

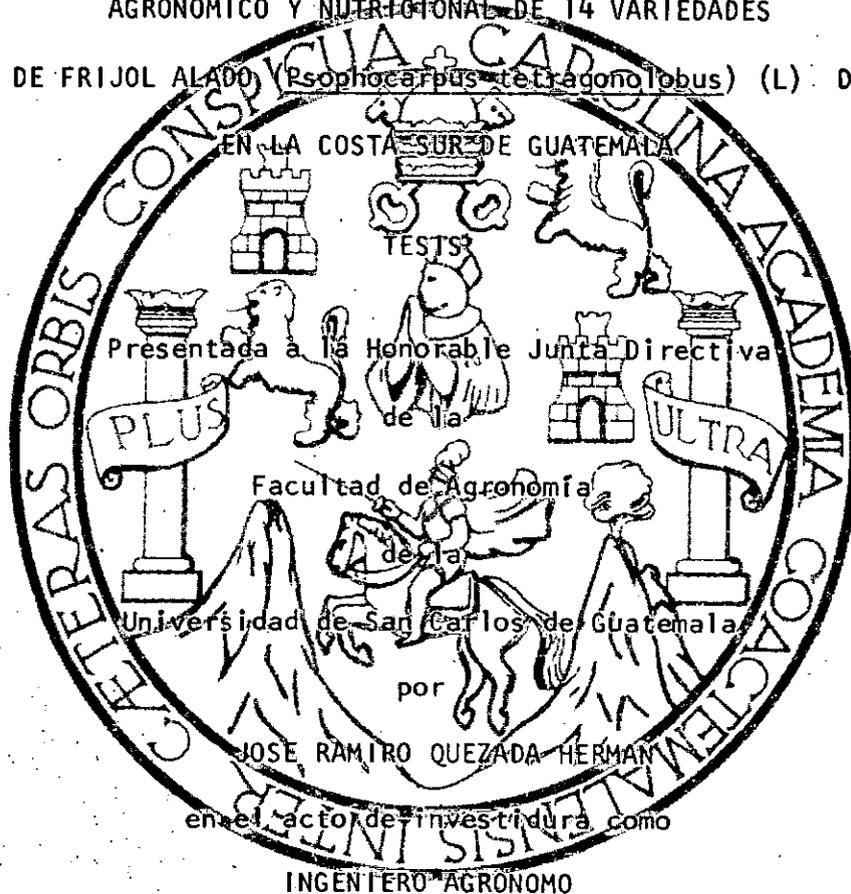
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO DE LA INTRODUCCION Y COMPORTAMIENTO

AGRONOMICO Y NUTRICIONAL DE 14 VARIETADES

DE FRIJOL ALADO (*Psophocarpus tetragonolobus*) (L.) D.C.



en el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Octubre de 1981

01
T(613)
c.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

LIC. MARIO DARY

JUNTA DIRECTIVA DE LA

"FACULTAD DE AGRONOMIA"

DECANO:Dr. Antonio Sandoval S.
VOCAL 1o.:Ing. Agr. Orlando Arjona
VOCAL 2o.:Ing. Agr. Gustavo Méndez
VOCAL 3o.:Ing. Agr. Fernando Vargas N.
VOCAL 4o.:-----
VOCAL 5o.:P. A. Roberto Morales
SECRETARIO:Ing. Agr. Carlos Fernández

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

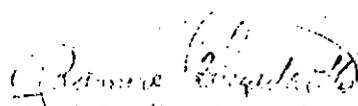
DECANO:Dr. Antonio Sandoval S.
EXAMINADOR:Dr. Eugenio Schieber
EXAMINADOR:Ing. Agr. Orlando Arjona
EXAMINADOR:Ing. Agr. Anibal Martínez
SECRETARIO:Ing. Agr. Carlos Salcedo

Guatemala, 8 de octubre de 1981

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Universidad de San Carlos de Guatemala

En cumplimiento a las normas académicas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, es un honor para mí, someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado: "ESTUDIO DE LA INTRODUCCION Y COMPORTAMIENTO AGRONOMICO Y NUTRICIONAL DE 14 VARIETADES DE FRIJOL ALADO (Psophocarpus tetragonolobus) (L) D.C. EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA", como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Respetuosamente,


Br. José Ramiro Quezada Herman.

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA

COSTA RICA
EL SALVADOR
GUATEMALA

OFICINA SANITARIA PANAMERICANA
OFICINA REGIONAL DE LA
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD

HONDURAS
NICARAGUA
PANAMÁ

APARTADO POSTAL 1188

CARRETERA ROOSEVELT ZONA 11
GUATEMALA, C. A.

TELEFONOS 43762 AL 48767

CABLE: INCAP

IN-112-81/QE

Guatemala 9 de octubre de 1981

Sr. Decano de la Facultad de Agronomía
Dr. Antonio Sandoval
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad de Guatemala

Estimado Señor Decano:

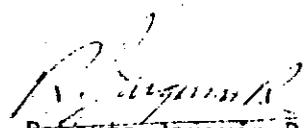
Por medio de la presente deseo notificarle que he asesorado el trabajo de tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, del Br. José Ramiro Quezada Herman.

Dicho trabajo titulado "ESTUDIO DE LA INTRODUCCION Y COMPORTAMIENTO AGRONOMICO Y NUTRICIONAL DE 14 VARIETADES DE FRIJOL ALADO (Psophocarpus tetragonolobus) (L) D.C. EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA" Ha sido encontrado enteramente satisfactorio, y en mi opinión, llena ampliamente los requisitos para su aceptación como tal.

Por lo anteriormente indicado, agradeceré mucho que usted se sirva revisar el trabajo, a fin de dar su visto bueno para que el Sr. Quezada Herman pueda llevar a cabo su examen de tesis respectivo.

Agradeciendo de antemano su atención, lo saluda

Atentamente,


Ing. Roberto Jarquín R.,
División de Ciencias Agrí-
colas y de Alimentos

RJR/av

Guatemala, 9 de octubre de 1981

Dr. Antonio Sandoval
Decano de la Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Guatemala, Ciudad

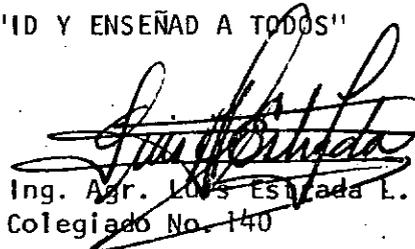
Señor Decano:

Por medio de la presente, informo a usted con respecto a la designación que me hiciera para asesorar al Br. José Ramiro Quezada Herman, en relación a su trabajo de tesis, titulado: "ESTUDIO DE LA INTRODUCCION Y COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y NUTRICIONAL DE 14 VARIEDADES DE FRIJOL ALADO (Psophocarpus tetragonolobus) (L) D.C. EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA".

El trabajo antes indicado, ha sido realizado en forma satisfactoria y considero que el mismo, tanto en metodología como en su contenido, constituye un aporte de una nueva especie para la nutrición del guatemalteco.

Tomando en cuenta lo anterior, considero que este trabajo reúne las condiciones para su aprobación como tesis profesional, requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

"D Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. Agr. Luis Estrada L.
Colegiado No. 140

TESIS QUE DEDICO:

A DIOS

A MI PATRIA: GUATEMALA

A MI CIUDAD NATAL: RETALHULEU

A MIS PADRES: RAMIRO QUEZADA QUIÑONES
THELMA HERMAN DE QUEZADA

A MIS HERMANOS: THELMA DEL CARMEN
ANA LUCRECIA
MARIA ELENA
JUAN LUIS

A MIS ABUELOS: EMILIO QUEZADA ALEJOS
MARIA LUISA QUIÑONES DE QUEZADA
HERBERT HERMAN WALVITZ (QEPD)
JUANA FUXET DE HERMAN

A MI NOVIA: MONICA JARQUIN PIRA

A MIS FAMILIARES, AMIGOS Y MAESTROS

RECONOCIMIENTO

La colaboración y asesoría de los científicos del INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA (INCAP).

La ayuda económica de la subvención INCAP-311, International Development Research Centre, Canadá.

La asesoría directa del Ing. Roberto Jarquín R., Ing. Agr. Luis Estrada L., Dr. Roberto Gómez Brenes, Dr. Ricardo Bressani y Dr. Edgar Braham.

Al escribir el presente trabajo, a mi padre, a mi novia y a Rodolfo González por las gráficas.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo se pudo llevar a cabo gracias a:

- La colaboración y asesoría de los científicos del INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA (INCAP), especialmente del Ingeniero Roberto Jarquín R.
- La ayuda económica de la Subvención INCAP-311, International Development Research Centre, Canadá.
- El suministro de las semillas por los Drs. Ponciano Batuzal y T. N. Khan y Sr. Levis Lazaroff.
- A los compañeros de estudio y trabajo del INCAP.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	2
- Generalidades y Características Agronómicas	4
- Composición y Valor Nutritivo	8
III. OBJETIVOS	10
IV. HIPOTESIS PLANTEADAS	11
V. MATERIALES Y METODOS	11
1. Localización	11
2. Variedades estudiadas	12
3. Diseño experimental	12
4. Manejo del experimento	15
5. Métodos de Análisis Químicos	16
6. Metodología de interpretación de resultados	16
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	17
1. De los rendimientos	17
2. Del análisis de varianza a rendimientos y la prueba múltiple de medias	20
3. De los porcentajes de proteína	22
4. Del porcentaje de grasa, número de vainas/Ha y peso de 100 semillas	26
5. Del análisis proximal de la semilla	31
6. Del análisis de contenido de aminoácidos e inhibidores de tripsina	31
VII. CONCLUSIONES	35
1. De la primera hipótesis	35
2. De la segunda hipótesis	35

	Página
VIII. RECOMENDACIONES	36
IX. RESUMEN	37
X. BIBLIOGRAFIA	38

LISTA DE CUADROS

- Cuadro 1. Rendimiento de granos expresados en Kg/Ha al 14% de humedad, y agrupación por ciclo vegetativo de 14 variedades de frijol alado.
- Cuadro 2. Resultados del análisis de varianza realizado a rendimiento en grano de las variedades de frijol alado estudiadas, y comparación múltiple de medidas de rendimiento.
- Cuadro 3. Contenido de proteína en granos, hojas, tubérculos y vainas, de frijol alado, expresado en base seca.
- Cuadro 4. Contenido de grasa en semilla de frijol alado expresado en base seca; número de vainas/Ha; peso de 100 en gramos de 100 semillas.
- Cuadro 5. Composición química proximal de la semilla de 6 variedades de frijol alado escogida al azar (g/100g).
- Cuadro 6. Contenido de aminoácidos de cinco variedades de frijol alado tomadas al azar, gAA/16 gN.
- Cuadro 7. Resultados de inhibidores de tripsina de 14 variedades de Psophocarpus tetragonolobus.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Sistema de soporte usado en este estudio para el cultivo del frijol alado.
- Figura 2. Diseño experimental usado en el estudio.
- Figura 3. Detalle de las parcelas experimentales.

