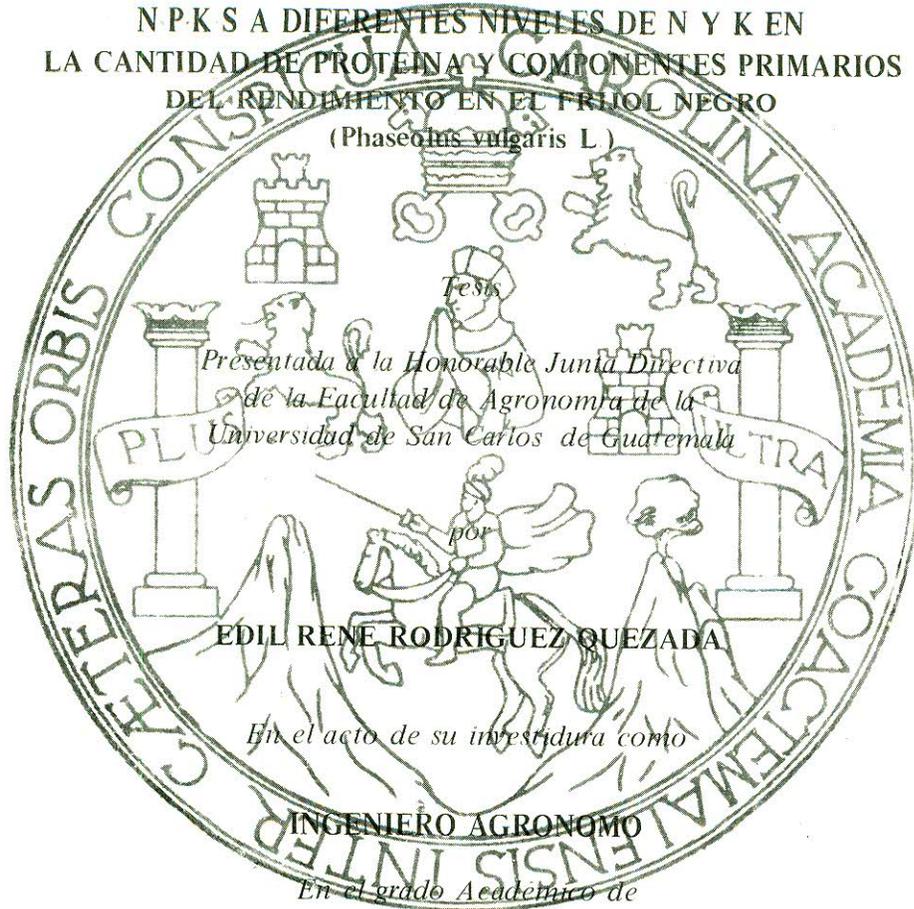


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE LA FERTILIZACION FOLIAR CON  
N P K S A DIFERENTES NIVELES DE N Y K EN  
LA CANTIDAD DE PROTEINA Y COMPONENTES PRIMARIOS  
DEL RENDIMIENTO EN EL FRIJOL NEGRO  
(Phaseolus vulgaris L.)



EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA

*En el acto de su investidura como*

INGENIERO AGRONOMO

*En el grado Académico de*

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

*Guatemala, Abril de 1978*

01  
T(324)  
0.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR  
Lic Saul Osorio Paz

JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Vocal 2o.:	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 3o.:	Ing. Agr. Sergio Mollinedo B.
Vocal 4o.:	Br. Juan Miguel Irias
Vocal 5o.:	P.A. Giovanni Reyes
Secretario:	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Examinador:	Dr. Antonio Sandoval
Examinador:	Ing. Agr. José Castañeda S.
Examinador:	Ing. Agr. Miguel Mansilla
Secretario:	Ing. Agr. Ronaldo Prado R.

Guatemala, Abril de 1978

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador

En cumplimiento a lo establecido en la Ley Organica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "EFECTO DE LA FERTILIZACION FOLIAR CON N-P-K-S A DIFERENTES NIVELES DE N Y K EN LA CANTIDAD DE PROTEINA Y COMPONENTES PRIMARIOS DEL RENDIMIENTO EN EL FRIJOL NEGRO (*Phaseolus vulgaris L*)", con el propósito de cumplir con el requisito previo a optar el título de INGENIERO AGRONOMO.

En espera que el presente trabajo merezca vuestra aprobación, me es grato suscribirme muy respetuosamente,

EDIL RENE RODRIGUEZ QUEZADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....

Guatemala, 6 de abril de 1978.

Señor Decano de la  
Facultad de Agronomía  
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.  
PRESENTE.

Señor Decano:

En atención a la designación que nos hiciera el Decanato bajo su digno cargo; tenemos el honor de informarle que hemos asesorado al Profesor de Educ. primaria EDIL RODRIGUEZ QUEZADA, en la ejecución de su trabajo de tesis de grado titulado: "EFECTO DE LA FERTILIZACION FOLIAR CON N-P-K-S A DIFERENTES NIVELES DE N-K EN LA CANTIDAD DE PROTEINA Y COMPONENTES PRIMARIOS DEL RENDIMIENTO EN FRIJOL NEGRO (*Phaseolus vulgaris* L.)".

Se presenta este trabajo; basado realmente en el método científico y como el segundo de una serie de trabajos proyectados en el Departamento de Edafología de esta Facultad, tendientes todos a efectuar un detenido estudio del efecto de la fertilización foliar en el incremento del porcentaje de proteína y su calidad en el grano de frijol. Consideramos que los resultados del trabajo son satisfactorios y prometen bastante para la agricultura de Guatemala, al dejar abierta una serie de inquietudes científicas en la investigación de granos básicos.-

Por lo anteriormente expuesto opinamos que el trabajo del Profesor Rodríguez Quezada, cumple con los requisitos que debelle-  
nar una tesis de graduación a nivel superior, y en consecuencia re-  
comendamos que el mismo sea aceptado para su discusión en el Exa-  
men General Público que el autor debe sostener en el acto de su  
graduación.-

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....

Es nuestro deseo dejar constancia del entusiasmo y dedicación que el autor de esta tesis manifestó durante la programación y ejecución de este estudio.-

Sin otro particular, nos es grato reiterar nuestras muestras de consideración y aprecio.-

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Dr. Emilio Escamilla E.  
Asesor  
Investigador Depto. de Suelos

  
Ing. Agr. Salvador Castillo O.  
Asesor  
Director Depto. de Edafología



TESIS QUE DEDICO

*A LA MEMORIA  
DE MI PRIMO:*

*JULIO VIDAL RODRIGUEZ SANTOS*

*DE MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION*

*JORGE MARIO MENENDEZ NIEVES  
HECTOR DAVID SALGUERO VASQUEZ*

## ACTO QUE DEDICO

*A DIOS*

*A MIS PADRES*

*Juan Luis Rodríguez Girón  
Engracia Quezada de Rodríguez*

*A MIS ABUELOS*

*Herculana Girón  
Juan Quezada S.  
Teodoro Rodríguez (Q.E.P.D.)  
Felicita Q. de Quezada (Q.E.P.D.)*

*A MIS HERMANOS*

*Amada Elida  
Freddy Estuardo  
Hugo Eduardo (Glorias al cielo)  
Alvarito (Glorias al cielo)*

*A MIS TIOS Y PRIMOS*

*ESPECIALMENTE A:*

*Ing. Agr. Héber Rodríguez*

*A LA FAMILIA:*

*Menéndez Nieves*

*A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION Y  
TRABAJO*

*A MIS AMIGOS*

DEDICO ESTE TRABAJO

*A LOS AGRICULTORES DE GUATEMALA*

*A JOYABAJ*

*A LA ESCUELA NORMAL CENTRAL PARA  
VARONES*

*A LA FACULTAD DE AGRONOMIA*

*A EL PERSONAL DOCENTE, ADMINISTRATIVO  
Y DE CAMPO DEL DEPARTAMENTO DE  
HORTICULTURA*

## AGRADECIMIENTO

*A mis asesores; Dr. Emilio Escamilla E. y al Ing. Agr. Salvador Castillo por su constante orientación en la realización de este trabajo y sus valiosas enseñanzas en la materia.*

*A la Familia  
García Morales*

*A  
El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP; en especial al Dr. Ricardo Bressani por su valiosa y desinteresada orientación en la determinación bromatológica del grano del frijol para poder cuantificar su contenido de proteína.*

*Al Ing. Agr.  
Silvio Hugo Orozco, Jefe del Programa de frijol. ICTA, al proporcionar el material genético utilizado en este trabajo.*

*A mis compañeros:  
Tulio René García Morales  
Arnulfo Hernández Soto  
Sergio Cotí Pac  
Carlos E. Rossell*

*Al Laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA. En especial al Ing. Mario E. Braeuner por su desinteresada orientación en los análisis de suelos.*

*A todas aquellas personas que en una u otra forma hicieron posible la realización de esta tesis.*

## CONTENIDO

### I INTRODUCCION

### II REVISION DE LITERATURA

1. Contenido de Proteina
2. Componentes del Rendimiento

### III MATERIALES Y METODOS

1. Localizacion
2. Materiales Geneticos
3. Metodología Experimental
4. Practicas Culturales
5. Analisis Estadístico
6. Parametros medidos

### IV RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

### V CONCLUSIONES

### VI RECOMENDACIONES

### VII BIBLIOGRAFIA

## I INTRODUCCION

En nuestro país conforme el tiempo avanza, el problema de la escasez de alimentos básicos fundamentales para la dieta alimenticia de la Población Guatemalteca se agudiza; por lo que se hace necesario la utilización de nuevas técnicas que contribuyan a un incremento de la producción principalmente de granos básicos, con lo cual se estaría solucionando en parte esta situación.

