



Working Paper Series

To download this and other publications visit:

<http://people.brandeis.edu/~rgodoy/>

or

www.cas.northwestern.edu/anthropology/LHBR/Bolivia.html

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE
CINCO LÍNEAS DE GANDUL (*Cajanus cajan L. Millsp*) EN TRES
COMUNIDADES TSIMANE', PROVINCIA BALLIVIAN,
DEPARTAMENTO DEL BENI**

Marco Antonio NÚÑEZ NÚÑEZ

La Paz – Bolivia

2010

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CINCO LÍNEAS DE
GANDUL (*Cajanus cajan L. Millsp*) EN TRES COMUNIDADES TSIMANE',
PROVINCIA BALLIVIAN, DEPARTAMENTO DEL BENI**

. Tesis de Grado Presentado como requisito
. parcial para obtener el Título de
. Ingeniería Agronómica

MARCO ANTONIO NÚÑEZ NÚÑEZ

Asesores:

Ing. M. Sc. David Morales

Ing. Yerko Lobo Urquidi

Comité Revisor:

Ing. Hugo Bosque Sanchez

Ing. Ramiro Mendoza Nogales

Ing. Angel Pastrana Albis

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador:

Dedicatoria:

Tú eres el Señor, y nadie más. Tú hiciste el cielo y lo más alto del cielo, y todas sus estrellas; tú hiciste la tierra y todo lo que hay en ella, los mares y todo lo que contienen. Tú das vida a todas las cosas. Por eso te adoran las estrellas del cielo. ¡Y has cumplido tu palabra, porque tú siempre cumples!

Nehemias 9:6,8^b

AGRADECIMIENTOS

A mi Dios, Jehová, Rey de reyes, Señor de señores, mi única razón, mi guía, mi refugio mi fortaleza, mi consolador, mi sanador, mi victoria, solo a ti la gloria.

A mis padres Luis y Rosario por cuidarme siempre y darme lo mejor que tienen, a mi familia por aguantarme y apoyarme todo el tiempo en todo momento: mi Coni mis amados hermanos Ernesto, Pamela, Esthefanny y Milton.

A la Facultad de Agronomía y Universidad Mayor de San Andrés por brindar una educación gratuita y pública a los estudiantes, así también a los docentes de la carrera de Ingeniería Agronómica que me enseñaron e instruyeron en estos 5 años de estudio.

A mi Asesor y amigo David Morales por todo su apoyo, preocupación y brindar todo su conocimiento en todas las etapas de este trabajo.

A mi Tribunal Revisor: Hugo Bosque, Ramiro Mendoza y Angel Pastrana por sus acertados comentarios y correcciones para que este trabajo saliera lo mejor posible.

A la institución CBIDSI (Centro Boliviano de Investigación y Desarrollo Socio Integral) Esther Conde, Tomas Huanca, Vicent Vadez, Yerko Lobo por su apoyo y colaboración en todo tiempo, sin su ayuda este trabajo no se hubiera realizado.

A todas las comunidades Tsimane' de la provincia Ballivián del departamento del Beni, y en especial en las que se realizó el presente estudio: Arenales, San Antonio, Puerto Méndez.

A mis amigos traductores Tsimane' "mis jefes" por su incomparable ayuda, cuidado, cansancio y preocupación en este trabajo de tesis: Alberto Cari, Oscar Jave, Damián Durvano, Marco Lero, Daniel Vie, gracias por tantos recuerdos inolvidables.

A mis amigos Maria Ruth, Maximilien Gueze, Lisett Vaca, Juan Sucasaca por su compañía, preocupación, apoyo, sugerencias, correcciones en el trabajo de campo y etapa de redacción de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	i
ÍNDICE DE TABLAS	IV
ÍNDICE DE CUADROS	V
ÍNDICE DE ANEXOS	VIII
RESUMEN	IX
SUMMARY	X
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS.....	3
- Objetivo general.....	3
- Objetivos específicos.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. Fenología Agrícola.....	5
2.1.1. Fases Fenológicas	5
2.1.2. Momentos Fenológicos de las Fases.....	5
2.2. Evaluación.....	6
2.3. Comportamiento Agronómico	6
2.4. Línea	7
2.5. El cultivo del Gandul.....	7
2.5.1. Origen.....	7
2.5.2 Clasificación Taxonómica.....	8
2.5.3. Descripción Botánica	8
2.5.4. Genética.....	9
2.5.5. Fotoperiodo.....	9
2.5.6. Clima y Suelos	10
2.5.7. Variedades.....	11
2.5.8. Fisiología del Cultivo	11
2.5.9. Densidad de Siembra.....	12
2.5.10. Deshierbe.....	12

2.5.11. Plagas y enfermedades.....	12
2.5.12. Rendimientos	13
2.5.13. Cosecha.....	14
2.6. Usos y potencialidades del Gandul.....	14
2.6.1. Alimentación Humana.....	14
2.6.2. Alimentación Animal.....	14
2.6.3. Propiedades Medicinales	15
2.6.4. Potencial para distintos Sistemas de Producción	15
2.7. Presupuesto Parcial.....	16
2.7.1. Análisis Marginal.....	16
2.7.2. Tasa de Retorno Marginal.....	17
3. MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Localización	18
3.1.1. Características Ecológicas.....	18
3.1.1.1. Clima	19
3.1.1.2. Suelos	19
3.1.1.3. Vegetación.....	20
3.2. Materiales.....	20
3.2.1. Materiales de Campo	20
3.2.2. Materiales de Gabinete.....	20
3.2.3. Material Experimental	21
3.3. Metodología	21
3.3.1. Procedimiento experimental	21
3.3.1.1. Diseño Experimental.....	21
3.3.1.1.1. Modelo Lineal	23
3.3.1.1.2. Tratamientos	23
3.3.1.2. Siembra.....	23
3.3.1.3. Control Fitosanitario.....	24
3.3.1.4. Cosecha.....	24
3.3.1.5. Análisis Económico.....	25
3.3.2. Variables de Respuesta.....	25

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Porcentaje de Germinación.....	29
4.2. Días a la Floración.....	33
4.3. Días a la Madurez Fisiológica.....	37
4.3.1. Días a la Primera Madurez Fisiológica.....	37
4.3.2. Días a la Segunda Madurez Fisiológica.....	40
4.4. Altura de Plantas.....	43
4.4.1. Altura de Plantas a las 6 semanas.....	43
4.4.2. Altura de Plantas a las 12 semanas.....	46
4.5. Biomasa.....	49
4.5.1. Biomasa a las 6 semanas.....	49
4.5.2. Biomasa a Fin de Ciclo.....	52
4.6. Cobertura.....	56
4.6.1. Cobertura a las 6 Semanas.....	56
4.6.2. Cobertura a Fin de Ciclo.....	58
4.7. Número de Granos por Vaina.....	61
4.7.1. Número de Granos por Vaina, Primera Cosecha.....	61
4.7.2. Número de Granos por Vaina, Segunda Cosecha.....	64
4.8. Número de Vainas por planta.....	66
4.8.1. Número de Vainas por Planta, Primera Cosecha.....	66
4.8.2. Número de Vainas por Planta, Segunda Cosecha.....	69
4.9. Rendimiento.....	72
4.9.1. Rendimiento, Primera Cosecha.....	72
4.9.2. Rendimiento, Segunda Cosecha.....	76
4.9.3. Rendimiento Total.....	79
4.10. Relación entre Variables.....	84
4.11. Análisis económico.....	88
5. CONCLUSIONES.....	91
6. RECOMENDACIONES.....	93
7. BIBLIOGRAFÍA.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
1. Clasificación Taxonómica del Gandul	8
2. Insectos más comunes que afectan al Gandul.....	13

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1. Porcentaje de Germinación a los 15 días.....	29
2. Análisis de Varianza para Porcentaje de Germinación.....	29
3. Prueba de Duncan de Porcentaje de Germinación para Bloques.....	31
4. Prueba de Duncan de Porcentaje de Germinación para Líneas.....	32
5. Días a la Floración	33
6. Análisis de Varianza para Días a la Floración.....	33
7. Prueba de Duncan de Días a la Floración para Bloques	34
8. Prueba de Duncan de Días a la Floración para Líneas	35
9. Días a la Primera Madurez Fisiológica.....	37
10. Análisis de Varianza para Días a la Primera Madurez Fisiológica.....	37
11. Prueba de Duncan de Días a la Primera Madurez Fisiológica para Líneas.....	38
12. Días a la Segunda Madurez Fisiológica	40
13. Análisis de Varianza para Días a la Segunda Madurez Fisiológica	40
14. Prueba de Duncan de Días a la Segunda Madurez Fisiológica para Bloques.....	41
15. Altura de Plantas a las 6 semanas (cm).....	43
16. Análisis de Varianza para Altura de planta a las 6 Semanas	43
17. Prueba de Duncan de Altura de Plantas a las 6 semanas para Bloques.....	44
18. Prueba de Duncan de Altura de Plantas a las 6 semanas para Líneas	45
19. Altura de Plantas a las 12 Semanas (cm)	46
20. Análisis de Varianza para Altura de Plantas a las 12 Semanas	46
21. Prueba de Duncan de Altura a las 12 Semanas para Bloques.....	47
22. Prueba de Duncan de Altura a las 12 Semanas para Líneas	48
23. Biomasa a las 6 Semanas (gr/m ²).....	49
24. Análisis de Varianza para Biomasa a las 6 semanas	49
25. Prueba de Duncan de Biomasa a las 6 semanas para Bloques.....	50
26. Prueba de Duncan de Biomasa a las 6 semanas para Líneas	51
27. Biomasa de Fin de Ciclo (gr/m ²).....	52
28. Análisis de Varianza para Biomasa de fin de Ciclo	52
29. Prueba de Duncan de Biomasa de Fin de Ciclo para Bloques.....	53
30. Prueba de Duncan de Biomasa a fin de Ciclo para Líneas	54

31. Cobertura a las 6 semanas (plt / m²)	56
32. Análisis de Varianza para Cobertura a las 6 semanas	56
33. Prueba de Duncan de Cobertura a las 6 semanas para Líneas	57
34. Cobertura a Fin de Ciclo (plt / m²)	58
35. Análisis de Varianza para Cobertura a Fin de Ciclo	58
36. Prueba de Duncan de Cobertura a Fin de Ciclo para Líneas	59
37. Número de granos por Vaina, Primera Cosecha.....	61
38. Análisis de Varianza para Número de granos por Vaina, Primera Cosecha.....	61
39. Prueba de Duncan de Número de granos por Vaina, Primera Cosecha para Líneas	62
40. Número de granos por Vaina, Segunda Cosecha.....	64
41. Análisis de Varianza para Número de granos por Vaina, Segunda Cosecha	64
42. Prueba de Duncan de Número de granos por Vaina, Segunda Cosecha para Líneas	65
43. Número de Vainas por Planta, Primera Cosecha.....	66
44. Análisis de Varianza para Número de Vainas por Planta, Primera Cosecha.....	66
45. Prueba de Duncan de Número de Vainas por Planta, Primera Cosecha para Bloques.....	67
46. Prueba de Duncan de Número de Vainas por Planta, Primera Cosecha para Líneas.....	68
47. Número de Vainas por Planta, Segunda Cosecha	69
48. Análisis de Varianza para Número de Vainas por Planta, Segunda Cosecha	69
49. Prueba de Duncan de Número de Vainas por Planta, Segunda Cosecha para Bloques	70
50. Prueba de Duncan de Número de Vainas por Planta, Segunda Cosecha para Líneas.....	71
51. Rendimiento, Primera Cosecha (gr/m²).....	72
52. Rendimiento, Primera Cosecha (kg/ha)	73
53. Análisis de Varianza para Rendimiento, Primera Cosecha	73
54. Prueba de Duncan de Rendimiento (kg/ha), Primera Cosecha para Bloques	74
55. Prueba de Duncan de Rendimiento (kg/ha), Primera Cosecha para Líneas.....	75
56. Rendimiento, Segunda Cosecha (gr/m²).....	76
57. Rendimiento, Segunda Cosecha (kg/ha).....	76
58. Análisis de Varianza para Rendimiento, Segunda Cosecha.....	77
59. Prueba de Duncan de Rendimiento (kg/ha), Segunda Cosecha para Líneas.....	78
60. Rendimiento Total (gr/m²)	79
61. Rendimiento Total (kg/ha).....	80

62. Análisis de Varianza para Rendimiento Total.....	80
63. Prueba de Duncan de Rendimiento Total (kg/ha) para Bloques.....	81
64. Prueba de Duncan de Rendimiento Total (kg/ha) para Líneas.....	82
65. Matriz de Análisis de Correlación lineal entre variables, para el cultivo de Gandul.....	84
66. Análisis de Varianza para Regresión de Rendimiento y Número de granos por Vaina.....	85
67. Análisis de Varianza para Regresión de Rendimiento y Número Vainas por Planta.....	86
68. Análisis de Varianza para Regresión de Días a la Madurez Fisiológica y Días a la Floración	87
69. Análisis de Varianza para Regresión de Número de Vainas por Planta y Días a la Madurez Fisiológica	88
70. Presupuesto Parcial para el cultivo del Gandul	89
71. Análisis de Dominancia para el cultivo del Gandul	89
72. Análisis Marginal de Costos Variables para el cultivo del Gandul	90

ÍNDICE DE ANEXOS

Página

1. Mapa del Área Experimental (Imagen Satelital) donde se muestran las 3 comunidades en estudio.....	i
2. Datos Climáticos del Área de estudio.....	iii
3. Análisis de Suelo del Área de Estudio.....	v
4. Etiqueta Glacoxan-e hormiguicida concentrado emulsionable.....	xiii
5. Análisis de Bromatología de Semillas de Gandul.....	xv

RESUMEN

La práctica de producción de cultivos tradicionales principalmente arroz y maíz en los departamentos de Beni, Pando, y en la región norte del departamento de La Paz tienen como consecuencia la extracción excesiva de nutrientes. El Gandul (*Cajanus cajan L. Millsp*) se presenta como alternativa para los pequeños agricultores por sus cualidades de recuperadora de suelos y como cultivo de segundo estrato, para implementación de Sistemas Agroforestales. Aporta también abundante fertilización nitrogenada al suelo, por su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico con ayuda de las bacterias del género *Rhizobium* (Aponte, 1995). Debido a sus elevados porcentajes de proteína de 18% -21 % en seco y 8% en verde, se muestra como opción para la elaboración de alimentos balanceados y en la alimentación humana (Salas *et al.*, 2001).

Se utilizaron 5 líneas del ICRISAT (Instituto Internacional de Investigaciones en Cultivos de los Trópicos Semiáridos) de la India: ICPL 13829, ICPL 87, ICPL 88039, ICP 7035, ICPL 96058, distribuidas en Bloques al azar en tres comunidades Tsimane'. El objetivo del estudio fue evaluar agronómicamente y caracterizar fenológicamente las 5 líneas en estudio.

El diseño utilizado fue diseño de Bloques al azar distribuidos en las 3 comunidades en estudio. Respecto a su fenología las líneas fueron clasificadas por su ciclo de duración: ICPL-96058 y ICPL-13829 como líneas tardías o de larga duración con 213 días y 178 días respectivamente, ICP-7035 es de media duración con 134 días, ICPL-88039 y ICPL-87 son líneas precoces o de corta duración con 112 días y 113 días respectivamente.

En cuanto a rendimiento en grano seco; la línea ICP-7035 muestra el promedio más elevado con 1899.4 kg/ha, seguida por ICPL-87 con 1231.1 kg/ha, el tercer promedio más alto lo presenta la línea ICPL-13829 con 1224.7 kg/ha, la línea ICPL-88039 con 1043.3 kg/ha presenta el segundo promedio mas bajo, la línea ICPL-96058 con 739.5 kg/ha presenta el promedio más bajo del estudio.

Se recomiendan las líneas ICPL-87, ICP-7035 y ICPL-13829 para producción de grano en la región del sub-trópico húmedo para pequeños o medianos productores, se recomienda la implementación del cultivo en los distintos sistemas de producción de acuerdo al interés u objetivo del agricultor.

SUMMARY

Traditional annual crops' production practices mainly rice and corn in the departments of Beni and Pando, and in the north region of the department of La Paz have as consequence the excessive extraction of nutrients, The pigeonpea (*Cajanus cajan L. Millsp*) appears to be an alternative for the small farmers due to his soil-recovery qualities and as second layer crop, for implementation of Agro-forestry Systems, It also contributes to abundant nitrogen availability to soils, for its capacity to fix atmospheric nitrogen with the help of bacteria of the gender *Rhizobium*. (Aponte, 1995). Due to his high percentages of Protein of 18% -21% in dry and 8% in green, it is shown as an option for the elaboration of balanced foods for cattle and in the human feeding (Salas *et al.*, 2001).

In this research, 5 lines were used coming from the ICRISAT (International Crops Research Institute for the semi-arid tropics) from India, namely: ICPL 13829, ICPL 87, ICPL 88039, ICP 7035, ICPL 96058, distributed randomly in Blocks in three Tsimane' villages. The objective of the study was to evaluate agronomically and characterize phenologically the 5 lines in study.

The used design was design of Blocks at random distributed in the 3 villages in study.

Regarding their phenology the lines were classified by their duration cycle: ICPL-96058 and ICPL-13829 are late lines or of long duration with 213 days and 178 days respectively, ICP-7035 is of half duration with 134 days, ICPL-88039 and ICPL-87 they are early lines or of short duration with 112 days and 113 days respectively.

Regarding yield in dry grain, line ICP-7035 shows the highest average with 1899.4 kg/ha, continued by ICPL-87 with 1231.1 kg/ha, the third higher average is shown by line ICPL-13829 with 1224.7 kg/ha; line ICPL-88039 with 1043.3 kg/ha shows the second lower average; line ICPL-96058 with 739.5 kg/ha presents the lowest average in the study.

Lines ICPL-87, ICP-7035 and ICPL-13829 are recommended for grain production in the region of the humid sub-tropic for small or medium producers, The implementation of the crop is recommended in the different production systems according to the interest or the farmer's objective.

1. INTRODUCCIÓN

El Gandul, guandú, quinchoncho o frejol de palo (*Cajanus cajan L. Millsp*) es una leguminosa, arbusto perenne, que crece entre 1 a 3 m de altura y madura en cinco meses o más, según el cultivar y su reacción a la duración de las horas luz (Ramírez, 1985).

En Bolivia esta especie es poco difundida se cultiva principalmente en los departamentos de Pando, Beni, y en la región norte del departamento de La Paz pocos tienen conocimiento de que es una especie arbustiva, muy tolerante y rustica a los suelos de la región. Originaria del África bien adaptada primeramente a Centro América y Caribe después al resto del continente.

Es importante el consumo de semillas de Gandul que se utilizan como alimento tanto en verde, como en seco en muchas comunidades de Centroamérica por su elevado contenido de lisina y metionina. Su consumo es muy difundido en países como Puerto Rico, Republica Dominicana, Nicaragua, Venezuela, en los cuales se utiliza la industria de congelado y enlatado para la conservación y comercialización del Gandul.

Debido a sus elevados porcentajes de proteína de 18 a 21 por ciento en seco y 8 por ciento en verde dependiendo de la variedad, esta leguminosa se muestra como buena opción para ser usada en la elaboración de alimentos balanceados, en sustitución del grano de soya que presenta costos de producción mucho más elevados, y altos precios en el mercado en los últimos años (Aponte, 1995)

Del mismo modo se observa como una alternativa en la nutrición humana por su alto contenido proteico, se ha estudiado como una ayuda en la industria de producción de harina para elaboración de pastas y en sustitución de la harina de trigo (Salas *et al.*, 2001).

Una de las aplicaciones difundidas del Gandul en el departamento de Santa Cruz y en el Sur de Brasil, es su empleo como abono verde. Se enfatiza que la recuperación de la materia orgánica es el primer eslabón para restaurar la fertilidad del suelo y para ello los abonos verdes son hoy la alternativa más rápida y económica para mejorarlo (INTA, 2004).

La principal finalidad del empleo de leguminosas como abono verde es su alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio y calcio.

Cabe destacar también su potencialidad como cultivo o planta de segundo estrato o estado, para la implementación de Sistemas Agroforestales, en asociación con plantas de Café, Cacao, Achiote. De esta manera es como se ha estado difundiendo su uso en las zonas de Caranavi y Palos Blancos, en la región de Alto Beni.

Se hace notar que la institución CBIDSI (Centro Boliviano de Investigación y Desarrollo Socio Integral) realizó un trabajo de investigación referente a 9 líneas de Gandul provenientes del ICRISAT (Instituto Internacional de Investigaciones en Cultivos de los Trópicos Semiáridos) de la India, este trabajo ha sido la primera experiencia en esta región.

El presente estudio es la segunda experiencia en este proceso de investigación, de las 9 líneas anteriormente estudiadas se han elegido las 5 mejor adaptadas a las condiciones de suelo y clima de las comunidades Tsimane', estas líneas son las que han presentado mayores rendimientos y mostrado mas rusticidad o adaptabilidad en la región.

La producción de cultivos tradicionales anuales principalmente arroz y maíz en la región de Norte del departamento de La Paz, y en los departamentos de Beni y Pando, ha tenido como consecuencia el deterioro del suelo y extracción de nutrientes llegando incluso a niveles de erosión, contribuyendo a la deforestación del monte y bosque nativos.