LISTA DE GRAFICAS

- Gráfica 1. Días necesarios para cosecha de 14 variedades de frijol alado.
- Gráfica 2. Contenido de proteína de granos de diferentes leguminosas.
- Gráfica 3. Contenido de proteína de varias raíces comestibles.

I. INTRODUCCION

Las leguminosas ocupan el tercer lugar en número después de las Compuestas y Orquidáceas entre las plantas que florecen. Ocupan el segundo lugar en importancia después de las gramíneas en cuanto a la alimentación humana se refiere (41), ya que en Guatemala, por ejemplo, la dieta principal se basa en una gramínea, el maíz (Zea mays), y una leguminosa, el frijol negro (Phaseolus vulgaris). Las costumbres en el país están muy apegadas a un pasado étnico cultural que hace difícil que los nutricionistas puedan introducir otro tipo de alimentación que no sea basado en maíz-frijol (15).

El frijol alado (Psophocarpus tetragonolobus) aun no siendo del mismo género que el frijol común, sí posee ciertas variedades de color negro, aunque estas variedades no tienen la forma del frijol común. Las demás características del frijol alado pueden ser un factor importante para que el guatemalteco del medio rural pueda, con una buena campaña de promoción, aceptar esta leguminosa que posee un alto porcentaje de proteína, que es un nutriente deficiente en la alimentación del país. Se han realizado ya esfuerzos educativos para la introducción de la soya -otra leguminosa de excelente potencial nutritivo- y lo mismo podría hacerse para introducir el frijol alado en la dieta.

El frijol alado es una planta comestible rica en nutrientes (30). Debido a las costumbres alimenticias del país, que incluyen el uso de hojas, flores y raíces comestibles, este cultivo podría ser introducido con bastante facilidad en la dieta. En lo que a los aspectos

nutricionales respecta, los aminoácidos deficientes en la dieta guatemalteca son la lisina, el triptofano, la metionina y la cistina. A excepción de la metionina, los demás se encuentran en una buena proporción en el frijol alado (40). Posee, además, altos niveles de aceite por lo que es una buena fuente de grasa comestible (17).

Es obvia la urgente necesidad de suministrar mayores cantidades de energía y de proteínas de alto valor biológico a grandes sectores de la población humana y animal y, en especial, al campesino que por razones de índole socioeconómico y cultural ingiere cantidades subóptimas o insuficientes de este nutriente (2).

El frijol alado es, hasta ahora, un cultivo de tipo minifundista (7) porque es necesario el uso de tutores (como se muestra en la Figura 1) para que la planta trepe, y ya que la agricultura del país se caracteriza por el sistema de minifundio, sería recomendable introducirlo en el sistema agrícola nacional.

II. REVISION DE LITERATURA

La clasificación taxonómica de la planta es:

Gran Reino:	Organizado
Reino:	Vegetal
División:	Traqueofitas
Clase:	Angiospermas
Subclase:	Dicotiledóneas
Serie:	Dialipétalas
Orden:	Leguminosas

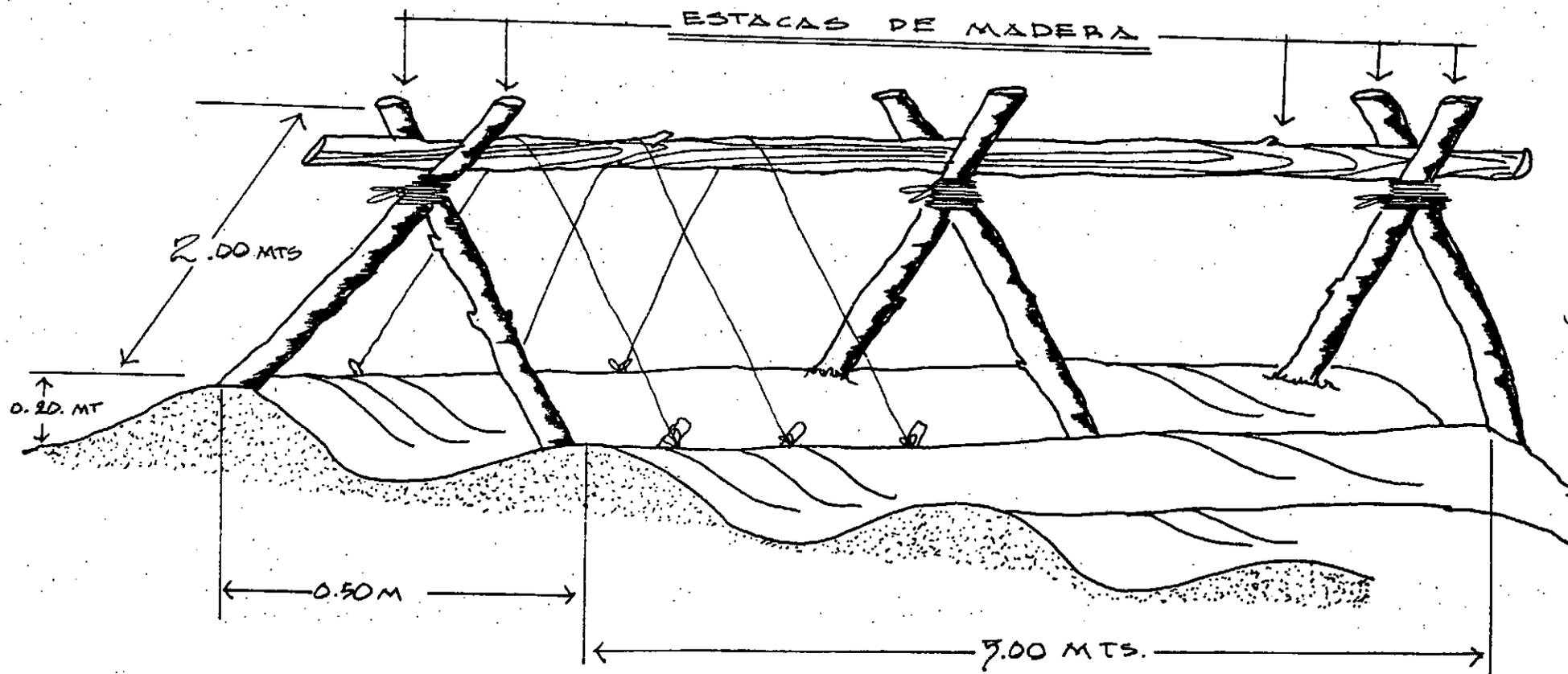


FIG 1

SISTEMA DE SOPORTE USADO EN ESTE ESTUDIO

PARA EL CULTIVO DEL FRIJOL ALADO

Familia: Pablonáceas
Tribu: Genisteas
Género: Psophocarpus
Especie: tetragonolobus
Nombre vulgar: Frijol alado
Segadilla
Frijol volador
Frijol Goa (13)

Generalidades y Características Agronómicas:

Burkill cree que el frijol alado se originó en Africa, del lado del Océano Indico, y que llegó a Java primero y de allí se dispersó a Malasia en donde se le menciona en 1778 (44). En Latinoamérica se le menciona por Wood en 1961 (43).

Su cultivo es muy popular en tierras de 1,500 - 2,000 m de altura aunque puede crecer en lugares de hasta 2,300 m sobre el nivel del mar (40, 25, 26). En la Provincia de Sepik, Nueva Guinea, se cultiva en tierras bajas en donde los rangos anuales de precipitación van de 165 - 400 cm (44). Los límites menores no se han establecido, pero se cultiva en regiones con 250 cm o más de precipitación anual (42).

La temperatura mínima a la que crece esta especie promedia 22°C y la máxima 32°C (44); se cultiva en Asia a una latitud de 20°Norte (40).

Es una planta perenne, que puede dar cosechas por varias temporadas (hasta tres en un año), aunque declina posteriormente (A). Las semillas germinan a la semana de sembradas. El número de días entre germinación y floración varió de 45 a 136 días en dos épocas distintas (37).

Los primeros ejotes están listos a las 10 semanas de sembrada la planta; dos semanas después de la polinización pueden ser ya usados como alimento. Después de tres semanas la vaina se vuelve fibrosa y menos comestible y después de seis semanas están maduras y puede cosecharse la semilla.

El peso seco de la semilla/planta en 167 variedades arrojó un promedio de 156 g (21), 2,200 - 4,500 Kg/Ha de grano (27), 2 - 4.5 Ton/Ha de semilla seca (44) y, con manejo mínimo, de 800 - 1,000 Kg/Ha de semilla seca (26). En pequeños campos en Papua, Nueva Guinea, se ha obtenido 1.9 Ton/Ha; en Ibadán, Nigeria arriba de 2.4 Ton/Ha; en Ghana y Nigeria con variedades de Papua se ha obtenido de 1.2 a 1.4 Ton/Ha de semilla (40).

A muy temprana edad de la planta se colocan estacas de soporte para el desarrollo vigoroso de la misma. Una estaca es suficiente para dos o tres plantas, éstas pueden ser de cualquier material y de 1 a 1.5 m para el cultivo de tubérculos y de 2 a 3 m para granos (26).

Desde 1975 existe en Papua un proyecto para reducir el tamaño de los entrenudos para evitar el uso de estacas. La dosis óptima de radiación encontrada para este propósito está entre 15 - 20 Krad. de rayos gamma; niveles mayores de radiación reducen la germinación.

El sulfonato de etil metano (EMS) a bajas concentraciones (0.05 - 2%) con 8 - 12 horas de tratamiento, combinado con 24 horas de lavado produjo mutantes, pero no se han obtenido mutantes para un hábito determinado (24).

En un estudio sobre los procesos de floración y la implicación de técnicas se concluyó que: 1) Si la polinización temprana tiene éxito, el tiempo de generación se reduce; 2) a pesar de que la floración es

indeterminada en el campo, es necesario sembrar plantas femeninas para la polinización cruzada cada semana en el sitio experimental o bajo condiciones de invernadero, programando así un continuo abastecimiento de plantas de óptima receptividad; 3) el polen puede ser plantado en el campo, asegurando y alargando un abastecimiento regular de flores (12).

Se han establecido ensayos de propagación vegetativa con cortes de tallo en Estados Unidos y variando la cantidad de luz que la planta recibe (29).

La poda de flores, ejotes y retoños es necesaria periódicamente para que se produzcan tubérculos en cantidades adecuadas y se dejan algunas vainas para tener semilla al año siguiente (26).

El frijol alado mostró una efectiva nodulación (8) por una bacteria aislada de él mismo y por *Rhizobium* del grupo del frijol de costa. La nodulación es efectiva o parcialmente efectiva por *Rhizobium* del grupo lupino, alfalfa, frijol y trébol. Las bacterias aisladas del frijol alado fueron efectivas en la nodulación de *Stylosantes guineensis* y las del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) fueron inefectivas. Tiene su bacteria específica que no ha sido estudiada todavía (44).

