

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

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

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por:

TULIO RENE GARCIA MORALES

En el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, octubre de 1978

01
T(292)
C-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 S.

Examinador:

Ing. Agr. Roberto Osorio M.

Examinador:

Ing. Agr. José Figueroa

Secretario:

Ing. Agr. Ronaldo Prado R.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

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

Guatemala, 2 de Octubre de 1978

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

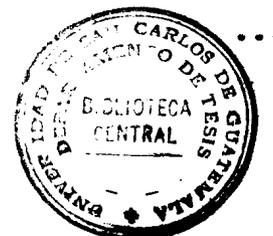
Señor Decano:

En atención a la designación que nos hiciera el Decanato a su digno cargo; tenemos el honor de informar que hemos asesorado al P.A. TULIO RENE GARCIA MORALES, en la ejecución de su trabajo de tesis de grado titulado: "EFECTOS DE LA FERTILIZACION FOLIAR CON N-P-K-S A DIFERENTES NIVELES EN LA CANTIDAD DE PROTEINA Y COMPONENTES PRIMARIOS DEL RENDIMIENTO EN EL FRIJOL NEGRO (*Phaseolus vulgaris* L.)

Se presenta esta tesis; basado realmente en el método científico y como el tercero de una serie de trabajos proyectados en el Departamento de Edafología de esta Facultad, tendientes todos a efectuar un estudio del efecto de la fertilización foliar en el incremento del porcentaje de proteína y su calidad en el grano de frijol. Considerando 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 el trabajo del P.A. García Morales, cumple con los requisitos que debe llenar una tesis de graduación a nivel superior, y en consecuencia recomendamos que el mismo sea aceptado para su discusión en el Examen General Público que el autor debe sostener en el acto de graduación.

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



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....

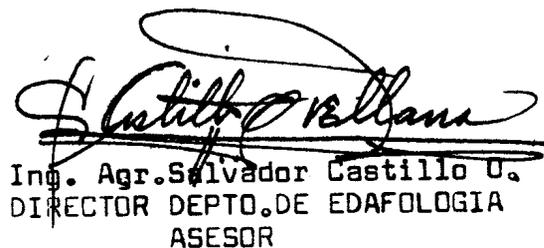
Asunto.....

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

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dr. Emilio Escamilla
ASESOR




Ing. Agr. Salvador Castillo O.
DIRECTOR DEPTO. DE EDAFOLOGIA
ASESOR

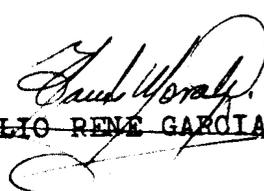
/iam

Guatemala, Octubre de 1978

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador

En cumplimiento a lo establecido en la Ley Orgánica 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 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,


TULIO RENE GARCIA MORALES

DEDICO ESTA TESIS

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LOS AGRICULTORES DE SANTIAGO SACATEPEQUEZ

DEDICO ESTE ACTO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES

FRANCISCO OVIDIO GARCIA G.
YOLANDA MORALES DE GARCIA

A MI ESPOSA

IRASEMA ROSALBA COMPARINI DE GARCIA

A MIS HIJOS

MARIA DE LOS ANGELES Y TULIO RENE

A MIS HERMANOS

GABRIEL DARIO, CONY E HIJOS
Un recuerdo a su Memoria

A MIS HERMANOS

JOSE MARIA, JUDITH VICTORIA
VICTOR HUGO, SANDRA LUCRECIA
JOSE HUMBERTO, DORIS
LEONEL FERNANDO, LOURDES

A LA MEMORIA DE MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION

HECTOR DAVID SALGUERO VASQUEZ
Y
JORGE MARIO MENENDEZ NIEVES

A MI FAMILIA EN GENERAL

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION Y TRABAJO

AGRADECIMIENTO

A mis Asesores:

Dr. Emilio Escamilla E.
Ing. Agr. Salvador Castillo O.

A

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá INCAP; en especial al Dr. Ricardo Bressani, al proporcionar los laboratorios de la institución para la determinación de la cantidad de nitrógeno total.

A mis compañeros

Edíl René Rodríguez Quezada
Sergio Cotí Pac
Arnulfo Hernández Soto

A

Laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA.

A

Todas aquellas personas e instituciones que de una u otra forma hicieron posible la realización de esta tesis.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
1. Contenido de Proteína	3
2. Componentes de Rendimiento	5
III. MATERIALES Y METODOS	7
1. Localización	7
2. Materiales Genéticos	7
3. Metodología Experimental	8
4. Prácticas Culturales	9
5. Análisis Estadístico	10
6. Parámetros	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS	13
A. Contenido de Proteína	13
B. Componentes del Rendimiento	18
C. Proteína versus Rendimiento	22
D. Correlaciones	25
V. CONCLUSIONES	31
VI. BIBLIOGRAFIA	33

I. INTRODUCCION

El cultivo del frijol es de vital importancia para el país, principalmente porque la dieta alimenticia del guatemalteco, tanto en las áreas urbanas como en las rurales, está compuesta por esta leguminosa de grano y por el maíz, complementada algunas veces por otros cereales tales como el arroz y el trigo.

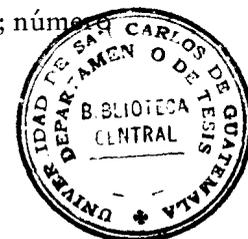
De lo anterior deducimos que la parte más importante de esta dieta está constituida por el frijol, ya que éste aporta el 33 por ciento de la proteína diaria ingerida y, se le considera como una fuente no solo esencial sino también complementaria de proteína y calorías, en vista de que los cereales componentes de dicha dieta son deficientes en los aminoácidos lisina y triptofano (1, 2, 3).

Es preciso hacer énfasis sobre la importancia del frijol como fuente protéica y la misma radica en el hecho de que este grano se encuentra prácticamente al alcance de toda la población y, por ende, es altamente consumido en los estratos medio y bajo donde el consumo de proteína de origen animal es escaso o bien no existe debido a su alto valor económico.

Sin embargo, a pesar de lo evidente con que se nos presenta la necesidad de hacer estudios que busquen el incremento del contenido protéico del frijol, a la fecha las investigaciones realizadas se han concretado principalmente, a buscar niveles óptimos de fertilización, densidades de siembra, distancias de siembra, mejoramiento genético, estudio de variedades, etc., los cuales solo han contribuido al logro de mayores rendimientos por unidad de área y muy poco, o casi nada, a incrementar la cantidad de proteína en el grano y menos aún a incrementar ambos paralelamente. Por esta razón se hace necesario realizar investigaciones tendientes a lograr dichos objetivos y en este sentido, la fertilización foliar como práctica agronómica, ofrece una alternativa ya que con la misma es posible aportar nutrimentos a las plantas los cuales podrían afectar, tanto a los componentes primarios del rendimiento como también la cantidad y calidad de proteína del frijol; presentando además la ventaja práctica de que la dieta podría ser mejorada desde el punto de vista nutricional, sin alterar su patrón normal.