Uno de los cultivos de más relevancia económica en nuestro país es el frijol ya que se ha demostrado por medio de encuestas dietéticas llevadas a cabo por el INCAP en los países de Centro América y Panamá que la totalidad de la población lo consume como fuente de proteína representando hasta un 33o/o del total de proteína ingerida diariamente y por lo tanto ayuda a balancear la dieta humana, ya que sustituye a las escasas proteínas provenientes de animales y pescado que se consumen.

Por otro lado la producción de frijol por unidad de área se mantiene estancada ya que según Gutiérrez (1975), el rendimiento promedio de frijol en América Latina está alrededor de los 600 KG/ha. (9.24 qq/Mz.) Es importante hacer notar que durante 1971 el más bajo rendimiento de Centro América correspondió a Guatemala con 330 Kg/Ha. (5.08 qq/Mz.)

Por estas razones enunciadas se hace necesario la realización de estudios sobre el efecto de las prácticas agronómicas, considerándose fundamental la fertilización foliar como fuente de nutrimentos y sus efectos en el incremento del contenido de proteína en la semilla de frijol y la variación que pueda haber en los componentes primarios del rendimiento como un estudio de carácter científico-exploratorio para determinar el efecto de una práctica más en la orientación de programas de mejoramiento de frijol.

Los objetivos del presente estudio, pretenden evaluar, el

efecto que los nutrimentos N y K (con niveles constantes de P y S en aplicaciones de fertilizante en forma foliar) tienen sobre:

- a) La cantidad de proteína en la semilla de frijol.
- b) Los componentes primarios del rendimiento (W); número de vainas por planta (X); número de semillas por vaina (Y); y peso de semillas (Z).

## II REVISION DE LITERATURA

Freytag, et al (1956) en estudios realizados sobre las propiedades nutritivas del frijol opinan que solo pueden hacer constar que el clima y el suelo si influyen en el contenido de proteina, pero que este depende principalmente de la reaccion individual de la variedad del frijol. Ademas indican que la variacion en el contenido de proteina de planta a planta, es todavia desconocida la cual podria averiguarse analizando individualmente la produccion de varias plantas

Aguirre (1964) basandose en estudios del INCAP informo que el frijol constituyo el 7 360/o del consumo total de alimentos y suplio el 19 300/o de todas las proteinas en la dieta nacional de Guatemala indicando que es necesario aumentar el rendimiento de esta leguminosa ya que es una de las fuentes de proteina mas rica y la más importante en la alimentacion del campesino guatemalteco.

Scharrer y Schrieber (1943) estudiaron el efecto de la aplicacion de fertilizantes sobre el contenido de proteina del frijol concluyendo que estos aumentan los rendimientos y cantidad total de proteina por unidad de area.

Lantz, et al (1958) indican con toda probabilidad que la especie en si de la leguminosa tiene más influencia sobre el contenido de proteina que la localidad y los fertilizantes, sin llegar a una conclusion definitiva por lo que se debe investigar más al respecto.

Leypon (1972) en un estudio sobre los efectos de N-P-K aplicado al suelo y al follaje sobre el rendimiento de frijol, observo que con la fertilizacion foliar los tratamientos no alcanzaban diferencias significativas aunque presentaban pequeñas diferencias numericas. En cambio con la fertilizacion confinada las diferentes dosis aplicadas tuvieron rendimientos altamente significativos, en

relación al testigo.

Bressani (1967) concluyó según reporte de varios autores que en diferentes cultivares de frijol el contenido de Nitrógeno en la semilla oscila entre 3.18 y 4.00 por ciento. Indica además que la proteína del frijol es deficiente en los aminoácidos azufrados, metionina y cisteína. Evaluó el efecto de la fertilización en el contenido de proteína y el valor nutritivo del frijol, aplicando dosis de S y Mo., encontrando que el azufre (S) provocaba mejor crecimiento de los animales (ratas) en comparación con el testigo y los otros tratamientos: fertilizante (12-24-12) y fertilizante + bacteria.

Bressani indica además que se logró incrementar la producción con fertilizante, pero no se mejoró ni la calidad ni la cantidad de proteína.

En la actualidad existe gran interés de investigar el efecto de factores tales como fertilización, condiciones climáticas y complemento genético en el contenido y calidad de proteína del frijol. Tanto Silbernagel (1969) como Bressani (1957) notaron que el contenido de Nitrógeno en un cultivo de frijol, variaba drásticamente con la localidad y con el complemento genético de la población.

Rutger (1971) separó 343 líneas de frijol encontrando que la proteína varió de 19 a 31 por ciento con una media de 24.6 por ciento notando a la vez variaciones significativas en el contenido de proteína como un resultado de la localidad y las variaciones climáticas con cada año. Rutger (1969) también trató de establecer en el final una correlación entre algunas características de la planta y la semilla con el contenido de proteína y encontró que tanto el peso de la semilla como el rendimiento y el contenido de aceite mostraban una correlación negativa en relación al contenido de proteína, sin embargo una maduración tardía resultaba en una correlación positiva.

Echandí (1971) en un estudio efectuado en una muestra de

300 plantas, el contenido de Nitrógeno osciló entre 2.01 y 4.8 por ciento o sea 18.04 y 29.94 por ciento de proteína con un promedio de 3.64 por ciento de Nitrógeno o sea 22.82 por ciento de proteína; concluyendo que aun en una población de un cultivar de frijol que crece en el campo y en una misma localidad bajo condiciones climáticas similares existe gran variación en el contenido de proteína.

Elias (1971) encontró en un análisis estadístico sobre un estudio del contenido de proteína de 31 cultivares de frijol, una correlación negativa significativa (-0.54) entre el contenido de proteína y el rendimiento.

Silbernagel (1971) también encontró que el porcentaje de proteína es influenciado por factores externos con variaciones considerables entre localidades en una cosecha y entre años de cosecha, diciendo que la calidad de la semilla estaba negativamente correlacionada con el porcentaje de proteína.

Seidl, et al (1969) reporta que la proteína en las leguminosas esta localizada en los cotiledones y en el eje embrionario del grano, encontrándose pequeñas cantidades en la cubierta, ya que los cotiledones contienen un 27 por ciento de la proteína, el eje embrionario un 48 por ciento y la cubierta de la semilla un 5 por ciento de la proteína total, siendo las globulinas solubles salinas, la clase predominante en las semillas de frijol.

Evans (1970) dice que las variedades con los más altos rendimientos tienen el menor porcentaje de proteína y que las variedades con el mayor porcentaje tienen el menor rendimiento, es decir, que existe una correlación negativa entre proteína y rendimiento.

Según Kelly (1971) la contribución nutricional de leguminosas debe ser mejorada aumentando el rendimiento y el contenido de proteína, ó la calidad de esta. Idealmente se lograría el máximo mejoramiento si se pudiera incrementar los tres. Como mínimo se debe tratar de incrementar cualquiera de los tres sin disminuir los

otros. Cada uno de estos factores son probablemente de herencia cuantitativa (cierto para rendimiento). Los incrementos de proteína son frecuentemente; pero no siempre, asociados con disminución del rendimiento, así que es improbable que altos rendimientos, nivel de proteína y calidad puedan ser agrupados en un corto programa de crianza.

Anon (1965) concluyó que los niveles de proteína son influenciados significativamente por los factores externos del medio ambiente y un amplio rango de diferencias genéticas.

Escamilla (1977) incremento en forma constante el contenido de proteína del grano de frijol de 22.6 por ciento a 28.6 por ciento con la aplicación de nutrientes en forma foliar, los cuales deben ser aplicados junto con óptimas prácticas culturales, indicando con esto que la fertilización foliar no intenta desplazar la fertilización aplicada al suelo para corregir deficiencias para un moderno cultivar, si no incrementar su efectividad a través de la planta y con esto producir más rendimiento de grano.

#### COMPONENTES DE RENDIMIENTO:

Escamilla (1977) en un estudio sobre fertilización foliar logró incrementar el rendimiento en un 27 por ciento y el número de vainas en un 19 por ciento. El número de semillas por vaina que es uno de los factores determinantes del rendimiento fue más alto en plantas que crecieron bajo un sistema de riego automático; no obstante fue observado en uno de los tratamientos un posible efecto de la fertilización en el número de semillas por vaina aunque sin llegar a una conclusión definitiva, debiéndose esclarecer tal efecto en futuros experimentos.