En este contexto el Gandul se presenta como alternativa de producción para los pequeños productores agrícolas por las cualidades de recuperadora de suelos que presenta esta planta, debido a que durante su ciclo desecha gran cantidad de hojas y flores secas formando una cobertura sobre el suelo, que aporta gran cantidad de biomasa y materia orgánica al suelo.

Aporta también abundante fertilización nitrogenada al suelo, por su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico con ayuda de las bacterias del género *Rhizobium* (Aponte, 1995).

De acuerdo a la experiencia de la Institución CBIDSI, se pudo observar que el Gandul presenta la ventaja de un ciclo de producción de 7 a 9 meses que incluye el periodo de época seca después de la cosecha de arroz, de marzo - abril a noviembre – diciembre, dando la posibilidad al pequeño agricultor de tener producción en su parcela todo el año.

El propósito de este estudio es evaluar el comportamiento agronómico de 5 líneas de Gandul proporcionadas por el ICRISAT, determinar las características que las líneas presentan en la zona, ofrecerlas como alternativa productiva, de comercialización en la zona y consumo en las comunidades Tsimane', además de recuperadora de suelo, y alternativa de asociación con cultivos anuales.

1.1. OBJETIVOS

- Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de cinco líneas de Gandul (*Cajanus cajan* L. Millsp) en tres comunidades Tsimane': Arenales, San Antonio y Puerto Méndez en la provincia Ballivián, departamento del Beni.

- Objetivos específicos

- Caracterizar fenológicamente las 5 líneas en estudio.
- Evaluar el comportamiento agronómico de las 5 líneas de Gandul
- Realizar el análisis económico del estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Fenología Agrícola

La fenología es la rama de la ecología que estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales climáticas; la emergencia, floración, fructificación, madurez fisiológica corresponden a estudios de fenología vegetal, la fenología es el conocimiento de los fenómenos periódicos en la vida de las plantas (Mariscal, 1992).

2.1.1. Fases Fenológicas

La aparición, transformación o desaparición rápida de los órganos vegetales se llama FASE, la emergencia, espigamiento, floración, brotación, maduración, son verdaderas fases fenológicas, la fecha de aparición de las fases deben atribuirse a dos condiciones esenciales: Características intrínsecas de la especie y condiciones ambientales, principalmente clima (Prado y Valdebenito, 2006).

2.1.2. Momentos Fenológicos de las Fases

Se denomina momento al espacio de tiempo que requieren los vegetales para alcanzar la evolución de sus distintas fases vegetativas, para pasar de una fase a otra dentro del ciclo biológico, se requiere cierta “energía” que constituye la fuerza con que se produce la aparición de nuevos órganos y está representada por el número de días que tardan en aparecer desde el primero hasta el último órgano de la fase (Mariscal, 1992).

La determinación de las fases del frijol en número de días dependen del objetivo de la investigación planteada, pero en la mayoría de los parámetros se toma el 50 por ciento de aparición de órganos para determinar la fase fenológica, en madurez fisiológica o momento de cosecha se puede tomar del 70 a 90 por ciento de aparición de vainas maduras (Ortubé y Aguilera, 1994).

2.2. Evaluación

Una evaluación es la acción y efecto de evaluar, proceso que permite señalar, estimar, apreciar o calcular el valor de algo, en base a objetivos establecidos, tiene parámetros cualitativos y cuantitativos que permite obtener resultados (Ruiz, 1996).

La evaluación es una actividad o proceso sistemático de identificación, recogida o tratamiento de datos sobre elementos o hechos, con el objetivo de valorarlos primero y, sobre dicha valoración, tomar decisiones. Una evaluación debe ser sistemática, y su objetivo debe ser determinar el valor de algo, se evalúa siempre para tomar decisiones, si no se toma alguna decisión, no existe la evaluación (García, 1989).

2.3. Comportamiento Agronómico

La evaluación agronómica es una actividad a través de la cual se valoran las características cuantitativas y cualitativas de las accesiones que conforman una colección de trabajo con el fin de aportar o participar en un programa de mejoramiento genético (Pardey *et al.*, 2006).

El comportamiento agronómico es el desarrollo o actuación de un cultivar o planta en una localización específica, bajo condiciones climáticas controladas o naturales, el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico es identificar y caracterizar cultivares para poder generar recomendación tomando en cuenta la adaptación a condiciones agronómicas según la región, estableciendo parámetros cualitativos o cuantitativos a evaluar (INIA, 2009).

El comportamiento agronómico es el desarrollo del cultivo, tiene como objeto ser evaluado, dependiendo del interés se escogen parámetros referentes a producción o adaptación que puedan ser medidos y se obtengan resultados (Berlingeri *et al.*, 2007).

2.4. Línea

Una línea pura es una población o grupo de organismos donde todos los individuos que se cruzan son homocigotos en el mismo carácter y por tanto solo darán descendencia homocigota en ese carácter (Hawkes, 1999).

Una línea es un grupo de organismos diploides o poliploides de idéntico pedigrí, que se diferencian de otros individuos de la misma especie por un fenotipo o genotipo único. (Bioversity International, 2009).

Una línea es una población dentro de una variedad, compuesta por un genotipo o conjunto de genotipos altamente emparentados (Huaríngá, 2009).

2.5. El cultivo del Gandul

2.5.1. Origen

El lugar preciso de origen es sujeto a muchas especulaciones, pero se presume que es procedente de la India. También aparece en África Occidental, la cual se considera como el segundo centro de domesticación (Van der Maesen, 1990).

A principios de siglo XVIII el cultivo del Gandul se encuentra bien establecido en China, Indochina e India Oriental de donde luego se dispersa hacia las Islas del Pacífico. Posteriormente es transportado a través de la ruta de esclavos de África hacia las Bermudas, Indias Occidentales, Guineas y Brasil (Morton *et al.*, 1982)

2.5.2 Clasificación Taxonómica

Tabla 1. Clasificación Taxonómica del Gandul

Reino:	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género:	Cajanus
Especie:	C. Cajan

FUENTE: Francis, 2003

2.5.3. Descripción Botánica

Es un arbusto anual o perenne que puede llegar a alcanzar de 3 a 5 m de altura. Hojas trifoliadas, con folíolos elípticos, agudos en ambos extremos con el haz de color verde oscuro y el envés de color verde claro cubierto por una Pubescencia blancuzca y fina. Las flores se presentan en racimos, con flores de color amarillo con manchas rojizas o de combinaciones amarillo y púrpura (Ramírez, 1985).

El mismo autor, indica que el sistema radicular está compuesto de una raíz pivotante y de raíces laterales que pueden llegar a medir hasta 3 metros de profundidad. Las vainas contienen de 5-7 granos, de color verde en los primeros estadíos y amarillento o crema en la maduración.

La flor es en forma de racimo, que puede surgir a través del meristemo intercalar y terminal, cada racimo puede contener de 5 a 12 flores según la variedad, las cuales Pueden alcanzar una longitud promedio de entre 2 a 3 cm y varían de tonalidades amarilla a amarilla-anaranjada y púrpura en la parte externa (Van der Maesen, 1990).

El mismo autor, indica que las vainas son indehiscentes, cuando están inmaduras pueden tener un color verde con manchas marrón-púrpura y al madurar se tornan un verde amarillento, las vainas tienden a ser oblongas de 8 cm de largo y 1,4 cm de ancho.

Usualmente las vainas albergan de 2 a 9 granos que tienden a ser redondos con un diámetro de 4 a 8 mm. Cuando el grano está inmaduro es verde y cuando éste madura tiende a ser amarillo, blanco o gris aunque hay variedades donde los granos son de colores púrpura, negro y rosa (Morton *et al.*, 1982).

2.5.4. Genética

Según Francis (2003) el número cromosómico de la planta es de $2n = 22, 44$ o 66 dependiendo del cultivar, el principal problema del Gandul y su desarrollo en campo es que existen muchas líneas y accesiones, de las cuales la mayoría son de floración indeterminada o semi-determinada.

2.5.5. Fotoperiodo

Según Upadhyaya *et al.* (1997) investigador del ICRISAT, en el Gandul pocas son la especies de día corto y la mayoría de los cultivares florecen en días de 11 a 11,5 horas luz que es el fotoperiodo exigido para variedades específicas.

En la India cuando las plantas de Gandul crecen en la época de lluvia la floración es provocada por días cortos; después que las lluvias cesan las temperaturas bajan en el periodo post – monzón y la floración se posterga mucho más (Upadhyaya *et al.*, 1997).

La misma fuente, señala que ningún cultivar de Gandul es realmente insensible al fotoperiodo y el grado de sensibilidad varía cuantitativamente entre accesiones o líneas. La reacción al fotoperiodo ha estado relacionada con los usos particulares de los agricultores en los distintos sistemas tradicionales de producción que se han dado.

La explotación del germoplasma para la mejora de cultivos, en localidades específicas en un amplio rango de fotoperiodos, es posible solo con el conocimiento de la reacción al fotoperiodo del material genético parental (Upadhyaya *et al.*, 1997).

La misma fuente, indica que la colección mundial de germoplasma del Gandul (13 077 accesiones) esta reunida en el ICRISAT, en un banco genético originado por 74 países en un amplio rango de ambientes que incluyen accesiones de alta sensibilidad e insensibilidad al fotoperiodo.

La mayor o menor sensibilidad de las accesiones son identificadas después de 3 ciclos del cultivo, la revisión de este germoplasma para su respuesta al fotoperiodo es muy importante para la correcta elección del material genético para la mejora de accesiones del Gandul (Upadhyaya *et al.*, 1997).

2.5.6. Clima y Suelos

Es una de las leguminosas de mayor resistencia a la sequía aunque necesita buena humedad durante los dos primeros meses, se adapta bien tanto en zonas con altas temperaturas y climas secos como en zonas con condiciones ecológicas sub-húmedas (Binder, 1997).

Crece bien desde el nivel del mar hasta los 1.000 m.s.n.m. sobrevive hasta en los suelos más pobres, y con poco contenido de fósforo; pH 4.5-8.4 (optimo 5,0 - 7,0); textura arenoso-franca a arcillosa, algunas variedades toleran salinidad, produce muy bien en suelos drenados, de topografía ondulada ya que su crecimiento se afecta en suelos anegados (Monegat, 1991).

2.5.7. Variedades

Se conocen 2 variedades, variedad flavus (amarillo) y variedad bicolor (amarillo y rojo) difieren entre sí por su ciclo y resistencia a plagas, enfermedades y sequía. Existen variedades precoces (ciclo de 90-150 días), variedades semi-tardías (150-220 días) y variedades tardías (>220 días), las variedades de ciclo corto son altamente susceptibles a plagas (Binder, 1997).

Todas las variedades de Gandul responden al fotoperíodo, las variedades de grano blanco y crema son las que tienen demanda para la exportación y las utilizadas comercialmente. Los cultivares se clasifican en dos grupos según los días a la maduración: tempranos con flores amarillas y tardíos con flores bicolors (Monegat, 1991).

2.5.8. Fisiología del Cultivo

Las altas temperaturas y humedad ambiental producen el crecimiento exuberante de la planta. La nubosidad o sombreado originan crecimiento espigado o aislamiento de la planta. 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 (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1991).

Todas las variedades de Gandul son sensibles al fotoperíodo que poseen, tienen un mal desarrollo bajo la sombra, por eso su producción depende de que época del año se siembre, mientras más luz reciba el cultivo tendrá una mejor respuesta (Ramírez, 1985).

Una vez que el Quinchoncho se ha establecido, sus hojas van cayendo continuamente, contribuyendo a mejorar el contenido de materia orgánica del suelo y, conjuntamente con la sombra densa de su follaje, ayuda eficazmente al control biológico de la maleza del terreno en los callejones (Aponte, 1995).

2.5.9. Densidad de Siembra

La densidad de siembra en el Gandul va muy relacionada a la distancia entre surcos y entre plantas, y a la finalidad que se le dará: abono verde, cobertura vegetal, producción de grano, forraje. La cantidad oscila de 15-30 kg/ha, la distancia de siembra entre planta normalmente es de 50 cm entre planta y 50 cm entre surco (Monegat, 1991).

La semilla se puede colocar a una profundidad de 3 a 4 cm. Para la siembra en rotación con maíz, a salidas de agua, se recomienda dejar una población de 20 plantas por metro y una separación de 0,7 metros entre hileras (Aponte, 1995).

2.5.10. Deshierbe

El deshierbe en el Gandul se realiza al primer mes después de la siembra y al segundo mes, esto para evitar que el crecimiento de la maleza cubra la planta, es una labor que se debe hacer siempre que el cultivo lo requiera, una vez que la planta de Gandul ha crecido mas que la maleza, empieza a botar hojas que cubrirán el suelo y evitaran su crecimiento, manteniendo el suelo libre de malezas (Ramírez, 1985).

2.5.11. Plagas y enfermedades

No se ha registrado reacciones de susceptibilidad por parte del Gandul a ninguna enfermedad de importancia económica (ANAF AE, 2000).

Las enfermedades e insectos que atacan el Gandul, en la actualidad, puede considerarse sin importancia económica. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1991).

Según el Conjunto Tecnológico de Gandul, Universidad de Puerto Rico (2006) distintos insectos afectan la producción de Gandules desde el estado de plántulas hasta la cosecha. Algunos insectos son plagas muy comunes en el Gandul. Se han informado 55 especies de insectos pero solamente unas 11 especies son de mayor importancia económica (Tabla 2).

Según la misma fuente las plagas que más limitan la producción de Gandul son el saltón de las hojas, los gusanos barrenadores de las vainas y la mosca asiática del Gandul ya que afectan la producción durante la cosecha.

Tabla 2. Insectos más comunes que afectan al Gandul

Nombre común	Nombre científico	Orden	Familia
Oruga terciopelo de la habichuela	<i>Anticarsia gemmatalis</i>	Lepidoptera	Noctuidae
Oruga barrenadora del maíz	<i>Helicoverpa zea</i>	Lepidoptera	Noctuidae
Oruga barrenadora de la vaina del gandul	<i>Heliothis virescens</i>	Lepidoptera	Noctuidae
Oruga taladradora del gandul	<i>Etiella zinckenella</i>	Lepidoptera	Pyralidae
Barrenador de la vaina del gandul	<i>Fundella pellucens</i>	Lepidoptera	Pyralidae
Oruga barrenadora de la vaina del gandul	<i>Maruca vitrata</i>	Lepidoptera	Pyralidae
Vaquita de la caña de azúcar	<i>Diaprepes abbreviatus</i>	Coleoptera	Curculionidae
Gorgojo sureño del frijol	<i>Callosobruchus chinensis</i>	Coleoptera	Bruchidae
Chinche verde apestosa	<i>Nezara viridula</i>	Hemiptera	Pentatomidae
Trípido negro de las flores	<i>Frankliniella cephalica</i> , <i>F. insularis</i>	Thysanoptera	Thripidae
Saltahojas de la habichuela	<i>Empoasca fabae</i>	Hemiptera	Cicadellidae

FUENTE: Conjunto Tecnológico del Gandul, Universidad de Puerto Rico, 2006

2.5.12. Rendimientos

Los rendimientos del Gandul oscilan entre 5 a 10 t/ha de grano verde, si se realizan al menos tres cosechas. 1600 o 3300 kg/cosecha, en las mejores variedades (Binder, 1997).

El rendimiento en los pequeños productores varia según la variedad usada de 800-2000 kg/ha. En situación de mal manejo del cultivo llega a 700 kg/ha (ANAFEA, 2000).

2.5.13. Cosecha

El Gandul se cosecha a los tres o cuatro meses después de la siembra, el grano verde se puede almacenar a temperaturas de congelación o bien procesarlo y enlatarlo. Debido a que la maduración es muy des-uniforme, deben realizarse varias cosechas por un período aproximado de tres meses (Aponte, 1995).

Cuando más del 95% de las vainas de la plantación de quinchoncho están completamente secas, se puede iniciar la cosecha con la misma máquina combinada que se utiliza en la cosecha del sorgo y el arroz, o en caso de pequeños productores a mano o con herramientas modificadas en forma de peines para bajar las vainas de las plantas (Salas *et al.*, 2001).

2.6. Usos y potencialidades del Gandul

2.6.1. Alimentación Humana

Las semillas se utilizan en la alimentación humana; Se consume como grano tierno (arveja) y grano seco, tienen un alto contenido de lisina y metionina. Se preparan sopas, papillas y harina. Las vainas y semillas sin madurar se usan para la preparación de ensaladas y conservas (Binder, 1997).

El mismo autor, señala que es un producto exportable ya que cuenta con una amplia demanda internacional como arveja, además de que puede ser procesado, enlatado y congelado utilizando las plantas agroindustriales ya instaladas.

2.6.2. Alimentación Animal

Las semillas se aprovechan como pienso para el ganado, en raciones para aves pueden constituir hasta el 30 % de la dieta, las vainas tiernas y las hojas pueden ser un excelente forraje (Monegat, 1991).

El mismo autor, señala que el potencial como forraje verde es moderado, produce hasta 3 cortes/año y persiste 3-4 años. Los cortes, igual que el pastoreo, se realizan cuando las primeras vainas comienzan a madurar, el Gandul no persiste al someterlo a un pastoreo intenso, es un excelente forraje remanente.

Monegat (1991) también menciona que para asegurar la persistencia puede dejarse crecer el Gandul 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, 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.

2.6.3. Propiedades Medicinales

Es una planta medicinal con propiedades antirreumáticas, diuréticas, hemostáticas y astringentes. Las flores y brotes jóvenes se emplean para afecciones bronquiales y Pulmonares. La cocción de las hojas se aplica para lavar llagas, heridas, irritaciones de la piel, sarna y picazón. Con las semillas secas se hacen cataplasmas dado su efecto desinfectante y cicatrizante (Binder, 1997).

2.6.4. Potencial para distintos Sistemas de Producción

El Gandul por su sistema radicular pivotante puede utilizarse como barrera viva para detener la erosión en lugares con pendientes pronunciadas como valles y quebradas, como cultivo de sombra en los almácigos o viveros y como cortina rompevientos (Ramírez, 1985).

El Gandul puede ser asociado con el maíz o con otros cultivos de la zona, la compatibilidad del Gandul para su empleo en cultivos asociados ha sido demostrada en combinaciones con sorgo, maní, maíz, arroz, batata y frijol chino (Aponte, 1995).

Trabajos de evaluación de especies forrajeras para alimentación de ganado bovino, encontraron que el Guandú produjo hasta 60 toneladas de forraje verde conteniendo 15 toneladas de materia seca con tenores medios de 17% de proteína bruta, en consecuencia sus autores aconsejan el cultivo de guandú como banco de proteína para la suplementación animal (Monegat, 1991).

El mismo autor, señala que una de las aplicaciones preconizadas del guandú en pequeñas propiedades, es su empleo como abono verde. Se enfatiza que la recuperación de la materia orgánica es el primer eslabón para restaurar la fertilidad del suelo y para ello los abonos verdes son hoy la alternativa más rápida y económica para mejorarlo.

2.7. Presupuesto Parcial

El presupuesto parcial es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos (CIMMYT, 1988).

2.7.1. Análisis Marginal

En un análisis económico al calcular los beneficios netos se incluyen los costos que varían, pero es necesario comparar los costos adicionales (o marginales) con los beneficios netos adicionales (o marginales), debido a que es posible que los beneficios netos no sean tan atractivos si para obtenerlos se incurre en costos mucho más elevados, esto es lo que calcula el Análisis Marginal (CIMMYT, 1988).

2.7.2. Tasa de Retorno Marginal

La Tasa de Retorno Marginal (TRM) es el beneficio neto marginal dividido por el costo marginal expresado en un porcentaje, es decir el aumento en beneficios netos, dividido entre los costos que varían. Señala lo que el agricultor puede esperar ganar, en promedio, con su inversión cuando decide cambiar una práctica (o conjunto de prácticas) por otra (CIMMYT, 1988).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

El trabajo de investigación se realizó en la provincia Ballivián del departamento del Beni, en tres comunidades Tsimane' Puerto Méndez, Arenales y San Antonio ubicadas en la TCO (Tierra Comunitaria de Origen) de la etnia Tsimane' cercanas a la ciudad de San Borja como punto de referencia.

Las 3 comunidades Tsimane': Puerto Méndez, Arenales, San Antonio se encuentran a una distancia de la ciudad de San Borja de 5.25 km, 33.10 km y 9.9 km respectivamente (Anexo 1).

La ciudad de San Borja se encuentra a 215 km de distancia de la ciudad de Trinidad, capital del departamento del Beni. San Borja geográficamente se encuentra entre los paralelos 14^º 49' de latitud sur y 66^º 50' longitud oeste (INE, 2005).

3.1.1. Características Ecológicas

La localidad de San Borja se encuentra en la región sub-trópico húmedo, es un área que esta rodeada del tipo de monte espeso del sub-trópico húmedo, esta localidad esta rodeada por riachuelos y pantanos (bajíos). Por lo cual en las zonas cercanas a estos cuerpos de agua en la época de lluvias se producen inundaciones temporales y en la época seca escasez de agua (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, 2004).

La misma fuente, señala que en el municipio de San Borja, la altura varía desde los 100 hasta los 270 metros sobre el nivel del mar, siendo la pendiente apenas de 1 a 3 %.

3.1.1.1. Clima

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (2004) el clima es propio del sub-trópico húmedo, caluroso con lluvias e inundaciones estacionales en verano que se extienden de noviembre a marzo dependiendo de variaciones según el año (Anexo 2).