Los objetivos del presente estudio son:

1. Evaluar el efecto de la fertilización foliar con N-P-K-S a diferentes niveles, en la cantidad de proteína de la semilla del frijol.
2. Evaluar el efecto de la fertilización foliar con N-P-K-S a diferentes niveles, sobre 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

I. CONTENIDO DE PROTEINA:

Se han realizado relativamente pocos estudios referentes al efecto del suelo y el ambiente así como de los fertilizantes sobre el contenido de proteína del frijol. Tandon y colaboradores (5), informaron en un estudio con 25 variedades cultivadas en 2 diferentes localidades, que la proteína varió entre 20.1o/o y 27.9o/o, siendo ésta influenciada por la localidad. Efectos importantes de localidad sobre el contenido de proteína, han sido dados a conocer por otros investigadores (6); sin embargo, el número es limitado y no indica cual de los factores que forman el medio ambiente es el de mayor importancia.

Existen algunos estudios acerca del efecto que ejercen los fertilizantes en el contenido de proteína del frijol aumentando los rendimientos y cantidad total de proteína por unidad de área, pero no tienen efecto sobre el contenido relativo de proteína cruda (30).

Los resultados de varios investigadores (6, 7, 8, 9), indican que con toda probabilidad la especie de la leguminosa tiene más influencia sobre el contenido de proteína que la localidad y los fertilizantes. Sin embargo; no puede llegarse a conclusiones definitivas ya que no existen suficientes estudios sobre este problema el cual debería investigarse más (10).

Fraytag et al (4), han dicho de acuerdo a investigaciones tendientes a mejorar las propiedades nutritivas del frijol, que el clima y el suelo sí influyen en el contenido total de proteína pero han agregado que éste depende principalmente de la reacción individual de la variedad del frijol.

Echandi y Bolaños (11), reportan que es sabido que en algunos lugares de Centro América el frijol puede representar hasta un 30 por ciento del total de proteína ingerido diariamente. Agregan que una dieta diaria en la que toda, o casi toda la proteína sea suplida por frijol, resultaría deficiente en cuanto a los requerimientos diarios de los aminoácidos Metionina y Cisteína, ambos necesarios en los humanos. Indican además que en la actualidad existe gran interés en determinar el efecto de factores tales como fertilización, condiciones climáticas y complemento genético en el contenido y calidad de proteína en un cultivar de frijol.

Tanto Silbernagel (12), como Bressani (13), notaron que el contenido de nitrógeno en un cultivar de frijol, variaba drásticamente con la localidad en que se cultive y posiblemente con el complemento genético de la población.

Con el objeto de avanzar más rápidamente en los programas de mejoramiento; Rutger (14) trató de establecer una correlación entre algunas de las características de la planta y de la semilla con el contenido de proteína, encontrando 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.

Echandi y Bolaños (11), encontraron que aún dentro de una población en un cultivar de frijol que creció en el campo en una misma localidad y bajo condiciones climáticas muy similares, existe gran variación en el contenido de proteína.

Elías (15), indica que en un análisis estadístico aplicado a 31 variedades de frijol, se encontró una relación negativa significativa (-0.54) entre el contenido de proteína y el rendimiento, siendo este resultado similar a otros estudios en cereales reportados en la literatura. Sin embargo; agrega que es posible, en este caso, que el bajo rendimiento observado pueda deberse a una falta de adaptación de estas variedades.

Bressani (13), informa que el frijol por su alto contenido de proteína podría reducir o eliminar la malnutrición protéica, si su consumo y calidad nutritiva fuera superior y, si la ingesta se iniciara en la población a una edad más temprana.

Los estudios encaminados a mejorar la calidad de la proteína del frijol son relativamente escasos, posiblemente debido a que esta leguminosa contiene más proteína que los cereales. En general, las investigaciones que persiguen el mejoramiento del frijol, desde el punto de vista agronómico, no toman en cuenta el incremento de su valor nutritivo. No obstante, existen trabajos que señalan que el contenido de proteína total del frijol depende de la variedad que se cultive y de la localidad donde ésta se siembre, lográndose comprobar también que los fertilizantes nitrogenados aumentan la concentración protéica en el grano (17).

Escamilla (19), indica que el contenido de proteína del grano de frijol fue constantemente incrementado de 22.6o/o a 28.7o/o con la aplicación de nutrimentos en forma foliar. Agrega que esta fertilización foliar debe ser aplicada junto con óptimas prácticas culturales, lo cual no intenta desplazar la fertilización aplicada al suelo para corregir deficiencias para un moderno cultivar, sino incrementar su efectividad a través de la planta y con ello producir más rendimiento de grano.

Con relación al contenido de azufre de los granos, Escamilla (19) menciona que éste fue aumentado por fertilización foliar pero a una tasa menor que el total de proteína, reportando un descenso en la cantidad de aminoácidos azufrados en relación con el total de proteína del grano.

Teniendo en cuenta que el frijol es una semilla leguminosa y que su proteína es deficiente en Metionina y aminoácidos azufrados, el INCAP llevó a cabo estudios de fertilización con diversos niveles de azufre y molibdeno. Se encontró que en dos casos la combinación de azufre con molibdeno producía frijoles que provocaban un mejor crecimiento de los animales (ratas) en comparación con los grupos testigo y los otros tratamientos utilizados. A pesar que los resultados están todavía inconclusos, se cree que la combinación de estos dos elementos menores se traduce en un incremento de metionina en la proteína y, consecuentemente, en un mayor valor nutritivo de las proteínas del frijol (1).

Escamilla (19), reporta que al haber asperjado una solución completa de N-P-K-S observó un incremento en el contenido de proteína del grano el cual podría deberse solo al nitrógeno o a cualquier interacción del mismo con uno o más de los elementos aplicados. Concluye que futuras investigaciones son necesarias para esclarecer este incremento en la proteína debido al tratamiento foliar.

Con relación al análisis químico del grano, el mismo autor indica que de todos los nutrimentos aplicados en forma foliar, solo el porcentaje de nitrógeno en la semilla del frijol fue incrementando en todas las variedades. También observó que el porcentaje de aminoácidos azufrados con respecto al de la proteína, disminuyó con la fertilización foliar.

Bressani (1), basado en investigaciones realizadas por el INCAP, informa que la cantidad de proteína en el grano del frijol varía entre 20.1o/o y 27.0o/o, o sea, 3.21o/o y 4.46o/o de nitrógeno respectivamente, con un promedio para todas las muestras evaluadas en dichas investigaciones, de 24.1o/o de proteína, o sea, 3.81o/o de nitrógeno. Indica, además, que el contenido de Metionina y Lisina ofrece también grandes variaciones.

2. COMPONENTES DE RENDIMIENTO:

Pinchinat y Adams (20), comprobaron que entre el número de vainas por planta (X) y el rendimiento en grano (W) del *Phaseolus vulgaris* L., existen correlaciones fenotípicas positivas generalmente muy 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). Indican así mismo que la correlación encontrada entre el número de granos por vaina y el peso del grano fue baja por lo que se considera que existe muy poca relación entre estos dos caracteres.