Duarte y Adms (1972) y Denis (1971) reportaron que ningún componente de rendimiento es más importante cuantitativamente que el número de vainas por planta y por área; este componente depende del número de posiciones nodales donde los racimos axilares deben ser formados, el número de flores por racimo y el

porcentaje de flores fertilizadas

Pinchinat y Adams (1966) estudiando los componentes primarios de rendimiento en frijol comprobaron que entre el número de vainas por planta (X) y el rendimiento en grano (W) existen correlaciones positivas altas. En cambio estas correlaciones aunque estadísticamente significativas, fueron negativas y bajas entre el número de granos por vaina (Y) y el peso de grano (Z); fueron positivas y muy bajas entre estos últimos y el rendimiento en grano (W). Entre el número de granos por vaina y el peso de grano las correlaciones fueron tan bajas que se puede pensar que existe muy poca relación entre estos 2 caracteres. Dickson (1967) tomando como base las 5 mejores vainas por planta llegó a la misma conclusión entre (X) y (Y).

Denis (1967) en estudios hechos entre los componentes primarios y el rendimiento del frijol encontró que el rendimiento (W) y el número de vainas por planta (X) mantienen estrecha relación positiva, mientras que la estimación entre el rendimiento y los demás componentes, número de granos por vaina (Y) y el peso del grano (Z), es de poca magnitud. Esta asociación es positiva con el número de granos por vaina y negativa con el peso del grano; de acuerdo con estos resultados el mismo autor sugiere que para una mejora efectiva del rendimiento en el frijol primero se debe seleccionar por alto número de vainas por planta y no así a través de otros componentes, debido a que entre ellos y el rendimiento existe una baja asociación negativa, aunque tengan una alta heredabilidad.

Camacho, L. H. et al (1964) encontraron correlaciones negativas entre los diferentes componentes de rendimiento y correlaciones positivas altamente significativas de rendimiento, con vainas por planta y granos por vaina y de acuerdo con esto, sugieren que es posible aumentar el rendimiento, seleccionando genotipos con alto número de vainas por planta y alto número de granos por vainas.

Leiva (1977) en una de sus conclusiones reporta que entre los

componentes primarios del rendimiento, el número de vainas por planta y el número de semillas por vaina estuvieron positiva y estrechamente relacionados con el rendimiento. Así mismo reporta que las variedades tardías rindieron más en promedio que las variedades precoces.

### III MATERIALES Y METODOS

#### 1. LOCALIZACION:

El presente estudio fue realizado en la Finca "San Antonio Contreras" situada en el Municipio de San Raymundo, departamento de Guatemala siendo sus características ecológicas y geograficas las siguientes:

Temperatura °C	Max. 26.8	Min. 15.0	Media 20.9
Precipitación (mm/año)	950.3		
Altitud	1560 m.s.n.m.		
Latitud	14° 45' 48"		
Longitud	90° 35' 48"		

#### SUELOS:

Los suelos donde se realizó el experimento, manifiestan una textura Franco Arcillosa (método del hidrómetro-Bouyoucus), estructura angular, color café grisáceo, poco profundo, drenaje lento, pH de 6.8 y de topografía ondulada. En el cuadro 1 se detalla el resultado del análisis químico de laboratorio, sobre el contenido de P, K, Ca y Mg.

#### CUADRO No. 1:

Elementos y cantidad de ellos en el terreno del experimento, en análisis realizado antes de la siembra a una profundidad media de 30 Cms.

pH	Microgramos / ml		Meq/100 ml de suelo	
	P	K	Ca	Mg
6.8	50	250	11.40	2.40

Según De la Cruz (1976) la Finca "San Antonio Contreras" está ubicada en la faja termométrica altitudinal identificada como Subtropical húmeda.

## 2. MATERIALES GENÉTICOS

Se utilizaron tres variedades comerciales facilitadas por el Programa de Frijol del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, siendo estas: Turrialba (V-1), San Pedro Pinula (V-2) y Culma (V-3) cuyas características se describen en el cuadro 2.

CUADRO No. 2

### CARACTERIZACION DE LAS VARIEDADES UTILIZADAS

Material Genético	Grano	Período Vegetativo	Altura de Planta	Origen	Tipo de Material
V-1	Negro	Intermedio	Intermedia	Costa Rica	Variedad
V-2	Negro	Intermedio	Intermedia	Guatemala	Variedad
V-3	Negro	Tardío	Alta	Colombia	Variedad

## 3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL:

El diseño experimental utilizado consistió en el arreglo

factorial de Bloques al Azar de distribución en Parcelas Subdivididas, en el que las parcelas principales fueron utilizadas para la distribución de los tratamientos de fertilización foliar, y las parcelas secundarias para la distribución de las variedades.

El área de cada Parcela Principal fue de  $10 \text{ m}^2$  (2 X 5 m.) en tanto la de cada subparcela fue de  $3.33 \text{ m}^2$  (1.67 X 2 m.). Para eliminar el efecto de competencia entre variedades (materiales genéticos), se tomo como subparcela útil, los 2 surcos internos de los 4 que contenía la original, de los que para efectuar las evaluaciones se recolectaron 20 plantas seleccionadas al azar. En la Fig. 1 se presenta el diseño experimental utilizado en el campo.

Los tratamientos efectuados se detalla en el Cuadro No. 3.

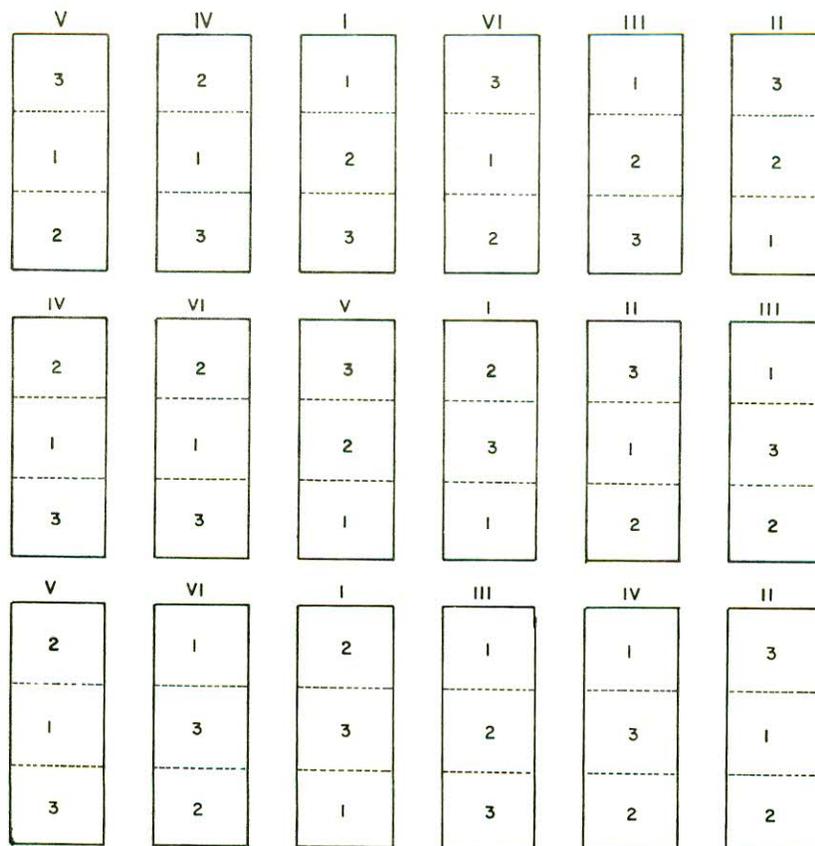
CUADRO No. 3

Cantidades de N-P-K-S (Kg/Ha.) utilizados en cada uno de los tratamientos de fertilización foliar bajo estudio, variando la relación N y K.

Tratamiento	N	P	K	S
1	0	0	0	0
2	45	6	21	9
3	22.5	6	21	9
4	0	6	21	9
5	45	6	10.5	9
6	45	6	0	9

FIGURA 1

DISEÑO EXPERIMENTAL UTILIZADO EN EL CAMPO



TRATAMIENTOS:  
 I  
 II  
 III  
 IV  
 V  
 VI

VARIETADES:  
 1.- TURRIALBA  
 2.- SAN PEDRO PINULA  
 3.- CULMA

Como fuente de los elementos N-P-K-S se utilizaron respectivamente los siguientes compuestos: Urea al 46o/o de N; Tripolifosfato de Sodio al 25.3o/o de P; Cloruro de Potasio al 52.4o/o de K y Sulfato de Sodio Anhidro al 22.5o/o de S.