La misma fuente, señala que la humedad relativa del ambiente es de 75 %, el clima en las partes más elevadas va de subtropical a tropical y en las partes más bajas de semicálido húmedo a cálido húmedo; con temperaturas anuales mínimas de 7º C, medias de 24º C y máximas de 38º C.

Así mismo, la misma fuente señala que la precipitación pluvial puede llegar a 2.500 mm anuales, siendo una de las más altas de la región; mientras que en la llanura de Reyes y Santa Rosa la precipitación oscila entre 1.400 a 1.900 mm anuales.

3.1.1.2. Suelos

La mayoría de los suelos de esta región se caracterizan por presentar un pH de 5.5 a 6.5, de textura: franco arcillos limosos y franco arcillo arenosos las que predominan en la zona. La estructura no tiene grandes agregados, en su mayoría el nivel de capa freática se encuentra a una profundidad de hasta 4 metros. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, 2004).

Todas las comunidades en que se realizó el ensayo son próximas al río Maniquí, poseen suelos aluviales, con presencia usual de cantidades de arcilla y arena, en su mayoría son suelos franco arcillosos y franco arenosos.

3.1.1.3. Vegetación

La principal vegetación nativa o ya introducida desde hace varios años esta compuesta por árboles maderables forestales como ser: Ochoo (*Hura crepitans*), Cedro (*Cedrella sp.*), Bibosi (*Ficus sp.*), Tajibo (*Tabebuia impetiginosa*), Palmito (*Chamaerops humilis*), Chonta (*Astrocaryum murumuru*), Tacuara (*Guadua chacoensis*), Cuchi (*Astronium urundeuva*), Ambaibo (*Cecropia sp.*) (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, 2004).

La misma fuente señala que se presentan árboles y plantas frutales: Motacú (*Scheleea princeps*), Plátano (*Musa paradisiaca*), variedad de Cítricos (*Citrus sp.*), Guayaba (*Psidium guajava*), mango (*Mangifera indica*), Tamarindo (*Tamarindus Indicus*), Palta (*Persea sp.*), Pacay (*Inga sp.*) y pastos típicos de las praderas y pampas del oriente boliviano: *Poa pratensis*, y géneros *Festuca* y *Brachiaria*

3.2. Materiales

3.2.1. Materiales de Campo

- | | |
|---------------|-----------------|
| - Estacas | - Palas |
| - Picotas | - Azadones |
| - Carretillas | - Machetes |
| - Rastrillos | - Cinta Métrica |

3.2.2. Materiales de Gabinete

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| - Computadora | - Cámara Fotográfica |
| - Material de escritorio | - Libreta de apuntes |
| - Tablas de registros. | - Balanza |

3.2.3. Material Experimental

Se utilizaron semillas de Gandul (*Cajanus cajan L. Millsp*) 5 líneas provenientes del ICRISAT (Instituto Internacional de Investigaciones en Cultivos de los Trópicos Semiáridos) de la India: ICPL 13829, ICPL 87, ICPL 88039, ICP 7035, ICPL 96058, estas líneas fueron “bautizadas” con el nombre de los primeros productores Tsimane’ que las sembraron dentro de la TCO (Tierra Comunitaria de Origen), Santa Cruz, Román Durvano, Pedro Unari, José Cari, José Pache Scandar, respectivamente.

3.3. Metodología

En la realización del presente estudio se utilizó la metodología experimental, detallada a continuación en los siguientes puntos.

3.3.1. Procedimiento experimental

Se realizó los cálculos previos en gabinete en cuanto a la cantidad de semilla a usarse en los distintos tratamientos resultantes de la aplicación del diseño experimental.

Se efectuó el desmonte o chequeo para implementar el cultivo en 10 sitios diferentes dentro las 3 comunidades, se limpio cada Bloque de exceso de hojarasca de cultivo anterior o restos vegetales, leña resultado del chequeo, así mismo se realizó el análisis de suelo del área de estudio (Anexo 3).

3.3.1.1. Diseño Experimental

El diseño experimental aplicado a la investigación fue el de Bloques al azar (BCA), 10 Bloques y 5 tratamientos, obteniendo 50 unidades experimentales (Steel y Torrie, 1996).

Los Bloques se distribuyeron en las comunidades en estudio: Puerto Méndez, Arenales, San Antonio, las 5 líneas de Gandul fueron distribuidas al azar dentro de cada Bloque. Cada línea en una unidad experimental (UE) de 5m * 8m, todas las líneas sembradas a una distancia de 50cm *50 cm.

La distribución de los Bloques fue: 3 en la comunidad San Antonio, 4 en la comunidad Arenales, 3 en la comunidad puerto Méndez. El análisis de datos se realizó solamente con la presencia de 7 u 8 Bloques según la variable de respuesta.

Durante el desarrollo de la investigación se perdieron dos Bloques en la comunidad de Puerto Méndez desde el inicio, debido a la presencia significativa de arcilla en los suelos de los terrenos habilitados para la implementación del cultivo, estos estaban cercanos a arroyos presentando bastante arcilla en su composición, como se observa en los análisis de suelo presentados (Anexo 3), en estos suelos, al ser muy compactados, las raíces de las plántulas no pudieron desarrollarse.

Así mismo, en los espacios alrededor de estos dos Bloques también existía mucha presencia de nidos de hormigas cortadoras, lo que los comunarios conocen como “sepes”, que cortan las plantas de Gandul desde la base, no se pudo combatir con esta plaga porque su presencia era cuantiosa, por lo que no se tuvo rendimiento en estos Bloques.

Después de la primera cosecha se perdió el último Bloque de la comunidad de Puerto Méndez, y un Bloque de la comunidad de San Antonio esto ocurrió por falta de responsabilidad de los comunarios dueños de la parcela, al no deshierbar y mantener libre de malezas las unidades experimentales.

3.3.1.1.1. Modelo Lineal

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : Una observación cualquiera

μ : Media general

β_i : Efecto de i-esimo Bloque

α_j : Efecto del j-esima línea

ε_{ij} : Error Experimental

3.3.1.1.2. Tratamientos

T1= Línea ICPL 13829 – Santa Cruz

T2= Línea ICPL 87 – Román Durvano

T3= Línea ICPL 88039 – Pedro Unari

T4= Línea ICP 7035 – José Cari

T5= Línea ICPL 96058 – Scandar

3.3.1.2. Siembra

La siembra se hizo mediante el método por golpe o punzón, tres a cuatro semillas por golpe (Aponte, 1995), con una densidad de siembra de 50*50, 50 cm entre surcos y 50 cm entre plantas, de acuerdo a Monegat (1991), la siembra se realizó en la segunda quincena del mes de marzo del año 2008 en todos los Bloques del estudio.

3.3.1.3. Control Fitosanitario

Se observó la incidencia de plagas en el cultivo y se realizó la aplicación de un producto químico para su control, las plagas que se presentaron fueron larvas u orugas barrenadoras del género *Helicoverpa* en la fase fonológica de llenado de grano de la vaina y hormigas cortadoras del género *Acromyrmex* en la fase de floración y formación de vaina.

Se controló el ataque de la plaga de los “sepes” hormigas cortadoras del género *Acromyrmex*, aplicando un producto químico llamado “Glacoxan E” concentrado emulsionable (Anexo 4), en una dosis de 10 cm³ de producto por un litro de agua, colocando 3 litros de la solución preparada en cada nido de hormigas, y asperjando el preparado sobre los senderos de las hormigas, esta aplicación se realizó sobre todo en el nido de las hormigas y no en gran magnitud sobre el cultivo.

Para gusanos del género *Helicoverpa* no se realizó la aplicación de ningún producto químico, porque la presencia de las orugas no pasó encima del nivel de daño económico (NDE) del cultivo en ninguno de los Bloques, el nivel de daño económico es de un valor de 5% en el Gandul cuando se encuentra en la etapa de formación de vainas (Conjunto Tecnológico de Gandul, Universidad de Puerto Rico, 2006).

3.3.1.4. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual cuando las vainas tuvieron un color café claro a café oscuro cuando el 50% o más de las plantas llegó a madurez fisiológica, se esperó después de la madurez fisiológica de 7 a 20 días según el Bloque para que los granos terminaran de secarse y esperando el mayor número de vainas posibles estén maduras en la unidad experimental.

De las líneas precoces de ciclo corto o duración corta se obtuvieron dos cosechas, al igual que de la línea de duración media, de las líneas tardías o duración larga se obtuvo solo una cosecha.

3.3.1.5. Análisis Económico

Se realizó el análisis económico basado en las recomendaciones de CIMMYT (1988) tomando en cuenta los costos variables o marginales efectuados en el cultivo durante el presente estudio, diferenciando entre los 5 tratamientos, se realizó el análisis de costo parcial, análisis de dominancia y Tasa de Retorno Marginal.

3.3.2. Variables de Respuesta

- Porcentaje de germinación
- Días a la floración
- Días a la madurez Fisiológica
- Altura de Planta a 6 y 12 semanas
- Biomasa
- Cobertura
- Número de granos / vaina
- Número de vainas / planta
- Rendimiento

- **Porcentaje de germinación.**- Se obtuvo por observación en 4 surcos del total de 10 surcos por unidad experimental, el número de plántulas germinadas en los golpes o sitios sembrados, obteniendo un porcentaje de esta observación.

- **Días a la floración.**- Por observación se determinó el número de días a la floración cuando el 50% del total de las plantas de la unidad experimental, tienen flores en el tallo central de cada planta.

- **Días a la madurez fisiológica.**- Se tomó el número de días cuando los granos dentro las vainas en un 50% de la unidad experimental estaban listos para el momento de la cosecha, cuando las vainas cambian de un color café claro a oscuro, y los granos están

semi-secos y poseen un color café claro característico según la línea; dependiendo de la línea las plantas presentaron una o dos madureces fisiológicas.

- Altura de planta a 6 y 12 semanas.- Se midió la altura de la planta desde la base de la planta encima de la superficie hasta la última hoja o el último meristemo apical en la parte superior.

Cabe señalar la importancia de la medida a las 6 semanas en algunas variables de respuesta tomadas en el estudio, a las 6 semanas el Gandul empieza a “despegar” en su desarrollo y crecimiento, a este tiempo desde la siembra las plantas son muy pequeñas y los agricultores piensan que han sembrado en vano, porque se ven las plantas bastante débiles y pequeñas.

Pero es a partir de las 6 semanas que el Gandul comenzó a desarrollarse con mas vigor y fuerza, por eso es importante mantener limpia de malezas la parcela en este tiempo, por lo que se recomienda el primer deshierbe al primer mes o 4 semanas desde la siembra (Ramírez, 1985).

Los datos de altura tomados a las 12 semanas, 3 meses después de la siembra, fueron importantes porque se realizó una comparación entre líneas, las plantas de las líneas precoces llegaron a su máximo de longitud en este tiempo, y las líneas tardías o semi-tardías crecieron de 30 a 60 cm más.

- Biomasa.- Se arrancaron las plantas en verde, incluyendo la raíz, de una parte de la unidad experimental de 2 m x 3 m, evitando el rocío de la mañana y se les tomó el peso, esta biomasa obtenida se secó al sol hasta que perdiera toda la humedad para obtener la relación de peso en seco y en verde de la Biomasa, la unidad para esta variable es gramos / metro cuadrado (gr/m^2). Se midió la Biomasa a las 6 semanas y al final del ciclo.

Son importantes los datos obtenidos al fin del ciclo, no solo en esta variable, porque nos permitió hacer una comparación en 2 distintos momentos del cultivo, al comenzar y al finalizar el desarrollo de la planta.

- **Cobertura.**- Se obtuvo por observación, cuanto de superficie del suelo es cubierta por la planta, cuantas plantas se hallan en un metro cuadrado, la unidad obtenida es planta por metro cuadrado (plt/m^2), se midió a las 6 semanas y al final del ciclo.

- **Número de granos / vaina.**- Se obtuvo por conteo de granos dentro de las vainas, se tomo los datos en la primera y segunda cosecha, para realizar una comparación del comportamiento de las líneas en ambas cosechas.

- **Número de vainas / planta.**- Por observación se contó el número de vainas por planta en el momento de la primera y segunda cosecha para comparar las distintas líneas en ambas cosechas.

- **Rendimiento.**- Se tomó el peso del grano seco en un área de $3\text{m} * 3\text{m}$ dentro de cada unidad experimental cuidando el efecto de bordura, se obtuvo la relación del peso del grano seco por superficie, las unidades que se obtuvieron son: gramos por metro cuadrado (gr/m^2) y kilogramos por hectárea (kg/ha).

Después de que el 50 % de las vainas presentó madurez fisiológica, según la unidad experimental y el Bloque en que se presenta, se esperó 7 días o más para cosechar los granos, esto para que el mayor número posible de vainas presenten granos secos para cosechar y obtener mayor producción de la parcela.

En la mayoría de las unidades experimentales se esperó 7 días, pero por problemas de fertilidad, presencia de arcilla o arena, falta de desmalezado o deshierbe, se espero inclusive 15 días y en otras 21 días.

Otros factores que influyeron en la fecha de cosecha fueron: la radiación solar recibida, las temperaturas en los días posteriores a la madurez fisiológica, influyeron también el secado del grano y vainas en la planta.

Así mismo después de la maduración fisiológica de los granos, con el paso de los días las vainas se tornan a un color negro y posteriormente llega la pudrición, donde puede perderse hasta un 50 % de la producción.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los siguientes puntos del capítulo se presentan los resultados obtenidos del estudio.

4.1. Porcentaje de Germinación

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los datos de Porcentaje de Germinación a los 15 días, y el respectivo Análisis de Varianza.

Cuadro 1. Porcentaje de Germinación a los 15 días

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	65.6	67.2	70.3	95.3	60.9
	II	76.6	67.2	53.0	75.0	73.0
	III	88.0	84.0	63.0	66.0	65.0
Comunidad Arenales	IV	95.3	42.2	48.1	65.6	46.9
	V	100.0	100.0	100.0	97.0	81.0
	VI	93.8	87.5	62.5	90.6	100.0
	VII	100.0	100.0	67.2	90.6	100.0
Comunidad Puerto Méndez	VIII	73.4	96.9	76.6	92.2	53.8
	IX	58.0	43.0	59.0	63.0	66.0
	X	64.0	52.0	53.0	58.0	55.0
Promedios		81.47	73.99	65.27	79.34	70.16

Cuadro 2. Análisis de Varianza para Porcentaje de Germinación

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	9	8856.844	984.094	6.685	0.000	*
LINEAS	4	1751.577	437.894	2.975	0.032	*
Error	36	5299.683	147.213			
Total	49	15908.104				

C.V.= 16.39 % * = significativo

De acuerdo al Cuadro 2 se observa que las variables Bloques y líneas presentan significancia estadística al 5 %, lo cual demuestra que la variabilidad presentada en Bloques ratifica la heterogeneidad de suelos dada su composición de contenido de arcilla y arena (Anexo 3), las líneas estudiadas también presentan diferencia, posiblemente debido a las características genéticas propias de cada línea que manifestaron en las condiciones de estudio en que se realizó en la investigación.

Las diferencias que existen en los suelos de los distintos Bloques respecto a la textura, influye en la germinación debido a la susceptibilidad de la semilla de Gandul al encharcamiento, la mayor presencia de arcilla puede provocar un revestimiento duro alrededor de la semilla lo que afectara la germinación.

Tapia (2006) realizó un estudio de introducción de 15 variedades de frijol en el departamento de Pando en el cual menciona que la germinación es bastante irregular en ese cultivo debido a distinta textura y humedad en el suelo, el frijol tiene similitud morfológica con las semillas de Gandul.

También se puede asumir que la diferencia significativa entre líneas, es debido a la distinta respuesta de las semillas de las líneas a las condiciones de suelo en el campo, bajo factores que no se pueden controlar como temperatura, humedad, radiación solar. Según Aponte *et al.* (1991) en un estudio realizado en 20 variedades de Gandul, las distintas variedades pueden reaccionar de manera diferente ante el suelo y distintas condiciones de campo, lo que apoya los resultados obtenidos del presente estudio.

El análisis de varianza presenta un valor de 16.39 % en coeficiente de variación que es menor al 30 % rango permisible para experimentos en campo, lo cual demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos (Calzada, 1970).

Cuadro 3. Prueba de Duncan de Porcentaje de Germinación para Bloques

Bloques	Media	Duncan ($\alpha =0 .05$)
5	95.60	a
7	91.56	a b
6	86.88	a b c
8	78.58	b c d
3	73.20	c d e
1	71.86	c d e
2	68.96	d e
4	59.62	e
9	57.80	e
10	56.40	e

Del Cuadro 3 se determina que en los Bloques 5 y 7 de la comunidad de Arenales, la germinación alcanzó a 95.6 % y 91.6 % frente a los demás Bloques que varían de 86.9 % a 56.4 % lo que ratifica la heterogeneidad entre Bloques respecto a condiciones distintas en campo.

El valor más alto en promedio corresponde al Bloque 5, estadísticamente este Bloque es diferente a todos los demás Bloques en estudio.

Los Bloques 9 y 10 de la comunidad Puerto Méndez muestran los valores más bajos debido a la elevada presencia de arcilla en esta comunidad, estos Bloques se encontraban cerca de un pequeño arroyo, la compactación del suelo no permitió que las raíces de las plántulas se desarrollasen.

Al respecto Morton *et al.* (1982) en una evaluación realizada sobre el Gandul menciona que el suelo puede afectar de manera importante sobre el desarrollo de las plantas en el principio del ciclo, ya que después la raíz se afianza y puede alcanzar hasta tres metros de profundidad.

En el mismo Cuadro se observa el grupo homogéneo de los valores mas bajos compuesto por 6 Bloques iguales entre si estadísticamente, los Bloques 3, 1, 2, 4, 9 y 10, los demás Bloques 5, 7, 6 y 8 son diferentes entre si, y con el grupo homogéneo de 6 Bloques.

Cuadro 4. Prueba de Duncan de Porcentaje de Germinación para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)	
ICPL-13829	81.47	a	
ICPL-87	79.33	a	
ICP-7035	74.00	a	b
ICPL-88039	70.16	a	b
ICPL-96058	65.27		b

Como se observa en el Cuadro 4 Las líneas ICPL-13829 y ICPL-87 presentan mayores valores en promedio con 81.5 % y 79.3 % respectivamente, las líneas ICPL-96058 con 65.27 % y ICPL-88039 con 70.16 % muestran los menores promedios en germinación, la línea ICP-7035 presenta un valor intermedio de 74 %.

Las diferencias podrían atribuirse a la variabilidad de textura y fertilidad de los suelos en estudio, las líneas individualmente reaccionan de forma diferente al ambiente y a la presencia de limo, arcilla o arena en el suelo. Las líneas ICPL-13829, ICPL-87 y ICP-7035 presentaron mayor tolerancia frente a las adversidades del ambiente.

4.2. Días a la Floración

En los Cuadros 5 y 6 se observa, el número de días en que las líneas han llegado a 50% de floración, y el Análisis de Varianza a un nivel de significancia del 5 %.

Cuadro 5. Días a la Floración

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	119	103	126	82	75
	II	115	104	120	78	75
	III	117	103	124	78	74
Comunidad Arenales	IV	112	108	118	74	66
	V	111	96	116	72	69
	VI	112	106	120	71	67
	VII	109	94	123	73	67
Comunidad Puerto Méndez	VIII	114	98	122	67	68
Promedios		113.63	101.50	121.13	74.38	70.13

Cuadro 6. Análisis de Varianza para Días a la Floración

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F
BLOQUES	7	322.70	46.100	4.912	0.001 *
LINEAS	4	16873.60	4218.400	449.449	0.000 *
Error	28	262.80	9.386		
Total	39	17459.100			

C.V.= 3.18 %

* = significativo

De acuerdo al Cuadro 6 el análisis de varianza muestra diferencias significativas entre Bloques a una significancia estadística del 5 % comprobando la heterogeneidad de suelos y condiciones ambientales presentes en los Bloques, se presentan diferencias significativas entre líneas probablemente por las diferencias genéticas y distinta manifestación fenotípica ante el ambiente.

Corroborando estos resultados, Aponte y Salas (1994) realizaron una descripción de cuatro variedades sobresalientes de Gandul en el estado de Yaracuy, Venezuela, en el que mencionan que las diferencias entre variedades o líneas se deben al distinto genotipo y respuesta al ambiente que presentan las plantas en condiciones de campo.

El coeficiente de variación de 3.18 % menor a 30 % indica que los datos obtenidos en campo son confiables (Calzada, 1970).

Cuadro 7. Prueba de Duncan de Días a la Floración para Bloques

Bloques	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)		
1	101.00	a		
3	99.20	a	b	
2	98.40	a	b	
4	95.60		b	c
6	95.20		b	c
8	93.80			c
7	93.20			c
5	92.80			c

En el Cuadro 7 se muestra que los Bloques 8, 7 y 5 con promedios de 93.8 días, 93.2 días y 92.8 días respectivamente, son donde las 5 líneas en estudio florecieron con mayor anticipación en comparación a los demás Bloques, posiblemente debido a las diferencias de fertilidad y suelo, por lo que las plantas presentaron mejor desarrollo.

El Bloque 1 presenta el mayor promedio con 101 días a la floración siendo este el Bloque donde las líneas más tardaron en florecer.