Dickson (21), llegó a una conclusión similar en torno a las relaciones entre (X) y (Y), habiendo calculado el número de granos por vaina en base a las cinco mejores vainas por planta.

Anad y Torrié (22), en un trabajo desarrollado en Soya encontraron que el número de vainas por planta (X) y el número de granos por vaina (Y), están más asociados fenotípicamente con el alto rendimiento de grano (W) que el peso del grano (Z). Sin embargo, Johnson et al (23), encontraron lo contrario. Anad y Torrié (22), agregan que existe una correlación fenotípica negativa entre el número de vainas por planta (X) y el número de granos por vaina (Y); en cambio Johnson et al (23), no encontraron correlación entre estos dos caracteres. En ambos estudios se detectó una asociación negativa del peso del grano (Z) con los otros componentes del rendimiento.

Según Escamilla (19), la fertilización foliar incrementó el rendimiento en un 27o/o y el número de vainas por planta (X) en un 19o/o. Agrega también que ninguna conclusión puede ser hecha y futuros experimentos deben ser realizados para esclarecer si hay cualquier efecto del fertilizante foliar en el número de semillas por vaina (Y); sin embargo concluye que el peso de la semilla (Z), número de vainas por planta (X) y número de semillas por vaina (Y) fueron indiscutiblemente características de la variedad.

Denis (24), investigando sobre las correlaciones fenotípicas entre los componentes primarios y el rendimiento del frijol encontró que el rendimiento (W) y el número de vainas por planta (X) mantienen estrecha correlación positiva, mientras que la estimación entre el rendimiento (W) y los demás componentes, número de granos por vaina (Y) y 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. En todas las asociaciones de dos componentes primarios, las correlaciones fenotípicas son negativas y altamente significativas. De acuerdo con estos resultados, Denis (24), sugiere que para una mejora efectiva en el frijol, en cuanto a rendimiento, primeramente debe seleccionarse por alto número de vainas por planta, ya que no es posible lograr esa mejora en el rendimiento al mejorar el peso del grano a pesar de los altos porcentajes de heredabilidad y avance genético encontrados, ya que entre ese carácter y el rendimiento existe una asociación negativa. Así mismo, aunque el número de granos por vaina ofrezca casi igual grado de avance genético y mejor porcentaje de heredabilidad que el número

de vainas por planta, su poca relación aparente con el rendimiento total de la planta constituirá un serio obstáculo en el mejoramiento de éste.

González et al (31), concluyeron que la fertilización foliar como complemento de la edáfica presenta tendencias influenciadas aparentemente por la época de aplicación a los veinte días de nacido el frijol, cuyos resultados, en cuanto a rendimiento (W), pueden considerarse alentadores, quedando por esclarecer plenamente para este cultivo, las épocas, intervalos, cantidad, métodos de aplicación más adecuados.

Camacho, Cardona y Orozco (25), encontraron correlaciones negativas entre los diferentes componentes del rendimiento y correlaciones positivas altamente significativas del rendimiento con vainas por planta y granos por vaina, y de acuerdo con esto sugiere, que es posible aumentar el rendimiento seleccionado genotipos con alto número de vainas por planta y alto número de granos por vaina.

Coyne (26), estudiando las correlaciones simples entre el rendimiento de semilla y los componentes del rendimiento: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso promedio de semilla y entre pares de estos componentes en progenitores y en generaciones derivadas de tres cruzamientos encontró correlaciones altas entre rendimiento de semilla y cada componente fue aproximadamente igual en importancia en la contribución del rendimiento total de semilla.

Camacho, Duarte y Orozco (27), estudiando la relación entre el hábito de crecimiento del frijol y los caracteres: número de vainas por planta, número de granos por vaina, tamaño de semilla y rendimiento por planta, encontraron que las progenies con guía corta o larga mostraron mayor rendimiento que las progenies sin guía en tres de los cuatro cruzamientos estudiados. Esta diferencia en rendimiento fue debida al mayor número de granos por planta que tenían las progenies con guía como resultado de un mayor número de vainas y de granos por vaina.

Noguera (10), en su trabajo sobre los efectos de N-P-K aplicados al suelo y al follaje sobre el rendimiento del frijol indica que con la fertilización foliar, los tratamientos no alcanzaban diferencias significativas, aunque presentan pequeñas diferencias numéricas. En cambio, con la fertilización edáfica las diferentes dosis aplicadas tuvieron rendimientos altamente significativos en relación al testigo.

Duarte (28), encontró que el rendimiento y sus componentes se afectan cuando se disminuye el área foliar de las plantas.

III. MATERIALES Y METODOS

1. LOCALIZACION:

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

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

SUELOS:

Los suelos donde se realizó el experimento presentan una textura franco arcillosa (método de Hidrómetro-Boyucos), estructura de bloques angulares, color café grisáceo, poco profundo, drenaje lento y de topografía ondulada. En el Cuadro No. 1 se detalla el resultado del análisis químico realizado en el Laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

CUADRO No. 1:

CONCENTRACION DE LOS ELEMENTOS DISPONIBLES EN EL TERRENO EXPERIMENTAL

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

Según De La Cruz S., J. René (29), la Finca "San Antonio Contreras" está ubicada en la termométrica altitudinal identificada como Subtropical Húmeda.

2. MATERIALES GENETICOS:

Se utilizaron tres variedades de frijol comerciales proporcionadas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas ICTA, siendo éstas: Turrialba, San Pedro Pinula y Culma cuyas características se describen en el Cuadro No. 2.

CUADRO No. 2:

CARACTERISTICAS DE LAS VARIEDADES UTILIZADAS

Material genético	Grano	Período Vegetativo	Altura de planta	Orígen	Tipo de material
1- Turrialba	Negro	Intermedio	Intermedia	Costa R.	Variedad
2- San Pedro Pinula	Negro	Intermedio	Intermedia	Guate.	Variedad
3- Culma	Negro	Tardío	Alta	Colombia	Variedad

3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL:

El diseño experimental utilizado consistió en un 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 m^2 (2 m por 5 m), en tanto la de cada subparcela fue de 3.33 mts^2 (2 m por 1.67 m). Para eliminar el efecto de competencia entre variedades (materiales genéticos), se tomó 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. No. 1 se presenta el diseño experimental utilizado en el campo.

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

CUADRO No. 3:

CANTIDADES DE N-P-K-S (Kg/Ha) UTILIZADAS EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS (FERTILIZACION FOLIAR) BAJO ESTUDIO.

