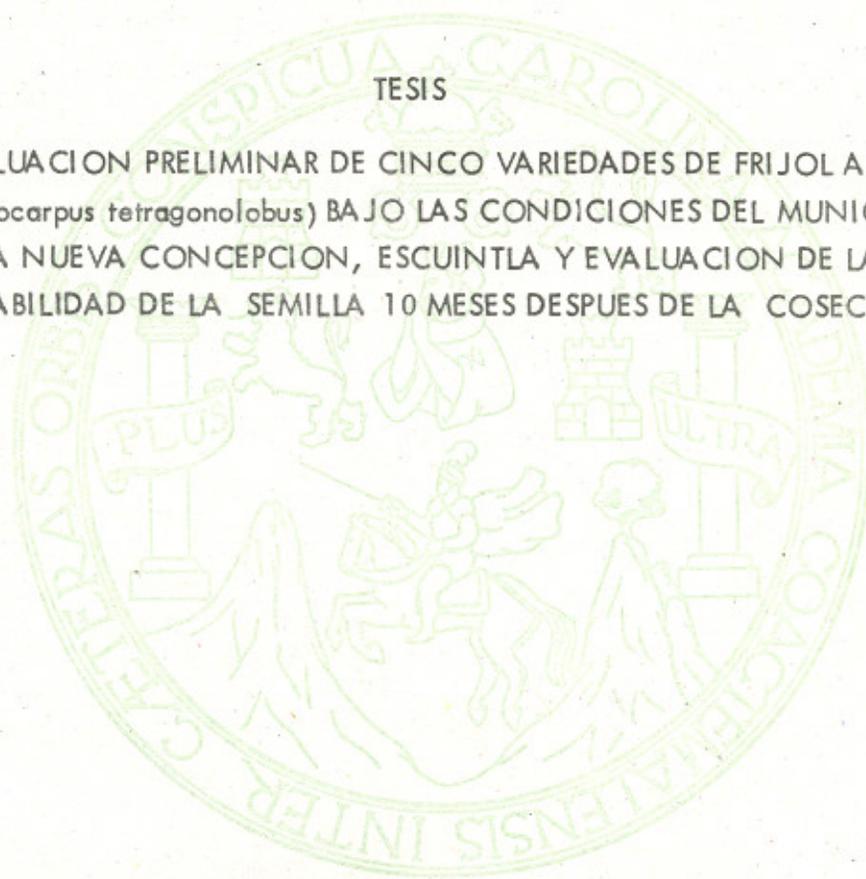


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

TESIS

EVALUACION PRELIMINAR DE CINCO VARIETADES DE FRIJOL ALADO  
(*Psophocarpus tetragonolobus*) BAJO LAS CONDICIONES DEL MUNICIPIO  
LA NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA Y EVALUACION DE LA  
VIABILIDAD DE LA SEMILLA 10 MESES DESPUES DE LA COSECHA



EDGAR FERNANDO NAVAS GALVEZ

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1985

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

D. L.  
01  
T(69)  
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. César A. Castañeda Salguero
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Jorge Enrique Sandoval I.
VOCAL TERCERO	
VOCAL CUARTO	P. A. Leopoldo Jordán Z.
VOCAL QUINTO	P.A. Axel Gómez Chavarri
SECRETARIO	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda A.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
EXAMINADOR	Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano
EXAMINADOR	Ing. Agr. Edgar O. Franco
EXAMINADOR	Ing. Agr. Hugo A. Tobías
SECRETARIO	Ing. Agr. Rodolfo Albizurez P.

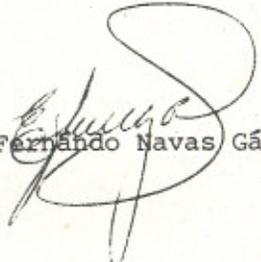
Guatemala, 18 de Octubre de 1985.

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía

De conformidad a las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de presentar a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado: EVALUACION PRELIMINAR DE CINCO VARIETADES DE FRIJOL ALADO (Psophocarpus tetragonolobus) BAJO LAS CONDICIONES DEL MUNICIPIO LA NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA Y EVALUACION DE LA VIABILIDAD DE LA SEMILLA 10 MESES DESPUES DE LA COSECHA".-

Cómo requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.-

ATENTAMENTE,

  
Edgar Fernando Navas Gálvez



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....

Asunto .....

16 de octubre de 1985

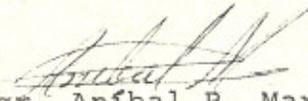
Ingeniero  
César A. Castañeda S.  
Decano Facultad de Agronomía  
Presente

Señor Decano:

Tengo el agrado de informarle que he procedido a revisar el trabajo de tesis del P.A. EDGAR FERNANDO NAVAS GALVEZ, titulado: "EVALUACION PRELIMINAR DE CINCO VARIEDADES DE FRIJOL ALADO (Psophocarpus tetragonolobus) BAJO LAS CONDICIONES DEL MUNICIPIO LA NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA Y EVALUACION DE LA VIABILIDAD DE LA SEMILLA 10 MESES DESPUES DE LA COSECHA", habiendo encontrado satisfactorio dicho trabajo, recomendando su aprobación como trabajo de tesis.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. Agr. Aníbal B. Martínez  
Asesor

ABM/tdev.



MI MAS SINCERO AGRADECIMIENTO A LAS SIGUIENTES PERSONAS

- Sr. Angel Morán, por haber permitido la instalación del presente ensayo experimental en su parcela situada en el Municipio de La Nueva Concepción, Escuintla; así como por toda la colaboración que de él recibí.
- Sr. Tiburcio Martínez, por toda la colaboración que me brindó al realizar labores culturales al ensayo.
- Sr. Agr. J. Francisco Rubio, por la colaboración que me brindó en la revisión de la redacción de la presente tesis.
- Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno Juárez, por la colaboración que me brindó en el análisis estadístico de los datos recopilados en esta tesis.
- A la Srta. Secretaria Isabel Vicente, por su gentil y valiosa colaboración en la mecanografiada de esta tesis.



		Pag.
...	(Cont.)	
	III.8.5	Procedimientos para las pruebas de germinación
		20
IV	HIPOTESIS	23
V	METODOLOGIA	23
	V.1	Características fenológicas
		23
	V.1.1	Variedades utilizadas
		23
	V.1.2	Diseño estadístico
		24
	V.1.3	Unidad experimental
		24
	V.1.4	Siembra
		24
	V.1.5	Tutorado
		24
	V.1.6	Localización y fecha
		24
	V.1.7	Manejo del suelo
		25
	V.1.8	Variables tomadas en el experimento y forma en que se procedió
		26
	V.1.9	Materiales y equipo utilizados
		29
	V.2	Análisis de viabilidad de la semilla
		29
	V.2.1	Variedades utilizadas
		29
	V.2.2	Diseño estadístico
		28
	V.2.3	Unidad experimental
		30
	V.2.4	Conteos
		30
	V.2.5	Pruebas de germinación
		30
	V.2.6	Localización de la fase del análisis de viabilidad de la semilla
		30

...(Cont.)		Pag.
VI	RESULTADOS	
VI.1	Caracterización fenológica	31
VI.1.1	Cuadro general de resultados	31
VI.1.2	Resumen del análisis estadístico de variables cuantificables	32
VI.1.3	Valores de las diferentes variables	33
VI.1.4	Datos estimados con base en apuntes respectivos que no fueron sometidos a análisis estadísticos	34
VI.1.5	Determinación de correlación entre variables	34
VI.1.6	Color de la vaina	35
VI.1.7	Determinación del color de la semilla	35
VI.1.8	Presencia de raíz tuberosa	36
VI.1.9	Presencia de nódulos	36
VI.1.10	Presencia de plagas y enfermedades	36
VI.1.11	Otras observaciones	37
VI.2	Análisis de los datos de evaluación de la pérdida de viabilidad de la semilla	39
VII	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
VII.1	Conclusiones	42
VII.2	Recomendaciones	42
VIII	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	44
	APENDICE	47

## LISTADO DE CUADROS

- 1 Composición de las diferentes partes del Frijol Alado (gramos en 100 gramos de materia fresca).
- 2 Cuadro general de resultados.
- 3 Resumen del análisis estadístico de variables cuantificables.
- 4 Valores de los diferentes variables (mínimo y máximo).
- 5 Datos estimados con base en apuntes respectivos que no fueron sometidos a análisis estadístico.
- 6 Determinación de correlación entre variables.
- 7 Determinación del color de la semilla.
- 8 Producción del bloque con los cinco tratamientos sin tutor.
- 9 Valores de pruebas de germinación.
- 10 Promedio de las repeticiones de los tratamientos de pruebas de germinación.
- 11 Resultados del análisis de correlación utilizando el modelo cuadrático.

## R E S U M E N

La realización del presente ensayo tuvo como objetivos caracterizar fenológicamente de cinco variedades Frijol Alado (Psophocarpus tetragonolobus) en el municipio de La Nueva Concepción, Departamento de Escuintla y evaluar la viabilidad de las semillas pasados diez meses de su cosecha en el Instituto Técnico de Agricultura en la Finca Nacional Bárcena, Villa Nueva, Guatemala, con el objeto de determinar el tiempo normal de almacenamiento de la misma antes de la siembra.

El trabajo se considera preliminar pues en Guatemala existe muy poca información y experiencia acerca del cultivo del Frijol Alado.

En el trabajo de campo se utilizó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones y para evaluar la viabilidad de la semilla se hicieron 8 pruebas de germinación espaciadas a 30 días cada una; se realizó en un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones.

Los resultados fueron los esperados de acuerdo con las hipótesis planteadas, encontrando que los tratamientos se comportaron en forma similar; tanto en la caracterización fenológica como en el ensayo de pérdida de viabilidad conforme pasan los meses.