En estudios comparativos de frijol alado con maní y *Centrosema* realizados en 1976 por Zulkifli se informa que el peso de las raíces, de los nódulos, de la cantidad de nitrógeno y de la cantidad de hierro de los nódulos era mayor en el frijol alado. Las raíces del frijol alado poseen una cantidad de nódulos poco usual en las leguminosas. En Malasia, se ha encontrado hasta 400 nódulos por planta con pesos de 0.6 g por nódulo, con un diámetro de 1.2 cm, aun cuando no se haya inoculado (40).

La planta de frijol alado se puede intercalar con camote, caña,

banano y con otros vegetales y leguminosas (40); también con camote en invierno y frijol en verano, o mezclarse con papa, maíz y otros (26). Puede ser un cultivo suplementario en plantaciones de hule (Hevea brasiliensis) (26).

En los primeros informes de la década pasada no se especificaba que el frijol alado estuviera sujeto a enfermedades conocidas, pero actualmente se le conoce una gran gama. En lo que respecta a infestación de la planta se encontró Meloidogyne incognita (Chitwood) en Papua, Nueva Guinea y en Bangalore (26, 38). En la Costa de Marfil se observó Meloidogyne spp. causando severos daños (16). Nódulos radiculares fueron causados por Meloidogyne incognita raza 2 y M. javanica (10); los estudios indican que la invasión ocurre durante la emergencia de la semilla y va en aumento al crecer la planta. La incubación óptima ocurre entre 25 y 30°C para Meloidogyne incognita y entre 20 y 30°C para Meloidogyne javanica en Papua. Poblaciones hasta de 27 larvas por gramo de suelo mostraron no causar daño económico alguno (33).

En la Costa de Marfil, la antracnosis de la hoja causada por Collectotrichum gloeosporioides no reduce el rendimiento, y tres enfermedades virales a veces producen daños fuertes (16). La falsa roya causada por Synchytrium psophocarpi es la enfermedad más frecuente en Papua, también ocurre en Java, Filipinas y Malasia: el parásito es simple y su ciclo de vida es corto. Los esporangios tienen vida corta, se dispersan por el viento, y se cree que es un organismo específico para Psophocarpus tetragonolobus (9, 26, 39). El mal del talluelo causa 40% de mortalidad en Puerto Moresby y Komperi, en Nueva Guinea, Macrophomina phaseolina, Rhizoctonia solani, Fusarium equiseti, Fusarium semitectum y Fusarium moniliforme, están generalmente asociados. La patogenicidad depende del tipo de suelo, profundidad de la siembra y den-

sidad del inóculo; se logra un buen control en suelos bien drenados (32). Otra enfermedad informada en Java Central es un virus que causa el mosaico amarillo de tipo YMV (39).

Composición y Valor Nutritivo

La semilla posee 33 - 34% de proteína (42, 31), con un promedio de 34.25% y la producción de proteína por hectárea mostró un promedio de 478.8 Kg (21).

La proteína del frijol alado es deficiente en aminoácidos azufrados (40), especialmente metionina, aunque también es baja en cistina (4, 5), pero es rica en lisina (40, 42), que es generalmente deficiente en los cereales. Las hojas poseen de 5 a 15% de proteína (40).

Los tubérculos pueden llenar una función importante en las dietas de los trópicos húmedos que se caracterizan por su bajo contenido proteico (40), porque la raíz o tubérculo del frijol alado contiene de 15 a 30% de proteína en base seca (3, 5, 31). Si se asume 10% de proteína para tubérculos frescos se obtendría de 553 a 1,175 Kg/Ha de proteína, mientras que el camote (Ipomoea batata) (L) Lam. bajo condiciones experimentales en Aiyura, Nueva Guinea, produce 13,444 Kg/Ha de tubérculo fresco y asumiendo un contenido de 1.5% promedio de proteína proporcionarfa 202 Kg/Ha de proteína. Además, debe agregarse la proteína de los ejotes, hojas, flores y granos del frijol alado (40, 26).

Se ha informado de rendimientos de 2,246 a 12,925 Kg/Ha de tubérculo (31), 2 - 3 Ton/Ha (44), 5,533 - 11,754 Kg/Ha (4, 26), en Ibadán, Nigeria, en pequeñas plantaciones 600 - 1,300 Kg/Ha de tubérculos frescos y en Burma ha sobrepasado 4 Ton/Ha (40).

El contenido de aceite de la semilla mostró un promedio de 16.79%

previo de las semillas en agua antes de la cocción mejora la digestibilidad. El autoclaveado de las semillas incrementa la digestibilidad a 84.3%; la extracción con éter resulta en una digestibilidad de 72.2%, los procesos térmicos en seco 71.6% y las semillas crudas muestran 70.7% (11). El tratamiento con calor elimina los inhibidores de enzimas proteolíticas, mejorando así la digestibilidad de la proteína (11). Se obtuvo una fracción de proteína (Psophocarpin B) al demostrar la actividad de la antiproteinasa (28).

En adición, la semilla es rica en tocoferol, antioxidante que aumenta la utilización de la vitamina A en el cuerpo; esta última es deficiente en la mayoría de las dietas de los países subdesarrollados (40).

El frijol alado es nutricional y toxicológicamente superior a la soya (6); en lo que a volumen de consumo respecta, el frijol alado duplica el de la soya, ya que del frijol alado se consume toda la planta (41).

III. OBJETIVOS

1. Determinar el comportamiento agronómico de 14 variedades de frijol alado.
2. Determinar la variabilidad en el contenido de nutrientes, en especial proteína, de las semillas, vainas y tubérculos.
3. Seleccionar las variedades que prometen los más altos rendimientos y la mayor cantidad de nutrientes por unidad de área sembrada.

IV. HIPOTESIS PLANTEADAS

En base a la revisión de literatura, las hipótesis planteadas para ser probadas en la realidad son las siguientes:

Hipótesis I

El rendimiento en Kg/Ha de cada una de las 14 variedades, estadísticamente no presentará diferencias significativas.

Hipótesis II

El porcentaje de nutrientes, y en particular proteína, deberá ser estadísticamente igual en las 14 variedades estudiadas.

V. MATERIALES Y METODOS

I. Localización

El presente estudio se localizó en terrenos de la finca "El Paraíso", del municipio de Patulul, del departamento de Suchitepéquez, en el meridiano 91°11' oeste y paralelo 14°43' norte.

La altura sobre el nivel del mar es de 250 m, con una precipitación pluvial durante el experimento, de 558 mm con 27 días de lluvia y un promedio de 20.67 mm por día, con un máximo en el mes de abril de 332 mm durante 15 días llovidos y un mínimo en el mes de enero de 0.00 mm de lluvia. Las temperaturas absolutas fueron de 26.7°C como promedio, con una mínima de 21.1 y una máxima de 32.2°C, de acuerdo a los datos tomados de la estación meteorológica Cocales Tipo C, muy cercana al lugar donde se realizó el experimento (20).

La siembra fue de verano, o sea con aplicación de riego por gravedad.

2. Variedades estudiadas

Se utilizaron 15 variedades de frijol alado, siendo estas: UPS 31, UPS 32, UPS 45, UPS 47, UPS 53, UPS 62, UPS 99, UPS 102, UPS 121, UPS 122, LBN c.1, LBN c.3, TPT 1, Tailandia y Chimbú, sin embargo, por no haberse recibido cantidad suficiente de semilla de la variedad Chimbú, el experimento no incluyó las quince variedades como se había planeado, sino únicamente se informan resultados de catorce.

3. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue el correspondiente al de Bloque al Azar (34) que se describe por el modelo:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

en donde X_{ij} = observación en la i ésima repetición y j avo tratamiento

μ = media

α = repeticiones

β = tratamientos

ϵ_{ij} = error experimental que se distribuye $(0, \sigma^2)$

i = 1.....4

j = 1, 2,.....14

Esquemáticamente se aprecia en la Figura 2 la distribución final de las variedades estudiadas.

La unidad experimental consistió en 2 surcos de 5 metros de largo cada uno, espaciados entre sí a 0.50 m y una distancia entre plantas de 0.25 m como parcela bruta, tal como se aprecia en la Figura 3. Como parcela neta se tomaron 3 metros de cada surco descontando 1 metro por cabeceras.