TRATAMIENTO	N	P	K	S
0	0	0	0	0
0.5	22.5	3	10.5	4.5
1.0	45	6	21	9
1.5	67.5	9	31.5	13.5
2.0	90	12	42	18

Figura No. 1-

DISEÑO EXPERIMENTAL UTILIZADO EN
EL CAMPO

	2	0	1.5	1.0	0.5
B.- I	2 1 3	2 1 3	3 2 1	3 2 1	3 1 2
	1.0	1.5	0	0.5	2.0
B.- II	3 2 1	1 3 2	2 1 3	2 3 1	3 2 1
	1.0	2.0	1.5	0	0.5
B.- III	1 2 3	2 3 1	2 1 3	1 3 2	1 2 3
	1.5	2.0	0.5	1.0	0
B.- IV	3 1 2	3 1 2	1 3 2	1 3 2	1 3 2

Tratamientos: 0; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0

Variedades: 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 de crecimiento de las vainas terciarias cuando tenían una longitud aproximada de 2.5 cms. Se utilizó para el efecto una aspersora de mochila de 15 litros de capacidad, a la que para tal estudio hubo necesidad de efectuarle las siguientes modificaciones y adaptaciones:

- a) Adaptación de un manómetro de 0 – 100 libras de presión por pulgada cuadrada, cuyo objetivo era indicar y por consiguiente controlar la aspersión a una presión constante de 40 libras por pulgada cuadrada en el tubo de descarga durante cada aspersión.
- b) El tubo original de aspersión se reemplazó por uno de mayor longitud (1.60 mts.) cuyo extremo final fue doblado en forma de U invertida con la finalidad de que la boquilla de descarga asperjara a una altura aproximada de 1 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 una Teejet No. 8001 tipo abanico, la que a la altura de un metro cubría un ancho de aspersión también de un metro. Esto hizo necesario asperjar la mitad de la parcela caminando de Norte a Sur, y la otra mitad caminando en sentido contrario por las calles que formaron parte del campo experimental.

La descarga media fue de 400 cc/minuto aplicados en un tiempo de 40 segundos, lo cual equivalen a 267 cc/parcela principal (267 lts/Ha) en cada aspersión.

4. PRACTICAS CULTURALES:

Las prácticas culturales que fueron realizadas pueden quedar resumidas así:

Preparación del terreno mediante un barbecho mecánico con arado pesado a una profundidad media de 30 centímetros y posteriormente el paso de una rastra liviana para pulverizar el suelo. La desinfestación del suelo se efectuó con Volatón al 2.5o/o granulado a razón de 40 Kg/Ha.

La siembra se realizó en las parcelas a las distancias de 0.40 mts. entre surcos y 0.15 mts. entre posturas, colocando 3 semillas por postura, para realizar un entresaque a los 20 días después de emergidas las plántulas, dejando 2 plantas por postura. De esta manera se trabajó con una densidad de población de 333,333 plantas/Ha.

Según el análisis realizado en los laboratorios de suelos del ICTA, las cantidades de fósforo, potasio, calcio y magnesio del suelo de la región eran adecuadas para el cultivo; por lo tanto, únicamente se efectuó una fertilización nitrogenada con Urea al 46o/o a razón de 30 Kg. de N/Ha., 14 días después de la siembra por el sistema de bandas laterales.

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

Se efectuaron 4 riegos mediante el sistema de irrigación superficial únicamente durante el desarrollo vegetativo.

Durante las primeras etapas de la maduración fisiológica de la semilla, se produjeron lluvias escasas en la región por lo que se consideró necesario la aplicación de riego para eliminar los efectos por la sequía que se presentó.

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 5 tratamientos de fertilización foliar a que fueron sometidas, se realizó el análisis de varianza del diseño de bloques al azar en parcelas subdivididas, auxiliándonos de la prueba de “F” con niveles de significancia del 5o/o y 1o/o.

6. PARAMETROS:

Los parámetros sobre los que versa la discusión de este estudio son los siguientes:

- Cantidad de proteína por variedad y tratamiento de fertilización foliar.
- Rendimiento de grano —en gramos— 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 América y Panamá INCAP, y se basó en el contenido de nitrógeno total de la semilla utilizando el método de Micro-Kjeldhal, cuyos principales pasos se describen a continuación:

- a) Pesar 100 mg de semilla molida y tamizada en un molino eléctrico “wiley” utilizando un tamiz de 20 mallas por pulgada.
- b) Colocar la muestra en un balón Micro-Kjeldhal agregándole 100 miligramos de Sulfato de Sodio, 0.2 ml de Acido Selenioso al 20o/o, y 3 ml de Acido Sulfúrico concentrado.
- c) Digerir la muestra durante un lapso de 2 horas.
- d) Cálculo del porcentaje de proteína (o/oP). La fórmula para calcular el o/oP es la siguiente:

$$\text{o/oP} = \text{N} \times 6.25$$

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

- a) Las vainas de cada subparcela o variedad fueron desgranadas y la semilla fue limpiada, posteriormente se procedió a pesar la semilla.
- b) El número de vainas por planta se determinó contando el total que existía en cada subparcela cosechada y dividiendo este total entre 20 que fueron las plantas seleccionadas en cada una de éstas.
- c) 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.
- d) Primero se calculó el número de semillas por subparcela en base a la siguiente fórmula:

$$\text{No. de semillas} = \frac{\text{Peso total de semillas}}{\text{Peso de una semilla}}$$

- c) 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

Con el fin de poder evaluar la respuesta del frijol a los distintos niveles de fertilización foliar, se utilizaron los valores medios obtenidos en los resultados del ensayo experimental y los cuales se presentan en el Cuadro No. 4 y corresponden al promedio de cuatro repeticiones de cada uno de los cinco tratamientos evaluados.

A. CONTENIDO DE PROTEINA:

Puede apreciarse en el Cuadro No. 4 que hubo un incremento en el porcentaje de proteína el cual fue directamente proporcional a la cantidad de nutrimentos aplicados (N-P-K-S); en tanto el mayor nivel acusa el máximo porcentaje de proteína, el menor lo hace para el mínimo; vale decir, que la proteína aumentó a medida que se aumentaron las cantidades de nutrimentos y, como se muestra en el Cuadro No. 5, la diferencia estadística entre tratamientos y entre variedades fue altamente significativa.

Lo anterior expresa claramente, por una parte, que hubo una respuesta positiva a los tratamientos de fertilización foliar ya que el incremento iba de acuerdo con la cantidad de nutrimentos aplicados, y por la otra, que la respuesta fue diferente entre variedades, siendo esto atribuible al hecho de que cada variedad tuvo un comportamiento diferente debido a las características genéticas propias de las mismas.

La situación anterior puede tener explicación por el hecho de que durante la formación de las vainas terciarias del frijol, posiblemente existió una translocación de los nutrimentos aplicados hacia la semilla, y de esta manera los nutrimentos aportados por aplicación al follaje y demás partes aéreas de las plantas, fueron absorbidos e incorporados al proceso metabólico y, en vista de que las plantas a esa edad y a están completamente desarrolladas no exigían nutrimentos para la formación y crecimiento de partes vegetativas por lo que se considera que fueron aprovechados en la formación de proteína y otros compuestos energéticos en el grano; es decir, que cuando la planta no demanda sustancias nutritivas para formar estructuras vegetativas, las mismas son utilizadas para la formación de proteína y otros compuestos energéticos.

Otra posible explicación al incremento de proteína observado, es que éste se haya debido a factores fisiológicos propios de la planta, probablemente de tipo hormonal. Las investigaciones al respecto están fuera del alcance del presente estudio.