EVALUACION PRELIMINAR DE CINCO VARIEDADES DE FRIJOL ALADO (Psophocarpus tetragonolobus) BAJO LAS CONDICIONES DEL MUNICIPIO LA NUEVA CONCEPCION, ESCUINTLA Y EVALUACION DE LA VIABILIDAD DE LA SEMILLA 10 MESES DESPUES DE LA COSECHA

I INTRODUCCION

Ninguna nación puede progresar económica, social o políticamente, si gran parte de sus ciudadanos no tienen lo suficiente para comer. (7)

El desarrollo agrícola es fundamental si se quiere fomentar el crecimiento y sanear en forma duradera otros sectores económicos. La mayor parte de la población mundial vive en zonas rurales. La creación de nuevos puestos de trabajo relacionados con la producción de alimentos contribuirá a aumentar los productos y a disminuir la pobreza. Este objetivo representa uno de los grandes desafíos que enfrentamos. (7)

En Guatemala, usando términos cuantitativos, se puede asegurar que el abastecimiento de calorías y proteínas para la población, es deficiente y mucho más para las mayorías marginales de las ciudades y en el área rural del país. A manera de ejemplo, basta ver las cifras obtenidas del balance hecho, entre producción nacional y requerimiento de calorías y proteínas (datos con base en la población de 1977), de las cuales se deduce que existe un déficit de 69.4% de calorías y 68.3% de proteínas, lo cual varía de acuerdo con la clase social, grupo rural o urbano, edad y región.(17)

Una de las opciones para solucionar el problema de la producción alimentaria, parece ser la búsqueda de nuevas fuentes de alimentos, incluyendo la introducción de material vegetal de otras regiones, tal es el caso del Frijol Alado (Psophocarpus tetragonolobus). Se presenta el problema, de que el material no puede introducirse directamente y esperar que la población lo acepte de inme-

diato. Es necesario primero estudiar el comportamiento de dicho material, bajo condiciones ambientales singulares, con el objeto de observar la interacción genético-ambiental más aceptable, para luego seleccionar el mejor, crear la tecnología para su manejo y promover la producción y consumo.

## II OBJETIVOS

- II.1 Caracterizar fenológicamente el comportamiento del Frijol Alado, en el Municipio de La Nueva Concepción, Escuintla.
- II.2 Estudiar la viabilidad de la semilla durante los 10 meses posteriores a la cosecha.

## III REVISION BIBLIOGRAFICA

La familia de las leguminosas, constituye uno de los grupos de plantas de mayor importancia en el mundo. Su importancia radica en cuatro aspectos de interés:

- a. Como aportadores de nitrógeno al suelo. Se asume que al encontrarse plantas de alta capacidad para fijar nitrógeno atmosférico al suelo, se ahorraría un 20% de la inversión que se hace en abonos nitrogenados, que en una o en otra forma requieren de la energía petrolera, para producirlos.
- b. Como plantas de cobertura, para proteger y abonar suelos expuestos a la erosión y con cultivos permanentes.
- c. Como forrajes, para la producción de carne animal.
- d. Como fuente de proteínas y aceite en la dieta humana, a tal punto que muchos expertos en nutrición esperan que éstas desempeñen un papel más

importante para satisfacer las necesidades de alimentación en países como el nuestro, donde la mayoría de la población, padece hambre y malnutrición. Cerca de 20 especies de leguminosas de grano, son apreciablemente utilizadas en gran cantidad en la dieta humana, éstas son una fuente excelente de proteína y juegan un papel importante en la alimentación necesaria para las futuras generaciones humanas. (9)

En Guatemala, a falta de una información completa sobre existencia de la variabilidad de nuestra flora, y de especies leguminosas, se continúa con la práctica más cómoda, de introducción de material foráneo y tratar de fomentar su producción y consumo a la población. Así, encontramos materiales introducidos, que por sus magníficas propiedades nutritivas, vale la pena estudiar su adaptabilidad en diferentes regiones del país y en esa forma encontrar las mejores zonas para su óptima producción.

Podemos asegurar que el conocimiento que se tiene actualmente en Guatemala del Frijol Alado, es el mismo que se tenía de la soya, hace unos 20 años. Pocos son los estudios que se han realizado sobre el Frijol Alado y de ahí que su información sea tan limitada. El Frijol Alado ofrece varias ventajas nutricionales sobre cualquier otro frijol, pues todas las partes de la planta son comestibles: raíces, semillas, flores y retoños. Su potencial en los trópicos, es similar al de la soya en las regiones templadas. (16)

### III.1 Origen y taxonomía

No se conoce con certeza el lugar de origen del Frijol Alado. Para algunos es el Africa Oriental, para otros la India, y según Khan el origen de este frijol puede estar en Madagascar, Mauritius o en

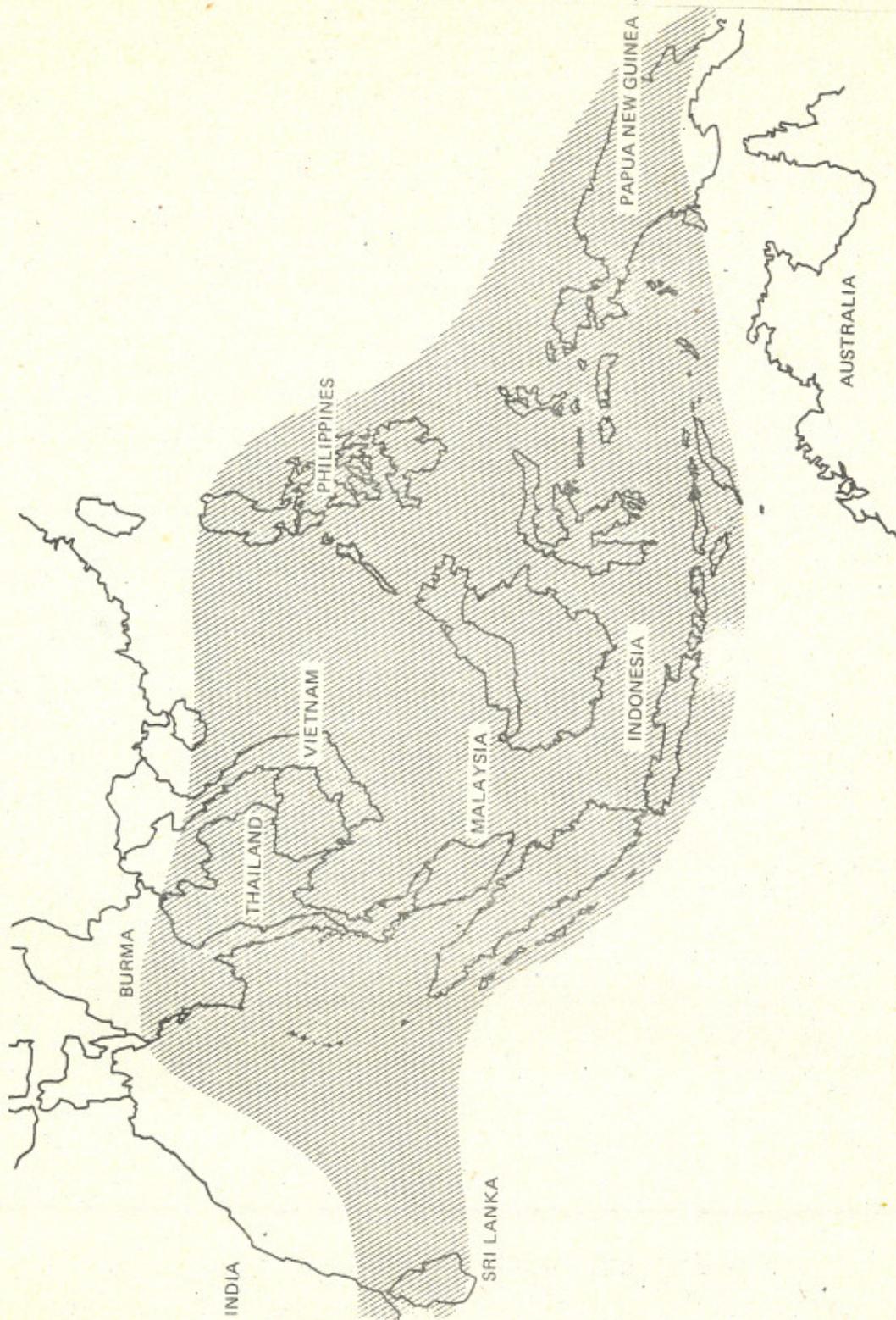


Fig. No. 1. Zona de distribución del Frijol Alado

Papúa Nueva Guinea. (15)

Se cree que el centro de dispersión más importante, sea al Africa, puesto que en este continente, se encuentra la mayoría de las especies más estrechamente relacionadas y es donde se ha podido observar la mayor diversidad de algunas características de las plantas. (3)

El género Psophocarpus, posee seis especies, dos especies: P. tetragonolobus y P. palustris, han sido fuente de alimento por mucho tiempo; las otras especies, son plantas africanas, que han sido poco cultivadas. (18)

El P. tetragonolobus, se encuentra más distribuido en Asia. Ha sido reportado en India, Malaya, Tailandia, Filipinas, Indochina, China, Ceylán y en varias islas del Sur del Pacífico. El cultivo se ha introducido en varios países de Africa y de América. (13)

Se reporta que el número cromosómico del P. tetragonolobus es  $2n=26$ . Citológicamente, existe alguna confusión en cuanto al número cromosómico del P. palustris, Frahm Leliveld reporta  $2n=20$ , mientras que Miede, ha observado  $2n=22$ . (12)

### III.2 Botánica.

El frijol alado, es una planta perenne, de tallos trepadores de tipo indeterminado, cuyos tallos pueden alcanzar alturas de 3 a 5 metros. Son delgados, pero llegan a un centímetro de diámetro en las plantas más viejas. (15) Su coloración varía de verde a púrpura, con variaciones intermedias. Los tallos se renuevan anualmente. No se ha encontrado tipos de tallos determinados que formen ar-

busto.