Las aplicaciones de los tratamientos de fertilizante foliar se efectuaron en un total de tres, con intervalos de 8 días cada una a partir del inicio del crecimiento de las vainas terciarias cuando tenían una longitud aproximada de 2.5 Cms. utilizándose para el efecto una aspersora de mochila de 15 litros de capacidad, a la que para tal estudio hubo necesidad de efectuarle las siguientes adaptaciones y modificaciones:

- a) Adaptación de un manómetro de 0-100 libras de presión por pulgada cuadrada cuyo objetivo era indicar y por consiguiente controlar una presión constante de 40 libras por pulgada cuadrada durante cada aspersión.
- b) El tubo original de aspersión se reemplazó por uno de mayor longitud (1.60 m.) al que en el extremo final hubo de hacerse una curvatura en U invertida con la finalidad de que la boquilla descargara a una altura aproximada de un metro sobre la superficie foliar de la plantación en forma perpendicular a lo largo de las parcelas principales.
- c) La boquilla original de la bomba —tipo cono— fue sustituida por un tejet No. 8001 tipo abanico, la que a la altura antes indicada cubría un ancho de aspersión de 1 metro. Esto hizo necesario asperjar media parcela caminando de Norte a Sur y la otra media caminando en sentido contrario por las calles que formaron parte del campo experimental para cubrir en esta forma, el área total de cada parcela, en un tiempo de descarga de 40" y de 400 cc/parcela (400 Lts/Ha.).

Las prácticas culturales que fueron realizadas, pueden quedar resumidas así:

Preparación del terreno, mediante un barbecho mecánico con

un arado pesado a una profundidad media de 30 Cms., posteriormente el paso de una rastra liviana para la pulverización del mismo.

Desinfestación del suelo, con Volatón granulado a razón de 40 Kg/Ha.

La siembra se realizó en las parcelas con las distancias de 0.40 m. entre surcos y 0.15 m. entre posturas, colocando 3 semillas por postura realizando un entresaque a los 20 días después de emergidas las plántulas dejando 2 plantas por postura obteniendo así, una población de 333,333 plantas por hectárea.

Según el análisis realizado en el laboratorio de suelos del ICTA, las cantidades de Fósforo-Potasio-Calcio Magnesio que tenía el suelo del sitio experimental eran adecuadas para el cultivo; por lo tanto únicamente se efectuó una fertilización nitrogenada con Urea al 46o/o de N a razón de 30 Kg. de N/Ha. 14 días después de la siembra por el sistema de bandas laterales, de esta manera se consideró el suelo en condiciones favorables para el desarrollo del cultivo del frijol.

Para el control de plagas, fue necesario hacer 2 aplicaciones de Tamarón en dosis de 6 cc/galón de agua, a los 12 y 70 días después de la siembra para combatir la "Mosca Blanca" y la Tortuguilla.

Se efectuaron 2 limpiezas manuales durante el ciclo del cultivo.

Se efectuaron 4 riegos mediante el sistema de irrigación superficial únicamente durante el desarrollo vegetativo, ya que durante la maduración fisiológica de la semilla, se produjeron lluvias en la región.

## 5. ANALISIS ESTADISTICO:

Para comparar el porcentaje de proteína y los factores

primarios del rendimiento en las tres variedades de Frijol como consecuencia de los 6 tratamientos de fertilización foliar a que fueron sometidas, se realizó el análisis de varianza del diseño de bloques al azar en parcelas subdivididas auxiliandonos de la Prueba de "F" con niveles de significancia del 50/o y 10/o.

## 6. PARAMETROS

Los parametros sobre los que versará la discusión de este estudio son los siguientes:

- Cantidad de proteína por Variedad y tratamiento de Fertilización foliar.
- Rendimiento de grano en base a 20 plantas seleccionadas al azar dentro de cada parcela neta.
- Número de Vainas por Planta.
- Número de Semillas por Vaina.
- Peso de 100 Semillas.

El primer parámetro fue determinado en los laboratorios del Instituto de Nutrición de Centro America y Panama, INCAP, y se basó en el contenido de Nitrogeno total de la semilla utilizándose el método de MICRO-KJELDHAL cuyos principales pasos se describen a continuación:

1. Pesar 100 mg. de semilla molida y tamizada en un molino eléctrico Wiley utilizando un tamiz de 20 mallas/pulg.<sup>2</sup>
2. Colocar la muestra en un balon Micro-kjeldhal agregándole 100 mg. de sulfato de sodio, 0.2 ml. de Acido Selenioso al 20o/o como catalizadores y 3 ml. de Acido Sulfúrico concentrado.
3. Digerir la muestra durante un lapso de 2 horas.
4. Calcular el contenido de Nitrogeno total a partir de la fórmula:

$$N_T = \frac{\text{ml. gastados - testigo} \times \text{factor del titular}}{\text{cantidad de muestra digerida}} \times 100$$

5. Determinar el porcentaje de Proteína, aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{o/o P} = N_T \times 6.25$$

Los otros parámetros fueron estimados a partir de los siguientes datos de campo:

Después de desgranado y limpiado se pesó toda la semilla de cada subparcela ó tratamiento de variedad.

El número de vainas por planta se determinó contando el total que existía en cada subparcela cosechada, y dividiendo ese total entre 20 que fueron las plantas seleccionadas en cada una de estas.

El peso de 100 semillas fue determinado en base a 300 semillas seleccionadas aleatoriamente a partir del total de cada subparcela. En base a este peso se consideró el de cada semilla individual.

El número de semillas por subparcela se calculó en base a la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l} \text{No. de semillas:} \\ \text{por subparcela} \end{array} \quad \frac{\text{Peso total de semillas}}{\text{Peso de una semilla}}$$

Luego, el número de semillas por vaina se calculó así:

$$\text{No. de semillas/vaina} : \frac{\text{No. de semillas/subparcela}}{\text{No. de vainas/subparcela.}}$$

#### IV RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Al comparar las medias de los tratamientos de fertilización foliar (Cuadro 4) con los nutrimentos N y K a niveles constantes de P y S, se puede observar que se obtuvo un incremento en el porcentaje de proteína de la semilla en orden decreciente de los tratamientos en la siguiente forma 2, 6, 5, 3, 1, 4. Siendo el efecto del Nitrógeno en forma proporcional al nivel aplicado, es decir, aumentó la proteína conforme aumentó el Nitrógeno aplicado en forma foliar. El efecto del Potasio fue en forma similar al efecto del Nitrógeno, aunque en los 2 primeros niveles la proteína no varió en forma significativa; pero sí aumentó en el tercer nivel. Resumiendo se puede indicar que la proteína tuvo una variación de 25.5 a 28.2 por ciento respectivamente.

Estos resultados medios nos indican que si se logró el objetivo primordial de dicho estudio, ya que hubo un incremento en el porcentaje de proteína de la semilla. Estos resultados están de acuerdo con el rango presentado por Bressani (1967) quien concluyó que en diferentes cultivares de frijol el porcentaje de proteína oscilaba de 19.88 y 25 por ciento. Echandi (1971) en un estudio efectuado en una muestra de 300 plantas, indicó que la variación en el porcentaje de proteína fue de 18.04 a 29.94 por ciento. Escamilla (1977) en un estudio de invernadero sobre los efectos de soluciones nutritivas aplicadas en forma foliar durante el periodo de llenada del grano en variedades de Frijol Negro incrementó en forma constante el contenido de proteína de 22.6 a 28.6 por ciento. Hernández (1978) en un estudio reciente sobre el efecto de los nutrimentos P y S en aplicaciones de fertilizante en forma foliar con niveles constantes de N y K, obtuvo un incremento de 26.43 a 30 por ciento. Uno de los aspectos a tomar en cuenta de acuerdo a esta discusión es que la variación en el porcentaje de proteína no fue muy alta en este estudio.

CUADRO No. 4

RESULTADOS MEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS DE  
FERTILIZACION FOLIAR EN EL PORCENTAJE  
DE PROTEINA Y LOS COMPONENTES DEL  
RENDIMIENTO DEL FRIJOL

Tratamiento No.	Tratamiento kg/Ha.	o/o de Proteína	Rendimiento 20 plantas (grs)	No. Vainas/P (grs)	No. Sem/Vaina (grs)	Peso 100 semillas (grs)
	N P K S					
1	0 - 0 - 0 - 0	26.1	263.41	17.2	3.94	19.49
2	45-6-21-9	28.2	280.81	8.3	4.07	18.88
3	22.5-6-21-9	26.4	265.1	17.9	3.91	19.10
4	0-6-21-9	25.5	237.2	16.9	3.80	18.39
5	45-6-10.5-9	27.4	224.3	15.9	3.70	19.35
6	45-6-0-9	27.6	231.3	15.8	3.81	19.09

Las otras variables presentadas en el cuadro 4 de rendimiento (W) número de vainas por planta (X), número de granos por vaina (Y) y peso de 100 semillas (Z) se puede observar que en el tratamiento No. 2 (45-6-21-9) están ligeramente arriba de los demás tratamientos, aunque no demuestran una diferencia significativa, por lo que se concluye que la respuesta fue similar. Se puede observar en este mismo cuadro que el mayor incremento de proteína al igual que el mayor rendimiento se logró con el tratamiento completo con niveles más altos de N y K, mientras que hubo una disminución de los otros tratamientos respecto al testigo.