Sin embargo, el aumento en el porcentaje de proteína observado parece estar de acuerdo con lo reportado por Rodríguez (16), quien en un estudio reciente de fertilización foliar en frijol notó un incremento en el porcentaje de proteína en el grano, atribuyéndolo al N principalmente; así mismo indicó que el nitrógeno incrementó la proteína en forma proporcional a los niveles aplicados, de 24.4 por ciento en el nivel 0 Kg/Ha. a 27.7% de proteína cuando aplicó 45 Kg de N/Ha.

Probablemente en el presente estudio, el incremento en la cantidad de proteína en el grano pueda ser consecuencia de la aplicación del N, aunque ello no puede aseverarse con toda certeza ya que debido a que los nutrimentos fueron aportados en formulación completa de N-P-K-S a una relación de 15:2:7:3 respectivamente y asperjados en cinco niveles de

concentración, los otros elementos también pudieron haber contribuido a dicho aumento, ya sea, individualmente o bien a través de alguna interacción entre ellos. Por consiguiente, según lo manifiesta Escamilla (19), será necesario seguir realizando investigaciones para determinar con exactitud la influencia que cada elemento ejerce en la cantidad y calidad de proteína así como en el rendimiento de frijol y, poder establecer de esa manera el punto óptimo de combinación entre ellos para obtener el máximo incremento del contenido de proteína sin que llegue a disminuirse la digestibilidad de la misma debido a la acumulación de grandes cantidades de globulinas, en vista de la resistencia que éstas presentan a la digestión al evitar la absorción de las proteínas por el tracto intestinal.

Las consideraciones anteriores corroboran lo indicado por Escamilla (19), quien efectuando un estudio de invernadero sobre los efectos de soluciones nutritivas en forma foliar durante el período de llenado del grano en variedades de frijol negro, encontró un aumento constante en el contenido de proteína en el grano del frijol (desde 22.16o/o hasta 28.7o/o), atribuyéndolo, por una parte, al efecto del nitrógeno y por la otra a la interacción de éste con uno o más de los otros elementos aplicados.

Es importante señalar, no obstante, lo evidente de los resultados del Cuadro No. 4 en cuanto a que sí se logró el objetivo primordial del presente estudio, o sea, elevar el contenido protéico del grano del frijol, ya que ello resulta sumamente interesante por cuanto ofrece una alternativa práctica y sencilla para el mejoramiento del nivel alimenticio de la población. Se encontró la máxima cantidad de proteína en el nivel 2 y el menor porcentaje se obtuvo en el nivel O (testigo).

Estos resultados, no obstante, difieren un tanto del rango presentado por Bressani (1), quien reporta haber encontrado una variación en el porcentaje de proteína de 20.1o/o a 27.9o/o con un promedio para todas las muestras de 24.1o/o. Así mismo Echandi (11), en una investigación hecha con 300 plantas determinó que el porcentaje de proteína del grano varió de 18.04 por ciento a 29.94 por ciento. En un estudio reciente sobre el efecto de los nutrimentos P y S en aplicación de fertilizante en forma foliar con niveles constantes de N y K, Hernández (18) obtuvo un incremento en el contenido de proteína desde 26.43o/o hasta un 30o/o, concluyendo que dicho incremento pudo ser consecuencia de una interacción entre ambos elementos o bien debido a la interacción de ellos con el nitrógeno y/o el potasio o con ambos elementos. Nótese que en el presente estudio la variación en el porcentaje de proteína no fue muy alta oscilando entre 25.61o/o y 27.4o/o.

CUADRO No. 4

**RESULTADOS MEDIOS GENERALES DE PORCENTAJE DE
PROTEINA, DE RENDIMIENTO Y DE SUS COMPONENTES
EN LAS TRES VARIETADES DE FRIJOL.**

Tratamiento	Tratamiento Kg/Ha	o/o de Pro- teína	Rendimiento 20 Plantas (gs)	Número de Vainas/plan- ta	Número de Semillas/ vaina	Peso de 100 Semillas (grs)
	N - P - K - S					
0	0 - 0 - 0 - 0	25.61	234.88	16.51	3.83	18.70
0.5	22.5-3-10.5-4.5	26.35	249.77	16.44	4.04	18.88
1.0	45 - 6 - 21 - 9	26.77	269.95	18.73	3.86	18.70
1.5	67.5-9-31.5-13.5	26.99	229.70	16.51	3.75	18.42
2.0	90-12-42-18	27.40	221.76	16.49	3.71	17.95

CUADRO No. 5
VALORES DE "F" DEL ANALISIS DE VARIANZA EN LA
CANTIDAD DE PROTEINA DE LA SEMILLA, EL RENDIMIENTO
Y SUS COMPONENTES EN LAS TRES VARIEDADES DE FRIJOL.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	o/o de Proteína	Rendimiento de 20 plantas	No. de Vainas/planta	No. de Semillas por vaina	Peso de 100 Semillas
Bloques	3	1.40	2.27	1.45	4.22	3.4
Tratamientos	4	6.13**	0.82	1.60	0.70	6.48
Error a	12					
Variedades	2	12.67**	2.91	0.34	14.42**	3.07
Interacción VXT	8	2.09	1.01	0.47	1.51	1.25
Error b	30					
Total	59					
Coef. Var. fert. fol. o/o		3.46	30.08	16.17	13.54	2.70
Coef. Var. Var. o/o		5.26	14.97	14.76	2.24	4.04

En vista de que los resultados medios del Cuadro No. 4 presentan un incremento en la cantidad de proteína, vale la pena analizar el comportamiento individual de las variedades al respecto.

1. Variedad Turrialba:

La variedad Turrialba (Figura 2), presenta un incremento en el porcentaje de proteína del nivel de 0.5 al 1.5 de N-P-K-S, alcanzado en este último la máxima cantidad de proteína; lo esperado era que en el nivel 2.0 la cantidad de proteína alcanzara el máximo, sin embargo, muestra una disminución con respecto a los niveles anteriores. Además, nótese que con relación al testigo, el nivel 2.0 ofrece solamente un ligero aumento, esto sugiere la posibilidad de que esta variedad tenga en el nivel 1.5 su límite de respuesta y que cantidades mayores a 67.5-9-31.5-13.5 de N-P-K-S respectivamente no provoquen cambios. Hernández (18), investigando en esta misma variedad, no encontró variación estadística significativa en el contenido de proteína mientras que Rodríguez (16), determinó que el nitrógeno incrementó la proteína en forma proporcional a los niveles aplicados.

En virtud de lo anterior puede inferirse que en el presente estudio el descenso significativo en el porcentaje de proteína observado en el nivel 2.0, posiblemente puede estar asociado con un incremento en el peso del grano respecto al descenso observado en el nivel 1.5.