### III.2.1 Parte subterránea

Es una raíz tuberosa, permanente. Los tubérculos son fáciles de cosechar, son levemente dulces, contienen aproximadamente un 20% de proteínas (peso seco), mucho más elevado que el contenido de proteína de otras raíces y tubérculos comestibles, tales como la papa y el camote. (18)

### III.2.2 Flores

Se agrupan en racimos, al final de pedúnculos largos, su color varía de blanco, pasando por azul, hasta púrpura. Son una porción minúscula de las partes comestibles y generalmente se cocinas con las hojas. Normalmente se consideran autógamias, con un 5 a 10% de polinización cruzada. (16)

### III.2.3 Hojas

Las hojas trifoliadas son alternas, con pecíolos rígidos y con una estípula corta en la axila. Los tres folíolos son similares y con forma que varía de ovalada a óvalo-lanceolada. La base es aguda, obtusa o algo codiforme y la lámina termina en punta. Los bordes son lisos y las hojas pueden ser pubescentes o lampiñas; los pecíolos y tallos pueden estar manchados con antocianina. (16)

### III.2.4 Vainas

Pueden ser rectas o ligeramente curvadas, cortas o largas (10 a 50 centímetros); gruesas o muy delgadas; el ancho puede variar de 2 a

4 centímetros. La característica de éstas, es que poseen cuatro superficies y en sus esquinas, cuatro prominencias semejando a las longitudinales onduladas, de bordes recortados: de aquí el nombre de Frijol Alado. La forma de la vaina, va de cuadrada a rectangular. La superficie puede ser lisa o rugosa, y su coloración varía de blanca, pasando por verde hasta púrpura y otras tonalidades. (6)

Las vainas, cuando alcanzan la mitad o dos tercios de su desarrollo, son tiernas y comestibles, pueden comerse crudas y como verdura cocida. La mejor cocción es a vapor o con agua hirviendo durante diez minutos. (16)

### III.2.5 Semillas

En la mayoría de variedades son redondas y brillantes. Pueden ser de color blanco, amarillo, café, negro, jaspeadas. El medio ambiente influye mucho en su coloración. Su peso varía de 0.06 a 0.40 gramos. Se consumen cuando las vainas se tornan muy fibrosas. Tienen sabor a frijol fuerte, pero agradable, que puede ser un tanto amargo. (16)

La composición proximal está dada de la siguiente manera: (14)

Agua	6.7	a	24.6%
Proteína	28.9	a	37.4%
Aceite	15.0	a	20.4%
Carbohidratos	28.0	a	31.6%
Fibra	5.0	a	12.5%

Las semillas del Frijol Alado, así como las del frijol de soya, contienen compuestos que interfieren con la digestión de las proteínas. Las encontradas en el Frijol Alado son: Hecticina (aglutinante de los glóbulos rojos), un inhibidor de la tripsina, glucósidos cianhídricos y taninos. Estos pueden destruirse satisfactoriamente durante la cocción. (16) (18).

También se sabe que la cocción se dificulta, por lo que su aceptación ha sido poca; sin embargo, adiciones de bicarbonato de sodio, la aceleran. En relación a lo anterior se menciona aunque el alto contenido de proteína de la semilla de Frijol Alado es la base de su potencial, su valor para la alimentación humana, está limitado por factores de preferencia, sabor y posiblemente las sustancias tóxicas ya mencionadas. El uso de bicarbonato de sodio para ablandar la semilla, requiere estudios adicionales especialmente para determinar si las vitaminas del complejo B, son destruidas y si la proteína puede ser utilizada libremente. Se sospecha la existencia de diferencias varietales, que posibilitarían la selección de tipos más aceptables. (16).

En un estudio realizado en la Universidad de Puerto Rico en 1978, se prepararon diferentes variedades de semilla de Frijol Alado, utilizando varias técnicas: cocidas licuadas o coladas para prepararlas en sopa, cocidas y fritas y preparadas como material crudo. Las variedades difieren en la dificultad para ablandarse, después de cocinarlas. Cuando no son tratadas con bicarbonato de sodio se vuelven ásperas y con sabor de nuez. Se concluyó que es el mejor uso, o la mejor manera de prepararlas en forma de sopa y fritas. (21)

### III.2.6 Nodulación

El Frijol Alado, desarrolla una cantidad poco común de nodulaciones y los nódulos extraordinariamente grandes. En Malaya, las plantas contienen hasta 440 nódulos cada una. En estudios realizados en Hawai, se detectó que las masas de nódulos son menores en un pH bajo. (22)

Un solo nódulo, puede tener un peso de 0.6 gramos, con un diámetro de 1.2 centímetros. Según Borlasa, citado por Duncan (3), la excesiva nodulación ocurre en ausencia de la inoculación con Rhizobium, permitiendo a la planta crecer bien en suelos carentes o pobres en nitrógeno, sugiriendo su posible uso para restaurar la cubierta vegetal. El Frijol Alado se adapta a una gran diversidad de razas de Rhizobium, caracterizándose por ser altamente promiscuo, pues se sabe que en otras especies, el Rhizobium es altamente específico.

Se han realizado estudios en Hawai con respecto a lo anterior, Woomer y colaboradores (22) probaron 6 razas de Rhizobium de Cowpea, en Frijol Alado, no encontrando diferencias significativas en cuanto a efectividad entre ellas.

### III.3 Requerimientos ecológicos

El Frijol Alado es cultivado desde el nivel del mar hasta los 2000 metros, entre las latitudes de 20 grados norte y 10 grados sur, esto en los trópicos asiáticos. Requiere de días de fotoperíodo corto para una normal inducción floral. (18)

No sobrevive en suelos inundados, pero puede adaptarse a una in-

tensa gama de suelos. (16) (18)

Es algo exigente en cuanto a textura del suelo, requiere cierta riqueza de nutrimentos y buen drenaje. Sin embargo se menciona que tolera suelos pesados y con drenaje deficiente, creciendo hasta en las orillas de los ríos. (16)

#### III.4 Variación biológica

Actualmente, se conocen unas pocas variedades y las observaciones se han hecho sobre unos pocos cultivares. Sin embargo los estudios hechos en Nueva Guinea, han revelado una gran variabilidad genética (más de 10 variedades). Variabilidad que va, desde la habilidad de las plantas para formar tubérculos y al mismo tiempo producir semilla, o solamente producir vaina y semilla. Asimismo, existe variabilidad en cuanto a la forma, tamaño y color de la vaina, semilla y flor. Para ilustrar esta variabilidad, un estudio hecho en Papua, Nueva Guinea sobre 500 plantas, mostró un rango de variación de rendimiento en granos de semilla por planta de 0.6 a 72 gramos. El largo de la vaina varió entre 5.9 a 26.4 centímetros. El peso de la semilla mostró valores entre 62 y 147 miligramos y el rendimiento en raíz tuberosa, varió entre 1.3 a 50.3 gramos. (19)

#### III.5 Características agronómicas

El frijol alado es sembrado al inicio de la época lluviosa. Las plantitas germinan y crecen lentamente durante 3 a 5 semanas, después de su siembra. Debido al crecimiento excesivo que presenta, se acostumbra colocar estacas. Sin embargo, es más aconsejable utilizar varias enramadas de alambre o rafia de 1.2 metros de alto

con el objeto de facilitar la cosecha. En el caso de sembrar para aprovechar las raíces tuberosas, se necesitan estacas de apoyo. Según experimentos realizados por el Instituto Internacional de Agricultura Tropical, en Nigeria (1971 a 1972), los rendimientos de semilla y vainas de las plantas apoyadas sobre enramadas o paños, fue más del doble que el de las plantas sin soporte.

En Guatemala, en un ensayo realizado en la finca Bulbuxyá, del Departamento de Suchitepéquez, la floración de este cultivo, osciló entre 55 a 65 días, deduciéndose de esto que según la experiencia reportada, en el Altiplano, el período hasta la cosecha podría ser entre 4 y 5 meses, lo cual demuestra que en la región del Altiplano, no es aconsejable su cultivo.

Es importante el control de las malezas antes de la floración, pues si se establecen entre el cultivo, se enredan y son más difíciles de remover. No se han determinado aún los herbicidas más adecuados para control de malezas en siembra de Frijol Alado. Los métodos tradicionales como el deshierbo manual o con un azadón y la cobertura vegetal sobre el suelo, son adecuados para pequeñas extensiones. (16)

### III.6 Plagas y enfermedades

Las plagas más importantes relativamente son pocas, debido a que es una planta que ha venido siendo cultivada en pequeñas extensiones y es de esperarse que cultivada en extensiones mayores estos problemas aumenten. Es muy común realizar el cultivo del Frijol Alado, en asociación con otras plantas que le dan cierto grado de protec-

son: consumo de follaje por aves, infestaciones de ácaros, gusanos minadores, orugas, saltamontes, áfidos, araña roja y mariquitas. (6)  
(16)

Entre las enfermedades que han sido observadas en el cultivo, se mencionan a continuación:

FALSA ROYA. Una de las principales enfermedades en el Frijol Alado reportada en Java, Filipinas y Malasia, causada por el hongo parasítico obligado Synchytrium psophocarpi, que ocasiona deformaciones y agallas en toda la parte aérea de la planta. (2)

MANCHA DE LA HOJA. Causada por el hongo Pseudocercospora psophocarpi, provoca daños en el área foliar, en hojas jóvenes y adultas. Se sabe que las lesiones aparecen a los 16 días después de la inoculación, las temperaturas adecuadas para la germinación de las conidias, son de 10 a 30 centígrados, con humedad relativa del 100%. (20)

ESCLEROTINIA. Causada por el hongo Sclerotium sp.

ANTRACNOSIS. Causada por el hongo Colletotrichum lindemuthiana.

MILDIU POLVORIENTO. Causado por el hongo Erysiphe sp

VIRUS. Se ha observado la infección de un virus moteado y otro que reduce el tamaño de las hojas, dando el aspecto de enanismo marcado.