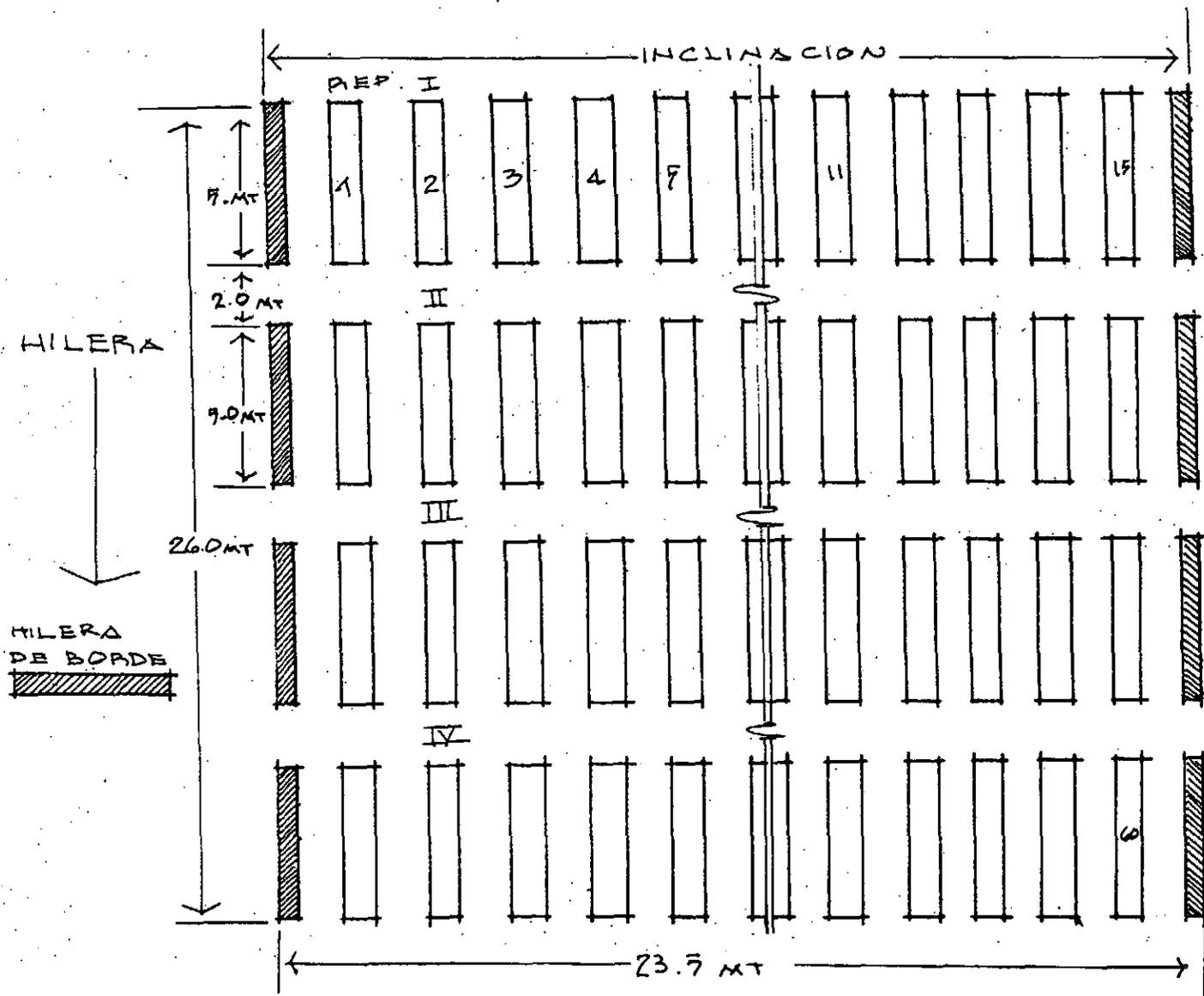


FIG 2. DISEÑO EXPERIMENTAL USADO EN EL

ESTUDIO

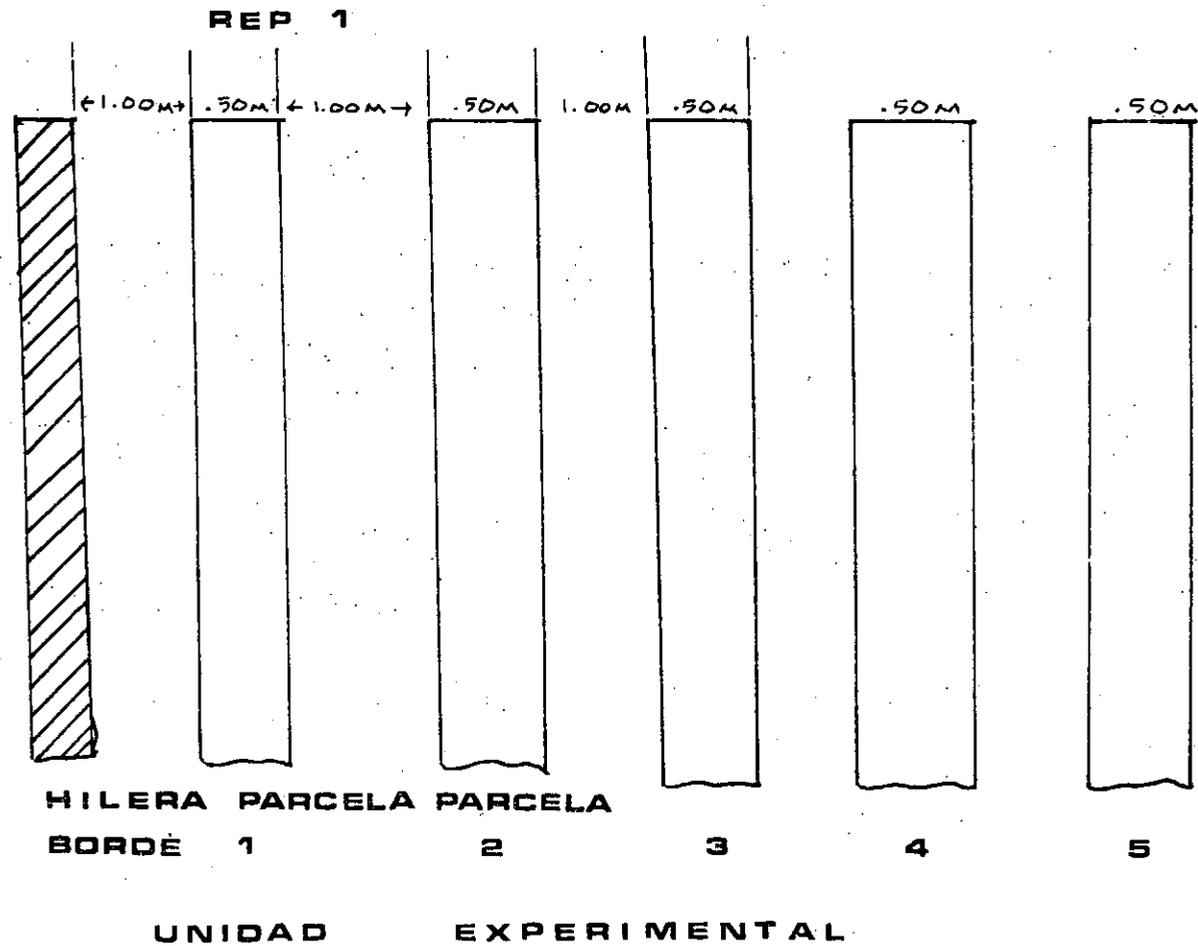


FIG 3 DETALLE DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES

4. Manejo del experimento

El terreno se preparó con un paso de arado y dos pasos de rastra cruzada para obtener un mullido fino. Seguidamente se hicieron tabloncillos que permitieran aplicar riego por gravedad habiendo quedado los mismos de 5 metros de largo por 0.5 m de ancho y con una altura de 0.25 m.

Previo a la siembra, en cada postura se depositó una pizca (lo que toman las yemas de los dedos) de un inoculante conocido comercialmente por Nitragina (Rhizobium sp) que para una mejor y más fácil aplicación se diluyó a razón de 0.9 gr del producto por 200 gr de arena húmeda, habiéndose tapado ligeramente para evitar el efecto del ambiente sobre la bacteria. A continuación se depositaron tres semillas por postura, que quedaron aproximadamente a 4 ó 5 cms de profundidad.

A los 21 días después de la siembra, se procedió a hacer un raleo de plantas, habiendo dejado una sola planta por postura ya que el desarrollo vegetativo de este material genético es exuberante y vigoroso.

Inmediatamente después del raleo, se procedió a fertilizar con una mezcla de 46 Kg de fertilizante de fórmula 15-15-15 con 18 Kg de sulfato de amonio (21-0-0) a razón de 10 gr por postura.

El riego se realizó por gravedad en función de la precipitación pluvial existente, lo que motivó que éste fuera de dos veces por semana y de una vez por semana respectivamente.

El control de plagas se realizó dependiendo de la incidencia de las mismas, habiéndose aplicado Aldrin durante la germinación para el control de himenópteros (zompopos y hormigas). Luego durante el desarrollo del cultivo se presentaron tortuguillas, mosca blanca, gusano elotero y medidor, los que se controlaron con aplicaciones de Folidol y Metasixtox a razón de 1.5 lt y 1 lt por manzana respectivamente. No se utilizó producto químico alguno para controlar enfermedades. Las malezas fueron

controladas manualmente en los momentos que se consideró necesario. Finalmente, puesto que el frijol alado es de hábito de crecimiento del tipo trepador, se hizo un soporte por cada unidad experimental, cuyas características se muestran en la Figura 1.

La cosecha se realizó manualmente y de acuerdo a como se presentó la maduración de la vaina, lo que permitió hacerlo semanalmente considerando como parámetros agronómicos el número de vainas, peso total de las mismas y peso neto del grano.

5. Métodos de Análisis Químicos

En seis de las variedades de frijol alado, tomadas al azar, se les realizó el análisis proximal completo; se determinó la proteína de grano de las sesenta parcelas, la grasa de cada variedad tomando una mezcla representativa de las cuatro repeticiones, la proteína de hojas, tubérculos y vainas para cada variedad, en todas se usó la metodología AOAC (1). De las variedades que mostraron el mayor contenido de proteína en la semilla, se seleccionaron cinco (TPT 1, UPS 122, UPS 31, Indonesia 1 y UPS 121), para determinar su patrón de aminoácidos empleando para este propósito el autoanalizador Technicon.

Todas las variedades con sus réplicas fueron analizadas para conocer su contenido de inhibidores de tripsina empleando el método de Kakade y colaboradores (23).

6. Metodología de Interpretación de resultados

La interpretación de resultados se efectuó siguiendo el modelo descrito (34) y que corresponde al siguiente esquema estadístico.

Fuentes de Variación	GL	E(CM)
Total	55	
Repeticiones	3	$\sigma_e^2 + j \sigma^2_{res.}$
Tratamiento	13	$\sigma_e^2 + i \sigma^2_{trat.}$
Error	39	σ_e^2

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

1. De los rendimientos.

En el Cuadro 1 se presentan los rendimientos de grano por variedad, expresados en Kg/Ha al 14% de humedad y una agrupación en un determinado ciclo vegetativo. De esta manera se definieron las variedades de ciclo corto cuando su cosecha se inició antes de los 90 días después de la siembra; las variedades de ciclo intermedio cuando su cosecha se inició entre los 90 y 100 días después de la siembra; y finalmente las variedades de ciclo largo, cuando su cosecha se inició posteriormente a los 100 días después de la siembra; esta agrupación se ilustra en la Gráfica 3. Asimismo, se presentan las medias de rendimiento por ciclo vegetativo y el coeficiente de variación (CV %) que se encuentra dentro de los rangos permitidos para este tipo de estudio.