2. Variedad San Pedro Pinula:

En la Figura 2 se muestra el comportamiento de la variedad San Pedro Pinula a la fertilización foliar, puede notarse que se incrementó el contenido de proteína en forma directamente proporcional a los niveles de N-P-K-S aplicados, manifestando un mayor incremento del nivel 0.5 a los siguientes, que del 0 al 0.5, de lo que se deduce que al igual que la variedad Turrialba, la San Pedro Pinula también muestra mayor eficiencia cuando se le adicionan dosis mayores de N-P-K-S foliarmente. Sin embargo; a diferencia de la variedad Turrialba, la San Pedro Pinula respondió más pues en ésta se logró incrementar el contenido de proteína de 25.11o/o en el nivel 0 hasta 27.75o/o en el nivel 2.0.

Rodríguez (16), observó en esta misma variedad que la proteína se incrementó en forma directamente proporcional a los niveles de N aplicados. Chonay, citado por Rodríguez (16), estudiando la variedad Compuesto Chimalteco 2, notó que el contenido de proteína se aumentó conforme se aumentaron las cantidades de N aplicadas al suelo.

De acuerdo con esto resulta interesante hacer notar que existe la posibilidad de incrementar aún más el contenido de proteína en el grano de esta variedad, por lo que se sugiere, según lo indicado por Escamilla (19), la realización de nuevas investigaciones aplicando dosis mayores a efecto de determinar hasta donde puede elevarse el contenido de proteína y teniendo en cuenta la digestibilidad de la misma, establecer el punto óptimo de aplicación de nutrimentos por vía foliar.

3. Variedad Culma:

En la Figura 2 podemos notar que la variedad Culma se comportó de la siguiente manera:

Se observó un incremento de 26.08o/o a 28.32o/o del nivel 0 al 0.5 en el contenido de proteína, mientras que del nivel 0.5 al 1.0 la respuesta puede considerarse similar. Sin embargo, del nivel 1.0 al 1.5 se aprecia un decremento muy marcado, esto probablemente se haya debido a que en este tratamiento la variedad Culma ocupó en el campo experimental dos subparcelas que fueron seriamente afectadas por un mal drenaje del terreno, lo que contribuyó a que el desarrollo mostrado por estas plantas fuera relativamente inferior al de las plantas de las demás parcelas y, que tuvo como consecuencia el no permitir un adecuado aprovechamiento de los nutrimentos aportados; por esa misma razón, del nivel 1.5 al 2.0 se aprecia un incremento que va de 27.30o/o a 28.32o/o.

Escamilla (19), observó mayor efectividad de los tratamientos foliares cuando las plantas crecieron bajo condiciones óptimas de humedad en el suelo (capacidad de campo), que cuando éstas se desarrollaron con alguna deficiencia de la misma. Vale decir, que cuando las plantas se desarrollaron en distintos medios, aquellas que encontraron las mejores condiciones fueron las más eficientes en el aprovechamiento de los nutrimentos adicionados. Estos resultados confirman que el comportamiento fenotípico de esta leguminosa está gobernado por el conjunto genotipo y ambiente.

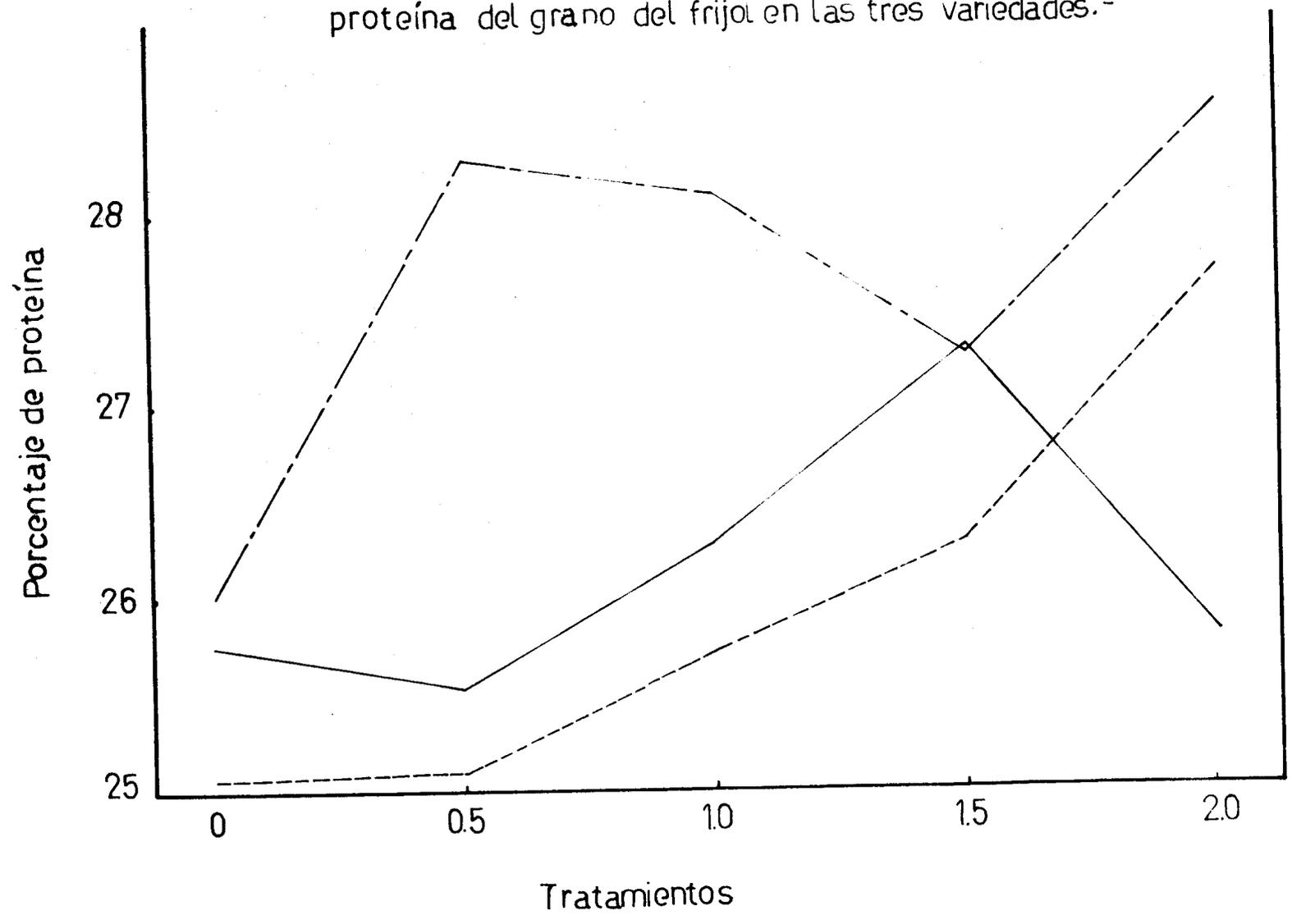
En el Cuadro No. 6 se presenta el efecto de los tratamientos de fertilización foliar sobre el porcentaje de proteína. Se observa diferencia estadística en las variedades San Pedro Pinula y Culma y no significancia en la variedad Turrialba en lo que al efecto de los tratamientos se refiere. Esto demuestra que las variedades tienen comportamiento diferente respecto a incrementar o no el contenido de proteína en las semillas como consecuencia de la fertilización foliar. Por consiguiente esta situación indica la necesidad de desarrollar nuevas investigaciones que permitan definir con mayor exactitud cual de las variedades del presente estudio responde mejor a los tratamientos de fertilización foliar, así como también evidencia la necesidad de probar con materiales genéticos distintos a fin de poder encontrar el material más adecuado para el efecto. Jarquín, citado por Rodríguez (16), afirma que el contenido de proteína en el grano del frijol está gobernado por el potencial genético de la variedad. Hernández (18) y Rodríguez (16), observaron también diferencia entre tratamientos, estudiando las mismas variedades del presente estudio; ambos han sugerido realizar nuevas investigaciones.