Cuadro 8. Prueba de Duncan de Días a la Floración para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICPL-96058	121.13	a
ICPL-13829	113.63	b
ICP-7035	101.50	c
ICPL-87	74.38	d
ICPL-88039	70.13	e

Referido al Cuadro 8 se presenta la línea ICPL-96058 con el mayor promedio de 121 días siendo esta línea la más tardía en el estudio, debido probablemente a su condición genética y distinta respuesta al ambiente.

La línea ICPL-88039 fue la que obtuvo un menor promedio con 70 días a la floración en promedio, corroborando que esta es la línea más precoz entre las 5 líneas en estudio en esta región, bajo el efecto de las características ecológicas de la zona.

La línea ICPL-96058 florece a un promedio de 121 días y la línea ICPL-88039 a un promedio de 70 días siendo la diferencia de 50 días, presentando diferencias claras entre las líneas de ciclo corto y las de ciclo largo.

Las líneas ICPL-88039 y ICPL-87 al ser precoces son las que florecen en más corto tiempo en un promedio de 70 y 74 días, así mismo las líneas ICP-7035 y ICPL-13829 florecen en promedio a los 101 y 113 días respectivamente, es decir a 3 meses y medio desde la siembra.

En el presente estudio, se observó que el número de días en que las líneas llegan a la floración dependen de varios factores, de la fertilidad del suelo, la disponibilidad de nutrientes en el suelo para la planta, el ataque de hormigas cortadoras, la presencia excesiva de malezas por falta de deshierbe de parte del agricultor, la planta al estar sometida a mayor stress y competencia por agua, espacio, luz, tardará más días en florecer y desarrollarse.

Al haber mayor presencia de arena o arcilla en el suelo, al sistema radicular de la planta le toma más tiempo en encontrar nutrientes y desarrollarse lo que influye en el número de días.

Los resultados de días a la floración se encuentran dentro del rango de estudios realizados anteriormente, al respecto Aponte y Salas (1994) mencionan un promedio de número de días a la floración de 90 días a 100 días para distintas variedades de Gandul en Venezuela, así también Upadhyaya *et al.* (1997) en una evaluación de sensibilidad al fotoperíodo de 64 accesiones presenta valores de días a la floración en un rango de 60 a 120 días.

La segunda floración del Gandul es muy desuniforme, dentro cada unidad experimental y dentro de cada Bloque, ante tanta variabilidad es muy difícil determinar la segunda floración de las plantas, esto se debe a que las líneas con las que se ha trabajado en este estudio son no determinadas, la variabilidad de la floración y la madurez fisiológica es un tema que no ha sido estudiado a fondo en el Gandul.

4.3. Días a la Madurez Fisiológica

4.3.1. Días a la Primera Madurez Fisiológica

En los Cuadros 9 y 10 se presentan los datos de días a la Primera Madurez Fisiológica, y su Análisis de Varianza a una significancia estadística del 5 %.

Cuadro 9. Días a la Primera Madurez Fisiológica

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	177	136	213	119	113
	II	176	135	211	120	115
	III	177	134	215	121	120
Comunidad Arenales	IV	176	130	210	113	128
	V	175	129	216	108	106
	VI	170	137	207	104	102
Comunidad Puerto Méndez	VII	192	129	218	106	104
	VIII	177	131	214	114	110
Promedios		177.50	132.63	213.00	113.13	112.25

Cuadro 10. Análisis de Varianza para Días a la Primera Madurez Fisiológica

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	7	321.200	45.886	1.342	0.268	NS
LINEAS	4	62492.150	15623.038	457.076	0.000	*
Error	28	957.050	34.180			
Total	39	63770.40				

C.V.= 3.18 %

NS = No Significativo
* = significativo

De acuerdo al Cuadro 10 no existe diferencia significativa entre Bloques probablemente porque cada línea en estudio presenta un valor similar en los Bloques, lo cual indica que la primera madurez fisiológica de las líneas esta determinada para esta región, este comportamiento provoca que los Bloques tengan promedios iguales estadísticamente pero tengan diferencias matemáticas entre si.

Se presentan diferencias estadísticas significativas entre líneas porque son diferentes en sus genotipos y respuesta al ambiente, al respecto Aponte *et al.* (1991) menciona diferencias entre 20 líneas respecto al ciclo de duración tomando como referencia la madurez fisiológica, debido a las diferencias genéticas presentes en cada línea mostrando distintos comportamientos en campo.

El coeficiente de variación de 3.18 % menor al 30 % muestra que los datos obtenidos en campo son confiables (Calzada, 1970).

Cuadro 11. Prueba de Duncan de Días a la Primera Madurez Fisiológica para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICPL-96058	213.00	a
ICPL-13829	177.50	b
ICP-7035	132.63	c
ICPL-87	113.13	d
ICPL-88039	112.25	d

En el Cuadro 11 se observa que la línea ICPL-96058 es excesivamente tardía, con un promedio de 213 días que significa alrededor de 7 meses, lo cual es un factor determinante para la no recomendación y difusión de esta línea para los agricultores.

La línea ICPL-13829 llega a su primera madurez fisiológica en un promedio de 177 días, cerca de los 6 meses, así mismos las líneas ICPL-87 y ICPL-88039 presentan un valor promedio de 113 días y 112 días respectivamente, cerca de 3 meses y medio

después de la siembra, llegando a madurez fisiológica antes que las demás líneas, mostrando así que son las más precoces.

La línea ICP-7035 presenta un valor promedio de 132 días a la primera madurez fisiológica, aproximadamente 4 meses y medio, valor que es aceptable para una producción de grano, puesto que los Tsimane' están acostumbrados a esperar para la cosecha del arroz y maíz.

Los resultados obtenidos se enmarcan dentro de otras evaluaciones del mismo cultivo, referente a esto Aponte y Salas (1994) mencionan ciclos del Gandul en distintas variedades de 110 días a 150 días dependiendo la época de siembra, invierno o verano en Venezuela, así mismo Salas *et al.* (2001) en su evaluación para mejoramiento genético del Gandul indica ciclos de 120 días a 130 días respecto a la madurez fisiológica dependiendo la línea o variedad.

4.3.2. Días a la Segunda Madurez Fisiológica

Durante este ciclo de producción solo 3 líneas presentaron 2 madureces fisiológicas y por lo tanto 2 cosechas.

El Cuadro 12 presenta los datos de número de Días a la Segunda Madurez Fisiológica, de igual manera se presenta en el Cuadro 13 su Análisis de Varianza.

Cuadro 12. Días a la Segunda Madurez Fisiológica

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I		244		243	244
	II		234		216	
	III					
Comunidad Arenales	IV		220		215	231
	V		214		210	209
	VI		217		211	206
	VII		228		206	206
Comunidad Puerto Méndez	VIII					
Promedios			226.17		216.83	219.20

Cuadro 13. Análisis de Varianza para Días a la Segunda Madurez Fisiológica

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F
BLOQUES	4	2292.933	573.233	12.098	0.002 *
LINEAS	2	152.933	76.467	1.614	0.258 NS
Error	8	379.067	47.383		
Total	14	2824.933			

C.V.= 3.12 %

NS = No Significativo
* = significativo

Referente al Cuadro 13 se presentan diferencias significativas entre Bloques a un nivel de significancia del 5 %, comprobando la heterogeneidad y diferencia de fertilidad y suelos entre Bloques, así mismo no se muestra diferencias estadística significativas entre líneas porque los promedios de las líneas son muy similares, cerca de los 220 días, las líneas solo presentan diferencias matemáticas y no así estadísticas.

Para la Segunda Madurez Fisiológica, quedaron fuera del estudio 2 Bloques, el Bloque 3 de la comunidad de San Antonio y el Bloque 8 de la comunidad de Puerto Méndez, debido a la falta de cuidado por parte de los comunarios dueños de las parcelas, que descuidaron el deshierbe o limpieza de malezas, las malezas cubrieron las plantas y estas no pudieron desarrollarse y alcanzar la segunda Madurez Fisiológica.

En el Bloque 2 de la comunidad San Antonio quedó fuera de estudio la Unidad Experimental correspondiente a la línea ICPL-88039, esto debido a la mayor presencia de Limo y Arcilla en la textura del suelo, como se muestra en el análisis (Anexo 3), el suelo era más compacto en este lugar y no permitió el desarrollo normal de las raíces, esto impidió que las plantas terminaran su ciclo de desarrollo.

El coeficiente de variación presenta un valor de 3.12 % debajo del 30 % esto nos indica que los datos obtenidos en campo son confiables (Calzada, 1970).

Cuadro 14. Prueba de Duncan de Días a la Segunda Madurez Fisiológica para Bloques

Bloques	Media	Duncan ($\alpha =0 .05$)
1	243.67	a
4	222.00	b
7	213.33	b
6	211.33	b
5	211.00	b

De acuerdo al Cuadro 14 el Bloque 1 con 243 días, es el que tardó más tiempo en madurar en comparación con los demás Bloques, esto debido probablemente a la mayor presencia de limo y arcilla en el suelo (Anexo 3), así mismo se muestra que los demás Bloques son iguales estadísticamente, pero presentan diferencias matemáticas entre si.

La segunda madurez fisiológica al igual que la segunda floración presenta bastante variabilidad, probablemente son varios los factores que inciden para que exista tanta variabilidad, podría no solo ser un factor sino la interacción de varios como ser: el fotoperíodo de la planta, la reacción a los factores ambientales, como temperatura y humedad; también fertilidad, compactación y la cantidad de nutrientes en el suelo.

El material en estudio son "líneas" no son Variedades, por lo tanto no están genéticamente definidas en sus características fenotípicas, ni en su respuesta al medio ambiente, el Gandul tiene esa característica, en la India donde se encuentra el Banco Genético mundial del Gandul se ha registrado que la mayoría de las líneas y accesiones no están definidas genéticamente en sus expresiones fenotípicas (Upadhyaya *et al.*, 1997).

Otro factor que posiblemente influye en la alta variabilidad de la segunda madurez fisiológica es la floración del Gandul que es indeterminada o semi-determinada, además que es un cultivo altamente alógamo (de floración cruzada), en tiempo de floración muchos insectos de distintos géneros transportan el polen de planta a planta (inclusive entre plantas de distintas líneas), afectando la expresión fenotípica de la líneas en la siguiente generación.

Según Bosques (1999) en su evaluación de cultivares y variedades en Puerto Rico el Gandul responde a la cantidad de horas luz, y puede ser clasificado por su sensibilidad al fotoperíodo, lo cual influye para que un cultivar presente una o dos madureces fisiológicas.

4.4. Altura de Plantas

4.4.1. Altura de Plantas a las 6 semanas

Se presenta en los Cuadros 15 y 16 los datos de Altura de Plantas (cm) y su Análisis de Varianza a las 6 semanas.

Cuadro 15. Altura de Plantas a las 6 semanas (cm)

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	63.0	82.1	49.9	57.4	63.7
	II	71.3	79.0	71.9	77.9	74.6
	III	49.6	77.7	57.4	63.2	64.5
Comunidad Arenales	IV	64.2	75.8	69.7	71.9	76.4
	V	53.7	73.5	52.0	54.3	70.7
	VI	50.2	59.7	54.6	56.8	71.1
	VII	53.7	60.2	41.0	53.3	54.3
Comunidad Puerto Méndez	VIII	60.1	78.9	50.3	69.3	52.6
Promedios		58.23	73.36	55.85	63.01	65.99

Cuadro 16. Análisis de Varianza para Altura de planta a las 6 Semanas

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	7	1760.524	251.503	6.610	0.000	*
LINEAS	4	1518.532	379.633	9.978	0.000	*
Error	28	1065.347	38.048			
Total	39	4344.404				

C.V.= 9.75 %

* = significativo

De acuerdo al Cuadro 16 se muestra diferencias estadísticas significativas entre Bloques, comprobando la heterogeneidad de los Bloques en el área de estudio en términos de fertilidad y textura de suelo (Anexo 3), así también existen diferencias estadísticas entre líneas debido a las diferentes características morfológicas y fenotípicas que presentan las líneas en esta región, siendo distinta su adaptación y respuesta al medio ambiente.

El coeficiente de Variación de 9.75 % menor al 30 %, indica que los datos obtenidos en campo son confiables (Calzada, 1970).

Cuadro 17. Prueba de Duncan de Altura de Plantas a las 6 semanas para Bloques

Bloques	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
2	74.94	a
4	71.60	a
1	63.22	b
3	62.48	b
8	62.24	b
5	60.84	b c
6	58.48	b c
7	52.50	c

Como se observa en el Cuadro 17 los Bloques 2 y 4 con valores de 74.9 cm y 71.6 cm presentan plantas con mayor altura a las 6 semanas, marcó la diferencia la responsabilidad de los comunarios dueños de la parcela, manteniendo los Bloques libres de malezas, ya que se efectuó el deshierbe oportunamente.

Los Bloques 5, 6 y 7 presentan los menores valores en promedio, formando un conjunto homogéneo estadísticamente, el Bloque 7 con un valor de 52.5 cm presenta las plantas más pequeñas en todas las líneas, este Bloque contiene mayor cantidad de Arena que

los demás como se muestra en el análisis de suelo (Anexo 3), lo que provocó un menor crecimiento de las plantas por falta de nutrientes disponibles para el crecimiento.

Cuadro 18. Prueba de Duncan de Altura de Plantas a las 6 semanas para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICP-7035	73.36	a
ICPL-88039	65.99	b
ICPL-87	63.01	b c
ICPL-13829	58.22	c d
ICPL-96058	55.85	d

De acuerdo al Cuadro 18, la línea ICP-7035 con 73.36 cm muestra mayor altura, manifiesta ser la más vigorosa y muestra más competencia con las malezas en este período, así mismo las líneas ICPL-96058 y ICPL-13829 con 55.9 cm y 58.2 cm son las líneas con menores promedios de altura, al ser tardías o de larga duración recién están empezando su ciclo y les falta mucho por crecer las 6 semanas.

Con valores intermedios se presentan en el mismo conjunto homogéneo (Cuadro 18) las líneas ICPL-88039 y ICPL-87 con valores de 66 cm y 63 cm.

Es importante el tiempo de las 6 semanas porque nos da un momento significativo de cuando las plantas comienzan a crecer con mayor notoriedad, las plantas de Gandul se ven poco vigorosas e incluso débiles ante el medio, pero a partir de este periodo comienzan a demostrar su vigor ante el ambiente y crecen con mayor impulso, por lo que es importante mantener las plantas libres de malezas en este periodo.

4.4.2. Altura de Plantas a las 12 semanas

Se observa en los Cuadros 19 y 18 la altura de Plantas a las 12 Semanas, y su Análisis de Varianza.

Cuadro 19. Altura de Plantas a las 12 Semanas (cm)

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	135.7	149.5	152.4	86.7	122.3
	II	132.5	146.5	145.3	112.0	160.0
	III	135.0	116.9	146.8	103.9	132.5
Comunidad Arenales	IV	171.1	163.6	155.6	106.0	157.4
	V	132.2	155.5	137.7	94.8	143.6
	VI	146.8	168.2	156.2	126.5	163.5
	VII	97.9	140.3	107.4	94.6	124.8
Comunidad Puerto Méndez	VIII	116.7	152.4	103.3	86.5	118.1
Promedios		133.50	149.10	138.08	101.38	140.28

Cuadro 20. Análisis de Varianza para Altura de Plantas a las 12 Semanas

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	7	7404.624	1057.803	6.955	0.000	*
LINEAS	4	10699.051	2674.763	17.588	0.000	*
Error	28	4258.313	152.083			
Total	39	22361.988				

C.V. = 9.31 %

* = significativo

Referente al Cuadro 20 se muestra diferencias significativas entre Bloques a un nivel de significancia del 5 % debido a la heterogeneidad presentada principalmente en términos de suelo, se presentan diferencias estadísticas entre Líneas, probablemente debido a las diferencias morfológicas en el crecimiento.

El coeficiente de variación de 9.31 % menor al 30 % demuestra que los datos obtenidos en campo son confiables (Padrón, 1996).

Cuadro 21. Prueba de Duncan de Altura a las 12 Semanas para Bloques

Bloques	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)	
6	152.24	a	
4	150.74	a	
2	139.26	a	b
5	132.76		b
1	129.32		b c
3	127.02		b c
8	115.40		c
7	113.00		c

Referente al Cuadro 21 se muestra los Bloques 6 y 4 con 152.2 cm y 150.7 cm respectivamente presentando los promedios más elevados, se destaca que los dueños de estos Bloques han tenido más responsabilidad en el deshierbe o desmalezado de las plantas.

Los Bloques 8 y 7 con 115.4 cm y 113 cm muestran los promedios más bajos, así también se presenta los Bloques 2, 5, 1 y 3 agrupados en un conjunto homogéneo con valores intermedios.

Los resultados obtenidos se encuentran dentro de rangos de otros estudios realizados, Higuera *et al.* (1997) en un estudio sobre frecuencia y altura de corte del Gandul en Venezuela, indica promedios de altura en distintas líneas de 70 cm a 110 cm a los 3 meses después de la siembra, así también Aponte y Salas (1994) en evaluación de variedades sobresalientes señalan alturas promedios de 95 cm a 190 cm.

Cuadro 22. Prueba de Duncan de Altura a las 12 Semanas para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICP-7035	149.11	a
ICPL-88039	140.27	a b
ICPL-96058	138.09	a b
ICPL-13829	133.49	b
ICPL-87	101.37	c

De acuerdo al Cuadro 22 la línea ICP-7035 es la que presenta el promedio más alto, al igual que la medición realizada a las 6 semanas (Cuadro 18), esta línea ha crecido en promedio 76 cm en 6 semanas, es decir ha duplicado su altura.

Las líneas ICPL-13829 y ICPL-96058 comparadas a la altura alcanzada a las 6 semanas (Cuadro 18), han crecido en promedio 75 cm y 83 cm respectivamente, sobrepasando el 100 % de crecimiento en 6 semanas, es notable el vigor presentado en estas líneas a partir de la sexta semana de crecimiento.

La línea ICPL-87 ha crecido 38 cm esto indica un crecimiento aproximado del 60 % en un tiempo de 6 semanas, así también la línea ICPL-88039 muestra un valor en promedio de 140.27 cm siendo la segunda línea mas alta a las 12 semanas, su crecimiento ha sobrepasado el 100% comparado al valor en promedio alcanzado a las 6 semanas (Cuadro18).

Las líneas precoces ICPL-87 y ICPL-88039 han llegado a su máximo de longitud en este tiempo, la línea ICP-7035 crece no más de 30 cm a partir de las 12 semanas, las líneas ICPL-96058 y ICPL-13829 crecen 50 - 60 cm después de las 12 semanas.

Los resultados muestran un gran vigor y crecimiento destacable a partir de la sexta semana después de la siembra, algo característico que se presenta en el Gandul.

4.5. Biomasa

4.5.1. Biomasa a las 6 semanas

En los Cuadros 23 y 24 se muestran los datos de Biomasa y su Análisis de Varianza a las 6 semanas, en unidades gramos por metro cuadrado (gr / m²).

Cuadro 23. Biomasa a las 6 Semanas (gr/m²)

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	46.31	40.06	22.31	35.42	40.68
	II	55.56	43.86	37.50	41.32	50.00
	III	32.80	38.21	31.95	31.75	38.31
Comunidad Arenales	IV	48.90	25.35	17.69	24.59	20.32
	V	37.78	37.28	17.69	29.72	42.50
	VI	21.33	30.70	15.38	26.67	35.00
	VII	15.56	37.28	15.77	17.02	17.50
Comunidad Puerto Méndez	VIII	20.00	41.67	27.04	29.17	24.12
Promedios		34.78	36.80	23.17	29.46	33.55

Cuadro 24. Análisis de Varianza para Biomasa a las 6 semanas

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	7	2094.989	299.284	5.605	0.000	*
LINEAS	4	933.515	233.379	4.371	0.007	*
Error	28	1495.116	53.397			
Total	39	4523.620				

C.V.= 23.16 %

* = significativo

Como se observa en el Cuadro 24 se muestran diferencias significativas entre Bloques y entre líneas, probablemente debido al diferente comportamiento de las líneas en los 8 Bloques en estudio, así mismo por las distintas características que presentan los Bloques en parámetros de Suelo y Fertilidad.

Al respecto Higuera *et al.* (1997) menciona diferencias entre variedades en peso seco o biomasa seca total debido a las diferencias morfológicas y genóticas de las variedades.

El coeficiente de variación de 23.16 % nos indica la confianza en los datos obtenidos en campo por debajo del rango permitido de 30 % (Calzada, 1970).

Cuadro 25. Prueba de Duncan de Biomasa a las 6 semanas para Bloques

Bloques	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)			
2	45.64	a			
1	36.95	a	b		
3	34.60		b	c	
5	32.99		b	c	
8	28.40		b	c	d
4	27.37		b	c	d
6	25.81			c	d
7	20.62				d

De acuerdo al análisis de medias del Cuadro 25 el Bloque 2 con 45.64 gr/m² presenta el promedio más alto siendo igual estadísticamente al Bloque 1 con 36.95 gr/m², esto debido al buen desarrollo que presentaron las plantas en estos 2 Bloques, por la limpieza y cuidado de parte de los dueños.

En el Cuadro 25 se observan dos grupos iguales estadísticamente de 5 Bloques cada uno, esto nos indica un alto grado de homogeneidad entre Bloques, de igual manera el menor valor en promedio lo presenta el Bloque 7, probablemente por la mayor presencia de arena en el suelo, como se muestra en el análisis (Anexo 3).