NEMATODOS. Han podido identificarse especies del género Meloidogyne, que provocan un marchitamiento general de la planta joven y malformación de las raíces tuberosas. (6)

Price y Khan, citados por Duncan (3), establecieron que los nemátodos noduladores de la raíz, son un importante patógeno en este cultivo, basados en experimentos realizados en Nigeria, con dos especies de nemátodos del género MELOIDOGYNE: M. incognita raza 2 y M. javanica. Estudios realizados en Papúa, Nueva Guinea, demuestran que la patogenicidad de estos organismos, depende del tipo de suelo, profundidad de siembra y densidad del inóculo. El mejor control recomendado, fue la siembra superficial, en suelos bien drenados. (19)

El Frijol Alado, se presta para planes de rotación de cultivos intercalados. El Papúa se siembra conjuntamente con camote, caña, banano, hortalizas u otras legumbres de grano. En Indonesia, se acostumbra sembrarlo alrededor del arroz. (6) En Puerto Rico, recomiendan que es necesaria la investigación del cultivo, asociado con camote y guisoy. (16)

En comparación con el Phaseolus, el rendimiento del Frijol Alado es alto. En Papúa, se obtienen más de 26.6 quintales por manzana de semilla, existiendo reportes de hasta 34 quintales por manzana de semilla. (18)

### III.7 Composición y valor nutritivo

El valor más alto en proteína lo poseen las semillas y los tubérculos, así como de grasas y carbohidratos. Para visualizar su mejor importancia, observemos el Cuadro No. 1, que presenta la composición de la vaina tierna, semilla y tubérculo. (18)

Cuadro No. 1 Composición de las diferentes partes del Frijol Alado. (gramos en 100 gramos de materia fresca)

Componente	Vaina tierna	Semilla	Tubérculo
Agua	76.0 a 92.0	6.7 a 24.6	59.9 a 65.2
Proteína	1.9 a 2.9	28.9 a 37.4	12.2 a 15.0
Grasa	0.2 a 0.3	15.0 a 20.4	0.5 a 1.1
Carbohidratos	3.1 a 3.8	28.0 a 31.6	27.2 a
Fibra	1.2 a 2.6	5.0 a 12.5	17.0 a

En cuanto a minerales, la semilla es rica en calcio (204 a 370 miligramos/100 gramos de peso fresco), fósforo (276 a 320 miligramos/100 gramos de peso fresco) así como en magnesio y en potasio. (18)

La semilla también es rica en tocoferol (126 miligramos/100 gramos) y en tiamina. Posee, además lisina, y triptofano, pero al igual que todas las leguminosas, es deficiente en aminoácidos azufrados, por lo que su complemento con cereales es adecuado para balancear dichos aminoácidos en la dieta diaria.

### III.8 Viabilidad de las semillas

Cuando se hace referencia a viabilidad, debe entenderse que se trata de un valor promedio de semillas viables dentro de un lote. El deterioro de la viabilidad de la semilla puede representarse en tres fases:

FASE I. Hay pocas semillas que se están deteriorando; la reducción de la viabilidad del lote no es significativa.

FASE II. Esta fase se caracteriza por un aumento dramático de la

pérdida de la viabilidad de la semilla, existiendo un deterioro rápido del lote.

FASE III. En esta fase finalmente mueren poco a poco las semillas que sobrevivieron en la fase II.

Según las condiciones del almacenamiento y otros factores, estas fases pueden ser más cortas o más largas. La dependencia de estos factores y condiciones de almacenamiento van a explicarse más adelante.

El deterioro de las semillas es un evento aun no bien entendido, no teniendo al momento evidencia clara para definir la causa primaria.

Algunos de los factores que pueden contribuir más al deterioro de las semillas son:

- a. Acumulación de metabolitos tóxicos.
- b. Desnaturalización de proteínas, ácidos nucleicos, lipoproteínas de las membranas celulares.
- c. Agotamiento de metabolitos esenciales.
- d. Ataque por organismos dañinos.

Se conoce poco de los procesos que permiten a un gran número de especies que sus semillas sobrevivan en condiciones muy frías y secas, que normalmente causarían el deterioro rápido de otros tejidos vegetales. Estas condiciones mejoran la longevidad del tejido seminal, no obstante el hecho de que las células muestran un alto grado de desorganización, y que algunos organelos celulares no quedan funcionales los que se reconstituyen al embeberse las semillas. (10)

### III.8.1 Factores genéticos y determinación de la longevidad

Hay numerosas indicaciones de que la longevidad de semillas es un carácter hereditario, y que varía bastante entre familias, géneros y especies. La longevidad inherente del material determina así los intervalos de rejuvenecimiento y la cantidad de semillas que va a almacenarse de cada muestra. (10)

### III.8.2 Latencia

El tipo de latencia que se da más en semillas de cultivos, es debida a la dureza o impermeabilidad del tegumento. La latencia puede observarse en gran número de especies de leguminosas, donde el porcentaje varía de muy bajo a un porcentaje alto, dependiendo de ciertas condiciones. (10)

Se puede decir que entre más rápido es el secamiento de las semillas, más alto será el porcentaje de semillas con testas impermeables. El mismo efecto tiene el almacenamiento de las semillas bajo condiciones secas. (10)

### III.8.3 Pruebas de germinación

Las pruebas de viabilidad tienen por objeto determinar la capacidad de una semilla de crecer normalmente, cuando es colocada bajo condiciones apropiadas. Desde el punto de vista agrícola las pruebas de viabilidad están orientadas hacia el establecimiento de la capacidad de una semilla de crecer normalmente, cuando es colocada bajo condiciones apropiadas.

Desde el punto de vista agrícola las pruebas de viabilidad están orientadas hacia el establecimiento de la capacidad de una semilla de producir una cosecha y además permitir la comparación entre lotes de semillas. (5)

Existen varias técnicas para la determinación de la viabilidad de una semilla, éstas son de tipo directo y las hay también de tipo indirecto. Entre las de tipo directo están las pruebas de germinación, en tanto que entre las de tipo indirecto están: los métodos físicos, métodos químicos, métodos bioquímicos. (basados en tinciones vitales, en efectividades enzimáticas. (5)

Las técnicas de evaluación de la viabilidad en forma directa, o sea mediante pruebas de germinación, han sido y son las más usadas para evaluar la viabilidad de un lote de semilla.

#### III.8.4 Germinación de semillas

En general puede decirse que germinación es el proceso de reinicio por parte del embrión caracterizado por la fractura de la cubierta seminal y la emergencia de la plántula. La definición anterior presupone que la semilla se encontraba en un estado de reposo durante el cual la actividad metabólica es muy reducida. (5)

Los principales eventos que ocurren durante la germinación de una semilla son en su orden: (5)

- Imbibición de agua
- Activación de sistemas enzimáticos
- Inicio del crecimiento embrionario
- Fractura de la cubierta seminal

- Emergencia de la plántula
- Establecimiento de la plántula

Los factores ambientales más críticos durante la germinación son la disponibilidad de agua que debe ser adecuada, la temperatura y la composición de los gases de la atmósfera. (5)

Como técnicas que son aplicadas a algunas semillas agrícolas citamos las siguientes: (5)

- a. Preenfriamiento. Algunas especies requieren de un período de preenfriamiento en un sustrato húmedo por varias semanas. Por lo general para semillas agrícolas es de una semana a temperatura de 5 a 10° C.
- b. Presecado. Se aplica a semillas que presentan latencia y se hace generalmente por espacio de una semana a 40° C en una incubadora con aire de circulación libre. Tanto la duración del tratamiento como la temperatura deben incluirse en las observaciones del reporte de análisis. (5)
- c. Tratamiento con  $\text{KNO}_3$ . Para algunas especies el agregar al sustrato una solución de 0.2% de  $\text{KNO}_3$  mejora notablemente la germinación. El nitrato de potasio debe agregarse al sustrato al inicio de la prueba únicamente, con posterioridad se agrega agua cuando el sustrato requiere ser rehumedecido. (5)
- d. Germinación a baja temperatura. En algunos casos los estados iniciales de la germinación deben tener lugar a bajas temperaturas lo que frecuentemente extiende el período tanto de la temperatura como la duración del período de germinación. (5)

- e. Prelavado. En algunos casos la germinación es inhibida por sustancias presentes en los tegumentos seminales; esas sustancias pueden ser removidas manteniendo las semillas sumergidas en agua y lavándolas antes de iniciar la prueba de germinación. (5)
- f. Tratamiento con ácido giberélico ( $GA_3$ ). Cuando es recomendable el tratamiento con  $GA_3$  se hace humedeciendo el sustrato con una solución de 500 partes por millón de  $GA_3$ . En casos en que la latencia es débil la concentración de  $GA_3$  puede reducirse a 200 partes por millón y cuando la latencia es fuerte habrá necesidad de llevar la concentración de  $GA_3$  a 1000 partes por millón.
- g. Tratamiento con agua caliente. Ocurre que este tratamiento tiene como objeto activar los procesos enzimáticos de la semilla cuyo metabolismo celular es sumamente bajo y que a la vez la inhibición de agua que la semilla sufre en el suelo provoque una aceleración en la hidrólisis de reservas para que se dé el proceso de la germinación. El tiempo indicado para la inmersión en agua caliente ( $90 - 100^\circ C$ ) varía de acuerdo a la especie y no deberá de exponerse la semilla a excesos de tiempo pues sus componentes pueden sufrir desnaturalización.

III.8.5 Procedimientos para las pruebas de germinación de acuerdo con las reglas de la Asociación Internacional para Pruebas de Semillas.