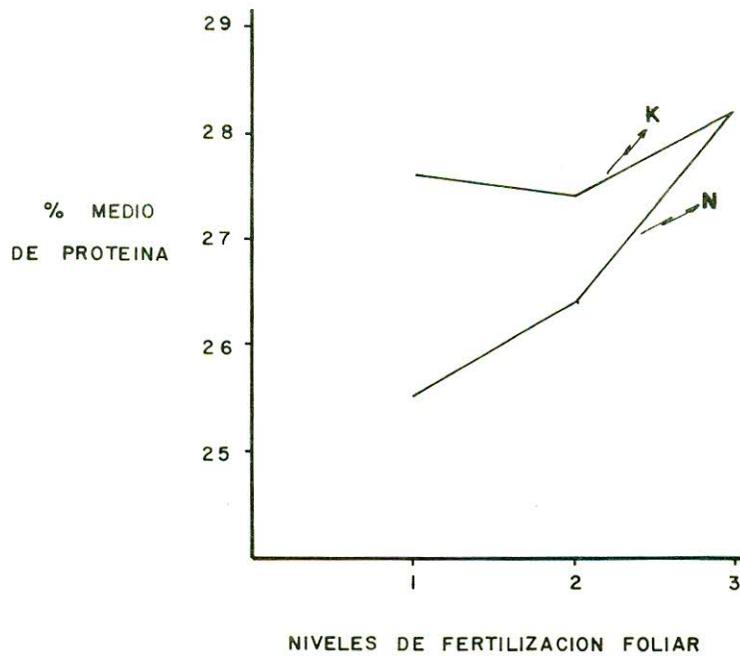
Kelly (1971) indica que la contribucion nutricional de leguminosas debe ser mejorada aumentando el rendimiento y contenido de proteina. Sin embargo Tandon et al (1957), Rutger (1970) y Chonay (1977) han reportado que un descenso en el porcentaje de proteina casi siempre se ha observado cuando ha ocurrido un incremento en el rendimiento. Escamilla (1977) reporta un incremento paralelo en el porcentaje de proteina en el grano y el rendimiento con la fertilizacion foliar, es decir, que en este trabajo si se observa un incremento paralelo como lo observó Escamilla y se consigue lo manifestado por Kelly.

Resulta importante notar de acuerdo a la Fig 2 que el incremento de proteina es directamente proporcional a los niveles de nitrógeno aplicados en forma foliar 0-22.5-45 Kg/Ha., o sea que hubo un aumento de proteina al aumentar la dosis de nitrógeno en forma foliar. En cambio el Potasio mantuvo un porcentaje de proteina alto subiendolo ligeramente en el tercer nivel. Aunque existe una relacion directamente proporcional entre los elementos N y K, ya que en la mayor cantidad de N y K se obtuvo el mayor incremento de proteina manteniendo los nutrimentos P y S constantes en todos los tratamientos. De capital importancia seria estudiar el efecto en el incremento en la proteina del grano con la aplicacion de dosis mayores a las aplicadas.

Cómo el analisis de varianza del cuadro 5 manifiesta una diferencia significativa entre variedades y en la interacción variedades por fertilizacion foliar respecto al porcentaje de proteina, resulta interesante analizar cada una de las variedades en forma individual y observar su comportamiento.

FIGURA 2

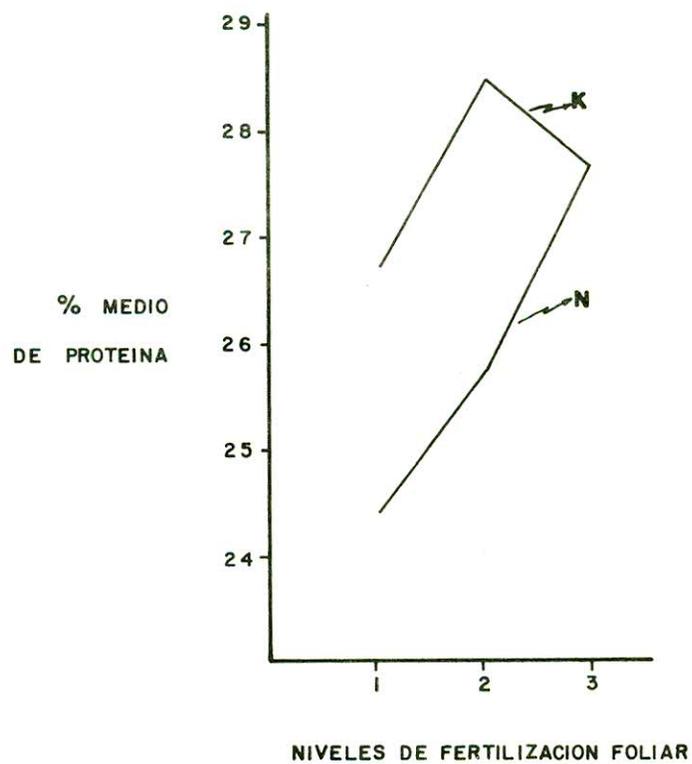
INCREMENTO DEL PORCENTAJE DE PROTEINA  
EN LA SEMILLA COMO CONSECUENCIA DE LOS  
NUTRIMENTOS VARIABLES : N Y K



En la Fig. 3 se expresa el comportamiento del N y el K en el contenido de proteína de la semilla en la variedad Turrialba. El Nitrogeno incrementó la proteína en forma proporcional a los niveles aplicados de 24 40/o de proteína en el nivel de 0 Kg./Ha., llegando a 27,7o/o de proteína cuando se aplicó 45 Kg. de N/Ha. Es importante notar que hubo un mayor incremento del segundo al tercer nivel de N que del primero al segundo, lo que indica que la planta puede responder a mayores cantidades de nitrógeno; unicamente faltaria explorar la dosis óptima para lograr un adecuado contenido de proteína sin que baje la digestibilidad por las grandes cantidades de globulinas las cuales son las resistentes a la digestión y ya no es absorbida por el tracto intestinal según lo reportado por Escamilla (1977). El potasio tuvo un comportamiento diferente al N ya que el contenido de proteína fue mayor en el segundo nivel de Potasio en el cual se aplicó 10.5 Kg. de K/Ha. llegando el porcentaje de proteína a 28.5; cuando se aplicó 0 Kg. de kg/Ha. el porcentaje de proteína fue de 26.7. Esto indica que sí hubo un considerable incremento aunque en el tercer nivel de 21 Kg. de K/Ha. bajó a 27.7. Sería interesante estudiar el efecto del Potasio con dosis mayores. La relación N-K nos indica que el Potasio aumentó la proteína pero es necesario aclarar que en los 3 niveles de K el N estuvo constante a razón de 45 Kg./Ha. por lo que considero que posiblemente el Nitrógeno el que más influye en dicho incremento. Resulta importante estudiar con más detalle las interacciones sobre estos nutrimentos.

FIGURA 3

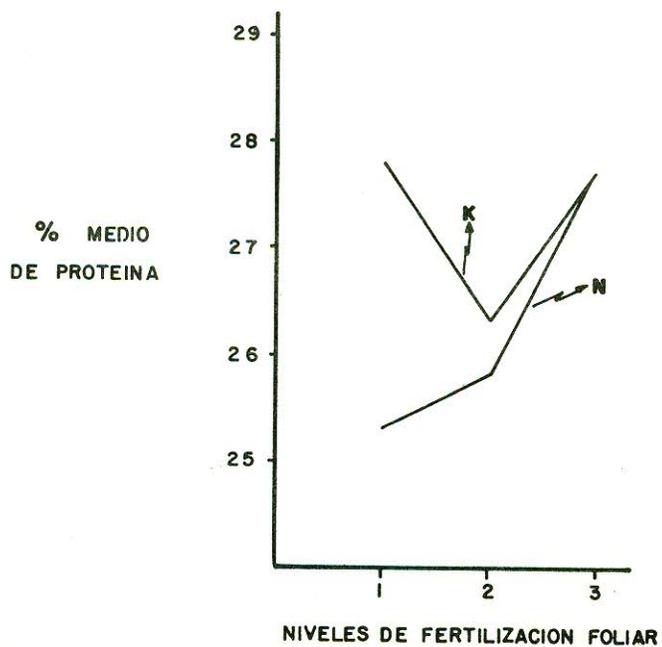
INCREMENTO DEL PORCENTAJE DE PROTEINA  
DE LA SEMILLA EN LA VARIEDAD TURRIALBA



En la Fig. 4 se muestra el comportamiento de la Variedad San Pedro Pinula. En relación al Nitrogeno el incremento en el contenido de proteína fue directamente proporcional a los niveles aplicados; así mismo se observa en forma clara, al igual que en la variedad Turrialba, un incremento mayor en el porcentaje de proteína del segundo al tercer nivel (de 25.80/o a 27.70/o) que del primero al segundo nivel (de 25.30/o a 25.80/o); lo cual indica que esta variedad también posiblemente responde a dosis mayores de nitrógeno aplicados en forma foliar. Chonay (1977) estudiando la variedad Compuesto Chimalteco 2 también observó que el contenido de proteína tiene un incremento conforme se aumenta el Nitrógeno aplicado al suelo, aunque este incremento no lo consideró significativo. El Potasio (con N constante de 45 Kg. de N/Ha.) tuvo una respuesta diferente al observado en la variedad Turrialba ya que la proteína fue ligeramente más alta en el primer nivel (27.70/o) donde no se aplicó Potasio, bajando en el segundo nivel (26.30/o), y aumentando a (27.70/o) en el tercer nivel de potasio. En este caso sería necesario hacer un estudio más a fondo aplicando dosis más altas para determinar su comportamiento verdadero en el contenido de proteína. El incremento en el contenido de proteína fue menor en esta variedad que en la Turrialba. En esta variedad se hace necesario estudiar hasta qué punto resulta favorable la interacción N-K.