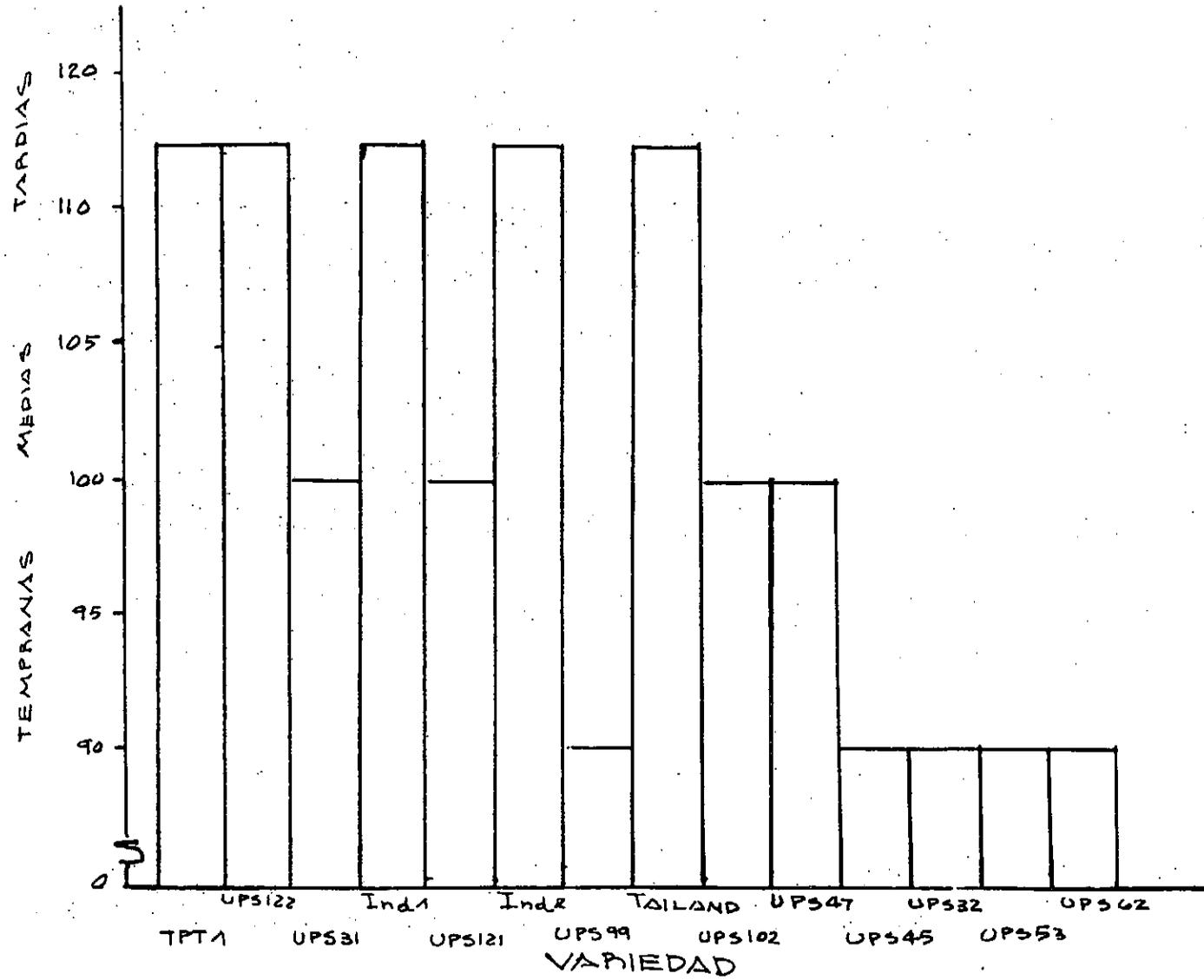
En relación a las medias de rendimiento, puede observarse en el Cuadro 1 que la del grupo de ciclo largo es la mayor, del orden de 2,151.33 Kg/Ha que supera en 1,012.66 Kg/Ha a la media del grupo de las variedades de ciclo corto y en 892.16 Kg/Ha a la del grupo de variedades de ciclo intermedio.

Entre el grupo de variedades de ciclo intermedio, la de mayor rendimiento fue UPS 121 con 1,910 Kg/Ha en contra de UPS 47 con 750 Kg/Ha

CUADRO I. RENDIMIENTOS DE GRANO EXPRESADOS EN KG/HA AL 14% DE HUMEDAD Y AGRUPACION
 POR CICLO VEGETATIVO DE 14 VARIETADES DE FRIJOL ALADO

CICLO CORTO		CICLO INTERMEDIO		CICLO LARGO	
VARIEDAD	KG/HA	VARIEDAD	KG/HA	VARIEDAD	KG/HA
UPS 53	1,363.33	UPS 31	966.67	UPS 122	1,766.67
UPS 62	1,330.00	UPS 102	1,440.00	LBN c.3	853.33
UPS 45	743.33	UPS 121	1,910.00	TPT 1	2,860.00
UPS 32	1,000.00	UPS 47	720.00	Tailandia	3,403.33
UPS 99	<u>1,256.67</u>				<u>1,873.33</u>
\bar{x}	1,138.67		1,259.17		2,151.33
%	25.03		27.68		47.29
CV(%)	20.40				
Tukey (w)	277.47				

DIAS SIEMBRA COSECHA



DIAS NECESARIOS PARA COSECHA DE 14 VARIEDADES

GRAFICA 1

DE FRIJOL ALADO

que da lugar a una diferencia neta de 1,190 Kg/Ha entre ellas.

Entre las variedades de ciclo corto, la UPS 53 y UPS 62 presentaron los más altos rendimientos en el orden de 1,363.33 Kg/Ha y 1,330 Kg/Ha respectivamente en contra de UPS 45 que rindió 743.33 Kg/Ha que la hace la de menor rendimiento entre su grupo y a nivel general como una de las variedades que menos rindió junto con UPS 47 y LBN c.3.

En general, Tailandia y TPT 1 son las variedades de mayor rendimiento observado en el grupo de ciclo largo, UPS 121 y UPS 102 en el grupo de ciclo intermedio y UPS 53 y UPS 62 en el grupo de ciclo corto.

Todos los rendimientos observados en este estudio, se encuentran dentro de los rangos que varios autores (40, 21, 26, 31, 44) han informado como obtenibles para distintas variedades de frijol alado estudiadas, así como para las distintas localidades involucradas respectivamente.

2. Del análisis de varianza a rendimientos y la prueba múltiple de medias.

En el cuadro 2 se muestran los resultados del análisis de varianza realizado a los rendimientos de grano observados por variedad, así como los resultados de la prueba múltiple de medias que para este caso particular corresponde a Tukey, que por ser una prueba estricta para definir diferencias significativas, permitiría seleccionar con mayor confiabilidad una o varias variedades con buenas características de rendimiento.

Se observa en el Cuadro 2, que el efecto para repeticiones no fue significativo lo cual indica que bien pudo haberse utilizado un diseño experimental que no tuviera bloques dentro de su conformación. El efecto para tratamientos fue significativo a una probabilidad de cometer error tipo I de 0.01 y puesto que la prueba de F permite conocer que dentro de la variable estudiada cuando hay significancia la misma se debe

CUADRO 2. RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA REALIZADO A RENDIMIENTO EN GRANO DE LAS VARIETADES DE FRIJOL ALADO ESTUDIADAS, Y COMPARACION MULTIPLE DE MEDIAS DE RENDIMIENTO

FUENTES DE VARIACION	GL	CM	Fc
Rep.	3	9,202.93	1.05 NS
Trat.	13	223,374.5	25.4 **
Error	39	8,792.44	
Total	55		

NS = No. significativo
 ** Significativo a un nivel de probabilidad de cometer error tipo I de 0.01

VARIEDAD	Kg/Ha	SIGNIFICANCIA
Tailandia	3,403.33	a
TPT 1	2,860.00	b
UPS 121	1,910.00	c
LBN c.1	1,873.33	c d
UPS 122	1,766.67	c d
UPS 102	1,440.00	c d
UPS 53	1,363.33	c d
UPS 62	1,330.00	c d
UPS 99	1,256.67	c d
UPS 32	1,000.00	c d
UPS 31	966.67	d
LBN c.3	853.33	
UPS 45	743.33	
UPS 47	720.00	

a que al menos una variedad es diferente a las demás, se hace necesario usar una prueba múltiple de medias para definir exactamente la o las variedades de mejor rendimiento.

De acuerdo a lo anterior, en el Cuadro 2 se anotan los resultados de la prueba de Tukey, habiéndose definido que en cuanto a rendimiento la variedad Tailandia es la mayor y estadísticamente diferente a las demás. Le sigue la variedad TPT I que también tiene un rendimiento alto, a su vez éste es estadísticamente diferente a las variedades restantes.

Del grupo de variedades restantes que se consideran como de rendimiento estadísticamente no diferentes entre sí, es de hacer notar que la de mayor rendimiento es una variedad de ciclo intermedio como lo es la UPS 121 y ocupando las posiciones inferiores se encuentran la totalidad de las variedades de ciclo corto, con rendimientos menores a 1,440 Kg/Ha.

3. De los porcentajes de proteína.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de los análisis de contenido de proteína, expresados en porcentaje, para grano, hojas, tubérculos, vainas y total de la planta. Asimismo, los resultados del análisis de varianza a los contenidos de proteína en el grano, expresados en términos de cuadrados medios y sus F estimadas, que permiten observar una diferencia altamente significativa para variedades así como para repeticiones.

En relación a proteína (%) en el grano, en el Cuadro 3 se observa que en las variedades de ciclo largo es donde se obtiene la mayor media de porcentaje proteínico, seguida por la media de las variedades de ciclo intermedio y por último las de ciclo corto con la menor media. Den-

CUADRO 3. CONTENIDO DE PROTEINA EN GRANOS, HOJAS, TUBERCULOS Y VAINAS DE FRIJOL ALADO, EXPRESADO EN BASE SECA

	VARIEDAD	PROTEINA GRANO %	PROTEINA HOJAS %	PROTEINA TUBERCULO* %	PROTEINA VAINA %	PROTEINA TODAS LAS PARTES %
CICLO CORTO	UPS 53	32.67	22.15	9.69	8.7	73.21
	UPS 62	32.65	15.75	9.61	10.6	68.61
	UPS 45	33.27	19.05	---- **	6.40	58.72 *
	UPS 32	32.92	15.08	9.46	6.30	63.76
	UPS 99	34.14	23.13	17.38	5.40	80.05
	\bar{x}		33.13	19.03	11.54	7.48
	%	32.30	29.86	24.61	35.53	29.69
CICLO INTERMEDIO	UPS 31	35.38	18.18	11.92	7.1	72.58
	UPS 102	33.77	20.55	19.60	8.8	82.72
	UPS 121	34.68	20.56	19.14	5.6	79.98
	UPS 47	33.49	23.62	13.24	7.1	77.45
	\bar{x}		34.33	20.73	15.98	7.15
	%	33.46	32.52	34.08	33.97	33.70
CICLO LARGO	UPS 122	35.53	22.77	17.06	6.5	81.86
	LBN c.3	34.54	24.89	20.40	9.1	88.93
	TPT 1	36.37	25.43	16.74	4.4	82.94
	Tailandia	33.81	23.40	20.59	5.6	83.40
	LBN c.1	35.38	23.42	22.05	6.5	87.35
	\bar{x}		35.13	23.98	19.37	6.42
	%	34.24	37.62	41.31	30.50	36.60

* De la misma planta, antes descrita; no hubo trabajos para obtener solo tubérculo.

** No se obtuvo.

CME: 0.47; CMTrat: 6.57; CMRep: 1.80; FTrat 0.05: 13.97*; FRep 0.05=3.83*

tro del grupo de variedades de ciclo largo, la variedad TPT 1 mostró el mayor contenido de proteína, del orden de 36.37% mientras que la variedad Tailandia a pesar de haber sido más rendidora en grano, para proteína presentó un contenido de 33.81% que es menor al promedio observado y, a su vez, estadísticamente significativa y diferente a la TPT 1. Sin embargo, de acuerdo a varios autores (42, 31) Tailandia tiene un porcentaje de proteína que está dentro del rango permitido, mientras que TPT 1 tiene un porcentaje de proteína superior al extremo más alto del rango que los autores mencionados (42, 31) proponen. Dentro de las variedades de ciclo intermedio la variedad de mayor rendimiento en grano, o sea la UPS 121, presentó un contenido de proteína que la coloca en el extremo superior al rango de 33-34% (42, 31).