De la fracción de semilla pura obtenida durante el análisis de pureza física se obtienen al azar 400 unidades que deben colocarse en repeticiones de 100, 50 o 25. Las semillas deben quedar esparcidas uniformemente sobre el sustrato húmedo, debiendo quedar a una distancia tal que impida en lo posible que las plántulas entre en contacto. (4)

#### III.8.5.1 Sustratos a utilizar

- a. Papel. La función del sustrato en las pruebas de germinación es la de proveer humedad adecuada y sostén a las semillas durante la germinación. El papel para pruebas de germinación debe ser poroso y libre de defectos e impurezas, pudiendo estar o no teñido, siempre que la tinta no sea tóxica. El espesor no deberá ser menor de 2 milímetros. (4)
- b. Arena. La que se use para las pruebas de germinación debe estar libre de sustancias tóxicas capaces de causar daño a las plántulas. El tamaño de partículas habrá de ser uniforme. Las partículas deben pasar por una zaranda con agujeros de 0.8 milímetros de diámetro y ser retenidas por la zaranda con agujeros de 0.05 milímetros. (4)

#### III.8.5.2 Aparatos que se pueden utilizar

- a. Contadores. Se recomienda el uso de contadores pues aumentan la precisión y contribuyen a un mejor espaciado de las semillas. (4)
- b. Germinadores tipo Jacobsen o Copenhagen. El aparato no es otra

cosa que un depósito de agua en la parte inferior, en su parte superior existe una superficie con agujeros sobre los cuales se coloca el papel y las semillas. (4)

- c. Germinadores tipo gabinete. Existen muchas versiones diferentes. En todos, el objetivo principal es de mantener la temperatura más o menos constante y la humedad relativa cercana al punto de saturación a fin de evitar la desecación de los sustratos. En algunos se trata de mantener la humedad mediante cortinas de agua, aumentando así el área de vaporización. En la actualidad la mayoría de gabinetes de germinación permite trabajar a temperaturas que difieren de la temperatura ambiente y además están provistas de luz. Su capacidad oscila entre 10 a 30 bandejas. (4)

### III.8.5.3 Procedimientos para las pruebas de germinación

a. Métodos utilizando papel

1. Sobre el papel. Las semillas se colocan sobre uno o más pliegos de papel previamente humedecidos con agua pura, destilada o deionizada. En los casos en que se empleen soluciones de  $KNO_3$  o  $GA_3$  éstas servirán para humedecer. (4)
2. Entre el papel. Las semillas se colocan entre hojas de papel en bandejas, cajas petri o cajas transparentes. El papel puede ser arrollado y colocado horizontal o verticalmente. También es permisible colocar marcos metálicos, plásticos o de vidrio para mejorar la aireación de las semillas. Cuando las semillas requieren luz, necesariamente deberán quedar colocadas sobre el papel y no entre el mismo. (4)

- b. Método utilizando arena. En la arena las semillas se colocan sobre

un estrato uniforme y luego se cubren con una capa de 10 a 20 milímetros de espesor de la misma arena, la cual no debe compactarse. Es necesario esterilizarla antes de usarla como sustrato, especialmente cuando ésta se ha utilizado más de una vez. La cantidad de agua que se debe de agregar a la arena, irá del 50 al 60% de saturación. (4)

#### III.8.5.4 Duración de la prueba y recuentos

La duración de la prueba de germinación está determinada por tiempo prescrito de acuerdo con la especie. Si al cumplir el período para el recuento final algunas semillas apenas comienzan a germinar, la prueba puede extenderse por algunos días más. Frecuentemente el primer recuento se retarda para permitir el crecimiento de los pelos radicales a fin de asegurarse de que el desarrollo radical es normal. Los recuentos intermedios con el fin de remover del sustrato las plántulas que han alcanzado un estado de desarrollo satisfactorio para así impedir que interfieran con el desarrollo de otras plántulas que se encuentran en otros estadíos. (4)

#### III.8.5.5 Cálculo del porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación se establece mediante el recuento de las plántulas normales producidas a partir de las repeticiones de semillas, cada una al cabo del período prescrito para cada cultivo. (4)

Se efectúan recuentos para registrar el número de plántulas normales y semillas muertas invadidas por hongos. La plántula normal es aquella que reúne todas las características esenciales, tanto fisiológicas como morfológicas y de sanidad, que garantizan su desarrollo posterior en una

planta normal una vez en el campo. En el recuento normal debe registrarse el número total de plántulas normales, anormales, semillas no germinadas. Las plantas dañadas por microorganismos deberán ser consideradas como normales siempre que sus estructuras esenciales no se encuentren dañadas. (5)

Al preparar el reporte debe indicarse el sustrato utilizado, la temperatura, tratamiento para romper la latencia, y reportar determinado tratamiento contra el desarrollo de microorganismos en las bandejas. (4)

#### IV HIPOTESIS

- 1a. Las variedades de Frijol Alado, entre sí tendrán un comportamiento similar en la región, con base en los resultados obtenidos en el ensayo realizado en la finca Bulbuxyá, Suchitepéquez.
- 2a. La viabilidad de las semillas de las variedades de Frijol Alado disminuirá progresivamente durante los 10 meses posteriores a la cosecha, asumiendo su deterioro natural.

#### V. METODOLOGIA

V.1 Caracterización fenológica

V.1.1 Variedades utilizadas

Para este ensayo experimental, se utilizaron cinco variedades de Frijol Alado, las cuales fueron:

Tailand 39

TPT 28

LBN

Tailand 22

TPT 20

V.1.2 Diseño estadístico

Se utilizó el de bloques al azar, con un número de cuatro repeticiones.

V.1.3 Unidad experimental

Estuvo constituida por parcelas de 20 metros cuadrados (5 x 4 metros)

V.1.4 Siembra

Se utilizó el siguiente procedimiento:

- a. Tratamiento para romper la latencia, que consistió en sumergir las semillas en agua hirviendo durante 30 segundos.
- b. Siembra de cinco semillas por plantón, distanciados estos 45 centímetros sobre surcos. Los surcos a su vez, fueron separados un metro entre sí.
- c. Con respecto a las lecturas de los rasgos morfológicos de las plantas, únicamente se utilizaron las ubicadas en los surcos medios (2o y 3o) para evitar el efecto de borde de los surcos laterales (1o. y 4o).

V.1.5 Tutorado

Para sostener las plantas, se pusieron estacas de dos metros de alto, una por cada planta, colocándole a las estacas en la parte superior un amarre de pita plástica para que soportara todo el enramaje.

V.1.6 Localización y fecha de efectuado el experimento

Municipio de Nueva Concepción, Escuintla:

Latitud: 14°11'02"

Longitud: 91°18'03"

Altura: 50 metros sobre el nivel del mar

Temperatura: 27.6°C

Precipitación pluvial: 2474 milímetros anuales

Fecha: El experimento se montó el 21 de agosto de 1983

#### V.1.7 Manejo del suelo

Se efectuó un análisis químico en el que el laboratorio de la Disciplina de Manejo de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola que dió los siguientes resultados:

pH: 6.50

P 31.40 microgramos/mililitro

K 125.00 microgramos/mililitro

Ca 12.85 miliequivalentes/100 mililitros de suelo

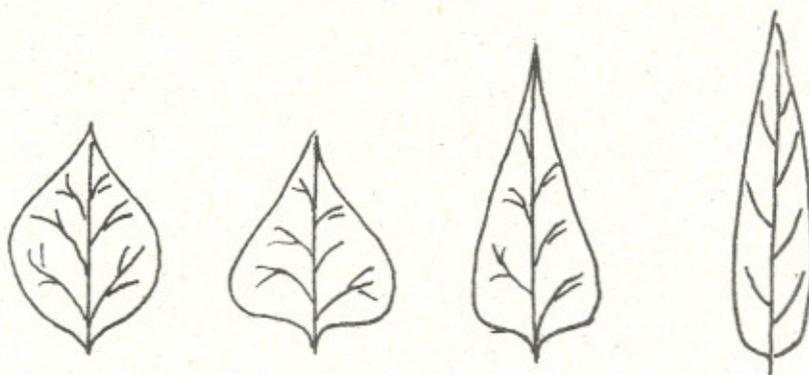
Mg 2.75 miliequivalentes/100 mililitros de suelo

Este análisis tuvo por objeto establecer el estado de fertilidad, pues el manejo del ensayo experimental se llevó a cabo con base en las condiciones propias naturales, sin uso de productos químicos correctivos de éste. Solamente se emplearon productos químicos para el control de plagas.

V.1.8 Variables tomadas en el experimento y forma en que se procedió

- a. Días de emergencia. Se tomó la fecha inicial y final de la emergencia de las plántulas en cada parcela.
- b. Forma del foliolo. Se efectuó la observación en el momento de la floración, con base en la siguiente clave: (14)

- 1 Oblonga
- 2 Deltoide
- 3 Oblongo-lanceolada
- 4 Lanceolada



- c. Area foliar. En el momento de la floración, se tomó el promedio del producto del ancho por el largo sobre 50 hojas trifoliadas por parcela. Como dato complementario se determinó el largo del pecíolo tomándose el promedio de 50 hojas por parcela.
- d. Días de floración. Se tomaron lecturas al momento de la apertura de los botones florales, la fecha de las primeras y últimas en cada parcela. Lectura sobre 50%. (14)
- e. Color de la flor. Se determinó con bas en la siguiente

clave: (14)

- 1 Blanca
- 2 Azul claro (lila)
- 3 Azul
- 4 Otro (especificar)

f. Número promedio de flores por planta. Se anotó el número de flores que llegó a convertirse en vainas, y aquellas que cayeron por efectos fisiológico-ambientales. Resultados en cuadro No. 2.

g. Días al inicio de formación de vainas. Se tomaron las fechas iniciales y las finales. Lectura sobre 50%. (14)

h. Color de vaina después de fecundación. La observación se efectuó con base en la siguiente clave: (14)

- 1 Verde claro
- 2 Verde
- 3 Verde oscuro
- 4 Púrpura claro
- 5 Púrpura
- 6 Púrpura oscuro
- 7 Otro (Especificar)

i. Días a la cosecha. Se tomaron fechas inicial y final. Lectura sobre 50%. (14)

j. Longitud de vaina en cosecha. Se promedió el largo a razón de 10 plantas por parcela en la cosecha.

k. Número de vainas por planta. Se promedió el de 10 plantas

por parcela en la cosecha. Resultados en cuadro No. 2.

l. Número de semillas por vaina. Se promedió el de 10 vainas de 10 plantas por parcela.

m. Color de la semilla. Se determinó con base en la siguiente clave:

1	Blanca
2	Crema
3	Gris
4	Bayo
5	Negro
6	Otro (Especificar)

n. Peso de la semilla. Se pesaron 500 semillas por parcela.

ñ. Producción promedio por planta. Se tomó el peso total cosechado en las plantas de los surcos intermedios de cada parcela promediándolo sobre el número de plantas respectivo.

o. Producción total por parcela. Se tomó el peso total cosechado en las plantas de los <sup>5</sup> cursos intermedios de cada parcela.

p. Presencia o ausencia de <sup>5</sup> tubérculos. Se procedió a extraer del suelo las raíces de dos plantas por parcela, reportándose el resultado de acuerdo con la clave siguiente: (14)

0 Ausencia

+ Presencia

q. Presencia de plagas y enfermedades.

r. Largo total de los tallos. Se procedió a medir un tallo al azar de diez plantas de cada parcela.

Se determinó el largo de pecíolo y subpeciolo midiendo de 15 hojas al azar por parcela.