B. COMPONENTES DEL RENDIMIENTO:

Al analizar las otras variables estudiadas (resumidas en el Cuadro No. 4), rendimiento (W), número de vainas por planta (X), número de semillas por vaina (Y) y, peso de 100 semillas (Z), se aprecia un aumento en el rendimiento que va del nivel 0 al 1.0, alcanzando en este último su mayor expresión para todos los niveles evaluados ya que de aquí a los siguientes se nota un descenso. Del nivel 0 al 0.5 se observa un incremento en el número de semillas por vaina (Y), en tanto que (X) es más o menos estable. Por otro lado del nivel 0.5 al 1.0 puede verse que el aumento en el rendimiento estuvo regido, principalmente, por un aumento en el número de vainas por planta (X). Lo anterior pone de manifiesto que el incremento en el rendimiento (W) está determinado, para el caso del frijol, fundamentalmente por un incremento tanto del

Figura No. 2.-
Variedad Turrialba
Variedad San Pedro Pinula
Variedad Culma

Efecto de los tratamientos en el porcentaje de proteína del grano del frijol en las tres variedades.-



número de vainas por planta (X) como del número de semillas por vaina (Y), ya que la variable Peso de 100 semillas (Z) se mantuvo más o menos estable, lo cual puede apreciarse claramente al observar los resultados obtenidos en los niveles 1.5 y 2.0.

A pesar de lo descrito anteriormente, en el Cuadro No. 5 no aparece diferencia estadística significativa en las variables mencionadas debida a tratamientos, por lo que se concluye que la respuesta al respecto fue similar. Escamilla (19), especifica que el peso de la semilla, el número de vainas por planta y el número de semillas por vaina fueron indiscutiblemente característicos de la variedad. Por su parte Rutger (14), reporta que diferentes rendimientos de grano se han obtenido con diferentes variedades creciendo bajo las mismas condiciones ambientales.

Hernández (18), quien trabajó en las mismas variedades del presente estudio, encontró también significancia entre variedades respecto a las variables rendimiento, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas. Al igual que en el presente estudio, el mismo autor indica que la significancia mostrada puede considerarse una consecuencia del tipo de crecimiento y ciclo vegetativo de las variedades ya que la variedad Culma fue la que manifestó mayor incremento (ver Cuadro No. 2). Sin embargo, en el presente estudio no existió diferencia significativa en el rendimiento debida a los tratamientos (Cuadro No. 5), por lo que se deduce que no hubo respuesta en cuanto al rendimiento.

Puede inferirse que la falta de acción de los niveles de fertilización foliar sobre los componentes primarios del rendimiento probablemente se haya debido a la época inadecuada de aplicación, ya que ésta fue realizada cuando el estado de madurez de las plantas estuvo demasiado avanzado y como consecuencia de ello las vainas terciarias habían alcanzado ya un crecimiento considerable, por lo que disminuyó la capacidad fisiológica de las plantas de elaborar compuestos a partir de los nutrimentos aportados por fertilización foliar. Debe agregarse a lo anterior que después de la primera aplicación de los distintos niveles, se observó una rápida maduración tanto en el follaje como en las demás partes de la planta, aún en los tratamientos testigo. Es muy probable que el surfactante empleado haya contribuido a la rápida senescencia observada, ya que éste fue también aplicado a las parcelas testigo, pudiendo haber causado cierto grado de fitotoxicidad en la parte aérea de las plantas principalmente, en la superficie foliar, impidiéndose de esta manera un óptimo aprovechamiento de los nutrimentos aportados en las aplicaciones posteriores al restringirse la capacidad de absorción, formación y translocación de sustancias por parte de la planta.

Aún cuando no se observó diferencia significativa en el rendimiento y sus componentes primarios, considero importante examinar la respuesta de las variedades a la fertilización foliar en lo que a esas variables se refiere.

CUADRO No. 6

**VALORES DE "F" DEL ANALISIS DE VARIANZA EN EL
PORCENTAJE DE PROTEINA POR VARIEDAD.**

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Turrialba	San Pedro Pinula	Culma
Bloques	3	0.63	0.63	2.24
Tratamientos	4	1.43	4.5*	3.80*
Error	12			
Total	19			

* Significativo al 50/o de nivel de significancia.

De acuerdo con el análisis de varianza efectuado para evaluar el efecto de la fertilización foliar en el rendimiento de cada una de las variedades, mostrado en el Cuadro No. 7, puede apreciarse que tanto la variedad San Pedro Pinula como la Culma no mostraron diferencia estadística significativa, lo que indica que su comportamiento fue similar, mientras que la variedad Turrialba presenta diferencia estadística significativa (5o/o), tanto en la fuente de variación debida a tratamientos de lo cual puede inferirse que el comportamiento de esta variedad ha sido diferente a cada uno de los tratamientos aplicados. Existe la posibilidad de que la diferencia estadística significativa entre bloques se haya debido a la heterogeneidad del terreno, en cuanto al contenido de materia orgánica se refiere, ya que los dos bloques que ocuparon la parte alta del terreno (bloques I y II), poseían suelo con mayor contenido de materia orgánica que el suelo de los bloques III y IV. Esto se explica porque los resultados medios totales de los dos primeros bloques son altos y bastante cercanos entre sí y los resultados correspondientes a los restantes bloques (III y IV), son bajos y también muy cercanos entre sí. Cabe agregar que el rango de variación en los resultados medios por bloque va de 272.98 gramos hasta 201.78 gramos.

CUADRO No. 7

VALORES DE "F" DEL ANALISIS DE VARIANZA EN EL RENDIMIENTO DE GRANO POR VARIEDADES.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Turrialba	San Pedro Pinula	Culma
Bloques	3	5.46*	2.24	1.52
Tratamientos	4	3.30*	1.11	0.60
Error	12			
Total	19			

* Significativo al 5o/o de probabilidad.

Otro factor que posiblemente pudo haber influido es el hecho de que, debido a la irregularidad del invierno, fue necesario aplicar cuatro riegos a la plantación los cuales no fueron controlados en forma perfecta, pudiendo haber ocurrido que unas parcelas recibieran mayor cantidad de agua que otras. En cuanto a la diferencia observada entre tratamientos, la variedad Turrialba alcanzó un máximo de 281.8 gramos en el nivel 1.0 y un mínimo de 210.32 gramos en el tratamiento 2.0, lo cual posiblemente también pudo ser consecuencia de lo explicado anteriormente.