Cuadro 26. Prueba de Duncan de Biomasa a las 6 semanas para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)	
ICP-7035	36.80	a	
ICPL-13829	34.78	a	
ICPL-88039	33.55	a	
ICPL-87	29.46	a	b
ICPL-96058	23.17		b

Referido al Cuadro 26 se muestra que la línea ICPL-96058 estadísticamente es el menor valor entre las 5 líneas en estudio, probablemente porque se muestra en esta región como una línea tardía de larga duración, y comparativamente recién esta comenzando a crecer y desarrollarse en este momento del cultivo.

La línea ICP-7035 presenta el promedio más alto, este promedio junto al promedio de altura de plantas a las 6 semanas (Cuadro 18) nos indica que es la línea más vigorosa que crece más rápido y acumula mayor Biomasa a las 6 semanas.

Se observa que las líneas ICP-7035, ICPL-13829, ICPL-88039 y ICPL-87 se encuentran en un mismo grupo homogéneo, esto nos indica que no existe diferencia estadística entre estas cuatro líneas.

4.5.2. Biomasa a Fin de Ciclo

En los Cuadro 27 y 28 se muestra los datos de Biomasa de Fin de ciclo (gr/m²) y el análisis de Varianza, estos datos fueron tomados a los 9 meses después de la siembra.

Cuadro 27. Biomasa de Fin de Ciclo (gr/m²)

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	2100.26	1171.06	1967.31	399.63	552.00
	II	1928.24	1442.12	1978.85	331.20	459.00
	III					
Comunidad Arenales	IV	1813.56	1386.85	1730.78	374.83	561.00
	V	1946.91	1236.85	1857.70	371.92	353.33
	VI	2026.92	1144.75	2030.78	417.13	349.50
	VII	1733.55	1052.64	1264.62	385.04	325.00
Promedios		1916.62	1216.63	1840.56	380.48	421.55

Cuadro 28. Análisis de Varianza para Biomasa de fin de Ciclo

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	5	275925.255	55185.051	2.798	0.045	*
LINEAS	4	12863107.990	3215776.998	163.072	0.000	*
Error	20	394400.122	19720.006			
Total	29	13533433.367				

C.V.= 12.14 %

NS = no significativo
* = significativo

De acuerdo al Cuadro 28 se observan diferencias significativas entre Bloques a una significancia estadística del 5 %, probablemente por las distintas características de fertilidad y suelo que presentan los Bloques en el área de estudio, así también se presentan diferencias estadísticas entre líneas posiblemente por diferencias genotípicas y distinta respuesta al ambiente.

Se observa que el valor de probabilidad de F para Bloques es 0.045 muy cercano a 0.05 ó 5 % que es el nivel de significancia para el estudio, por un valor muy mínimo los Bloques presentan diferencias significativas.

Esto indica un alto grado de homogeneidad estadística entre Bloques porque el desarrollo de las líneas ha sido similar, mostrando un comportamiento definido de cada línea en los distintos Bloques, lo cual muestra que las líneas llegan a un nivel de crecimiento característico al final del ciclo, obteniendo cada línea valores similares de biomasa en todos los Bloques, definiendo su comportamiento y respuesta al ambiente.

El coeficiente de variación de 12.14 % menor al 30 % indica que los datos obtenidos en campo son confiables (Padrón, 1996).

Después de la primera madurez fisiológica quedaron fuera del estudio, el Bloque 3 de la comunidad San Antonio y el Bloque 8 de la comunidad Puerto Méndez, esto debido a la falta de cuidado por parte de los dueños de las parcelas, las malezas cubrieron el Gandul y no pudo desarrollarse al tener mayor competencia por agua, luz, espacio y nutrientes.

Cuadro 29. Prueba de Duncan de Biomasa de Fin de Ciclo para Bloques

Bloques	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
1	1238.05	a
2	1227.88	a
6	1193.82	a
4	1173.40	a
5	1153.34	a
7	952.17	b

Referido al Cuadro 29 se muestra los Bloques 1, 2, 6, 4, y 5 en el mismo conjunto, lo que muestra que estos Bloques son iguales estadísticamente.

El Bloque 7 con 952.17 gr/m² correspondiente a la comunidad de Arenales es el que muestra menor promedio, esto probablemente debido a la mayor presencia de arena en la textura del suelo (Anexo 3), lo que afecto el crecimiento de las plantas.

Cuadro 30. Prueba de Duncan de Biomasa a fin de Ciclo para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICPL-13829	1924.91	a
ICPL-96058	1805.01	a
ICP-7035	1239.04	b
ICPL-88039	433.30	c
ICPL-87	379.96	c

Referente al Cuadro 30 se muestra que las líneas ICPL-13829 y ICPL-96058 con promedios de 1924.9 gr/m² y 1805.01 gr/m² respectivamente, son las más vigorosas al fin del ciclo y no así a las 6 semanas (Cuadro 26).

La línea ICPL-96058 en Biomasa a las 6 semanas (Cuadro 26) es la que presenta menor promedio, pero al final del ciclo es el segundo valor más alto.

La línea ICPL-87 con 379.96 gr/m² es la que muestra el menor promedio, es la menos vigorosa de las 5 líneas al finalizar el ciclo, se encuentra en el mismo conjunto homogéneo que la línea ICPL-88039, siendo las 2 iguales estadísticamente.

En base a los resultados de Biomasa presentados en el Cuadro 30 se confirma la definición de las líneas en: 2 precoces o de corta duración ICPL-88039 y ICPL-87, 1 media o de duración media ICP-7035, y 2 tardías o de larga duración ICPL-13829 y ICPL-96058.

Otros estudios realizados en Argentina y Brasil en evaluación de producción de forraje de Gandul indican rendimientos de Biomasa en materia seca de 15 - 20 toneladas por hectárea (INTA 2004) lo que indica un valor de 1500 gr/m² a 2000 gr/m², comparado con los resultados del presente estudio las líneas ICPL- 13829 y ICPL-96058 pueden ser tomadas en cuenta para producción de forraje.

Así mismo, Higuera *et al.* (1997) en un estudio de efecto de frecuencia y altura de corte sobre el rendimiento y calidad del forraje, señala resultados de peso seco o biomasa seca total para el Gandul de 435 gr/m² a 1105 gr/m², valores por debajo de los promedios obtenidos por ICPL- 13829 y ICPL-96058.

4.6. Cobertura

4.6.1. Cobertura a las 6 Semanas

Se presenta en los Cuadros 31 y 32 los datos de Cobertura en plantas por metro cuadrado (plt/m²) y su Análisis de Varianza a las 6 Semanas.

Cuadro 31. Cobertura a las 6 semanas (plt / m²)

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	7.3	8.1	6.2	10.5	9.6
	II	5.6	8.7	8.0	10.9	9.8
	III	7.6	5.3	4.8	4.9	9.3
Comunidad Arenales	IV	5.7	8.6	6.1	10.3	8.3
	V	6.2	7.3	5.7	5.0	7.2
	VI	5.3	7.4	5.1	8.7	7.1
Comunidad Puerto Méndez	VII	8.5	7.5	3.6	5.9	7.2
	VIII	6.3	7.4	5.8	7.3	7.4
Promedios		6.57	7.53	5.66	7.93	8.24

Cuadro 32. Análisis de Varianza para Cobertura a las 6 semanas

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F
BLOQUES	7	29.664	4.238	2.288	0.056 NS
LINEAS	4	36.030	9.008	4.864	0.004 *
Error	28	51.850	1.852		
Total	39	117.544			

C.V.= 18.93 %

NS = no significativo
* = significativo

Referente al Cuadro 32 se observan diferencias significativas entre líneas posiblemente por los diferentes genotipos y distinta reacción al ambiente que presentan, y diferencias no significativas entre Bloques, debido al comportamiento similar que ha tenido cada línea mostrando valores similares en los distintos Bloques no generando diferencia entre ellos.

El análisis de varianza muestra un valor en el coeficiente de variación de 18.93 % menor al 30 % indicando la confiabilidad de los datos (Calzada, 1970).

Cuadro 33. Prueba de Duncan de Cobertura a las 6 semanas para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)		
ICPL-88039	8.24	a		
ICPL-87	7.94	a	b	
ICP-7035	7.54	a	b	
ICPL-13829	6.56		b	c
ICPL-96058	5.66			c

De acuerdo al análisis de medias presentado en el Cuadro 33, la línea ICPL-88039 con 8.2 plt/m² es la que presenta mayor promedio, así mismo las líneas ICP-7035, ICPL-88039 y ICPL-87 son agrupadas en un mismo conjunto homogéneo lo que indica que son iguales y no tienen diferencias estadísticas.

La línea ICPL-96058 con 5.7 plt/m² es la que presenta el menor promedio, comparando con datos de Altura (Cuadro 18) y Biomasa (Cuadro 26) se determina que es la línea menos vigorosa a las 6 semanas, debido a que es una línea tardía o de ciclo largo que recién esta comenzando su desarrollo.

La densidad de siembra para todas las líneas en todos los Bloques fue de 50 cm entre planta, lo ideal es que existan 4 golpes por metro cuadrado, al haber colocado de 3 a 4 semillas por golpe en promedio, lo ideal debería ser que existan 14 plantas por metro cuadrado, si es que todas las semillas han formado plantas y no ha muerto ninguna en el tiempo de 6 semanas.

La cobertura a las 6 semanas depende de diversos factores, al haberse realizado la siembra por golpe, se colocó de 3 a 4 semillas por sitio, dependiendo del agricultor esta densidad pudo haber sobrepasado a 5 o 6 semillas por golpe en algunos casos, sin necesidad de ser esta la regla general, afectó el error humano en la siembra.

Cabe destacar la selección natural en este cultivo, el Gandul tienden a desechar o auto-eliminar las plantas más débiles que estén presentes en el golpe de siembra, según avanza el ciclo las plantas crecen más y engrosan el tallo, las plantas pelean por el espacio, nutrientes, agua, luz, al final permanecen las mas fuertes y vigorosas.

4.6.2. Cobertura a Fin de Ciclo

En los Cuadros 34 y 35 se presentan los datos para Cobertura a Fin de Ciclo en plantas por metro cuadrado (plt/m²) y su Análisis de Varianza.

Cuadro 34. Cobertura a Fin de Ciclo (plt / m²)

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	3.7	4.4	2.1	6.5	7.2
	II	4.4	6.3	3.0	6.5	6.3
	III					
Comunidad Arenales	IV	6.6	5.4	2.4	5.4	6.3
	V	5.6	5.5	1.7	3.9	5.5
	VI	6.3	5.5	2.5	4.0	7.0
	VII	6.9	5.6	2.9	5.6	7.2
Promedios		5.58	5.44	2.44	5.31	6.68

Cuadro 35. Análisis de Varianza para Cobertura a Fin de Ciclo

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	5	4.763	0.953	1.180	0.354	NS
LINEAS	4	60.125	15.031	18.614	0.000	*
Error	20	16.151	0.808			
Total	29	81.039				

C.V.= 17.66 %

NS = no significativo
* = significativo

De acuerdo al Cuadro 35 el Análisis de Varianza muestra diferencias no significativas entre Bloques, presentan diferencias matemáticas, pero son iguales estadísticamente, esto debido a que cada línea se comporta de manera similar en los diferentes Bloques en toda el área de estudio.

Se muestran diferencias significativas entre líneas a un nivel de significancia del 5 %, debido a la manifestación de las características fenotípicas de cada línea y distinta respuesta que tienen al ambiente.

El coeficiente de variación presenta un valor de 17.66 % debajo del 30 %, esto indica que los datos obtenidos en campo son confiables (Padrón, 1996).

Cuadro 36. Prueba de Duncan de Cobertura a Fin de Ciclo para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICPL-88039	6.68	a
ICPL-13829	5.58	b
ICP-7035	5.45	b
ICPL-87	5.32	b
ICPL-96058	2.43	c

Como se observa en el Cuadro 36 la línea ICPL-88039 con 6.7 plt/m² es la que tiene mayor promedio de Cobertura, así mismo ICPL-96058 con 2.4 plt/m² es la que presenta el menor promedio, probablemente debido a la diferente respuesta de las plantas ante el ambiente y distinta manifestación fenotípica.

Las líneas ICPL-13829, ICP-7035 y ICPL-87 se presentan en un mismo conjunto homogéneo, lo cual indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre estas líneas.

Las líneas ICPL-13829 y ICPL-96058 siempre tienden a mantener una sola planta en el golpe de siembra, por efecto de la selección natural, es decir eliminan a las demás y mantienen la planta más vigorosa, en la línea ICP-7035 se observa el mismo comportamiento pero dejando un mayor número de plantas por golpe.

Las líneas ICPL-88039 y ICPL-87, no disminuyen en gran magnitud las plantas por metro cuadrado en comparación a las 6 semanas (Cuadro 33), porque dentro del golpe de siembra el tallo de las plantas no crece mucho en grosor.

Otros estudios indican mayores coberturas del Gandul pero no para producción de grano seco, al respecto Higuera *et al.* (1997) señala un número de 2 a 3 plantas por golpe para producción de forraje, lo que significa un promedio de 8 a 10 plantas por metro cuadrado pero esto para producción de forraje, así mismo INTA (2004) señala una mayor densidad de siembra para forraje verde y cobertura, obteniendo hasta 15 plantas por metro cuadrado.

4.7. Número de Granos por Vaina

4.7.1. Número de Granos por Vaina, Primera Cosecha

En los Cuadros 37 y 38 se muestran los datos de número de granos por vaina y su respectivo Análisis de Varianza.

Cuadro 37. Número de granos por Vaina, Primera Cosecha

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	5.4	3.9	2.8	3.7	3.7
	II	5.4	4.2	2.7	4.0	3.5
	III	5.8	3.9	2.7	3.9	3.5
Comunidad Arenales	IV	5.4	4.0	2.7	3.9	3.7
	V	5.3	4.1	3.0	3.7	3.8
	VI	5.9	3.8	2.9	4.0	3.6
	VII	5.6	4.3	2.7	3.8	3.5
Comunidad Puerto Méndez	VIII	5.0	4.2	2.8	4.0	3.2
Promedios		5.47	4.05	2.77	3.88	3.56

Cuadro 38. Análisis de Varianza para Número de granos por Vaina, Primera Cosecha

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	7	0.124	0.018	0.445	0.865	NS
LINEAS	4	30.743	7.686	193.262	0.000	*
Error	28	1.114	0.040			
Total	39	31.980				

C.V.= 5.07 %

NS = no significativo
* = significativo

De acuerdo al Cuadro 38 en el Análisis de Varianza se observan diferencias no significativas entre Bloques, debido a la poca variación que presentaron las líneas, lo que indica que el comportamiento de las líneas está definido para este parámetro, los Bloques no tuvieron incidencia significativa en el comportamiento de las líneas.

Así también las líneas presentaron diferencias estadísticas significativas entre si, a una probabilidad del 5 %, probablemente debido a las diferencias fenotípicas y morfológicas que muestran.

El número de granos por vaina depende del genotipo de la variedad o línea, así también como de la distinta respuesta de las plantas al ambiente, ante factores que no se pueden controlar como humedad y temperatura.

Al respecto Vicente (2003) en su evaluación agronómica de 4 variedades de frijol en distintas épocas de siembra menciona que la precipitación influye directamente en la formación de granos por vaina y la época de menor precipitación es la de menor producción de granos por vaina, siendo este comportamiento diferente al del Gandul que no presenta una dependencia directa de las lluvias para el llenado de grano en las vainas.

El coeficiente de variación de 5.07 % con un valor menor de 30 % indica que los datos obtenidos en campo son confiables (Calzada, 1970).

Cuadro 39. Prueba de Duncan de Número de granos por Vaina, Primera Cosecha para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICPL-13829	5.47	a
ICP-7035	4.05	b
ICPL-87	3.87	b
ICPL-88039	3.56	c
ICPL-96058	2.79	d

Como se observa en el Cuadro 39 la línea ICPL-13829 con un valor de 5.47 es la que presenta el mayor promedio, la vaina de esta línea es la más larga y contiene mayor número de granos, así también las líneas ICP-7035 y ICPL-87 con valores de 4.1 y 3.9 respectivamente, presentan promedios intermedios agrupados en el mismo conjunto homogéneo, señalando que son iguales estadísticamente.

La línea ICPL-96058 con 2.79 muestra el menor promedio para número de granos por vaina, es la línea que presenta las vainas más pequeñas, la línea ICPL-88039 es la que muestra el segundo menor promedio.

Referente a estos resultados Vicente (2003) indica distintos número de granos por vaina para variedades de fríjol: Ica Pijao, Carioca Mairana, y Mantequilla Mairana con 4.8, 4.78 y 4.78 granos por vaina respectivamente, siendo mayor en promedio al número de granos por vaina presentado en el Gandul.

White e Izquierdo, citado por Vicente (2003) referidos al fríjol señalan como componentes de rendimiento a: peso de semillas, número de semillas por vaina y número de vainas, pero plantean que para aumentar el rendimiento no necesariamente se realiza a través de la selección y mejora de uno de estos componentes, debido a la compensación entre componentes, lo que se debe es buscar una combinación óptima entre estos componentes de rendimiento.

4.7.2. Número de Granos por Vaina, Segunda Cosecha

Se presenta en los Cuadros 40 y 41 los datos de Número de granos por Vaina, Segunda Cosecha y su Análisis de Varianza.

Cuadro 40. Número de granos por Vaina, Segunda Cosecha

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I		4.1		4.3	3.8
	II		4.0		4.2	
	III					
Comunidad Arenales	IV		4.4		3.8	3.6
	V		4.2		4.0	3.4
	VI		4.1		3.7	3.5
	VII		4.3		3.3	3.7
Promedios			4.21		3.90	3.59

Cuadro 41. Análisis de Varianza para Número de granos por Vaina, Segunda Cosecha

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	4	0.191	0.048	0.726	0.598	NS
LINEAS	2	0.988	0.494	7.523	0.015	*
Error	8	0.525	0.066			
Total	14	1.704				

C.V.= 6.6 %

NS = no significativo
* = significativo

De acuerdo al Cuadro 41 en el análisis de varianza, no se observan diferencias significativas entre Bloques porque el comportamiento de cada línea fue similar en todos los Bloques en estudio, lo que indica la determinación del comportamiento de las líneas para este parámetro, en esta zona de estudio.

Solo tres líneas presentaron segunda cosecha, estas muestran diferencia estadística al 5 % de probabilidad, la cual puede atribuirse a las condiciones genéticas y morfología distinta de las líneas en estudio.

El coeficiente de variación de 6.6 % indica que los datos obtenidos en condiciones de campo son confiables, dado el rango permitido del 30 % (Calzada, 1970).

No se toma en cuenta los Bloques perdidos por condiciones adversas presentadas durante el estudio, lo cual presenta el Análisis de Varianza con los Bloques que lograron alcanzar la segunda madurez fisiológica.

Tampoco es tomada en cuenta la Unidad Experimental correspondiente a la línea ICPL-88039 del Bloque 2, las plantas se mantuvieron hasta el fin del ciclo, pero no llegaron a segunda madurez fisiológica, esto debido a la presencia de mayor cantidad de arcilla en esta parte del Bloque (Anexo 3).

Cuadro 42. Prueba de Duncan de Número de granos por Vaina, Segunda Cosecha para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICP-7035	4.22	a
ICPL-87	3.82	b
ICPL-88039	3.60	b

Referente al Cuadro 42 realizada la prueba de rango múltiple Duncan se puede definir que la línea ICP-7035 es superior estadísticamente a ICPL-87 y ICPL-88039 las cuales son estadísticamente iguales para el número de granos por vaina.

Comparando con los datos del Cuadro 39 se confirma que el número de granos en promedio de estas tres líneas se ha mantenido, lo que indica la definición del comportamiento de estas líneas respecto al número de granos por vaina, en esta región.

Referente a otros estudios realizados, Aponte y Salas (1994) al evaluar 4 variedades de Gandul señalan promedios de 4.0 a 4.7 semillas por vaina, en las variedades Táchira 401, Táchira 386, Lara 98-1 y Portuguesa 68, lo que en general indica promedios mayores a los resultados obtenidos en el presente estudio.

4.8. Número de Vainas por planta

4.8.1. Número de Vainas por Planta, Primera Cosecha

En el Cuadro 43 se muestran los datos de Número de Vainas por Planta, Primera Cosecha, en el Cuadro 44 se presenta el Análisis de Varianza.

Cuadro 43. Número de Vainas por Planta, Primera Cosecha

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	27.4	17.6	45.6	14.2	18.6
	II	28.9	19.3	43.6	25.7	26.8
	III	9.7	12.7	34.7	18.4	14.6
Comunidad Arenales	IV	13.5	14.8	42.6	14.2	26.6
	V	16.5	28.1	40.0	27.5	20.3
	VI	27.3	26.5	44.9	26.1	25.4
	VII	7.0	16.6	45.0	23.8	24.3
Comunidad Puerto Méndez	VIII	20.5	19.0	40.5	21.3	20.6
Promedios		18.84	19.34	42.11	21.42	22.15

Cuadro 44. Análisis de Varianza para Número de Vainas por Planta, Primera Cosecha

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	7	505.488	72.213	3.233	0.012	*
LINEAS	4	3069.424	767.356	34.356	0.000	*
Error	28	625.396	22.336			
Total	39	4200.308				

C.V.= 19.08 %

* = significativo

El Cuadro 44 muestra diferencias significativas entre Bloques y entre Líneas a un nivel de probabilidad del 5 %, los Bloques mostraron su efecto sobre las líneas probablemente debido a diferencias de fertilidad y suelo en el área de estudio, así mismo las líneas tuvieron diferente manifestación de sus caracteres fenotípicos, y diferente respuesta al ambiente.