Dentro del grupo de variedades de ciclo corto, la variedad UPS 53 y la UPS 62 presentaron contenidos de proteína similares y menores al extremo inferior del rango antes señalado (42, 31) habiendo sido superadas por UPS 99 que presentó 34.14% de proteína, que es estadísticamente significativa y diferente al porcentaje presentado por las variedades mencionadas para este grupo.

En cuanto al porcentaje de proteína estimado de la hoja de las variedades de frijol alado involucradas en este estudio, se nota en el Cuadro 3 que los correspondientes promedios de acuerdo al ciclo vegetativo de 19.03, 20.73 y 23.98 para corto, intermedio y largo respectivamente, superan al extremo superior del rango que según (40) es permisible para esta parte de la planta y que se define en 5-15%.

En las variedades de ciclo largo, la TPT 1 es la de mayor contenido de proteína en la hoja con 25.43%; la de ciclo intermedio UPS 47 presentó el mayor contenido del orden de 23.62, pero su rendimiento en grano

es el más bajo con 720 Kg/Ha de todas las variedades estudiadas, lo cual la hace ser desechada como variedad de futuro. Le sigue UPS 121 con 20.56% de proteína en la hoja.

Entre las variedades de ciclo corto la mayor en porcentaje de proteína en hoja es UPS 99 con 23.13%, seguida por UPS 53 con 22.15%. La variedad UPS 62 es una de las que menos contenido de proteína en hoja presenta y, a la vez, tiene bajo el porcentaje de proteína en grano, lo cual permite tener reservas acerca de su comportamiento a nivel nutricional.

En relación al porcentaje de proteína en tubérculos, el rango permisible es de 17 a 30% según varios autores (4, 5, 31), por lo que al observar en el Cuadro 3 se nota que en promedio solamente las variedades de ciclo largo superan en 2.37% al extremo inferior del rango anotado. En general, Tailandia, UPS 121 y UPS 99 superan este extremo del rango establecido en 17% mientras que TPT 1, UPS 53 y UPS 62 no lo llegan a superar.

Referente al porcentaje de proteína en la vaina el comportamiento de los tres grupos es diferente a lo que se ha observado para las otras variables, pues en este caso las variedades de ciclo corto presentan el mayor promedio del orden de 7.48% seguidas por ciclo intermedio con 7.15% y al final las de ciclo largo con 6.45%. En general, las variedades que menor contenido de proteína en la vaina presentan son Tailandia, TPT 1, UPS 121 y UPS 99 que, a su vez, presentan los mayores valores para porcentaje de proteína del grano, hoja y tubérculos, lo cual hace pensar que estas variedades tienden a acumular proteína en partes que pueden ser de mayor uso.

Al observar en el Cuadro 3 el porcentaje de proteína de todas las par-

tes de las plantas, se nota que Tailandia, TPT 1, UPS 121 y UPS 99 tienen contenidos aceptables. En el caso de UPS 99 es interesante hacer mención que supera en porcentaje de proteína a UPS 53 y UPS 62 y aunque su rendimiento es menor al de estas últimas de acuerdo a la prueba múltiple de medias, éste no es estadísticamente diferente lo cual hace pensar en seleccionar esta variedad de ciclo corto por su característica nutricional y no por su característica agronómica (rendimiento en grano).

En cuanto al contenido de proteína en grano y tubérculo de algunas de las variedades de frijol alado estudiadas y su relación con el contenido de proteína en grano y tubérculo o raíz de otras leguminosas, en las Gráficas 1 y 2 se puede observar gráficamente los beneficios nutricionales de las variedades de frijol alado involucradas.

4. Del porcentaje de grasa, número de vainas/Ha y peso de 100 semillas.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de las determinaciones de porcentaje de grasa; el número de vainas cosechadas por hectárea y el peso de 100 semillas expresadas en gramos.

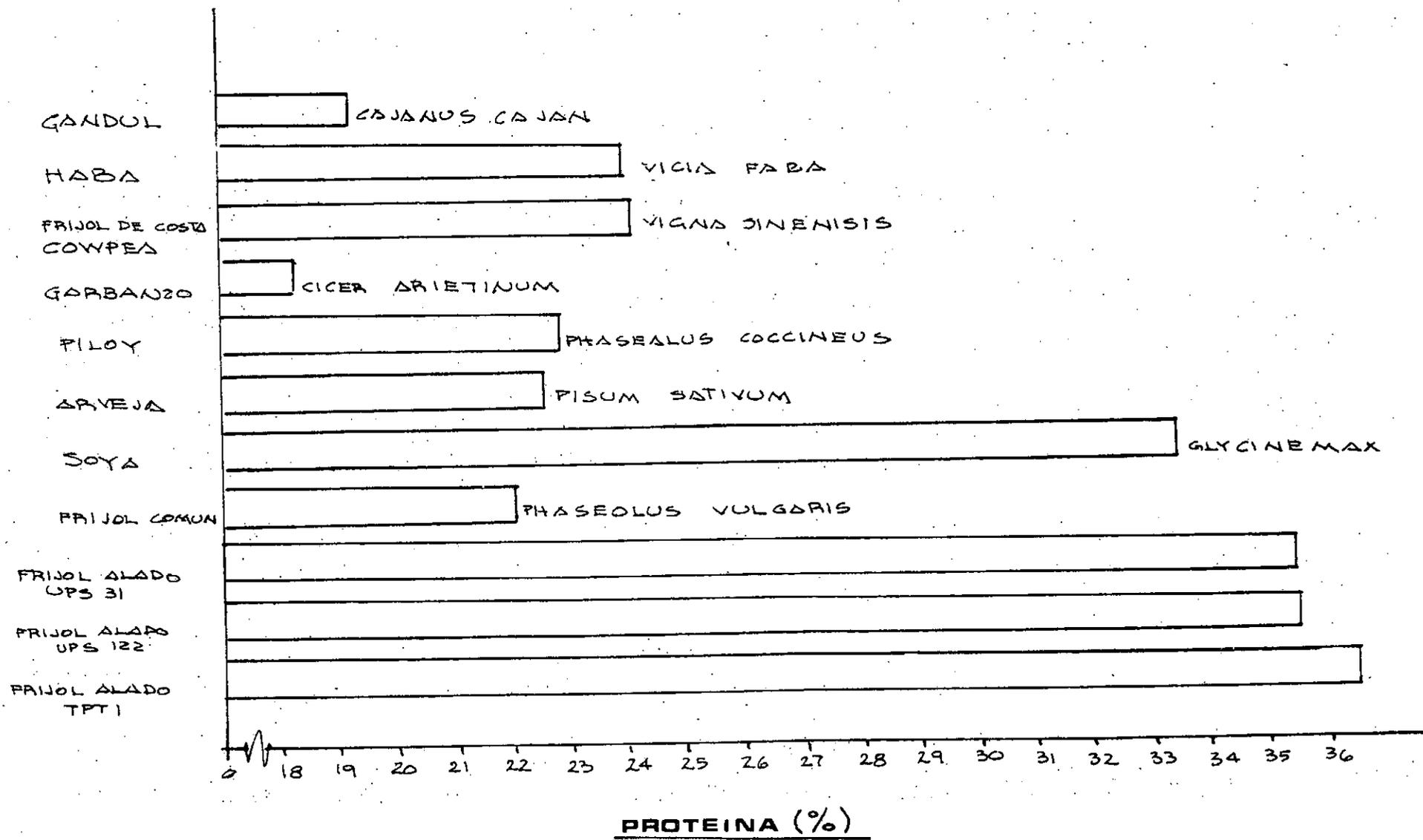
Con respecto al contenido de grasa expresado en porcentaje, se nota en el Cuadro 4 que las variedades de ciclo largo presentan el menor promedio en porcentaje de grasa del orden de los 15.74% que en términos generales es un 3% menor que el que presentan las variedades de ciclo intermedio y corto respectivamente.

Dentro de las variedades de ciclo largo, se nota en el Cuadro 4 que la TPT 1 es la que presenta el menor contenido de grasa del orden de 14% y esta misma variedad, de acuerdo al Cuadro 3 presenta el mayor contenido de proteína con 36.37%. En las variedades de ciclo intermedio, UPS 121 presenta el menor porcentaje de grasa y en cuanto a proteína, su grupo presenta un alto contenido. En el ciclo corto, UPS 99 muestra el

CUADRO 4.

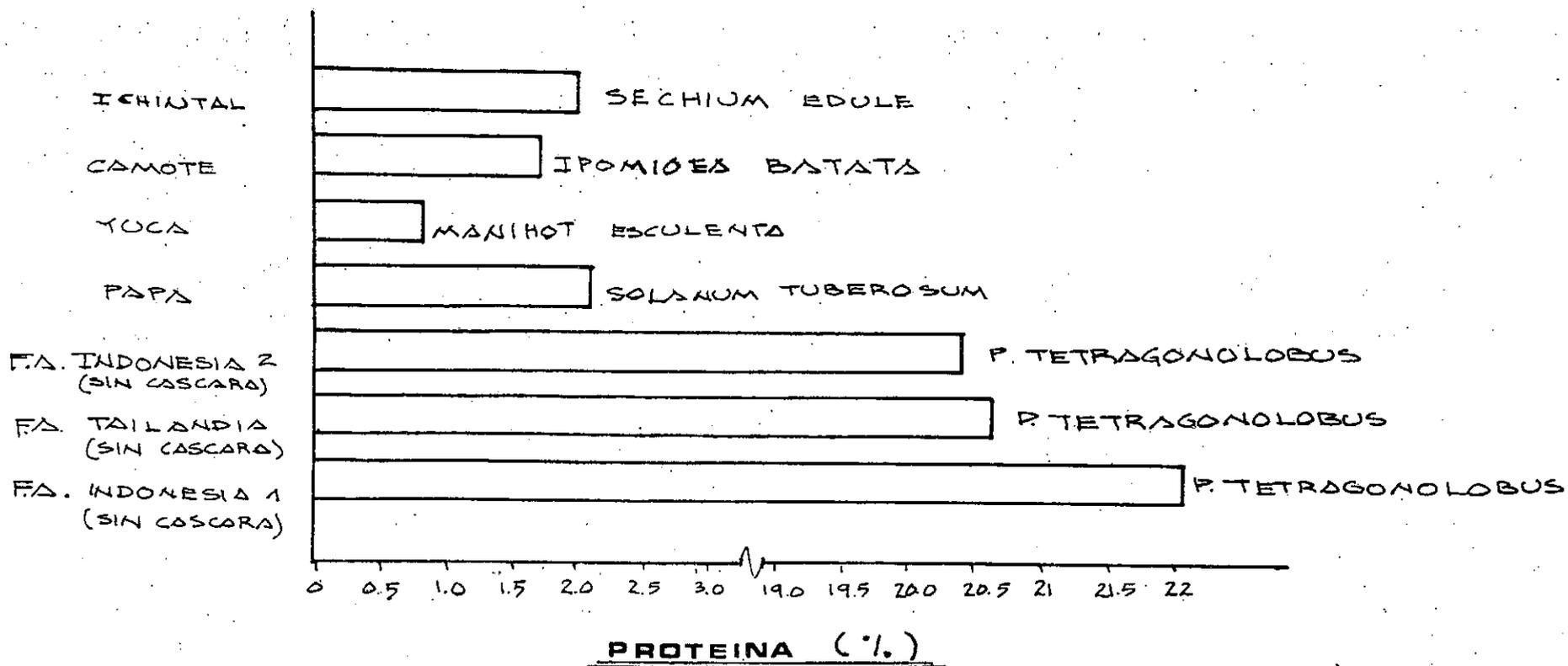
CONTENIDO DE GRASA EN SEMILLAS DE FRIJOL ALADO EXPRESADO EN BASE SECA;
 NUMERO DE VAINAS/Ha; PESO DE 100 SEMILLAS EN GRAMOS