FIGURA 4

INCREMENTO DEL PORCENTAJE DE PROTEINA DE LA  
SEMILLA EN LA VARIEDAD SAN PEDRO PINULA

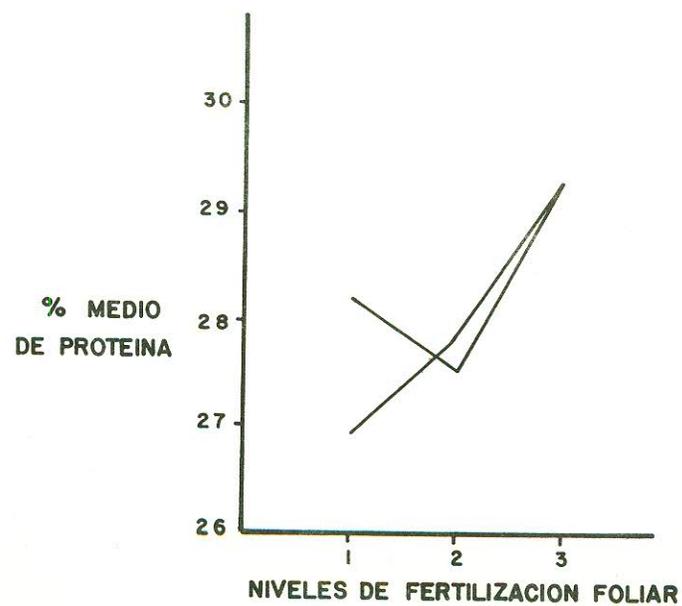


En la Variedad Culma (Fig. 5) se observa que el incremento de proteína fue mayor que en las variedades Turrialba y San Pedro Pinula, es decir, que esta variedad tuvo la mejor respuesta a la aplicación de fertilizantes foliares. Esto concuerda con lo manifestado por Rutger (1971) quien dice que el contenido de proteína está positivamente correlacionado con una madurez tardía, como es el caso de la Culma. En el Nitrogeno la tendencia fue igual a las 2 variedades anteriores, es decir, directamente proporcional ya que el contenido de proteína tiene un aumento conforme se aumenta el nitrógeno, así mismo esta variedad tuvo un mayor incremento del segundo al tercer nivel. Según Escamilla (1977) este incremento en el Porcentaje de proteína es importante porque ha sido difícil lograrlo con aplicaciones de Nitrógeno al suelo. El Potasio tuvo una tendencia diferente al Nitrogeno y similar a la variedad San Pedro Pinula aunque el mayor incremento se obtuvo en el tercer nivel de ambos. Se hace necesario llevar a cabo nuevos experimentos para investigar el comportamiento que tienen cada elemento en el rendimiento y contenido de proteína y también para estudiar las relaciones entre N y K.

En el cuadro de "F" del análisis de varianza total (Cuadro 5) se puede apreciar que el efecto de los nutrimentos N y K a niveles constantes de P y S dio una diferencia significativa en cuanto al porcentaje de proteína de la semilla entre tratamientos, entre variedades y en la interacción variedades por tratamientos. El número de semillas por vaina dio significancia en lo que se refiere a variedades. Observándose a la vez que no hubo diferencia significativa en las demás variables analizadas; rendimiento (W) de 20 plantas seleccionadas al azar de cada parcela neta; Número de vainas por planta (X) y peso de semillas (Z), con lo cual se deduce que dichas variables no respondieron al efecto de los tratamientos de fertilización foliar.

FIGURA 5

INCREMENTO DEL PORCENTAJE DE PROTEINA  
DE LA SEMILLA EN LA VARIEDAD CULMA



CUADRO No 5

VALORES DE "F" EN EL ANALISIS DE  
 VARIANZA DEL EFECTO COMPARATIVO DE DIFERENTES  
 NIVELES DE FERTILIZACION FOLIAR CON N-P-K-S  
 EN LA CANTIDAD DE PROTEINA DE LA SEMILLA Y LOS  
 COMPONENTES PRIMARIOS DEL RENDIMIENTO DEL FRIJOL

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	o/o de Proteína	Rendimiento de 20 plantas	No. de vainas/planta	No. de semillas x vaina	Peso de 100 semillas
Bloques	2	4.44*	1.07	0.12	4.38*	0.14
Tratamientos	5	5.40*	1.19	0.94	0.58	2.35
Error a	10					
Variedades	2	4.19*	0.31	1.48	5.65**	1.40
Interacción						
VXT	10	2.93*	1.16	1.51	0.82	1.09
Error b	24					
Total	53					
Coef. de Variación						
o/o		6.13	20.6	15.3	12.66	4.46

\* Significativo al 50/o de probabilidad.

\*\* Significativo al 10/o de probabilidad.

Con los resultados anteriores se infiere que la fertilización foliar aumentó el contenido de proteína en la semilla, sin llegar a producir una alteración significativa en los componentes primarios del rendimiento. Estos resultados son similares a los obtenidos por Hernández (1978) que evaluó el efecto de los nutrimentos P y S en aplicaciones de fertilizante en forma foliar con niveles constantes de N y K.

El mismo cuadro 5 manifiesta que el porcentaje de proteína y

el Numero de semillas por vaina, se comportaron en forma diferente entra variedades al 50/o y 10/o del límite de confiabilidad respectivamente. Esta situación fue analizada por Escamilla (1977) indicando que el número de semillas por vaina, el peso de la semilla y el número de vainas fueron indiscutiblemente características de la variedad. Así también en el caso del contenido de proteína Jarquin (1972) afirma que está gobernado por el potencial genético de la variedad. Rutger (1971) manifiesta que el contenido de proteína está positivamente correlacionado con una madurez tardía. Esta significancia mostrada por las variedades es debida posiblemente a la duración del ciclo vegetativo de las mismas. En el presente trabajo se observó que la variedad Culma tuvo una maduración tardía en relación a las otras 2 mostrando un mayor incremento como lo afirma Rutger, ya que al comparar las medias de cada variedad la Culma está arriba de la variedad Turrialba y la San Pedro Pinula. Este comportamiento diferente nos indica que para estudiar el efecto de la fertilización foliar en las características fisiológicas es preferible hacerlo separadamente para cada una de las variedades.

Se observa además, que existe una diferencia significativa de la interacción variedades X fertilización foliar respecto al porcentaje de proteína de la semilla, es decir, que la variación en los tratamientos si interfieren en el contenido de proteína de las variedades como también estas influyen en el efecto de los distintos tratamientos.

En el cuadro 6 se presenta el efecto de los tratamientos de fertilización foliar en el porcentaje de proteína. Las tres variedades, Turrialba, San Pedro Pinula y Culma manifestaron significancia, esto demuestra, como lo observó Hernández (1978) que cada una de las variedades es independiente de incrementar o nó su contenido de proteína en la semilla como consecuencia de dicha fertilización foliar, debiéndose evaluar en estudios posteriores en forma independiente cada variedad y establecer cual de ellas aprovecha mejor los nutrimentos aplicados foliarmente durante el período crítico de llenado del grano ya que como se observa en la Fig. 2, hubo una respuesta positiva cuando se variaron los niveles N

y K fundamentalmente con el Nitrogeno.

En el analisis de varianza para evaluar el efecto de la fertilizacion foliar en el rendimiento de cada una de las variedades (Cuadro 7) se observa que no existe diferencia significativa por lo que se deduce que cada una de ellas tuvo una respuesta similar al efecto de los distintos tratamientos. Resulta importante explicar el comportamiento individual de cada una de ellas, asi vemos que la variedad San Pedro Pinula es la que tiene una minima variación en el efecto de los tratamientos como tambien en el efecto de los bloques ya que los resultados de cada réplica son parecidos. La Variedad Turrialba se puede decir que tuvo una respuesta en la que los tratamientos variaron sin llegar a producir significancia sucediendo lo mismo en los bloques. En el caso de la variedad Culma su comportamiento fue diferente al de las otras dos variedades, ya que en el efecto de los tratamientos hubo una regular variación llegando a producir una cercana significancia al 50/o; sin embargo si produjo diferencia significativa en lo que se refiere a los bloques, es decir, que fue afectada por otras variables, posiblemente por el contenido de materia organica y/o riego que no se controlaron en forma perfecta durante el experimento.

CUADRO No. 6

VALORES DE F DEL ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION FOLIAR EN EL PORCENTAJE DE PROTEINA DE CADA UNA DE LAS VARIEDADES

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Turrialba	San Pedro Pinula	Culma
Bloques	2	0.73	2.36	3.53
Tratamientos	5	3.5*	3.46*	3.61*
Error	10			
Total	17			

\* Significativo al 50/o de probabilidad.