Según Vicente (2003) referente al cultivo del frijol, el número de vainas por planta es muy variable dependiendo de la variedad empleada y la zona de estudio, atribuyéndose las diferencias a factores genéticos y varietales.

El coeficiente de variación de 19.08 % nos indica la confiabilidad de los datos obtenidos, ya que se encuentra por debajo del 30 % (Calzada, 1970).

Cuadro 45. Prueba de Duncan de Número de Vainas por Planta, Primera Cosecha para Bloques

Bloques	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)		
6	30.04	a		
2	28.86	a	b	
5	26.48	a	b	
1	24.68	a	b	c
8	24.38	a	b	c
7	23.34	a	b	c
4	22.34		b	c
3	18.02			c

Como se observa en el Cuadro 45 el Bloque 6 de la comunidad Arenales es el que muestra mayor promedio 30.04 lo que indica que las plantas tuvieron un buen desarrollo, no tuvieron falta de nutrientes o fertilidad del suelo, no estuvieron bajo stress de ataque de malezas o plagas.

Los Bloques 7 y 3 muestran promedios bajos de 23.34 y 18.02 respectivamente, probablemente por el stress y competencia a la que estuvieron sometidas las plantas con la maleza, por el descuido por parte de los dueños en el deshierbe o desmalezado.

El Bloque 4 muestra un promedio bajo porque soportó un ataque severo de hormigas cortadoras del género *Acromyrmex* que en la región se conocen como “Sepes”, en época de floración y formación de vainas.

Los Bloques 1, 2, 4, 5, 7 y 8 se observan en el mismo conjunto homogéneo lo que indica que son iguales estadísticamente y no presentan diferencias significativas entre sí.

Cuadro 46. Prueba de Duncan de Número de Vainas por Planta, Primera Cosecha para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICPL-96058	42.11	a
ICPL-88039	22.15	b
ICPL-87	21.40	b
ICP-7035	19.32	b
ICPL-13829	18.85	b

De acuerdo al Cuadro 46 las líneas ICPL-88039, ICPL-87, ICPL-13829 y ICP-7035 no muestran diferencias significativas entre sí, presentan diferencias matemáticas pero son iguales estadísticamente.

La línea ICPL-96058 es estadísticamente diferente a las demás, presenta el mayor promedio de 42.11, probablemente porque muestra las plantas más grandes con mayor cantidad y longitud de ramas, donde se presentan gran cantidad de vainas, pero ICPL-96058 tiene el menor número de granos por vaina (Cuadro 39) lo que influye en gran manera sobre el rendimiento.

Al respecto Aquize (1997) en una evaluación de 4 variedades de Fríjol en el departamento del Beni, señala promedios para la variedad Pijao de 16.62 vainas por planta, para las variedades Mexico 80, Mantequilla y Carioca S-1 indica promedios de 13.24, 12.21 y 11.91 vainas por planta respectivamente, estos valores son menores comparados con los resultados obtenidos por el Gandul.

4.8.2. Número de Vainas por Planta, Segunda Cosecha

En los Cuadros 47 y 48 se muestran los datos de Número de Vainas por Planta a la segunda cosecha, y su análisis de varianza con 5 Bloques completos.

Cuadro 47. Número de Vainas por Planta, Segunda Cosecha

	Bloques \ Líneas	ICPL-13829	ICP-7035	ICPL-96058	ICPL-87	ICPL-88039
Comunidad San Antonio	I		38.6		32.3	27.4
	II		27.9		25.5	
	III					
Comunidad Arenales	IV		33.3		27.7	25.3
	V		32.6		33.5	27.5
	VI		27.0		22.0	17.9
	VII		28.4		30.9	22.6
Promedios			31.30		28.64	24.15

Cuadro 48. Análisis de Varianza para Número de Vainas por Planta, Segunda Cosecha

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	4	196.320	49.080	10.650	0.003	*
LINEAS	2	158.625	79.313	17.210	0.001	*
Error	8	36.868	4.609			
Total	14	391.813				

C.V. = 7.54 %

* = significativo

De acuerdo al Cuadro 48 se presentan diferencias significativas entre Bloques y entre líneas a un nivel de significancia del 5 %, el efecto de los Bloques y distinta localización en el área de estudio influyo sobre la manifestación fenotípica de las líneas, así mismo las líneas respondieron de manera diferente ante al ambiente probablemente debido a la diferencia en genotipo que presentan.

Se realizó el Análisis de Varianza con las unidades experimentales que alcanzaron la segunda madurez fisiológica, no se consideran las unidades y Bloques que se perdieron por condiciones adversas que se presentaron durante el estudio.

El coeficiente de variación de 7.54 % indica que los datos son confiables, dado el rango permitido dentro del 30% para experimentos realizados en campo (Calzada 1970).

El Cuadro 49 muestra la Prueba de Duncan de Número de Vainas por Planta, Segunda Cosecha, para Bloques.

Cuadro 49. Prueba de Duncan de Número de Vainas por Planta, Segunda Cosecha para Bloques

Bloques	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
1	32.77	a
5	31.20	a b
4	28.77	a b
7	27.30	b
6	22.30	c

El Cuadro 49 muestra que el Bloque 1 es el que presenta mayor promedio de 32.77 vainas por planta, debido al buen deshierbe o desmalezado realizado por el dueño, lo cual influye en el desarrollo y crecimiento de las plantas.

El Bloque 6 es el que muestra el menor promedio de 22.3 vainas por planta, talvez porque en el periodo cercano a la segunda cosecha no tuvo buen desmalezado por parte del dueño.

Los Bloques 4, 5 y 7 se presentan en el mismo subconjunto homogéneo lo que indica que estos Bloques son iguales estadísticamente, no presentan diferencias significativas.

Cuadro 50. Prueba de Duncan de Número de Vainas por Planta, Segunda Cosecha para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICP-7035	31.98	a
ICPL-87	29.28	a
ICPL-88039	24.14	b

En el Cuadro 50 se muestra que las líneas ICP-7035 y ICPL-87 no presentan diferencias estadísticas entre si, solo diferencias numéricas.

La línea ICPL-88039 presenta el menor promedio con 24.14 vainas por planta, debido a la distinta manifestación y respuesta al ambiente, lo que probablemente influirá en un menor rendimiento de la línea.

Al respecto Vicente (2003) señala resultados de 7.16 vainas por planta para la variedad Ica Pijao, 6.55 y 6.52 vainas por planta para las variedades Carioca Mairana y Mantequilla Mairana respectivamente y 3.75 vainas por planta de la variedad Rojo Oriental, valores que son muy bajos comparados con los resultados obtenidos por las líneas de Gandul.

La línea ICP-7035 comparando con el promedio de número de vainas por planta, presentado en la primera cosecha (Cuadro 46) tiene un aumento de 10 vainas por planta, que en el momento de la cosecha no parece significativo.

De acuerdo al Cuadro 50 la línea ICPL-87 presenta un aumento en promedio de 8 vainas por planta comparado con la primera cosecha (Cuadro 46), aumento que al parecer no resulta significativo en el momento de la cosecha.

La línea ICPL-88039 presenta un aumento de 2 vainas por planta en promedio comparado con la primera cosecha (Cuadro 46) aumento que posiblemente no resulta determinante en el rendimiento del cultivo y el momento de la cosecha.

4.9. Rendimiento

Los Rendimientos son presentados en 2 distintas unidades, en gramos por metro cuadrado (gr/m^2) debido a que esta fue la medición realizada en campo para obtener los resultados; y en kilogramos por hectárea (kg/ha) porque es la unidad más utilizada para rendimientos de cultivo en el país.

4.9.1. Rendimiento, Primera Cosecha

En el Cuadro 51 se presentan los datos de rendimiento en unidades de gramos por metro cuadrado (gr/m^2), de igual manera en el Cuadro 52 se presentan los rendimientos en kilogramos por hectárea (kg/ha).

Cuadro 51. Rendimiento, Primera Cosecha (gr/m^2)

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	206.67	102.22	85.71	57.78	64.35
	II	166.67	120.00	105.56	108.89	106.67
	III	76.20	47.78	61.56	64.56	44.33
Comunidad Arenales	IV	78.56	78.30	75.60	73.60	80.79
	V	105.56	147.50	68.57	53.33	52.50
	VI	150.00	140.00	79.75	88.11	65.00
	VII	61.11	88.89	49.05	54.36	62.95
Comunidad Puerto Méndez	VIII	135.00	111.11	65.86	65.20	52.74
Promedios		122.47	104.48	73.96	70.73	66.17

Cuadro 52. Rendimiento, Primera Cosecha (kg/ha)

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	2066.7	1022.2	857.1	577.8	643.5
	II	1666.7	1200.0	1055.6	1088.9	1066.7
	III	762.0	477.8	615.6	645.6	443.3
Comunidad Arenales	IV	785.6	783.0	756.0	736.0	807.9
	V	1055.6	1475.0	685.7	533.3	525.0
	VI	1500.0	1400.0	797.5	881.1	650.0
	VII	611.1	888.9	490.5	543.6	629.5
Comunidad Puerto Méndez	VIII	1350.0	1111.1	658.6	652.0	527.4
Promedios		1224.70	1044.75	739.57	707.28	661.66

Cuadro 53. Análisis de Varianza para Rendimiento, Primera Cosecha

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F
BLOQUES	7	1608517.115	229788.159	3.815	0.005 *
LINEAS	4	1944707.554	486176.889	8.071	0.000 *
Error	28	1686624.447	60236.587		
Total	39	5239849.116			

C.V.= 28.03 %

NS = no significativo
* = significativo

En el Cuadro 53 de acuerdo al Análisis de Varianza, se muestran diferencias estadísticas significativas entre Bloques y entre líneas, la diferencia significativa entre Bloques puede ser explicada por la heterogeneidad en cuanto a textura y fertilidad de suelos, así mismo por el distinto cuidado y responsabilidad por parte de los comunarios dueños de los Bloques.

La diferencia significativa entre líneas al 5 % de probabilidad, puede ser debido a las diferencias morfológicas en el desarrollo y crecimiento de las plantas, así también por su distinta respuesta al ambiente.

El coeficiente de variación de 28.03 % indica que los datos obtenidos en campo son confiables, debajo del rango permitido de 30 % (Calzada, 1970).

Cuadro 54. Prueba de Duncan de Rendimiento (kg/ha), Primera Cosecha para Bloques

Bloques	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)		
2	1215.56	a		
6	1045.72	a	b	
1	1033.45	a	b	
8	859.82		b	c
5	854.91		b	c
4	773.70		b	c
7	632.72			c
3	588.86			c

Referente al Cuadro 54 se muestra que los Bloques 2, 6 y 1 con valores de 1215.6 kg/ha, 1045.7 kg/ha y 1033.5 kg/ha respectivamente, son los que presentan mayor promedio, son destacables por el cuidado invertido por parte de los dueños, que realizaron limpieza de malezas o deshierbe oportunamente.

Los Bloques 7 y 3 con valores de 632.72 kg/ha y 588.86 kg/ha respectivamente, muestran los promedios más bajos, en el Bloque 3 debido al abandono por parte del dueño en la primera madurez fisiológica, en el Bloque 7 porque presenta un alto porcentaje de arena en la textura del suelo y baja cantidad de nutrientes como muestra el análisis de Suelo (Anexo 3), lo que fue determinante en el rendimiento de las plantas.

El Bloque 4 presenta un bajo promedio de 773.7 kg/ha probablemente por el ataque severo que sufrió por parte de la plaga de hormigas cortadoras del género *Acromyrmex* en el momento de floración y formación de vainas, de igual manera se muestra que el resto de los Bloques muestran valores intermedios en cuanto a promedio de rendimiento.

Cuadro 55. Prueba de Duncan de Rendimiento (kg/ha), Primera Cosecha para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICPL-13829	1224.70	a
ICP-7035	1044.75	a
ICPL-96058	739.57	b
ICPL-87	707.28	b
ICPL-88039	661.66	b

De acuerdo al Cuadro 55 se muestra que las líneas ICPL-13829 y ICP-7035 con 1224.7 kg/ha y 1044.7 kg/ha respectivamente, son las que presentaron mayores promedios de rendimiento, siendo iguales desde el punto de vista estadístico para este parámetro.

Las líneas ICPL-96058, ICPL-87 y ICPL-88039 son iguales, no presentan diferencias estadísticas pero presentan diferencias numéricas, siendo la línea ICPL-88039 la que presenta el menor promedio con 661,7 kg/ha.

4.9.2. Rendimiento, Segunda Cosecha

En el Cuadro 56 se presentan los datos de Rendimiento de las líneas que presentaron segunda cosecha, en gramos por metro cuadrado (gr/m^2), así mismo se muestra el Cuadro 57 con los datos de Rendimiento en kilogramos por hectárea (kg/ha).

Cuadro 56. Rendimiento, Segunda Cosecha (gr/m^2)

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I		93.33		100.23	85.43
	II		125.00		79.00	
	III					
Comunidad Arenales	IV		123.56		68.40	62.80
	V		127.50		50.54	51.56
	VI		100.12		54.21	44.44
	VII		114.23		66.67	61.11
Promedios			113.96		69.84	61.07

Cuadro 57. Rendimiento, Segunda Cosecha (kg/ha)

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I		933.3		1002.3	854.3
	II		1250.0		790.0	
	III					
Comunidad Arenales	IV		1235.6		684.0	628.0
	V		1275.0		505.4	515.6
	VI		1001.2		542.1	444.4
	VII		1142.3		666.7	611.1
Promedios			1139.57		698.41	610.69

Se presenta en el Cuadro 58 el Análisis de Varianza para Rendimiento, Segunda Cosecha, con 5 Bloques completos.

Cuadro 58. Análisis de Varianza para Rendimiento, Segunda Cosecha

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	4	118225.977	29556.494	1.082	0.426	NS
LINEAS	2	754944.401	377472.201	13.820	0.003	*
Error	8	218510.059	27313.757			
Total	14	1091680.437				

C.V. = 20.59 %

NS = no significativo
* = significativo

Referente al Cuadro 58 se presentan diferencias significativas entre líneas y diferencias no significativas entre Bloques, cabe mencionar que no se toman en cuenta para el análisis los Bloques y unidades experimentales perdidas por condiciones adversas durante el estudio.

No se presentan diferencias estadísticas significativas entre Bloques a un nivel de probabilidad del 5 %, posiblemente porque no hubo diferencia en el comportamiento individual de las líneas en los Bloques, los Bloques no tuvieron un efecto significativo en el comportamiento de las líneas que presentaron segunda cosecha.

Se muestra diferencia significativa entre líneas, probablemente debido a la diferencia entre genotipos y características morfológicas durante el desarrollo de las plantas, en la época de segunda cosecha 7 meses después de la siembra.

El coeficiente de Variación de 20.59 % se encuentra dentro del rango de 30 %, indicando que los datos obtenidos en campo son confiables (Calzada, 1970).

Cuadro 59. Prueba de Duncan de Rendimiento (kg/ha), Segunda Cosecha para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICP-7035	1117.48	a
ICPL-87	680.10	b
ICPL-88039	610.68	b

De acuerdo al Cuadro 59 la línea ICP-7035 con un promedio de 1117.5 kg/ha es la que presenta el mayor promedio, esta línea de ciclo medio tiene un mayor rendimiento estadísticamente superior que las 2 líneas de ciclo corto ICPL-87 y ICPL-88039 con valores de 680.1 kg/ha y 610,7 kg/ha respectivamente.

Las líneas ICPL-88039 y ICPL-87 son iguales estadísticamente, no presentan diferencias estadísticas solo diferencias matemáticas.

La línea ICP-7035 presenta su menor valor en el Bloque 1 (Cuadro 57), de la misma manera la línea ICPL-87 presenta su mayor valor en el mismo Bloque, lo que nos indica un comportamiento muy variable del Gandul en la segunda cosecha, debido a factores no determinados, así como los caracteres genotípicos de la planta.

En esta región y en estas condiciones ecológicas, el Rendimiento del Gandul en la segunda cosecha es muy variable y desuniforme, no teniendo un patrón o comportamiento único en ninguna de las líneas que presentaron segunda cosecha.

Esto debido a que el Gandul es un cultivar indeterminado para floración y altamente alógamo, lo cual es mucho mas notorio en la segunda floración y segunda madurez fisiológica (Cuadro 12), el material biológico con el que se trabajo son líneas que son provenientes de un banco de germoplasma de otro continente y aun no han sido determinados sus caracteres fenotípicos para esta región.

Al respecto Upadhyaya *et. al* (1997) señala al fotoperíodo y la sensibilidad a las horas luz, como factores determinantes en el comportamiento del Gandul para floraciones y madurez fisiológica del cultivo, así también Bosques (1999) indica que hay un elevado número de cultivares de Gandul que son indeterminados en su comportamiento de floración debido al distinto fotoperíodo que presentan, lo que influye en el ciclo de producción.

4.9.3. Rendimiento Total

Para la obtención del Rendimiento Total, se sumo los rendimientos de la primera cosecha (Cuadros 51 y 52) y la segunda cosecha (Cuadros 56 y 57).

En el Cuadro 60 se presentan los valores de Rendimiento Total en unidades de gramos por metro cuadrado (gr/m^2), en el Cuadro 61 se presentan los datos de Rendimiento Total en unidades de kilogramos por hectárea (kg/ha).

Cuadro 60. Rendimiento Total (gr/m^2)

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	206.67	195.55	85.71	158.01	149.78
	II	166.67	245.00	105.56	187.89	106.67
	III	76.20	47.78	61.56	64.56	44.33
Comunidad Arenales	IV	78.56	201.86	75.60	142.00	143.59
	V	105.56	275.00	68.57	103.87	104.06
	VI	150.00	240.12	79.75	142.32	109.44
	VII	61.11	203.12	49.05	121.03	124.06
Comunidad Puerto Méndez	VIII	135.00	111.11	65.86	65.20	52.74
Promedios		122.47	189.94	73.96	123.11	104.33

Cuadro 61. Rendimiento Total (kg/ha)

	Líneas Bloques	ICPL- 13829	ICP- 7035	ICPL- 96058	ICPL- 87	ICPL- 88039
Comunidad San Antonio	I	2066.7	1955.5	857.1	1580.1	1497.8
	II	1666.7	2450.0	1055.6	1878.9	1066.7
	III	762.0	477.8	615.6	645.6	443.3
Comunidad Arenales	IV	785.6	2018.6	756.0	1420.0	1435.9
	V	1055.6	2750.0	685.7	1038.7	1040.6
	VI	1500.0	2401.2	797.5	1423.2	1094.4
	VII	611.1	2031.2	490.5	1210.3	1240.6
Comunidad Puerto Méndez	VIII	1350.0	1111.1	658.6	652.0	527.4
Promedios		1224.70	1899.43	739.57	1231.09	1043.34

En el Cuadro 62 se muestra el Análisis de Varianza para el Rendimiento Total

Cuadro 62. Análisis de Varianza para Rendimiento Total

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F	
BLOQUES	7	4508971.180	644138.740	4.725	0.001	*
LINEAS	4	5787945.888	1446986.472	10.614	0.000	*
Error	28	3817117.611	136325.629			
Total	39	14114034.679				

C.V.= 30.07 %

NS = no significativo
* = significativo

De acuerdo al Cuadro 62 el Análisis de Varianza muestra que existen diferencias significativas entre Bloques y entre líneas a una probabilidad del 5%.

Existe diferencia estadística entre Bloques porque fueron destinados en diferentes locaciones elegidas por los comunarios y en diferentes comunidades presentando distintas características de fertilidad, suelo, topografía, cultivos anteriores, el análisis de varianza confirma la correcta elección del Diseño Experimental para este estudio.

Existe diferencia entre líneas debido al diferente número de cosechas que tienen las líneas, distintos rendimientos, diferencias de duración media, larga y corta en cuanto al ciclo de producción, los factores como textura de suelo, materia orgánica, cantidad de nutrientes han afectado los valores de rendimiento de las líneas, también afectó la limpieza de malezas por parte del agricultor y el cuidado que este le brindó al cultivo.

El coeficiente de variación del 30.07 % indica la confiabilidad de los datos tomados en campo, este valor está en el límite de confianza permitido para el manejo de datos en campo, esto debido a valores muy bajos en la línea ICPL-96058 y valores elevados en la línea ICPL-7035 en relación con la mayoría de los datos.

Cuadro 63. Prueba de Duncan de Rendimiento Total (kg/ha) para Bloques

Bloques	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)	
2	1215.5	a	
6	1045.7	a	b
1	1033.4	a	b
8	859.8	b	c
5	854.9	b	c
4	773.7	b	c
7	632.7		c
3	588.8		c

Referente al Cuadro 63 se observa que los Bloques 2, 6 y 1 con promedios de 1215.5 kg/ha, 1045.7 kg/ha y 1033.4 kg/ha respectivamente, son los de mayor rendimiento total donde los comunarios mostraron mayor responsabilidad en la limpieza de malezas.

Los Bloques 7 y 3 con promedios de 632.7 kg/ha y 588.8 kg/ha muestran los menores promedios, el Bloque 7 probablemente porque presenta mayor cantidad de arena en textura del suelo (Anexo 3), el Bloque 3 porque presentó solo una cosecha en las líneas ICP-7035, ICPL-88039 y ICPL-87 y los rendimientos en ICPL-96058 y ICPL-13829 son bajos debido al descuido en el desmalezado.