	VARIEDAD	GRASA %	No VAINAS/Ha	100 SEMILLAS g.
CICLO CORTO	UPS 53	19.10	536.67	26.50
	UPS 62	18.40	630.00	25.25
	UPS 45	18.30	390.00	21.25
	UPS 32	18.7	423.33	23.75
	UPS 99	17.2	513.33	28.25
	\bar{X}	18.34	498.67	25.00
	%	34.96	27.06	29.77
CICLO INTERMEDIO	UPS 31	18.8	570.00	23.75
	UPS 102	19.2	900.00	24.00
	UPS 121	17.3	590.00	32.00
	UPS 47	18.2	363.33	22.80
	\bar{X}	18.38	605.83	25.64
	%	35.04	32.88	30.53
CICLO LARGO	UPS 122	17.7	503.33	32.50
	LBN c.3	15.6	190.00	41.00
	TPT 1	14.0	813.33	31.00
	Tailandia	16.5	1,100.00	30.50
	LBN c.1	14.9	1,083.33	31.75
	\bar{X}	15.74	738.00	33.35
	%	30.00	40.05	39.71



GRAFICA 2 CONTENIDO DE PROTEINA DE GRANOS DE DIFERENTES

LEGUMINOSAS (14, 18, 19, 22, 36)



GRAFICA 3 CONTENIDO DE PROTEINA DE VARIAS RAICES

COMESTIBLES (14, 22)

menor porcentaje de grasa (17.2%) mientras que según el Cuadro 3, esta variedad muestra el mayor contenido de proteína (34.14%) para su grupo. Estos tres casos reflejan que existe una relación inversa de proteína-grasa, o sea que a mayor contenido de una de ellas se espera un menor contenido de la otra y viceversa. Para confirmar esta observación, se realizó una correlación cuyo resultado determinó un $r = -0.6426$ que es significativo y negativo a un nivel de cometer error tipo I de 0.05. Este resultado está de acuerdo a lo expresado (B), pues si se considera el comportamiento de UPS 102 se nota que tiene 19.2% grasa que es el mayor para su grupo y en el Cuadro 3 aparece con 33.77% de proteína en el grano, que es el menor porcentaje para su grupo. En este caso mayor grasa-menor proteína. Otro ejemplo idéntico al anterior es el comportamiento de UPS 53; LBN c.1 con 14.9% de grasa y 35.38% de proteína contra UPS 47 con 18.2% de grasa y 33.49% de proteína. En todos los ejemplos se cumple el efecto del signo negativo obtenido al estimar el r de la correlación.

En relación al número de vainas/Ha, en promedio éste fue mayor para las variedades de ciclo largo y menor en las variedades de ciclo corto, posiblemente a que siendo mayor el ciclo vegetativo hay un mejor aprovechamiento de agua, luz, nutrientes, etc. y, por lo tanto, un mejor desarrollo de las plantas en general.

El peso de 100 semillas, en promedio fue mayor para las variedades de ciclo largo tal como se observa en el Cuadro 4, mientras que las variedades de ciclo corto presentan el menor promedio del orden de 25 gramos por cada 100 semillas pesadas.

B: Dr. R. Bressani. Comunicación personal.

5. Del análisis proximal de la semilla.

En el Cuadro 5 se presentan los resultados del análisis proximal de la semilla de 6 variedades de frijol alado involucradas en este estudio y que fueron seleccionadas al azar del total de variedades.

El objeto de este análisis fue el de obtener un índice promedio de la composición química proximal del cultivo de frijol alado sin considerar el efecto de variedad o ambiente y el mismo se presenta en el Cuadro 5 en la columna correspondiente a promedio (\bar{X}), notándose el alto contenido de proteína que este cultivo presenta y que lo hace ser potencial para ser usado en la dieta de la población.

6. Del análisis de contenido de aminoácidos e inhibidores de tripsina.

En el Cuadro 6 se presenta los resultados del análisis del contenido de aminoácidos de 5 variedades de frijol alado tomadas al azar, así como un promedio de las mismas en donde al compararlo con el patrón FAO, se observa que el frijol alado tiene contenidos menores a este patrón en los aminoácidos metionina y leucina. También el frijol alado puede presentar valores menores al del patrón de referencia para el aminoácido triptofano que, sin embargo, en la práctica se puede considerar como una posible fuente de este aminoácido. Todos los demás aminoácidos considerados superan los valores del patrón lo cual coloca en buena posición nutricional al frijol alado.

En relación a los inhibidores de tripsina, en el Cuadro 7 se presentan los resultados de los análisis realizados al respecto. Se conoce que los inhibidores de tripsina son ricos en el aminoácido metionina, por lo tanto, es de esperarse que un mayor contenido de ellos en el frijol alado, tendrá un mayor beneficio puesto que de acuerdo al Cuadro 6 está demostrada la defi-

CUADRO 5.

COMPOSICION QUIMICA PROXIMAL DE LA SEMILLA DE 6 VARIETADES DE FRIJOL ALADO
ESCOGIDAS AL AZAR (g/100g).

Componente	Indone- sia 1	CICLO LARGO		CICLO INTERMEDIO		CICLO CORTO		X
		UPS 122	Indone- sia 2	UPS 102	UPS 45	UPS 99		
Humedad	10.2	10.0	10.2	9.7	9.5	9.7	9.9	
Extracto etéreo	14.9	17.7	15.6	19.2	18.3	17.2	17.2	
Fibra cruda	9.1	6.5	6.8	6.5	7.0	6.7	7.1	
Nitrógeno	5.66	5.68	5.52	5.39	5.32	5.46	5.54	
Proteína (N X 6.25)	35.4	35.5	34.5	33.7	33.3	34.1	34.6	
Cenizas	3.4	3.6	3.9	3.6	3.6	3.5	3.6	
Extracto Libre de Nitrógeno	27.0	26.7	29.0	27.3	28.3	28.8	27.6	

CUADRO 6. CONTENIDO DE AMINOACIDOS DE CINCO VARIETADES DE FRIJOL ALADO
TOMADAS AL AZAR g AA/16 g N

Aminoácido	TPT 1	CICLO LARGO			CICLO INTERMEDIO		\bar{X}	Patrón FAO
		UPS 122	Indone- sia 1	Thai- landia	UPS 121			
Acido aspártico	10.3	9.1	8.9	9.9	8.7	9.4		
Treonina	2.7	2.6	2.2	2.8	2.5	2.6	2.8	
Serina	2.6	2.6	2.6	2.4	2.2	2.4		
Acido glutámico	16.2	12.4	13.6	13.3	14.5	14.0		
Prolina	5.8	4.4	5.3	5.9	5.4	5.4		
Glicina	4.7	4.7	4.2	5.1	4.8	4.7		
Alanina	4.4	3.2	4.0	4.2	4.8	4.1		
Valina	5.6	5.3	4.8	6.0	5.5	5.4	4.2	
Metionina	0.2	0.4	0.3	0.2	0.5	0.3	2.2	
Isoleucina	3.0	2.1	2.0	2.6	2.8	2.5	4.2	
Leucina	10.2	8.0	8.0	10.2	9.6	9.2	4.8	
Tirosina	3.6	3.8	4.0	3.9	3.8	3.8	2.8	
Fenilalanina	4.9	3.8	3.8	4.0	4.6	4.2	2.8	
Lisina	6.2	5.2	6.4	8.0	7.0	6.6	4.2	
Histidina	3.0	2.0	2.6	2.6	3.0	2.6		
Arginina	5.2	4.8	5.2	5.8	6.1	5.4		
Triptofano **						1.0	1.4	
Total azufrados							4.2	
Total aromáticos							5.6	

** = Tomado de Cerny y colaboradores, 1971.

CUADRO 7. RESULTADOS DE INHIBIDORES DE TRIPSINA DE 14
VARIETADES DE PSOPHOCARPUS TETRAGONOLOBUS

VARIETADES		UTI/ml.
CICLO CORTO	UPS 53	33.6
	UPS 62	31.8
	UPS 45	35.4
	UPS 32	32.0
	UPS 99	32.3
	\bar{X}	33.02
	%	35.33
CICLO INTERMEDIO	UPS 31	34.3
	UPS 102	33.8
	UPS 121	32.0
	UPS 47	31.4
	\bar{X}	32.88
	%	35.18
CICLO LARGO	UPS 122	31.1
	LBN c.3	26.3
	TPT 1	25.5
	Tailandia	29.6
	LBN c.1	25.3
	\bar{X}	27.56
	%	29.49

UTI = Unidades de tripsina inhibidas.

*** = MDS = 4.7 (P/0.05). Promedio de 4 réplicas.

ciencia que de este aminoácido presenta el frijol alado. Así pues, de acuerdo al Cuadro 7, las variedades agrupadas en ciclo corto presentan en promedio un mayor contenido de estos inhibidores, siendo las variedades de ciclo largo las que para este caso presentan los valores más bajos. Desafortunadamente, las variedades que presentan, en general, los mayores contenidos de inhibidores de tripsina son UPS 45 y UPS 31 que de acuerdo al Cuadro 1 tienen los más bajos rendimientos por lo que son desechadas como variedades prometedoras.

VII. CONCLUSIONES

En base a lo descrito en el capítulo correspondiente y bajo las condiciones que prevalecieron durante la conducción del presente estudio, se puede concluir lo siguiente:

1. De la primera hipótesis.

En general, los rendimientos observados para las variedades en estudio mostraron según el análisis de varianza, una diferencia altamente significativa y de acuerdo a la prueba múltiple de medias la variedad Tailandia y TPT 1 son las de mayor rendimiento. Ambas corresponden a la agrupación de variedades de ciclo largo. Para las variedades de ciclo intermedio UPS 121 es la que presenta mayor rendimiento y para las variedades de ciclo corto UPS 53, UPS 62 y UPS 99 son las de mayor rendimiento observado. Lo anterior permite rechazar la hipótesis planteada.