V.1.9 Materiales y equipo utilizados

1.000 estacas de madera de 2 metros de largo

720 metros de cinta plástica

225 tarjetas de identificación

50 sacos de manta de 100 libras

25 bolsas de manta de 25 libras

Boletas para la toma de datos; formatos en modelos respectivos en

APENDICE .

Bolsas plásticas para recolectar material vegetativo con síntomas de enfermedades y para la recolección de muestras de suelos

Frascos para tomar muestras de insectos que se encontraron haciendo daño al cultivo

Cinta métrica

Balanza

V.2 Análisis de viabilidad de la semilla

V.2.1 Variedades utilizadas

Cinco en un número de seis pruebas de germinación. Fueron

1 Tailand 39

2 TPT 28

3 LBN

4 Tailand 22

5 TPT 20

V.2.2 Diseño estadístico

Completamente al azar con cuatro repeticiones

V.2.3 Unidad experimental

Estuvo constituida por una caja de madera de 0.45 metros de largo por .30 metros de ancho por 0.15 metros de alto, utilizando como sustrato arena pómez. Las cajas contuvieron 100 semillas a las que se les efectuó en cada prueba de germinación el tratamiento de inmersión en agua hirviendo durante 30 segundos.

V.2.4 Conteos

Se efectuaron desde que principió la emergencia hasta los 12 días.

V.2.5 Pruebas de germinación

Se efectuaron ocho (una mensual) a partir de julio hasta diciembre, realizándose las comparaciones para establecer la pérdida de viabilidad de la semilla.

V.2.6 Localización de la fase del análisis de viabilidad de la semilla.

Se llevó a cabo en el Instituto Técnico de Agricultura, Finca Nacional Bárcena, Municipio de Villa Nueva, Departamento de Guatemala.

## VI. RESULTADOS

## VI.1 Caracterización fenológica

-11-

## VI.1.1 Cuadro No. 2

Rep.	Trata	Días a emergencia	Forma del Foliolo	Área foliar Cm <sup>2</sup>	Color de la flor	No. X Flores/planta	Long. de vaina en cosecha	X de vainas/planta	X de sem. vaina	Prod. X por planta	Peso 500 sem. Kgs. semilla	Color	Prod. total Kg/rep.	Long. tallos	Long. peciolo	Long. Subpeciolo
1	Tailand 39	10	Deltaide	86.08	Lila	65	0.190	21	14	0.049	0.130	Pardo rojizo	1.183	3.38	11.52	4.33
2	TPT 28	9	Deltaide	106.05	Lila	77	0.177	27	12	0.059	0.102	Pardo roj.os.	1.365	3.42	11.97	4.37
3	LBN	7	Oblongo-lauceolado	84.91	Lila	74	0.190	22	12	0.046	0.123	Pardo Brill.	1.065	3.12	12.10	4.30
4	Tailand 22	7	Deltaide	81.78	Lila	74	0.187	22	14	0.050	0.142	Pdo.	1.101	3.08	11.34	4.09
5	TPT 20	6	Deltaide	88.25	Lila	77	0.180	21	12	0.058	0.128	Olivo oscuro	1.224	4.25	11.29	3.91
6	TPT 28	10	Deltaide	63.63	Lila	63	0.170	23	12	0.080	0.125	Pard.roj.os.	1.752	3.52	11.97	3.91
7	Tailand 22	10	Deltaide	111.02	Lila	71	0.194	29	14	0.080	0.156	Pardo	1.916	3.99	11.31	4.07
8	Tailand 39	7	Deltaide	90.63	Lila	91	0.183	27	12	0.074	0.147	Pdo.roj.	1.624	3.90	11.57	4.39
9	TPT 20	7	Deltaide	100.87	Lila	72	0.183	28	12	0.052	0.132	Olivo oscuro	1.138	3.91	11.67	3.83
10	LBN	9	Oblongo-lauceolado	92.82	Lila	73	0.150	15	11	0.056	0.166	Pdo.brill.	1.229	3.96	10.86	3.87
11	LBN	6	Oblongo-lauceolado	72.59	Lila	94	0.176	23	12	0.065	0.121	Pdo.brill.	1.329	3.23	10.77	3.14
12	TPT 20	9	Oblongo-lauceolado	122.83	Lila	80	0.190	24	12	0.074	0.172	Olivo oscuro	1.556	3.35	13.26	4.36
13	Tailand 22	9	Deltaide	113.75	Lila	103	0.183	30	13	0.084	0.149	Pardo	1.688	4.41	13.11	4.49
14	TPT 28	12	Deltaide	105.48	Lila	80	0.181	20	17	0.061	0.124	Pdo.roj.osc.	1.279	3.38	12.38	4.25
15	Tailand 39	8	Deltaide	88.44	Lila	92	0.177	24	11	0.064	0.185	Pdo.roj.	1.315	3.22	11.45	4.72
16	TPT 20	7	Deltaide	103.98	Lila	70	0.181	25	13	0.062	0.126	Olivo oscuro	1.492	3.42	12.07	4.03
17	LBN	7	Oblongo-lauceolado	82.78	Lila	59	0.187	18	12	0.065	0.154	Pdo.brill.	1.492	3.46	12.69	4.64
18	Tailand 22	8	Deltaide	108.56	Lila	65	0.190	21	15	0.055	0.170	Pardo	1.197	3.03	13.50	4.24
19	Tailand 39	7	Deltaide	113.32	Lila	87	0.180	17	15	0.042	0.002	Pdo.rojizo	0.915	3.78	12.71	4.32
20	TPT 28	10	Deltaide	74.33	Lila	91	0.57	25	11	0.050	0.122	Pdo.roj.osc.	0.992	3.78	7.38	4.10

VI.1.2 Cuadro No. 3

Resumen del análisis estadístico de variables cuantificables

Variable	Fc bloques	Fc trat.	Ft		Sign.	Coef. Variac.
			0.05	0.01		
Días a emerg.	0.74314	3.3714	3.26	5.41	*	8.0517
Area foliar cm <sup>2</sup>	0.50104	1.4151	3.26	5.41	NS	16.6903
No. flores/plant.	2.47120	0.4115	3.26	5.41	NS	7.1394
Long. vaina cos. cm	0.62256	1.6599	3.26	5.41	NS	5.8533
No. vainas/plant.	0.69549	1.4828	3.26	5.41	NS	8.5492
No. sem. por vaina	0.33992	1.1144	3.26	5.41	NS	6.2610
Prod. prom/plant. Kg	1.40549	0.6399	3.26	5.41	NS	20.2157
Peso 500 sem Kg	1.40549	1.4337	3.26	5.41	NS	15.5913
Prod. total por parcela Kg	2.05733	0.42483	3.26	5.41	NS	19.3932
Long. subpeciolo cm	1.36777	1.4643	3.26	5.41	NS	5.9699
Long. peciolo cm.	0.22133	0.5485	3.26	5.41	NS	12.3495
Long. tallos m	0.93725	0.2544	3.26	5.41	NS	12.0484

Fc = Calculada

Ft = tabulada

VI.1.3 Cuadro No. 4

Valores de las diferentes variables

Variables	Mínimo	Máximo	$\bar{X}$
Días a emergencia	6.000	12.000	9.000
Area foliar en cm <sup>2</sup>	63.630	122.830	3.230
No. prom. flores/plant.	63.000	103.000	23.000
No. prom. vainas/plant.	15.000	30.000	22.500
Long. vainas en cos. mt	0.150	0.190	0.170
Peso 500 sem. en Kg	0.102	0.172	0.137
Prod. prom/plant. Kg	0.042	0.084	0.063
Prod. total en Kg.	0.915	1.197	1.056
Long. de tallos en m	3.030	4.410	3.720
Long. subpeciolo cm	7.380	13.500	10.440
Long. peciolo en cm	3.140	4.720	3.930

VI.1.4 Cuadro 5.

Datos estimados con base en apuntes respectivos que no fueron sometidos a análisis estadístico

Variable	Fechas	Período
Siembra	29 agosto de 1983	-----
Floración (50%)	5 de nov. de 1983	69 días
Form. vainas (50%)	21 de nov. de 1983	85 días
Maduración (50%)	10 de enero de 1984	125 días
Cosecha (50%)	7 de febrero de 1984	153 días

VI.1.5 Cuadro-No. 6

Determinación de correlación entre variables

Variable 1	Variable 2	Correlación
a. No.flores/planta	No. vainas/planta	Muy baja
b. Area foliar cm <sup>2</sup>	Produc.prom/planta	0.71265
c. No.vainas/planta	Produc.prom/planta	muy baja
d. Long.vainas en cms.	No. granos/vaina	muy baja
e. No.flores/planta	Produc.prom/planta	0.91182

Los valores que demuestran la relación existente entre las variables área foliar en cm<sup>2</sup> con produc.prom/planta y No. flores/planta con prod.prom/planta se obtuvieron bajo el modelo cuadrático y que respectivamente son:

Para b:                    b0 =     5.6725  
                                 b1 =     0.0979  
                                 b2 =     0.0005  
                                 c =     0.7126

Para e:                    b0 =     0.5377  
                                 b1 =     0.0139  
                                 b2 =     0.0001  
                                 c =     0.91182

Ecuación:  $Y = b_0 + b_1 \times X + b_2 \times X^2$

VI.1.6    Color de la vaina

El color de la vaina despues de la fecundación y durante su crecimiento fue de color verde.

VI.1.7    Determinación del color de la semilla

Se efectuó con base en las comparaciones de las tonalidades de la Tabla Munsen.

Cuadro No. 7

Tratamiento	Clasificación	Tonalidad
Tailand 39	5YR 4/6	Pardo rojizo
TPT 28	5YR 3/6	Pardo rojizo oscuro
LBN	7.5YR 5/6	Pardo brillante
Tailand 22	7.5YR 4/5	Pardo
TPT 20	7.5Y 4/3	Olivo oscuro

El material TPT se halló mezclado, encontrando dos tonos de semilla los cuales son: 10YR, cuya tonalidad es negro-pardusco y 5YR 2/1, cuya tonalidad es pardo amarillento brillante.