## CUADRO No. 7

VALORES DE "F" DEL ANALISIS DE VARIANZA  
DEL EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS DE  
FERTILIZACION FOLIAR EN EL RENDIMIENTO  
DE CADA UNA DE LAS VARIEDADES

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Turrialba	San Pedro Pinula	Culma
Bloques	2	0.38	0.02	6.30*
Tratamientos	5	1.68	0.41	2.13
Error	10			
Total	17			

\* Significativo al 50/o de probabilidad.

Las posibles razones por las cuales los tratamientos de fertilización foliar no produjeron significancia en los rendimientos, es decir, no hubo un aumento ni disminución en ellos fue porque en el momento de la floración y durante el periodo crítico de la llenada del grano no hubo un suplemento de agua constante. Escamilla (1977) demostró que para obtener una mejor respuesta a la fertilización foliar, los frijoles deben crecer en las mejores posibles condiciones, con óptimas prácticas culturales.

Así mismo no hubo incremento en el rendimiento debido a que se observó una rápida maduración después de la primera aplicación de fertilización foliar, aun en los testigo por lo que el potencial de la planta disminuyó y posiblemente las raíces no pudieron tomar más nutrientes ó sus movimientos de asimilación no fueron adecuados y la poca absorción de las semillas resultó en una pérdida de rendimiento. Escamilla (1977).

Otra razón fue que en la primera aplicación del fertilizante foliar las plantas fueron quemadas, esto sucedió también en el

testigo que no se le aplicó fertilizante foliar por lo que posiblemente se debió a la aplicación del adherente utilizado que produjo la fitotoxicidad que ya no permitió un aprovechamiento óptimo del fertilizante en las demás aplicaciones. Sin embargo Escamilla (1977) observó que las plantas de frijol sufrieron quemaduras en las hojas por la primera aplicación del fertilizante foliar debido a que se formaban cristales que se depositaban en las hojas. Valdría la pena en estudios futuros evaluar el efecto de los adherentes y de los mismos fertilizantes foliares para determinar la fitotoxicidad de cada uno de ellos y su efecto en el rendimiento.

El estudio de correlaciones tiene varias aplicaciones en la investigación agrícola ya que estas correlaciones entre los componentes del rendimiento son útiles para entender el comportamiento de las especies y en un momento dado seleccionar las características deseables para un programa de mejoramiento, por estas razones en el presente estudio se analizó el tipo de asociación existente entre los componentes primarios del rendimiento en el frijol.

En el Cuadro 8 se detalla el análisis de correlación entre todas las variables, porcentaje de proteína y componentes primarios del rendimiento obteniéndose los siguientes resultados. Una correlación positiva alta entre el rendimiento (W) y el número de vainas por planta (X); resultados similares obtuvo Pinchinat y Adams (1966) y Denis (1967). Existe además una estrecha correlación positiva entre el rendimiento (W) y el número de semillas por vaina (Y) y entre el número de vainas por planta con el número de semillas por vaina. Leiva (1977) en un estudio reciente concluyó indicando que el número de vainas por planta (X) y el número de semillas por vaina estuvieron positivamente relacionados con el rendimiento (W); las mismas aseveraciones indicó Camacho (1964) es decir que dichos resultados coinciden con los obtenidos en este estudio. El porcentaje de proteína con los componentes primarios del rendimiento dieron una correlación baja. El peso de semillas manifiesta una correlación baja con el porcentaje de proteína y el rendimiento. Mantenido también una estrecha relación positiva el número de

CUADRO No. 8

**VALORES DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES  
ANALIZADAS EN EL ESTUDIO, TOMANDO LOS VALORES  
PROMEDIO DEL EFECTO DE CADA TRATAMIENTO  
EN LAS MISMAS**

	o/o de Proteína	Rendi- miento en grs	No. de vainas x planta grs	No. de semilla/ vaina grs	Peso de 100 sé- millas grs
o/o de Proteína		0.12	-0.03	0.23	0.25
Rendimiento en grs.			0.94	0.97	0.32
No. de Vainas/planta				0.87	-0.20
No. de se- millas/vaina					-0.03

Resulta interesante estudiar el comportamiento de cada variedad respecto a las diferentes variables estudiadas por lo que se hizo una análisis para cada una de ellas determinándose lo siguiente:

La variedad Turrialba (Cuadro 9) tuvo un comportamiento similar a lo manifestado por Camacho et al (1964) y Leiva (1977), como también al cuadro 8 donde están involucradas las tres variedades; existiendo una correlación positiva alta entre el número de vainas por planta (X) y el número de semillas por vaina (Y), con el rendimiento (W). Indicando con esto que a medida que se seleccione ya sea por alto número de vainas por planta ó por alto número de semillas por vaina, se estará mejorando el rendimiento. Manteniendo también una estrecha relación positiva el número de

vainas por planta con el número de semillas\* por vaina; esta asociación es importante porque Denis (1971) reporta que ningún componente del rendimiento es más importante cuantitativamente que el número de vainas por planta. El porcentaje de proteína tiene una correlación positiva alta con el peso de la semilla (Z) y correlación positiva baja con el rendimiento, número de vainas por planta y número de semillas por vaina. Esto nos indica que en esta variedad si existe asociación aunque baja entre el contenido de proteína y el rendimiento. Es importante hacer notar que el peso de la semilla, respecto de los demás componentes del rendimiento mantuvo una correlación negativa.

CUADRO No. 9

**CORRELACION DE LAS DIFERENTES VARIABLES  
ESTUDIADAS EN LA VARIEDAD I (TURRIALBA)  
TOMANDO LOS VALORES PROMEDIO DE CADA  
VARIEDAD EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS**

	o/o de Proteína	Rendimien- to en grs.	No. de vai- nas x planta	No. de semillas x vaina	Peso de 100 se- millas
o/o de Proteína		0.32	0.27	0.14	0.46
Rendimiento en grs.			0.97	0.92	-0.11
No. de vainas x planta				0.85	-0.28
No. de se- millas x vainas					-0.26

El Cuadro 10 presenta las correlaciones obtenidas por la variedad San Pedro Pinula, la cual manifiesta una correlación positiva baja entre el porcentaje de proteína con rendimiento; sin embargo Elias (1971) encontró una correlación negativa significativa entre estas 2 variables. Así mismo el porcentaje de proteína está positivamente correlacionado con el número de semillas por vaina y el peso de la semilla, considerándose interesante esta asociación, ya que en otros estudios no ha existido ningún tipo de asociación entre ellos. Así mismo existe una correlación positiva alta entre el rendimiento (W) con número de semillas por vaina (Y) y número de vainas por planta (X). Indicando también que en esta variedad se puede mejorar el rendimiento seleccionando estos componentes, alto número de vainas por planta y alto número de semillas por vaina. Entre el número de semillas por vaina y el número de vainas por planta no existió ninguna asociación por lo que se puede seleccionar para un mayor contenido de semillas por vaina sin disminuir el número de vainas por planta provocando de esta manera un incremento en el rendimiento. El peso de la semilla (Z) va asociado a una correlación negativa con el número de vainas por planta, esto concuerda con Denis (1967) y Leiva (1977) quienes dicen que no es posible mejorar el rendimiento basándose en el peso del grano. Los otros componentes correlacionados manifestaron una asociación positiva baja.

La variedad Culma en el Cuadro 11 muestra las correlaciones observadas. Esta presenta una correlación positiva alta entre rendimiento (W) y número de vainas por planta (X), es decir que en la variedad Culma habría que hacer selecciones para aumentar el número de vainas por planta y de esta manera mejorar automáticamente el rendimiento. Así mismo existió una correlación positiva alta entre el porcentaje de proteína y el número de semillas por vaina, indicando con ello que al aumentar el número de semillas por vaina podríamos aumentar el porcentaje de proteína por unidad de área. El número de semillas por vaina no reportó ningún tipo de asociación con el número de vainas por planta, al igual que en la variedad San Pedro Pinula. El peso de la semilla (Z) estuvo asociado en forma negativa con el número de vainas por planta y número de semillas por vaina (Y), esto también

concuenda con lo encontrado por Lieva (1977) y Denis (1967) quienes dicen que no es posible mejorar (W) basándose en el mejor peso de grano. Escamilla (1977) también observó que un descenso en el número de semillas por vaina era asociado a un incremento en el peso de la semilla, lo cual puede ser interpretado debido a una falta de producción fotosintética debido a quemaduras en la superficie de la hoja. El resto de correlaciones son positivas bajas y en otras negativas bajas.