Los restantes Bloques 8, 5 y 4 con 859.8 kg/ha, 854.9 kg/ha y 773.7 kg/ha respectivamente presentan valores intermedios en cuanto a rendimiento.

Cuadro 64. Prueba de Duncan de Rendimiento Total (kg/ha) para Líneas

Líneas	Media	Duncan ($\alpha = 0.05$)
ICP-7035	1899.4	a
ICPL-87	1231.1	b
ICPL-13829	1224.7	b
ICPL-88039	1043.3	b c
ICPL-96058	739.5	c

De acuerdo al Cuadro 64 se observa que la línea ICP-7035 con un promedio de 1899.4 kg/ha es la que presenta mayor Rendimiento Total, esta línea cuenta con 2 cosechas y es la más destacable de las 5 líneas en estudio.

Las líneas ICPL-87 y ICPL-13829 con valores de 1231.1 kg/ha y 1224.7 kg/ha respectivamente, se encuentran en el mismo conjunto de medias observándose diferencias matemáticas, pero no diferencias estadísticamente significativas.

Las líneas ICPL-88039 y ICPL-96058 con valores de 1043.3 kg/ha y 739.5 kg/ha se encuentran en el último conjunto de medias mostrando los promedios más bajos para rendimiento total.

El hecho de que ICPL-87 y ICP-7035 tengan 2 cosechas es determinante para que el rendimiento Total sea mayor en estas 2 líneas.

Al comparar con rendimientos promedios nacionales de maíz 2115 kg/ha (Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario 2008) y arroz 2500 kg/ha (CIPCA y FENCA 2008) las líneas ICP-7035, ICPL-87 y ICPL-13829 presentan importantes rendimientos, tomando en cuenta que es un cultivo a nivel de pequeño productor.

Las líneas ICPL-13829 y ICPL-96058 solo tuvieron una cosecha debido a que son líneas de ciclo largo confirmadas para esta región, dando ICPL-13829 granos para cosechar a los 6 meses después de la siembra y ICPL-96058 a los 7 meses.

Las líneas de ciclo medio ICP-7035 y ciclo corto ICPL-88039 y ICPL-87 presentan dos cosechas, definiendo su comportamiento en esta región, las líneas precoces producen granos para cosechar a los 3 meses y medio y la línea de media duración produce granos a los 4 meses y medio.

Comparado con rendimientos en grano seco de otros países como Puerto Rico y Venezuela: 500 kg/ha a 1000 kg/ha (Aponte *et al.*, 1991) 2000 a 2500 kg/ha (Salas *et al.*, 2001) 1592 y 1627 kg/ha (Higuera *et al.*, 1997) los rendimientos en el presente estudio y en las condiciones ecológicas de la zona de las líneas ICP-7035, ICPL-87, ICPL-13829 son aceptables y competitivos, tomando en cuenta que el presente estudio esta enfocado en pequeños productores y con líneas adaptadas a la región.

4.10. Relación entre Variables

En el Cuadro 65 se presenta la Matriz de análisis de correlación lineal entre variables en estudio, para el Cultivo de Gandul.

Cuadro 65. Matriz de Análisis de Correlación lineal entre variables, para el cultivo de Gandul

	RDTO	DFL	DMF	ALT	BIO	CB	GVAI	VPLT	PGER
RDTO	1.00								
DFL	-0.04	1.00							
DMF	-0.31	0.91	1.00						
ALT	0.29	0.30	0.17	1.00					
BIO	0.32	-0.06	-0.25	0.24	1.00				
CB	0.40	-0.46	-0.51	-0.03	0.28	1.00			
GVAI	0.83	0.10	-0.09	-0.01	0.31	0.07	1.00		
VPLT	0.55	0.40	0.59	0.20	-0.31	-0.44	-0.63	1.00	
PGER	0.04	-0.13	-0.18	-0.19	0.07	-0.12	0.40	-0.27	1.00

RDTO = Rendimiento
 DFL = Días a la Floración
 DMF = Días a la Madurez Fisiológica
 ALT = Altura
 BIO = Biomasa

PGER = Porcentaje de Germinación
 VPLT = Número Vainas por Planta
 GVAI = Número Granos por vaina
 CB = Cobertura

A partir de los promedios de las variables de respuesta se realizó el análisis de correlación y regresión lineal entre todas las variables del estudio, para determinar el grado de asociación entre las mismas.

Para explicar de mejor manera la influencia entre parámetros, se realizaron los análisis de varianza para regresión entre las variables que presentan un elevado grado de asociación.

En el Cuadro 66 se presenta el análisis de varianza para la regresión al 5 % de significancia, entre la variable dependiente Rendimiento y la variable independiente Número de granos por vaina.

Cuadro 66. Análisis de Varianza para Regresión de Rendimiento y Número de granos por Vaina

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F
Regresion	1	746645.973	746645.973	28.132	0.000 *
Error	13	345034.464	26541.113		
Total	14	1091680.437			
		Coefficiente de correlación	Coefficiente de determinación	Intercepción	Coefficiente de Regresión
		0.827	0.684	-1765.6	661.95

NS = no significativo
*** = significativo**

El Análisis de Varianza muestra significancia para la regresión, lo que indica que el número de granos por vaina influye de manera significativa en el rendimiento.

Se observa en el coeficiente de pearson un valor “r” de 0.83 el cual indica un alto grado de asociación entre la variable rendimiento y la variable granos por vaina, el coeficiente de determinación “r²” indica que el 68.4 % de la variabilidad en el rendimiento esta determinada por el número de granos que se presenta en las vainas, por cada aumento de unidad de granos por vaina el rendimiento aumenta 661.95 kilogramos por hectárea.

Se presenta en el Cuadro 67 el análisis de varianza para la regresión entre la variable dependiente Rendimiento y la variable independiente Número de vainas por planta.

Cuadro 67. Análisis de Varianza para Regresión de Rendimiento y Número Vainas por planta

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F
Regresión	1	334836.365	334836.365	5.751	0.032 *
Error	13	756844.072	58218.775		
Total	14	1091680.437			
		Coeficiente de correlación	Coeficiente de determinación	Intercepción	Coeficiente de Regresión
		0.554	0.307	-29.419	29.233

NS = no significativo
* = significativo

Referente al análisis de varianza, se muestra significancia para la regresión a un nivel de probabilidad del 5 %, determinando que la variable independiente número de vainas por planta afecta significativamente en el comportamiento del Rendimiento.

El coeficiente de determinación “ r^2 ” indica que el 30.7 % de la variación en el rendimiento depende del número de vainas por planta el restante 69.3% depende de otros factores, el coeficiente de regresión indica que a medida que aumenta una vaina por planta en el cultivo del Gandul, el rendimiento aumenta 29.23 kg/ha.

Cuadro 68. Análisis de Varianza para Regresión de Días a la Madurez Fisiológica y Días a la Floración

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F
Regresión	1	52248.348	52248.348	172.316	0.000 *
Error	38	11522.052	303.212		
Total	39	63770.400			

	Coefficiente de correlación	Coefficiente de determinación	Intercepción	Coefficiente de Regresión
	0.905	0.819	-16.632	1.730

NS = no significativo
* = significativo

De acuerdo al análisis de varianza para la regresión entre la variable dependiente Días a la madurez fisiológica y la variable independiente Días a la Floración, la asociación entre estas dos variables es significativa.

El número de días a la madurez fisiológica se ve afectado por los días a los que la planta llega a floración, esta correlación es bastante sobre entendida, el número de días que tarda en florecer la planta, afecta de manera significativa el número de días que la planta tardará en llegar a madurez fisiológica.

El 81.9 % de la variación que presentan los días en los que la planta llega a madurez fisiológica es debido al número de días en que la planta llega a floración, el restante 18.1 % de la variación es debido a otros factores, por cada día que pasa o se retarda la floración la madurez fisiológica se retrasa 1.73 días

Cuadro 69. Análisis de Varianza para Regresión de Número de Vainas por Planta y Días a la Madurez Fisiológica

Fuente de Variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Pr > F
Regresión	1	1439.112	1439.112	19.805	0.000 *
Error	38	2761.196	72.663		
Total	39	4200.308			
		Coefficiente de correlación	Coefficiente de determinación	Intercepción	Coefficiente de Regresión
		0.585	0.343	2.279	0.150

NS = no significativo
* = significativo

Referente al Cuadro 69, la significancia en el análisis de varianza muestra que la Variable independiente, Días a la Madurez Fisiológica influye de manera significativa sobre el número de vainas que se presentan en la planta de Gandul.

El 34.3 % de la variación en el número de vainas por planta es causada por el número de días a los que la planta llega a madurez fisiológica, cada día que la planta tarda en llegar a madurez fisiológica, se incrementa 0.15 vainas por planta, cantidad que para la producción en rendimiento no resulta significativa.

4.11. Análisis económico

En el análisis económico se realizó: el presupuesto parcial, el análisis de dominancia y el análisis marginal para el cultivo del Gandul en base a las cinco líneas presentadas en el estudio, según la metodología sugerida por CYMMYT (1988).

En el Cuadro 70 se presenta el presupuesto parcial de las líneas de Gandul estudiadas para realizar la recomendación desde el punto de vista económico.

Cuadro 70. Presupuesto Parcial para el cultivo del Gandul

Líneas	Rendimiento Medio (kg/ha)	Rendimiento Ajustado (kg /ha)	Precio (Bs/kg)	Ingreso Bruto (Bs/ha)	Costos Variables (Bs/ha)	Ingreso Neto (Bs/ha)
ICP-7035	1899.4	1709.46	3.48	5948.92	3000	2948.92
ICPL-87	1231.1	1107.99	3.48	3855.81	3750	105.81
ICPL-13829	1224.7	1102.23	3.48	3835.76	2150	1685.76
ICPL-88039	1043.3	938.97	3.48	3267.62	3750	(482.38)
ICPL-96058	739.5	665.55	3.48	2316.11	2250	66.11

Se realizó el ajuste del Rendimiento reducido en un 10 %, a fin de eliminar la sobreestimación del ensayo, debido al menor tamaño del área experimental porque se trabajo a un nivel de pequeño productor, en áreas pequeñas las parcelas tienden a ser más uniformes que en áreas grandes.

La diferencia en el cálculo de costos variables se debe a la cantidad distinta de jornales de cosecha y deshierbe en las distintas líneas, debido a las características morfológicas diferentes entre líneas y distinto número de cosechas.

La línea que presenta un mayor Ingreso Neto es ICP-7035 seguida por ICPL-13829 en comparación con los costos variables presentados, ICPL-88039 presenta un ingreso neto negativo por lo que esta línea no es recomendable para cultivar.

Cuadro 71. Análisis de Dominancia para el cultivo del Gandul

Líneas	Costos Variables (Bs/ha)	Ingreso Neto (Bs/ha)	
ICPL-13829	2150	1685.76	
ICPL-96058	2250	66.11	D
ICP-7035	3000	2948.92	
ICPL-88039	3750	(482.38)	D
ICPL-87	3750	105.81	D

Se presenta en el Cuadro 71 el análisis de Dominancia para el cultivo de Gandul, después de ordenar las líneas de menor a mayor en base a los costos variables, las líneas que presentan dominancias o son dominadas son ICPL-88039, ICPL-87 y ICPL-96058 porque presentan ingresos netos menores que las líneas ICP-7035 y ICPL-13829 que presentan costos variables más bajos y mayor ingreso neto.

No es recomendable cultivar ICPL-88039, ICPL-87 y ICPL-96058 desde el punto de vista económico y análisis de dominancia.

Cuadro 72. Análisis Marginal de Costos Variables para el cultivo del Gandul

Líneas	Costos Variables (Bs/ha)	Costos Marginales (Bs/ha)	Ingreso Neto (Bs/ha)	Ingreso Marginal (Bs/ha)	Tasa de Retorno Marginal
ICPL-13829	2250		1585.76		
		750		1363.16	181.75 %
ICP-7035	3000		2948.92		

Referido al Cuadro 72 se presenta el análisis marginal solamente con las dos líneas que no presentaron dominancia, el agricultor por cambiar de ICPL-13829 a ICP-7035 puede esperar recobrar la inversión y 181.75 % más de lo invertido, puede esperar recobrar el Boliviano invertido y ganar 1.81 Bs más.

Las líneas que se recomienda para el agricultor a partir del análisis económico son ICPL-13829 y ICP-7035 las demás líneas presentan beneficios netos bajos e ingresos netos muy por debajo de los costos variables.

La tasa de retorno marginal, aparece entre tratamientos o alternativas de producción, puesto que muestra el beneficio de cambiar de una alternativa a otra, indica lo que el agricultor puede esperar ganar con su inversión si decide cambiar de práctica o alternativa (CIMMYT, 1988).

5. CONCLUSIONES

Se clasifican las cinco líneas por su ciclo de producción: ICPL-96058 y ICPL-13829 (177 y 213 días aproximadamente) son líneas tardías o de larga duración, ICP-7035 (cerca de 133 días) es de media duración, ICPL-88039 y ICPL-87 (cerca de 112 días) son líneas precoces o de corta duración.

Las líneas ICPL-96058 y ICPL-13829 presentaron una sola cosecha durante el ciclo de producción en esta región, las líneas ICP-7035, ICPL-88039 y ICPL-87 presentaron dos cosechas durante el ciclo de producción.

En base a resultados de germinación y cobertura en el área de estudio, se determinó la susceptibilidad de las semillas de Gandul al encharcamiento provocado por la presencia de mayor cantidad de limo (25 % - 60 %) y arcilla (10 % - 50 %) en la textura del suelo.

En base a resultados de altura, biomasa y cobertura en todo el ciclo de producción se concluye que la línea más vigorosa y rústica ante las condiciones climáticas y ambiente de la región es la línea ICPL-13829.

Se observaron rendimientos de grano seco en promedio: la línea ICP-7035 presenta el promedio más alto con 1899.4 kg/ha, seguida por ICPL-87 con 1231.1 kg/ha, ICPL-13829 con 1224.7 kg/ha presenta el tercer rendimiento más alto, las líneas ICPL-88039 con 1043.3 kg/ha y ICPL-96058 con 739.5 kg/ha es el rendimiento más bajo del estudio.

Respecto a la cosecha, los comunarios Tsimane' prefieren las líneas ICPL-87, ICPL-13829 y ICP-7035 porque presentan la mayoría de las vainas agrupadas en ramas principales, las líneas ICPL-96058 y ICPL-88039 presentan vainas más pequeñas y distribuidas por toda la planta lo que dificulta la cosecha.

Finalmente, de acuerdo al análisis económico (TRM) la línea ICP-7035 presentó un 181.75 % de retorno frente a ICPL-13829, por unidad invertida se recupera 1.81 unidades, las restantes líneas no presentaron retornos significativos.

6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones obtenidas se presentan las siguientes recomendaciones:

Se recomienda realizar la tercera evaluación de las 5 líneas estudiadas en el proceso de investigación, para definir las líneas en sus características fenotípicas y respuesta al medio ambiente de la región.

Se recomienda la difusión de las líneas, en base a los ciclos de producción presentados en el estudio, para los distintos sistemas de producción de acuerdo al propósito e interés del agricultor.

Se recomienda la línea ICPL-96058 en base al bajo rendimiento de grano seco que presentó, su uso como forraje, abono verde, e implementación en sistemas agroforestales; así también se recomienda aumentar el número de semillas en el momento de la siembra, debido a la baja germinación presentada.

Se recomienda realizar estudios para cuantificar la cantidad de Biomasa del Gandul aportada al suelo, los efectos en la estructura y materia orgánica del suelo al final de uno y dos ciclos de producción.

Se sugiere realizar estudios para el Gandul sobre: días a la cosecha, desqueje o poda en diferentes periodos o épocas, índice de área foliar y porcentaje de cobertura, parámetros que no fueron evaluados en el presente estudio.

Finalmente, se sugiere en base al análisis económico realizado, las líneas ICP-7035 y ICPL-13829 porque presentan los ingresos netos mas elevados comparados con la inversión en costos variables.

7. BIBLIOGRAFÍA

ANAF AE. 2000. El Frijol Gandul. ANAF AE, Tegucigalpa, Honduras. p: 11

Aponte A. 1995. Producción de grano y semilla de quinchoncho. Fondo Nacional de Investigación Agropecuaria FONAIAP. Programa Cooperativo de Investigación de la Zona Andina. Boletín Informativo Serie C, N° 40. p: 64.

Aponte A. Pérez A. Daza H. Tablante J. y Salas M. 1991. Evaluación de 20 Líneas Élite de Quinchoncho en Quibor Estado Lara. Fondo Nacional de Investigación Agropecuaria (FONAIAP) Estación Experimental Lara. Estación Experimental Yaracuy. Boletín Científico. p: 25

Aponte A. y Salas M. 1994. Descripción de cuatro variedades sobresalientes de quinchoncho (*Cajanus Cajan L. Millsp*) Fondo Nacional de Investigación Agropecuaria (FONAIAP) Estacion Experimental Yaritagua, Yaritagua, Estado Yaracuy, Venezuela p: 10

Aquize O. 1997. Introducción de 4 variedades de fríjol bajo tres épocas de siembra en la Provincia Ballivián, Beni Bolivia. Tesis de grado Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía p: 80

Berlinger C., Alvarado C., Silva-Acuña R., Marín C., La Cruz L. 2007. Evaluación Agronómica de 18 líneas de Café e la localidad de La Vitu, Estado Trujillo, Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas INIA. Estado Trujillo-Venezuela p: 7

Binder, Ulrike. 1997. Manual de Leguminosas de Nicaragua. PASOLAC, E.A.G.E., Estelí, Nicaragua. pp: 220-235

Bioversity International. 2009. Compilado de términos del sistema de información sobre Biodiversidad SIB www.bioversityinternational.org

- Bosques-Vega, A. 1999. Project Annual Progress Report H-188 Form APR-1, Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico. Río Piedras. P:15
- Calzada B. J. 1970. Métodos Estadísticos para la Investigación. Jurídica S.A. 3ra Edición. Barcelona – España p: 643.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos Agronómicos: Un manual metodológico de Información Económica. Edición completamente revisada. Distrito Federal – Mexico p: 88
- CIPCA (Centro de Investigación y promoción del Campesinado) y FENCA (Federación Nacional de Cooperativas Arroceras). 2008. Evolución del Rendimiento del Arroz 1970 – 2007. Informe Técnico. p: 10
- Conjunto Tecnológico de Gandul, Universidad de Puerto Rico. 2006. Control de plagas y enfermedades en leguminosas, Estación Experimental Agrícola. Informe técnico. Pp: 15
- Francis, J.K. 2003. *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Documento preparado por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Georgia – USA. p: 67
- García Ramos, J. M. 1989. Bases pedagógicas de la evaluación. Editorial Castilla Madrid – España p: 20
- Hawkes. 1999. The evidence for the extent of N.I. Vavilov's new World andean centers of cultivated plant origins. Genetics Resources and crop evolution edit. Thompson NY-US pp: 163-168

- Higuera A. Castillo A. García C. Soto I. Sandoval L. y Lobo R. 1997. Efecto de la frecuencia y altura de corte sobre el rendimiento y calidad del forraje de diferentes variedades de Quinchoncho, *Cajanus cajan L. Millsp.* Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de La Universidad del Zulia, Consejo Nacional de Investigaciones científicas y tecnológicas (CONICIT). Pp: 38-94.
- Huaranga A. 2009. Mejoramiento de plantas Autogamas, Curso Internacional por Tutoría a distancia en mejoramiento de variedades, Universidad Nacional Agraria, La Molina, Perú pp: 3-5
- INE. 2005. Bolivia: Atlas estadístico de Municipios, Instituto Nacional de Estadística, Bolivia. Editorial Plural. p: 605
- INIA. 2009. Matías González, Gustavo Jiménez. Curso de actualización en la planificación y manejo del cultivo de tomate y su articulación con la industria, criterios para la elección de cultivares. Montevideo - Uruguay pp: 25-30
- INTA. 2004. Agr. Francisco Morel, Ing. Gabriel Piccolo. Gandul alternativa de producción a sistemas convencionales. Boletín Científico. Santa fé – Argentina. p: 5
- Mariscal A. 1992. Agroclimatología. Serie: Agronomía Nº 2 Universidad Tomás Frías Potosí- Bolivia pp: 175-77
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 2004. Evaluación ambiental estratégica del corredor Norte de Bolivia – Diagnostico Socioeconómico Zona 2 pp: 151-160
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 1991. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. San José - Costa Rica. Pp: 120-145

- Monegat, Claudino. 1991. Plantas de Cobertura del Suelo: Características y manejo en pequeñas propiedades. CIDICCO. Tegucigalpa, Honduras. Pp: 150-176
- Morton J.F., R.E. Smith, M.A. Lugo y R. Abrams. 1982. Pigeonpea (*Cajanus cajan* L. Millsp) a Valuable Crop of the Tropics. Special PUblication of the College of Agriculture Science. University of Puerto Rico, Mayagüez Campus. p: 56
- Ortubé J. y Aguilera L. 1994. Recomendaciones Técnicas para el Cultivo del Fríjol en el Oriente Boliviano, I.I.A. "El Vallecito" Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno Santa Cruz-Bolivia pp: 10-11
- Padrón C. 1996. Diseños Experimentales con aplicación a la Agricultura y la Ganadería Editorial Trillas. 1ra Edición. Mexico. p: 272
- Pardey R., García D., Vallejo C. 2006. Caracterización morfológica de cien accesiones de *Capsicum* del Banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. pp : 1-9.
- Prado L., Valdebenito H. 2000. Contribución a la Fenología de Especies Forestales Nativas Andinas de Bolivia y Ecuador. Programa andino de fomento de semillas forestales (FOSEFOR) Quito – Ecuador. pp: 17-20
- Ramírez Z. 1985. El quinchoncho (*Cajanus cajan* L. Millsp) y su aprovechamiento industrial. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. p:80
- Ruiz J. M. 1996. Conceptos y Parámetros de evaluación, Editorial Internacional Thomson, D. F. México p: 18

- Salas, M., N. Valladares y A. Higuera. 2001. Mejoramiento genético del quinchoncho *Cajanus cajan* (L.) Millsp. en Venezuela. Taller Internacional para la Formulación de un Programa Integral de Investigación en Leguminosas. Instituto de Estudios Avanzados (IDEA). Caracas. Pp: 10-45
- Steel y Torrie. 1996. Bioestadística: Principios y Métodos, Editorial Mc Graw Hill, segunda edición, México. Pp: 140-169.
- Tapia Justiniano J. T. 2006. Introducción de 15 variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones agro ecológicas de la comunidad Villa Rojas, Cobija, Pando. Tesis de grado Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía pp: 65-75.
- Upadhyaya H.D. Reddy K.N. Sastry D.V. and Gowda C.L. 1997. Identification of photoperiod insensitive sources in the world collection of pigeonpea at ICRISAT. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India. p: 5
- Van der Maesen, L.J.G. 1990. Pigeonpea: Origin, History, Evolution, and Taxonomy. Edit CAB International. Wellingford, UK. pp: 15-46
- Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario. 2008. Informe campaña agrícola 2007-2008 publicaciones del estado. p: 15
- Vicente Rojas J. J. 2003. Evaluación Agronómica de 4 variedades de Fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en diferentes épocas y densidades de siembra en la Provincia Caranavi. Tesis de grado Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía pp: 41-60.