2. De la segunda hipótesis.

Según el análisis de varianza, el contenido de proteína en grano, vaina,

hoja y tubérculos presentó diferencias altamente significativas, destacándose por su alto contenido de proteína del orden de 36.37% la TPT 1, no así la variedad Tailandia que a pesar de mostrar un buen rendimiento en grano, su contenido en proteína es bajo. Lo anterior aplica a las variedades de ciclo largo, y para las de ciclo intermedio la variedad que destaca es la UPS 121. En las de ciclo corto, la UPS 99 mostró mayores contenidos de proteína en grano, hoja y tubérculos.

Lo anterior permite rechazar la hipótesis planteada.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Cuando se trate de variedades de ciclo largo se sugiere que se seleccione TPT 1 pues mostró rendimiento aceptable del orden de 2,860 Kg/Ha, así como alto valor de proteína (36.37%) y en su defecto, la variedad Tailandia es aceptable con rendimiento de 3,403.33 Kg/Ha y 33.8% de proteína.

En variedades de ciclo intermedio se sugiere la UPS 121 con 1,910 Kg/Ha y 34.68% de proteína en el grano.

En las variedades de ciclo corto, la recomendable es la UPS 99 con rendimientos de 1,256.67 Kg/Ha y 34.14% de proteína en el grano.

2. Colocar un soporte fuerte, preferible material rollizo grueso como se muestra en la Figura 1, pues el desarrollo de la planta es agresivo y supera la altura de 2 metros con buenos tutores.
3. Cosechar semanalmente por la alta dehiscencia de las vainas.

4. Realizar estudios que permitan determinar la estabilidad de las variedades bajo un previo seguimiento científico de su comportamiento.

IX. RESUMEN

El presente estudio se localizó en el meridiano $91^{\circ}11'$ oeste y paralelo $14^{\circ}23'$ norte, a una altura sobre el nivel del mar de 250 m, con una precipitación pluvial de 558 mm y temperatura mínima de 21.1°C y máxima de 32.2°C durante el ciclo de cultivo.

Las variedades estudiadas se clasificaron en ciclo largo con: Tailandia, TPT 1, LBN c.1, LBN c.3 y UPS 122; de ciclo intermedio con UPS 31, UPS 102, UPS 121 y UPS 47 y de ciclo corto con UPS 53, UPS 62, UPS 45, UPS 32 y UPS 99.

El diseño experimental fue el de bloques completos al azar con 4 repeticiones.

De acuerdo a los resultados observados, en relación a rendimiento se seleccionó a Tailandia, que fue la superior con 3,403.00 Kg/Ha, seguida por TPT 1 con 2,860 Kg/Ha, UPS 121 con 1,910 Kg/Ha y UPS 99 con 1,256.67 Kg/Ha.

Según su contenido de proteína, TPT 1 fue la mejor con 36.37%, luego UPS 121 con 34.68%, UPS 99 con 34.14% y finalmente Tailandia con 33.81%.

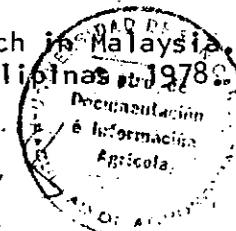
BIBLIOGRAFIA

1. Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis. 7 ed. Washington, 1950. 320 p.
2. BEHAR, M. y BRESSANI, R. Recursos proteínicos en América Latina. Guatemala. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), 1970.
3. BLAGROVE, R. J. and GILLESPIE, J. M. Seed storage proteins of the winged bean (Psophocarpus tetragonolobus) (L) D. C. Parkville, Victoria, Australia. Division of Protein Chemistry, 1978.
4. CERNY, L. et al. Nutritive value of the winged bean (Psophocarpus tetragonolobus). Brit. J. Nutrition. 26: 293, 1971.
5. CERNY, K. and ADDY, H. A. The winged bean in the treatment of kwashiorkor. Brit. J. Nutrition, 29 (1):105. 1971.
6. CLAYDON, A. The nutritional potential of the winged bean plant. Port Moresby, Papua, New Guinea, Chemistry Department, 1976.
7. CULTIVO DEL frijol alado. Noticias Agrícolas (Venezuela) 8(19):73-74. 1978.
8. DRIBON, J. D. and ABORDO, R. A. The winged bean: the future all purpose crop for small farmers of the tropics. College Laguna, Philippines. Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture, 1978.
9. DRINKALL, M. J. False rust disease of winged bean. Faculty of Agriculture, University of Papua New Guinea, 1978.
10. DUNCAN, L. W., CAVENESS, F. E. and PEREZ, A. F. The susceptibility of winged bean to the root-knot nematodes Meloidogyne incognita race 2, and M. javanica. Tropical Grain Legume Bulletin. U. S. Georgia (15):30-34, 1979.
11. EKPENYONG, T. E. and BORCHERS, R. L. Nutritional aspects of the winged bean. Journal of Food Science and Technology. U.S. Nebraska. 16(3):92-95, 1975.
12. ERSKINE, W. and BALA, A. A. Crossing technique in winged bean. Faculty of Agriculture. Port Moresby, Papua, New Guinea. University of Papua, New Guinea, s. f.
13. ESTRADA C., C. Segadilla, frijol alado o frijol volador. Guatemala. Revista Cafetalera 181:26-28, 1979.
14. FLORES, M. L., MENCHU, M. T. y LARA, M. Y. Valor nutritivo de los alimentos para Centro América y Panamá. Guatemala. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), 1971. (Public. INCAP E-530).

15. FLORES, M., BRESSANI, R. y ELIAS, L. G. Factores y tácticas que influyen en los hábitos alimenticios del consumidor. Guatemala. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), 1970.
16. FORTUNER, R., FAUQUET, C. and LOURD, M. Diseases of winged bean in Ivory COAST. Plant Disease Reporter (U.S.A.) 63(3):194-199, 1979.
17. GARCIA, V. V. and PALMER, J. K. Fatty acid composition of the oil of winged bean, (Psophocarpus tetragonolobus) (L) D.C. Journal of the American Oil Chemists Soc., 56:931-932, 1979.
18. GUATEMALA. Frijol en Suroriente. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Septiembre 1979.
19. _____. Semillas mejoradas. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Julio 1975.
20. _____. Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología Estadísticas, 1980.
21. HARDING, J., MARTIN, F. W. and KLEIMAN, R. Seed protein and oil yields of the winged bean in Puerto Rico. Tropical Agriculture, U.S. California. 55 (4):307-314, 1978.
22. INSTITUTO DE Nutrición de Centro América y Panamá. Tabla de composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centro América y Panamá. Guatemala, 1968 (Public. INCAP E-440).
23. KAKADE, M. L., SIMONS, N. and LIEVER, I. E. An evaluation of natural vrs. synthetic substrates of soybean samples. Cereal Chem. 46:518-526, 1969.
24. KEASAVAN, V. and KHAN, T. N. Induced mutations in winged bean (Psophocarpus tetragonolobus): effect of gamma rays and ethyl methane sulphonate Workshop Seminar on the Development of the Potential of the Winged Bean. Los Baños, Philippines. Jan. 1978. ppW1-1-W1-14.
25. KHAN, T. N. Papua, New Guinea: a Center of a Genetic diversity in winged bean; (Psophocarpus tetragonolobus) (L) D.C. Euphytica 25:693-706, 1976.
26. KHAN, T. N., BHON, J. C. and STEPHENSON, R. A. Cultivation of the winged bean in the Papua, New Guinea Highland, World Crops 29:208-216. 1977.
27. KHAN, T. N. and ERSKINE, W. The Adaptation of Winged Bean (Psophocarpus tetragonolobus) (L) D. C. in Papua, New Guinea, Aust. J. Agric. Res. 29:281-9. 1978.
28. KORTT, A. A. Proteinase inhibitors in seeds of the winged bean. (Psophocarpus tetragonolobus) (L) D.C. Tropical Grain Legume Bulletin, Australia. 13-14:44-46, 1978.

29. LAWHEAD, C. W., BENNETT, J. P. and YAMAGUCHI, M. Propagation of winged bean (Psophocarpus tetragonolobus) (L) D.C. by stem cuttings. Tropical Agriculture U.S. California 56(3):271-276, 1979.
30. MARTIN, F. W. and DELPHIN, H. Vegetables for the hot, humid tropics. The winged bean (Psophocarpus tetragonolobus). U.S. Department of Agriculture, Southern Region, 1978.
31. POSPISIL, F., HLAVA, B. and BUESOVA, M. The winged bean, first communication. Prague, Czechoslovakia. Agricultural University. Institute of Tropical and Subtropical Agriculture, 1977.
32. PRICE, F. V. and MUNRO, P. E. Fungi associated with collar root of winged bean in Papua, New Guinea. Trabajo presentado en el Foro de Frijol Alado en Filipinas, 1978.
33. PRICE, F. V. and LINGE, D. S. Studies on the root-knot nematodes of winged bean (Psophocarpus tetragonolobus), in Papua, New Guinea. Tropical Agriculture Papua, New Guinea. 5(4):345-352, 1979.
34. REYES, C. P. Diseño de experimentos agrícolas. México. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, 1977.
35. RUBERTE, R. M. and MARTIN, F. W. Cooking of winged bean seed. Mayaguez: Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico (U.S.A.) 62(4):321-329, 1978.
36. SCOTT, W. y ALDRICH, S. Producción moderna de la soya. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio Sur, 1975.
37. SINNADURAI, S. Studies on winged bean in the Coastal Savannah (Accra Plains) of Ghana. Tropical Grain Legume Bulletin (Nigeria) 10:14-15, 1977.
38. SINGH, D. B., PARVATHA, P. and RAJENDRAN, R. Occurrence of root-knot nematode on winged bean. Current Science (India) 48(10):445-446. 1979.
39. THOMPSON, A. E. and HARYONO, K. Sources of resistance to two important diseases of winged bean, (Psophocarpus tetragonolobus) (L). Horticulture Science. U. S. A. 14(4):532-533, 1979.
40. U. S. A. National Academy of Sciences. The winged bean: a high-protein crop for the tropics, 1975.
41. _____ National Academy of Sciences. Tropical legumes. resources for the future, 1979.
42. _____ National Academy of Sciences. Underexploited tropical plants with promising economic value, 1975.
43. WOOD, C. Agricultura Tropical. México. Centro Regional de Ayuda Técnica. Reverté, 1961.
44. WONG, K. C. Uses and current status of winged bean research in Malaysia. Trabajo presentado en el Foro de Frijol Alado en Filipinas 1978.

Vg Bp
C. J. Ramirez



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE ASESORIA TECNICA
CARRANZA



DR. ANTONIO A. SANDOVAL S.
D E C A N O