VI.1.8 Presencia de raíz tuberosa

Con base en la metodología se procedió a la extracción de las raíces de dos plantas por parcela, presentando muy poco desarrollo en lo referente a engrosamiento.

VI.1.9 Presencia de nódulos

En la extracción de raíces efectuada a cada repetición pudo constatarse la presencia de nódulos de Rhizobium sp, en diámetros que iban de 0.5 a 0.8 centímetros, de color blanco a blanco-rosado.

VI.1.10 Presencia de plagas y enfermedades.

a. Insectos. Por ser el Frijol Alado un cultivo nuevo, no mostró mayores problemas por daños de insectos, detectándose presencia de:

Gallina ciega	( <u>Phillophaga sp</u> )
Gusano alambre	( <u>Agrotis sp</u> )
Falso medidor	( <u>Trichoplusia ni</u> )
Chicharitas	( <u>Empoasca sp</u> )
Trips	( <u>Thrips sp</u> )

b. Otras plagas. Se detectó una fuerte caída de flores, las cuales presentaban lesiones en la parte del cáliz alcanzando la base del pistilo y pudo comprobarse que una especie de ave (denominado en la región "pájaro mielero del mango") en las horas de la mañana picoteaba los botones para extraerles el néctar que ellos producían. El hecho pudo constatarse pues en el ensayo

experimental se instaló un bloque más sin utilizar tutores para el sostenimiento de los tallos. En estos tratamientos el ave no pudo causar daño pues la planta del frijol estando postrada sobre el suelo no dió oportunidad a que sus flores fueran dañadas. Como evidencia se muestra que en la producción de dicho bloque los tratamientos se comportaron bastante bien y varias repeticiones superaron a otras que habían crecido sobre tutores.

c. Enfermedades. Se encontraron las siguientes:

Antracnosis (Colletotrichum sp)

Mildiú polvoriento (Erisiphe sp)

Moteado de las hojas (Virus)

Los agentes causales anteriormente mencionados, no llegaron en ningún tratamiento a causar daños significativos.

#### VI.1.11 Otras observaciones

- a. El número de tallos o ramas por planta estuvo entre cuatro y siete.
- b. La producción del bloque con los cinco tratamientos sin tutor fue como sigue:

Cuadro No. 8

Tratamiento	Prod. Kg. parcela
Tailand 39	1.665
TPT 28	1.502
LBN	1.265
Tailand 22	1.337
TPT 20	1.560

- c. Limpias. Se estima que es indispensable efectuar una limpia a más tardar a los 25 días de sembrada la semilla en condiciones favorables de emergencia, puesto que de no hacerlo el desarrollo de las malezas reducirá el vigor de las plantas complicándose la situación porque los tallos tienden a enredarse en las malezas.
  
- d. Ciclo de vida. La literatura consultada dice que el Frijol Alado es de hábito pe renne; en relación a esto se efectuaron las siguientes observaciones:
  - d.1 De la siembra realizada en el mes de agosto para cosechar el grano en febrero, la planta muestra el ciclo natural: Emergencia, crecimiento vegetativo, floración, fructificación, maduración y cosecha.
  - d.2 El lugar específico donde se instaló el ensayo no ofreció una misma situación en cuanto a humedad del suelo se refiere, razón por la cual se tomó esta diferencia para bloquear los diversos tratamientos. Las plantas que estuvieron situadas en las partes resacas no brotaron con la nueva estación de lluvias en el mes de mayo.

Cuadro No. 9

Tratamientos	pruebas de germinación (en porcentaje)							
	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.	7a.	8a.
1 Tailand 39	74	76	74	74	64	60	64	64
2 TPT 28	70	72	76	76	76	76	70	70
3 LBN	66	60	62	58	60	76	48	52
4 Tailand 22	90	76	82	72	90	58	70	44
5 TPT 20	54	60	62	46	58	54	44	56
6 TPT 28	68	70	74	66	54	56	52	44
7 Tailand 22	50	60	66	56	80	56	50	36
8 Tailand 39	88	68	96	60	76	50	54	50
9 TPT 20	96	64	48	60	68	72	62	62
10 LBN	56	90	58	82	54	64	68	70
11 LBN	66	54	58	48	52	74	40	46
12 TPT 20	74	68	60	56	58	52	44	36
13 Tailand 22	76	72	70	60	78	78	66	60
14 TPT 28	60	76	72	54	66	66	52	58
15 Tailand 39	70	56	62	68	84	74	52	58
16 TPT 20	88	74	78	76	76	84	50	32
17 LBN	72	84	78	80	68	66	50	64
18 Tailand 22	70	96	64	80	58	76	78	52
19 Tailand 39	80	78	62	68	70	72	52	40
20 TPT 28	84.	72	74	74	76	72	54	88

Cuadro No. 10

Promedios de las repeticiones de los tratamientos

Tratamientos	Pruebas de germinación (en porcentaje)							
	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.	7a.	8a.
1. Tailand 39	78,00	69,50	73,50	67,50	73,50	64,00	55,50	52,50
2. TPT 28	72,50	72,00	73,00	67,50	68,00	59,00	57,00	64,50
3. LBN	65,00	72,00	64,00	67,00	58,50	70,00	51,50	58,00
4. Tailand 22	65,50	76,00	70,50	67,00	76,50	67,00	66,00	48,00
5. TPT 20	78,00	66,50	62,00	59,00	50,00	65,00	50,00	46,50

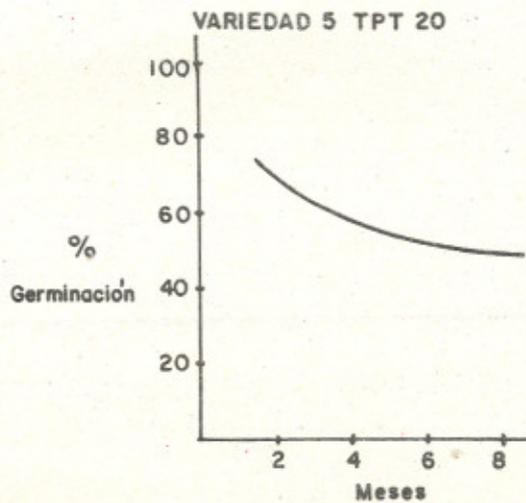
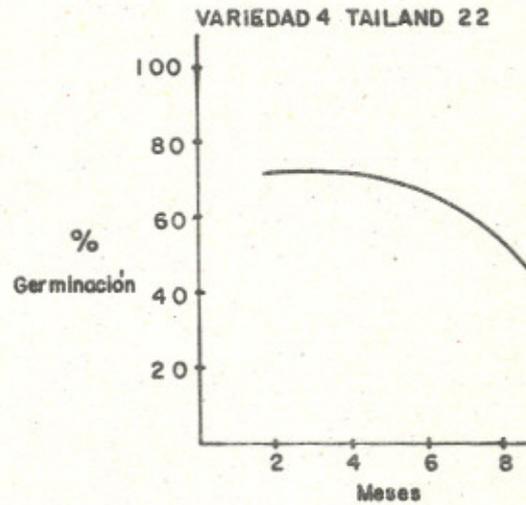
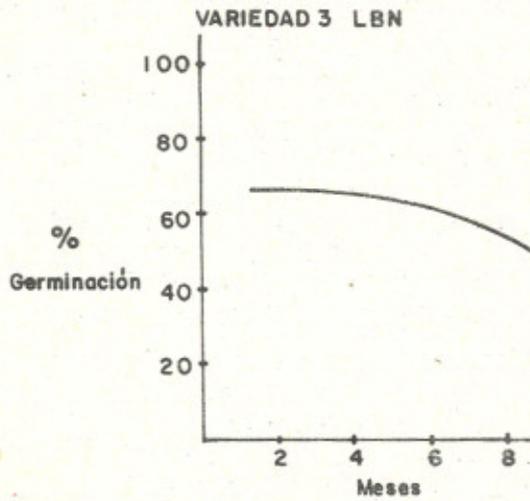
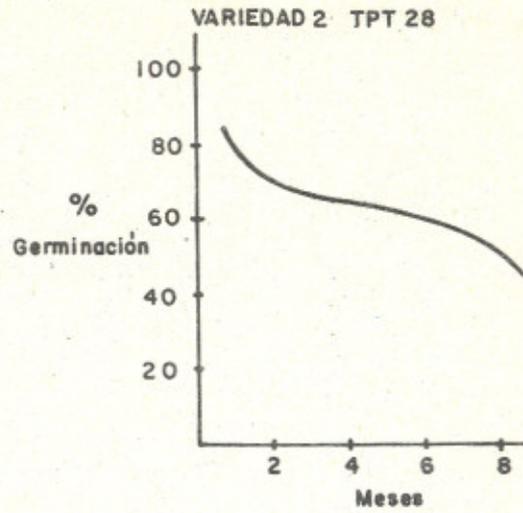
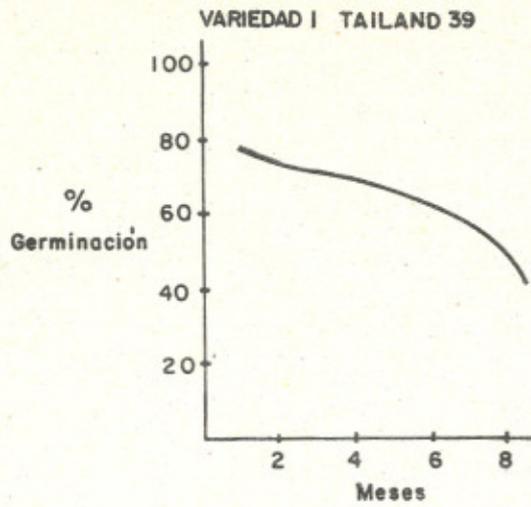
A cada tratamiento se le aplicó el análisis estadístico para establecer el grado de relación entre las variables: meses (x) y % de germinación (y)

Cuadro No. 11 Resultados del análisis utilizando el modelo cuadrático

Tratamiento	Coef. b0	Coef b1	Coef b2	Correl.
Tailand 39	74.2143	1.0060	-0.4702	0.91785
TPT 28	77.2232	-2.8384	0.0863	0.82516
LBN	66.8393	0.72-2	-0.2679	0.63457
Tailand 22	59.0804	8.3006	- 1.1518	0.85676
TPT 20	81.1071	-6.7024	0.3452	0.83705

$$\text{Ecuación: } Y = b_0 + b_1 \times X + b_2 \times X^2$$

Los coeficientes de correlación que se obtuvieron en el análisis estadístico del modelo seleccionado (modelo cuadrático) establece que sí existe relación entre la pérdida de viabilidad de la semilla, conforme pasan los meses. La tendencia de dicha pérdida se puede visualizar en cada tratamiento en la gráfica No. 6.



## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### VII.1 CONCLUSIONES:

Con base en el análisis de varianza de los datos obtenidos de la caracterización fenológica no se encontraron diferencias significativas, entre los materiales utilizados, por lo que se acepta la primera hipótesis ya planteada.

En el análisis estadístico de los datos obtenidos en cuanto a variabilidad, se encontró que existe relación entre la pérdida de germinación de la semilla a medida que pasan los meses, aceptándose como válida la segunda hipótesis ya planteada.

### VII.2 RECOMENDACIONES:

- a. Instalar ensayos experimentales en otras regiones ecológicas, para enriquecer la información respecto a este cultivo; especialmente a las áreas consideradas como dificultosas por efecto de alta precipitación pluvial.
- b. Instalar ensayos en los que se pueda evaluar lo siguiente:
  1. Momento oportuno para el corte de ramas destinadas a forraje, a manera de cubrir parte de la dieta alimenticia del ganado vacuno, con base en las observaciones efectuadas en la Nueva Concepción. El ganado vacuno, demostró, por medio del consumo que el follaje de este frijol, tiene

buena aceptación con las ventajas que puedan derivarse del alto contenido proteico.

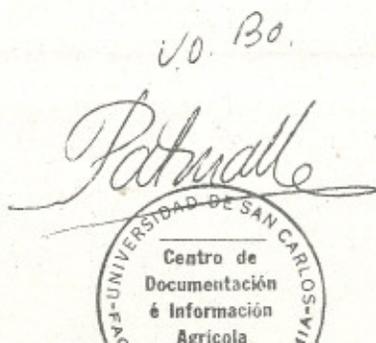
2. Diferentes alimentos que puedan prepararse, desde raíces tuberosas, hojas y puntas tiernas, vainas tiernas, semillas cocinadas en verde, y semillas cocinadas maduras.
- c. Instalar ensayos en diferentes regiones del país que tengan alta precipitación pluvial y suelos en pendiente, para evaluar el rendimiento foliar sin tutor y su capacidad de protección y abonamiento al suelo.

VIII BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1 DELOUCHE, J. C. y CADWELL, P. Vigor de la semilla y los exámenes de vigor. Mississippi, USA., Estación Experimental de Agricultura, 1978. p. 5
- 2 DRINKALL, M. J. False rust disease of the winged bean. Papua New Guinea, Plant Pathology Society, 1978. pp. 160-166
- 3 DUNCAN, L. W., CAVENESS, F. E. and PEREZ, A. T. The susceptibility of winged bean (Psophocarpus tetragonolobus) to the rootknot nematodes; Meloidogyne incognita, race 2, and M. javanica. USA, University of Georgia, Department of Plant Pathology and Plant Genetics, 1978. pp. 3-34
- 4 ECHANDI Z., R. Materiales, equipos y procedimientos para pruebas de germinación. Costa Rica, Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, 1980. p. 15
- 5 -----, Pruebas de germinación. Costa Rica, Centro para Investigaciones en Granos y Semillas, 1980. p. 20
- 6 ENRIQUEZ, G. A. Frijol alado (Psophocarpus tetragonolobus), una leguminosa de alto valor nutritivo para pequeños agricultores de los trópicos americanos. Costa Rica, CATIE., 1978. 20 p
- 7 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. World food day. Technical Bulletin Q. 1981. p. 3

- 8 GONZALEZ, L. C. Introducción a la fitopatología. Costa Rica, IICA., 1978. 148 p
- 9 GUILLEN, E. R. Las leguminosas y la agricultura en Guatemala. Guatemala, DIGESA., 1976. 20 p
- 10 GOLDBACH, H. Conservación de colecciones de semillas. Costa Rica, CATIE., Unidad de Recursos Genéticos, 1978. 41 p
- 11 HAQ, N., and SMAT, J. Cultivation of the winged bean in Bangladesh. England, University Southampom, Department of Biology, 1977. pp. 35-38
- 12 HARDING, J., MARTIN, F. W. and KIEIMAN, R. Seed protein oil yields of the winged bean, (Psophocarpus tetragonolobus) in Puerto Rico. Puerto Rico, Tropical Agriculture Institute, 1978. pp. 307-314
- 13 HYMOWITZ, T. and BOYD, J. Origin, ethonobotany and agricultural potencial of the winged bean (P. tetragonolobus). USA., University of Illinois, Department of Agronomy, 1975. p. 8
- 14 INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCE S. REGIONAL COMMITTEE FOR SUOTHEAST ASIA. Descriptors for winged bean; working group on the descriptors for the winged bean. Roma, 1979. 24 p
- 15 KHAN, T. N. Winged bean cultivation (Psophocarpus tetragonolobus) in Papua New Guinea. New Guinea, Center of Genetics Diversity, 1976. pp. 639-705

- 16 MARTIN, F. y DELFIN, H. Frijol alado, soya de los trópicos y mucho más. Puerto Rico, Instituto de Agricultura Tropical de Mayaguez, 1981. p. 5
- 17 MARTINEZ, A. El gran faltante de alimentos en Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1979. p. 15
- 18 NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Washington. The winged bean, high protein crop for the tropics. Washington D. C., 1975. p. 22
- 19 PRICE, T. V. and MUNRO, P. E. Fungi associated with collar rot of winged bean in Papua New Guinea. New Guinea, Plant Pathology Society, 1975. pp. 47-55
- 20 -----. Pseudocercospora psophocarpi on winged bean in Papua New Guinea. New Guinea, Plant Pathology Society, 1975. pp. 47-55
- 21 RUBERTE, R. M. and MARTIN, F. Cooking of winged bean seed. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico (Puerto Rico) 62 (3): 321-329. 1978
- 22 WOOMER, P., GUEVARA, A. and STOCKINGER, P. Winged bean investigations at the Nitrogen Fixation by Tropical Agricultural Legumes. Hawaii, University of Hawaii, 1978. p. 4



APENDICE

Las fotografías 1 y 2 muestran algunos detalles de ramas, hojas y vainas.



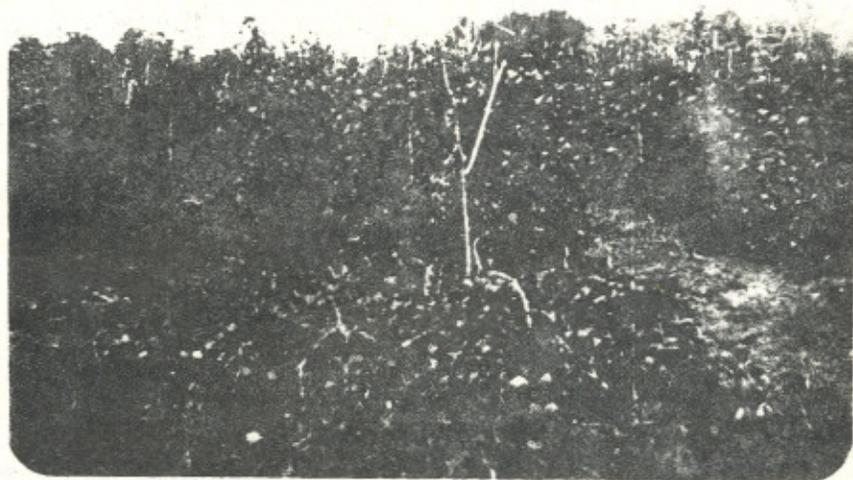
Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3. Detalle de vainas verdes



Fotografía 4. Detalle sobre el ensayo; parcelas tutoradas y parcela sin tutor.

APENDICE 1

Formulario para recopilación de datos

Caracterización fenológica de Frijol Alado

Fecha:

Variable: Días a emergencia. (Conteo diario).

Tratamiento	Plantas germinadas	Conteo hojas	Altura	Observaciones



### APENDICE 3

Formulario para recopilación de datos  
 Caracterización fenológica de Frijol Alado

Fecha:

Variable: Area foliar en  $\text{cm}^2$ . Largo peciolo. Largo subpeciolo.

Tratamiento No.

Hoja No.	Largo peciolo	Largo sub-peciolo	Ancho fol.1	Largo fol.1	Ancho fol. 2	Largo fol. 2	Ancho fol.3	Largo fol.3	$\bar{X}$ ancho folido	$\bar{X}$ largo folido	Ancho * largo 2

Promedios:

Observaciones

APENDICE 4

Formulario para recopilación de datos  
Caracterización fenológica de Frijol Alado

Fecha:

Variable: Largo de vaina. No. de semillas por vaina

Tratamiento No.

Vaina No.	Largo metros	No. semillas

Promedios:

Observaciones:

APENDICE 5

Formulario para recopilación de datos  
Caracterización fenológica de Frijol Alado

Fecha;

Variable: Peso 500 semillas en kilogramos. Color semilla

Tratamiento	Peso 500 semillas	Color Semillas

OBSERVACIONES:

APENDICE 6

Formulario para recopilación de datos  
Caracterización fenológica de Frijol Alado

Fecha:

Variables: Producción promedio/planta, Produc. total/parcela

Tratamiento	Peso ,corte 1	Peso corte 2	Peso corte 3	Peso total	Produc. $\bar{X}$ planta

OBSERVACIONES:

APENDICE 7.

Formulario para recopilación de datos  
Caracterización fenológica de Frijol Alado  
Fecha:

Variables: Longitud de tallos. Presencia de raíz tuberosa

Tratamiento	Long. m tallo 1	Long. m tallo 2	Long. m promedio	Presencia raíz tuberosa

Observaciones

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....

Asunto .....

"IMPRIMASE"

A handwritten signature in black ink, appearing to read "C. A. Castañeda S.", written over a horizontal line.

ING. AGR. CESAR A. CASTAÑEDA S.  
D E C A N O

