enf	Plag	Diam	Altura	Vigor	Enf	Plag	Diam	Altura
1	REGIONAL	4,67	1,17	1,83	17,67	28,83	3,83	1,33	1,17	22,5	48,5	4,17	1	1,17	34,5	68
1	CIAT 913	3,17	1,33	1,5	14,67	22,67	3,67	1,17	1	19,83	44	4	1	1,17	35,5	63,33
1	CIAT 20891	4	1,17	1,67	18,33	29,33	4,17	1	1,17	21,33	50,67	4,5	1	1,17	39,67	78,17
1	CIAT 9739	4,83	1,5	1,17	20	34,83	4,17	1	1	23,83	52,33	4,5	1	1,17	39,67	78,17
1	CIAT 18700	3,5	1,5	1,83	14	18,17	3,17	1	1,17	19,17	32	3,5	1	1,17	35	49
1	FUND.HORIZ	4,17	1,17	1,67	20,33	26,5	3,67	1,17	1,17	22,83	41,17	3,67	1	1	37	58,5
2	REGIONAL	3,83	1,17	2	15,67	24,33	2,83	1,17	1	19,83	36,83	4,17	1	1	40,83	64,83
2	CIAT 913	3,5	1,33	2	13,83	23,17	3,33	1,17	1,17	24,67	43,17	4	1	1,33	42,33	62,83
2	CIAT 20891	4,5	1,17	2	16,17	31,33	3,5	1,17	1	19,33	46,17	4	1,17	1	29,83	65,5
2	CIAT 9739	4,33	1,17	2	16,5	27,67	3,83	1	1,17	21,83	43,67	4	1	1,17	29,83	65,5
2	CIAT 18700	4,33	1,33	2	18	30	3,17	1	1	21,33	41	3,67	1	1	33,5	58,67
2	FUND.HORIZ	3,33	1,33	1	13,67	19,17	3,17	1	1,33	28,83	35,83	3,17	1	1,17	42,5	48,83
3	REGIONAL	3,67	1,17	1,67	16,17	22,67	3,17	1,17	1,17	18,67	39,5	3,5	1	1,17	32	59,17
3	CIAT 913	4,5	1,17	1	18,83	26,5	4	1	1,17	22,5	46	4	1	1,33	36,17	67
3	CIAT 20891	4,17	1,17	2	18,67	31	3,67	1,17	1,17	24,5	43,5	4	1	1	42,17	75
3	CIAT 9739	4,5	1,17	2	19,5	32,17	4,17	1	1	22	52,67	4	1	1	42,17	75
3	CIAT 18700	4,5	1	2	19,33	31,17	4	1,17	1,33	24,5	49,67	4,33	1	1	46,83	74,17
3	FUND.HORIZ	3,5	1,17	1,17	13,67	16	2,83	1	1,17	22,83	34,5	3	1	1,17	29,5	47,67
4	REGIONAL	3,67	1,17	2	16,33	24,83	3,67	1	1,17	22,67	44,83	4,33	1	1,17	39,67	72
4	CIAT 913	3,83	1,17	2	17	24,67	3,5	1	1,17	26,17	40,83	3,83	1	1,17	39,17	61,33
4	CIAT 20891	3,17	1,33	2	12,33	16,67	3,5	1,17	1	17,67	39	3,33	1	1	31,5	61,5
4	CIAT 9739	3,83	1,17	2	16,83	24,5	3,83	1	1,17	28,83	45,67	3,33	1	1	31,5	53,17
4	CIAT 18700	4,5	1,33	2	21,33	32	4,67	1	1	39,67	59	4,83	1	1	61,33	87,67
4	FUND.HORIZ	3,17	1,17	1,33	13,33	14,67	3,17	1	1,17	23,17	34,5	3,17	1	1,17	34	47,67

Fuente: Esta investigación

ANEXO E Flores de las seis accesiones evaluadas de *Cajanus cajan*

Figura 17. Flores de la accesión (Regional)



Fuente: Esta investigación

Figura 18. Flores de la accesión (CIAT 913)



Fuente: Esta investigación

Figura 19. Flores de la accesión (CIAT 20891)



Fuente: Esta investigación

Figura 20. Flores de la accesión (CIAT 9739)



Fuente: Esta investigación

Figura 21. Flores de la accesión (CIAT 18700)



Fuente: Esta investigación

Figura 22. Flores de la accesión (FUNDACION HORIZONTE)



Fuente: Esta investigación

ANEXO F ESTADOS FLORALES DE *Cajanus cajan*

Figura 23. ESTADOS FLORALES DE *Cajanus cajan*



Fuente: Stevens et al, 2001

ANEXO G CARACTERISTICAS FENOLOGICAS DE *Cajanus cajan*

Figura 24. Hojas de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

Figura 25. Racimos florales que presenta *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

Figura 26. Maduración óptima de las vainas de *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

Figura 27. Racimos por rama *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

Figura 28. Frutos por racimo *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

Figura 29. Granos por fruto *Cajanus cajan*



Fuente: Esta investigación