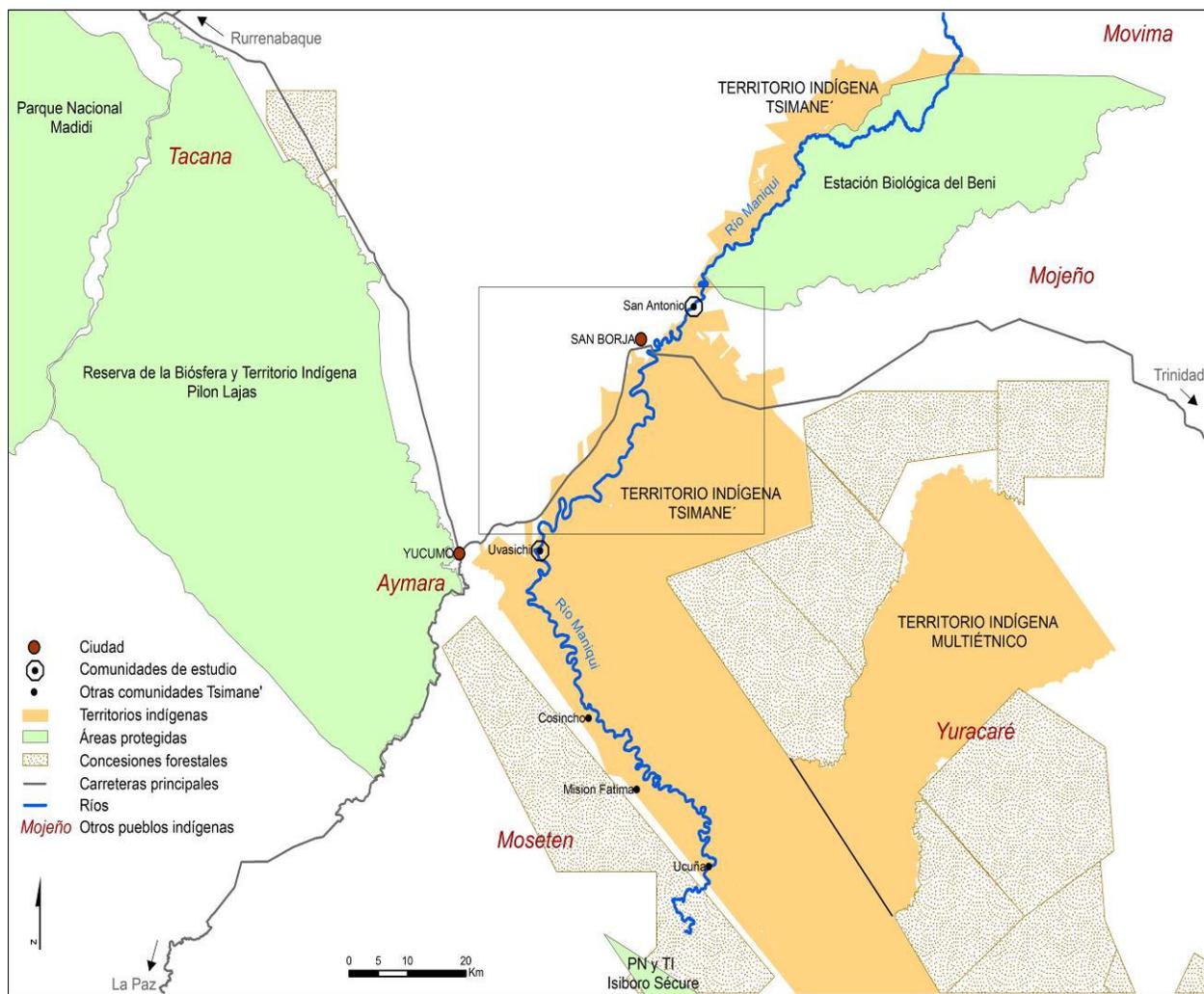
ANEXOS

ANEXO 1

Mapa del Área Experimental (Imagen Satelital) donde se muestran las 3 comunidades en estudio.



Mapa de la Tierra Comunitaria de Origen (TCO) de la etnia Tsimane' y colindantes.



ANEXO 2

Datos Climáticos del Área de estudio

Cuadro 1. Datos Climáticos del Área de Estudio

	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura Media	26.6	25.9	23.2	20.8	24.9	25.8	25.0	27.1	28.2	27.1
Máxima Extrema	35.0	34.0	34.4	32.0	33.7	36.9	37.4	37.9	38.2	36.0
Mínima extrema	20.3	14.8	11.2	11.0	15.0	14.7	13.3	17.2	17.7	20.4
Precipitación	354.7	132.8	45.0	34.1	38.5	19.0	7.5	70.5	267.4	221.9
Humedad Relativa	78.6	74.5	71.8	72.9	71.4	64.0	57.4	64.3	63.9	74.3

Fuente: SENAMHI estación San Borja, Provincia Ballivian

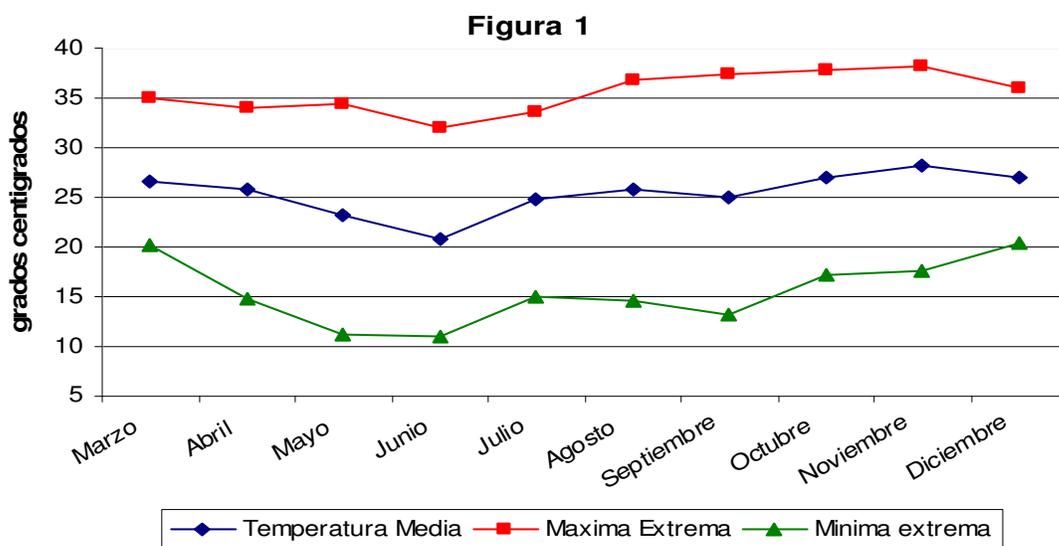


Figura 1. Variación de la Temperatura en el área de estudio en meses de mayo a diciembre del 2008

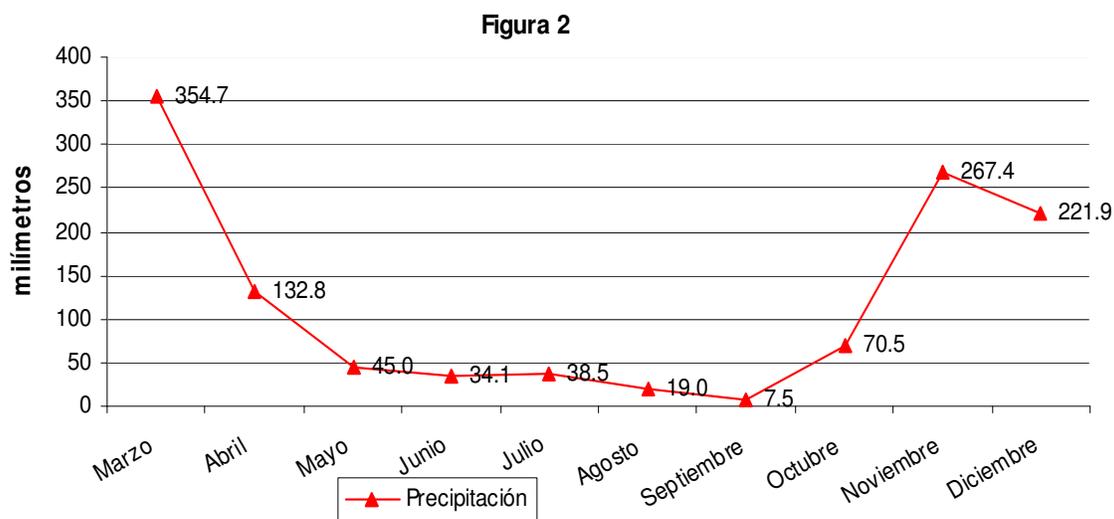


Figura 2. Variación de la Precipitación en el área de estudio en meses de mayo a diciembre del 2008

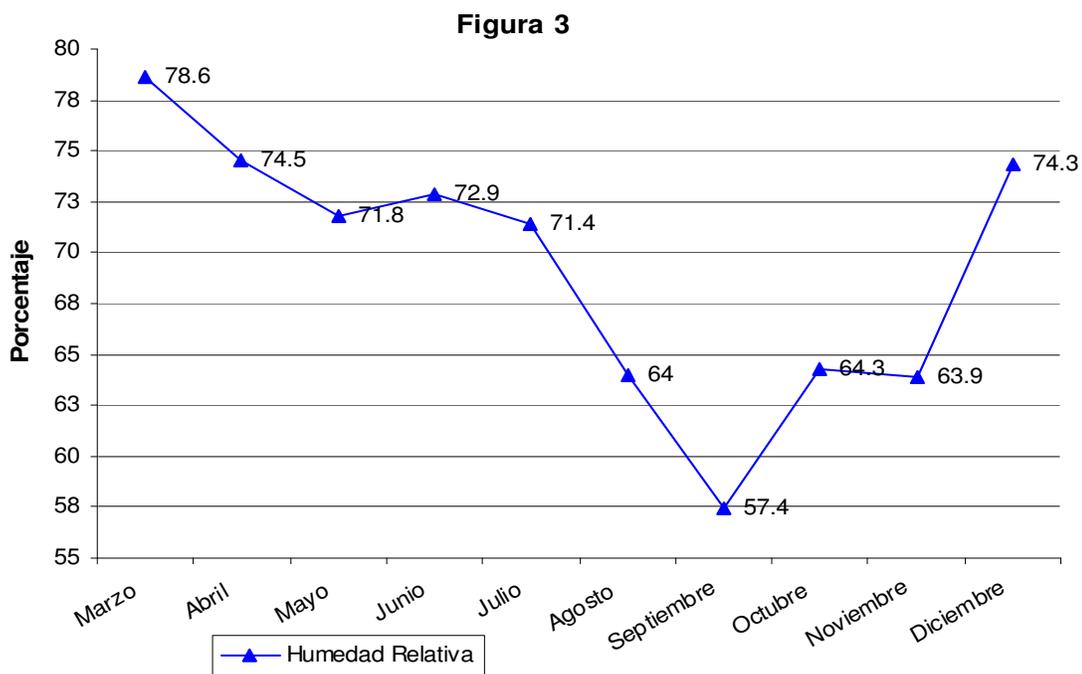


Figura 3. Variación de la Humedad Relativa en el área de estudio en meses de mayo a diciembre del 2008

ANEXO 3

Análisis de Suelo del Área de Estudio.

ANEXO 4

Etiqueta Glacoxan-e hormiguicida concentrado emulsionable

ADVERTENCIA PARA EL MEDICO: Producto POCO PELIGROSO (CLASE III)
Aplicar tratamiento para fosforados. **Antídoto: atropina.** Si se realiza un lavado, por ser ingerido, se sugiere con control endotraqueal o esofagoscópico. **Solvente: Xileno**

EN CASO DE INTOXICACIONES:

- **Capital Federal:** Htal. de Niños de la MCBA. Tel: 4 962-6666/ 2247
- **Pcia. de Buenos Aires:** Policlínico Posadas. TE: 0800 333-0160 / 4658-7777 y 4654-6648
- **Pcia. de Córdoba:** Htal. de Niños. TE: (0351) 4586400/06
- **Pcia. de Santa Fé, Rosario:** Sanatorio de Niños. TE: (0341) 448-0202

Nota: El fabricante garantiza la calidad del producto hasta su fecha de vencimiento. No asume responsabilidad por los resultados y/o daños derivados del mal uso, o por usos diferentes a los indicados en este marbete, y declina toda responsabilidad por los daños que deriven del almacenamiento.

Plaga:.....

Dosis:.....cc. por litro de agua.

Repetir cada:.....días, y.....aplicaciones.

Recomendó:.....

Comercio:.....

INSECTICIDA HORMIGUICIDA

GlacoXAN E

MATA HORMIGAS Y GRILLOTOPO
CONCENTRADO EMULSIONABLE



COMPOSICION

clorpirifós: 0, 0 - diétil 0 - (3, 5, 6) tricloro-2-piridil fosforotioato.....	10,5 g
cipermetrina (cis 40-50): mezcla de isómeros cis y trans de ciano	
3fenoxibencil 2,2 dimetil-3-(2,2diclorovinil) ciclopropano carboxilato.....	1 g
coadyuvantes y solvente.....	100 cm ³

LEA INTEGRAMENTE ESTA ETIQUETA ANTES DE UTILIZAR EL PRODUCTO

Inscrito en la S.A.G.P.yA, SENASA con el Nº 00329
Fecha de vto. y Lote Nº: Ver Estuche.
Industria Argentina
Inflamable 3ª categoría

Contenido Neto:

Punch Química S.A.
Av. M.T. de Alvear 4734
(1702) Ciudadela - Pcia. de Buenos Aires

Visite www.glacoxan.com



POCO PELIGROSO CUIDADO



PRECAUCIONES:

- **MANTENER ALEJADO DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS Y PERSONAS INEXPERTAS.**
- **NO TRANSPORTAR NI ALMACENAR CON ALIMENTOS.**
- **DESTRUYA LOS ENVASES VACIOS.**
- **EN CASO DE INTOXICACION LLEVE ESTA ETIQUETA AL MEDICO.**
- **NO APLICAR EN EL INTERIOR DE LA VIVIENDA.**

Evitar su inhalación y el contacto con la piel y los ojos; Para su manipuleo y aplicación emplear guantes de goma, protección facial, camisa y pantalón de algodón. Una vez terminadas las tareas, lavarse prolijamente con agua y jabón todas las partes del cuerpo expuestas al producto. Lavar cuidadosamente todos los utensilios utilizados y la ropa (en forma independiente del resto). No comer, beber, ni fumar durante las tareas de manipuleo y aplicación.

DERRAMES: En caso de suceder, cubrir el producto con un material absorbente (por ejemplo: aserrín); posteriormente enterrar el recuperado en un sitio donde no haya peligro de contaminación de fuentes de agua. Seguidamente proceda a lavar el área con agua y detergente biodegradable.

TOXICIDAD PARA ABEJAS: Producto altamente tóxico para abejas.

RIESGOS AMBIENTALES: Producto ligeramente tóxico para aves y muy tóxico para organismos acuáticos. No aplicar sobre funetes de agua. Tapar estanques, fuentes, peceras u otros reservorios destinados a la estancia de organismos acuáticos. Alejar animales en general. No verter restos de producto puro o preparado en alcantarillas y desagües. Preparar la cantidad justa a ser aplicada.

ALMACENAMIENTO: Conservar el producto en su envase original, bien cerrado, en lugar fresco, seco y bien ventilado.

PRIMEROS AUXILIOS: Pueden producirse irritaciones en la piel si hay contactos repetidos o prolongados, ya que se trata de un producto de LEVE IRRITACION DERMAL y MODERADA IRRITACION OCULAR. En caso de contacto con la piel, quitarse la ropa contaminada y lavarse con abundante agua y jabón. De ser con los ojos, irrigarlos con abundante agua limpia. En caso de ingestión, no inducir al vómito. Requerir atención médica inmediata. De poseer, administrar papilla de carbón activado y purgante salino no oleoso (sulfato de sodio 30grs.). De producirse intoxicación por inhalación, trasladar a la persona al aire libre y llamar de inmediato al médico.

RECOMENDACIONES DE USO

GLACOXAN E es un producto insecticida preparado para eliminar hormigas y grillo topo que actúa por contacto, ingestión e inhalación.

ESPECIES QUE CONTROLA	INSTRUCCIONES DE USO												
Hormiga negra común (<i>Acromyrmex lundii</i>) Hormiga negra del sud (<i>Acromyrmex lobicomis</i>) Hormiga colorada (<i>Acromyrmex striatus</i>) Hormiga minera (<i>Atta sexdens</i>) Hormiga isaú (<i>Atta vollenweideri</i>) Hormiga invasora (<i>Iridomyrmex humilis</i>) Hormiga de fuego (<i>Solenopsis richteri</i>) Hormiga carpintera (<i>Camponotus mus</i>)	<p>Valiéndose del vaso graduado, colocar 10 cm³ de Glacoxan E por cada litro de agua; seguidamente agitar hasta formar una emulsión homogénea.</p> <p>Ubicadas las bocas de los hormigueros, y con la ayuda de un embudo (el cual se destinará sólo para estas tareas), se introducirán aproximadamente 3 litros de solución en cada una, con el objeto de mojar el mayor volumen posible y llegar a la honguera. Si el suelo se encontrara muy seco, se recomienda previamente humedecer el hormiguero a fin de optimizar el resultado del tratamiento.</p> <p>Posteriormente, mediante la utilización de una regadera de flor fina o un pulverizador manual, aplicar el formulado sobre los caminos circulados y alrededor de las bocas. En el caso de hormigas de madera, se aconseja pulverizar la zona de circulación, como así también los sitios por donde penetran en las instalaciones</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>DOSIS (cm³/1 lts de agua)</p> <p>10 cm³ de producto.....1 lt de agua</p> </div>												
Grillo topo (<i>Scapteriscus sp.</i>)	<p>Cuando se observen signos de ataque (manchones en el césped o montículos de tierra) regar el área que se quiere tratar a fin de que los insectos se acerquen a la superficie del suelo; posteriormente pulverizar dosificando según el cuadro y empleando entre 3 y 5 litros de preparado cada 100m². Luego del tratamiento es conveniente realizar un breve riego a fin de que el insecticida se traslade a los primeros centímetros del perfil del suelo, sitio donde están alojados los insectos; no debe ser excesiva la cantidad de agua porque de lo contrario el producto se diluiría en forma tal que haría ineficaz el tratamiento.</p> <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>DOSIS</th> <th>SUPERFICIE</th> <th>LITROS DE AGUA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Baja infestación:</td> <td>9 cm³</td> <td>10m²</td> <td>0.5 litros de agua</td> </tr> <tr> <td>Alta infestación:</td> <td>18 cm³</td> <td>10m²</td> <td>0.5 litros de agua</td> </tr> </tbody> </table>		DOSIS	SUPERFICIE	LITROS DE AGUA	Baja infestación:	9 cm ³	10m ²	0.5 litros de agua	Alta infestación:	18 cm ³	10m ²	0.5 litros de agua
	DOSIS	SUPERFICIE	LITROS DE AGUA										
Baja infestación:	9 cm ³	10m ²	0.5 litros de agua										
Alta infestación:	18 cm ³	10m ²	0.5 litros de agua										



POCO PELIGROSO CUIDADO

ANEXO 5

Análisis de Bromatología de Semillas de Gandul