CUADRO No. 10

CORRELACION DE LAS DIFERENTES VARIABLES ESTUDIADAS EN LA VARIEDAD II (SAN PEDRO PINULA), TOMANDO LOS VALORES PROMEDIO DE CADA VARIEDAD EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS

	o/o de Proteína:	Rendimiento en grs	No. de vainas x planta	No. de semillas x vaina	Peso de 100 semillas
o/o de Proteína		0.37	-0.35	0.79	0.52
Rendimiento			0.61	0.88	0.05
No. de vainas x planta				0.16	-0.41
No. de semillas x vaina					0.26

## CUADRO No. 11

**CORRELACION DE LAS DIFERENTES VARIABLES  
EN LA VARIEDAD 3 (CULMA) TOMANDO LOS VALORES  
PROMEDIO DE CADA VARIEDAD EN CADA UNO  
DE LOS TRATAMIENTOS**

	o/o de Proteína	Rendimien- to	No. de vainas x planta	No. de semillas x vaina	Peso de 100 se- millas
o/o de Proteína		0.05	0.18	-0.46	-0.09
Rendimiento			0.90	0.40	0.12
No. de vainas x planta				0.13	-0.15
No. de semillas x vaina					-0.18

## V CONCLUSIONES

1. El incremento en el contenido de proteína en la semilla de frijol en los tratamientos fue directamente proporcional a los niveles de Nitrógeno aplicados en forma foliar, mostrando a la vez una ligera respuesta a la aplicación del Potasio. Este incremento es posiblemente una consecuencia de la interacción entre ambos elementos N y K, ya que el mayor contenido de proteína se logró cuando estos se aplicaron en su mayor nivel que fue el tercero, manteniendo el P y S en cantidades constantes.
2. Los componentes primarios del rendimiento no mostraron una variación significativa al efecto de la fertilización foliar, sin embargo el cuadro total de correlaciones de dichos componentes nos indica que el número de vainas por planta (X) y el número de semillas por vaina (Y) estuvieron positiva y estrechamente relacionados con el rendimiento (W).
3. La significancia estadística observada en el porcentaje de proteína en los resultados del análisis respecto a variedades, se debe a que el contenido de proteína está gobernado por el potencial genético de la variedad. Sin embargo, las tres variedades respondieron en forma positiva al incremento de proteína, fundamentalmente debido a la respuesta al Nitrógeno aplicado por aspersiones foliares.
4. La variación del contenido de proteína y el número de semillas por vaina entre bloques, se debió posiblemente a la falta de uniformidad del campo experimental en cuanto a contenido de materia orgánica y/o al riego de cada bloque.
5. El porcentaje de proteína acumulada en la semilla como respuesta a la fertilización foliar varió de 24.4o/o a 29.3o/o con una media de 26.9o/o.

6. Se obtuvo una correlación positiva pero baja entre el contenido de proteína y el rendimiento. Sin embargo, la aplicación de 45 (N), 6 (P), 21 (K) y 9 (S) Kg/Ha. reportó el mayor aumento en contenido de proteína y rendimiento.

## VI RECOMENDACIONES

1. Como se pudo observar el incremento en el contenido de proteína fue positivo, obteniéndose el mayor aumento con el tercer nivel de ambos elementos (N y K) (45.6 21.9), por lo que es recomendable probar la aplicación de tratamientos con cantidades mayores de nutrimentos por hectarea, tal es el caso de (60.8 28.12) o niveles mayores, para comprobar si el aumento de proteína continúa en forma proporcional como lo ha manifestado al momento. Estas cantidades deben distribuirse en 4 aplicaciones, iniciando la primera al inicio de la formación de las vainas terciarias y no esperar un crecimiento inicial de las mismas ya que existe el riesgo de una maduración precoz que tiene como consecuencia el no aprovechamiento de los nutrimentos.
2. Otro aspecto a tomar en cuenta es la búsqueda, a nivel de uso comercial o de laboratorio, de compuestos conteniendo los elementos nutritivos en forma que permitan una dilución más rápida de los mismos en el agua y con esto evitarse problemas en el momento de las aplicaciones foliares, a la vez que puede haber una mejor absorción de los nutrimentos.
3. Para realizar estudios de mejoramiento de producción y nutrición es fundamental la colaboración existente del INCAP, FAC. DE AGRONOMIA y de ICTA, tratando la manera que esta cooperación alcance bases sólidas.

## VII BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE, J. A. Posibilidades y necesidades de un estudio económico sobre el cultivo del frijol en Guatemala. IICA, Turrialba, Costa Rica; Sección de Economía. 1964 (Inedito).
2. ANON, J. Evaluation of soybean germoplasm U.S. Regional soybean laboratory, Urbana Illinois. 1965.
3. BRESSANI, R. Efecto de la fertilización sobre el contenido de proteína y valor nutritivo del frijol. En: XIII Reunión Anual del PCCMCA. San José, Costa Rica, 1967. pp. 42-43.
4. CAMACHO, L. H. et al. Genotypic and phenotypic correlations fo yield in kidney beans. Beans improv. Crop, 7: 8-9, 1964.
5. CHONAY, J. J. Relación de nitrógeno aplicado al suelo y la variación del contenido de proteína en el grano de frijol. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1977. 36 p. (tesis Ing. Agr.).
6. DE LA CRUZ S., J. R. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR, 1976. 10 p.
7. DENIS, D. J. Estimación de la heredabilidad del rendimiento y sus componentes primarios en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.); correlaciones fenotípicas y genotípicas entre estos caracteres. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1967. 46 p. (tesis Mag. Sc.) (mimeografiado).
8. ——— Factor analysis of plant type variables related yield of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Michigan STate University east tansing, Michigan 1971. (thesis Ph. D.).

9. DICKSON, M. H. Diallel analysis of seven economic characters in snap beans. *Crop. Sci.* 7 (2): 121-124. 1967.
10. DUARTE, R. A. and ADAMS M. W. A path coefficient analysis of some yield component intrrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.) *Crop. Sci.* pp. 579-582. 1973.
11. ECHANDI, R. Variación en el contenido de proteína en un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) En: XVII Reunión Anual del PCCMCA. Panamá, 1971. pp. 29-31.
12. ELIAS, L. Posibilidades en el mejoramiento proteínico del frijol y su contribución a elevar el nivel nutricional de la dieta centro americana. En: XVII Reunión Anual del PCCMCA. Panamá, 1971. pp. 30-34.
13. ESCAMILLA E., E. Greenhouse studies on the effect of foliar spray of nutrient solutions during the grain filling period on spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and black field bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. Iowa State University, 1977. 129 p. (thesis Dr. of Philosophy)
14. EVANS, A. M. Heterosis for yield in *Phaseolus vulgaris* crosses, *Ann. Rept. bean improvement co-op.* 13: 52-54. 1970.
15. FRAYTAG, A. M. et al. Estudio sobre las propiedades nutritivas del frijol. México D. F. Secretaría de Agricultura y Ganadería. 1956. pp. 23-26.
16. GUTIERREZ P., U. et al. Situación del cultivo del frijol en América Latina. Turrialba, Costa Rica, Centro agronómico de investigación tropical y enseñanza (CATIE), 1975. 31 p.
17. HERNANDEZ, A. N. Efecto de la fertilización foliar con N-P-K-S a diferentes niveles de P y S en la cantidad de proteína y componentes primarios de rendimiento en frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1978. 22 p. (tesis Ing. Agr.).

18. JARQUIN, R. La importancia del frijol como suplemento natural de dieta a base de cereales. En: XVIII Reunion Anual del PCCMCA. Managua. 1972. pp. 1-9.
19. KELLY, J. K. Genetic variation in the methionine level of mature seed of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96: 561-563. 1971.
20. LANTZ, E. M. et al. Effect of variety, location and years on the protein and aminoacid content of dried beans. S. Agric. Food Cole Chem. 6:58. 1958.
21. LEIVA R., O. R. Regresiones y correlaciones fenotipicas entre caracteres agronomicos y fenologicos de doce cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). ICA-UN, Bogotá, 1977. 14 p. (tesis Mag. Sc.).
22. LELEJI, O. I. et al. Inheritance of crude protein percentage and its correlations with seed yield in beans (*Phaseolus vulgaris* L.) crop-Sci. 12:168-171. 1972.
23. PINCHINAT, A. M. and ADAMS, M. W. Yield components in beans as affected by intercrossing and neutro irradiation. IICA. Turrialba, Costa Rica. pp. 247-252. 1966.
24. RUTGER, J. N. Bean protein studies ann rept. Panamá, Bean Improvement Cooperative. No. 12. 1969. 32 p.
25. ----- Variation in protein content and its relation to other charcters in beans (*Phaseolus vulgaris* L.) In: the Tenth Dry Bean Research Conference. Davis, Calif. Agr. Res. Service, USDA 74-56. 1970. pp. 59-68.
26. SCHARRER, K., and SCHRIEBER, R. Bodenk W. pflasenernahr. En: XVIII Reunión Anual del PCCMCA, Managua. 1972. pp. 9-10.
27. SEIDL, D. et al. Digestibility and proteinase inhibitory action

- of a kidney bean globulin J. Agr. Food Chem. 17: 1318. 1969.
28. SILBERNAGEL, M. J. Bean protein provement. Panamá. Ann rept. bean improvement cooperative No. 12 pp. 34-37. 1969.
29. ----- Bean protein improvement work by USDA; bean and pea investigations. In: The Tenth Dry Bean Research Conference. Davis, Calif. Agr. Res. Service, USDA 74-56. 1970-71. pp. 70-83.
30. TANDON, O. B. et al. Nutritive value of beans; Nutrient in Central American beans. J. Agr. Food Chem. 5: 137-142. 1959.

Vo. Bo.  
Palmira R. de Quan  
Jefe del Centro de Documentación  
e Información Agrícola

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 "Rodolfo Estrada".

ING. AGR. RODOLFO ESTRADA GONZALES  
D E C A N O