La variedad San Pedro Pinula, también presenta lo descrito para la Turrialba respecto a la diferencia de los resultados entre bloques aunque de modo menos marcado lo cual hizo que dicha diferencia no llegara a ser significativa (Cuadro No. 7). En la Figura No. 3 puede observarse que el rango de variación en el rendimiento de esta variedad es menor al observado en la variedad Turrialba, siendo el máximo el manifestado en el nivel 0.5 y el mínimo el presentado en el nivel 2.0.

La variedad Culma, por su parte, ofreció un rango de variación parecido al de la San Pedro Pinula, en el rendimiento, pero con la diferencia de que sus valores fueron mayores, mostrando con esto que aprovechó mejor los nutrimentos aportados por vía foliar; la razón de esto probablemente haya sido que esta variedad tuvo un período vegetativo más tardío que el de las anteriores, lo cual le permitió tener en el momento del inicio de las aplicaciones, un estado de madurez menor que el mostrado por las otras dos variedades aspecto que le permitió aprovechar mejor los nutrimentos que le fueron suministrados. Así mismo en los resultados medios por bloques también se aprecia que resultados más altos fueron logrados en los bloques con mayor contenido de materia orgánica.

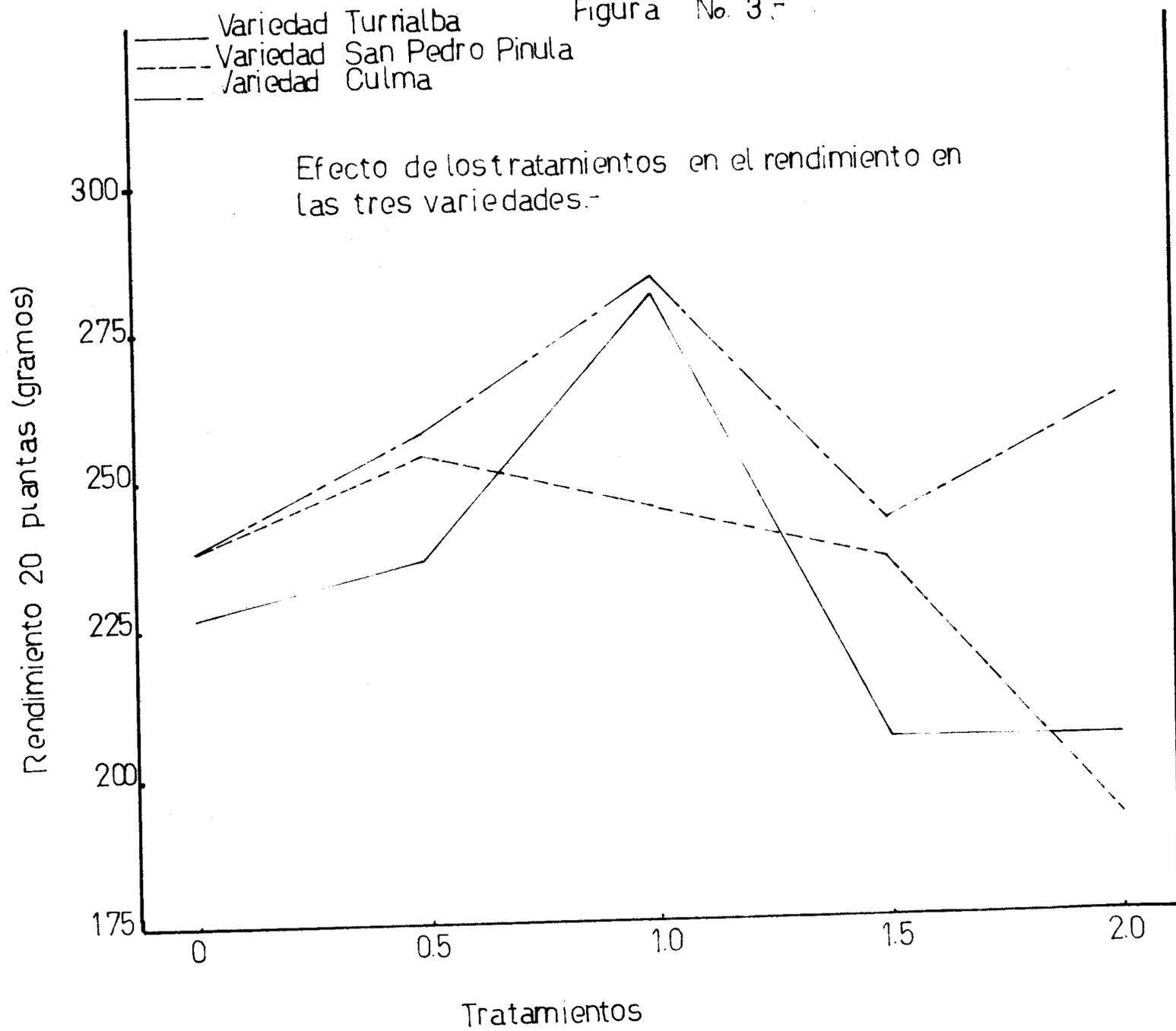
Es interesante observar en la curva de Rendimiento de la variedad Culma, presentada en la Figura No. 3, que hasta llegar al nivel 1.0 va incrementándose, ocurriendo un descenso en el nivel 1.5 para luego volver a incrementarse, lo esperado hubiera sido que el rendimiento aumentara en forma proporcional a los nutrimentos aplicados, pero al no haber ocurrido así puede suponerse que debido a que el suelo presentaba diferencias en cuanto al drenaje, dicho factor haya ejercido influencia negativa en algunas subparcelas ocupadas por esta variedad; esto se menciona en base a lo observado en el campo, en el cual se notó que las plantas que ocuparon dichas subparcelas tuvieron un desarrollo morfológico deficiente, lo que definitivamente tuvo que incidir en que las mismas desarrollaran una menor actividad fisiológica durante el período de llenado del grano, restringiéndose con ello, en un porcentaje considerable las actividades metabólicas normales de las plantas en ese período.

C. PROTEINA VERSUS RENDIMIENTO:

Es importante notar que en el Cuadro No. 4 el mayor porcentaje de proteína coincide con el menor rendimiento (nivel 2), estando dicho rendimiento por debajo del encontrado en el testigo (nivel 0).

Lo anterior parece estar de acuerdo con Tandon et al (17), Rutger (14) y otros investigadores reportados en la literatura quienes han encontrado una disminución en el rendimiento cuando ha ocurrido un incremento en el porcentaje de proteína. Escamilla (19), reporta un incremento en el porcentaje de proteína del grano junto con un incremento en el rendimiento, debido a la fertilización foliar, lo cual fue parcialmente logrado en el presente

Figura No. 3.-



estudio, ya que del nivel 0 al 1.0 fueron incrementados paralelamente rendimiento y contenido de proteína, como puede verse en el Cuadro No. 4, observándose que el mayor rendimiento fue logrado cuando el N-P-K-S se aplicó a un nivel intermedio de todos los estudiados.

Lo expuesto por Escamilla (19) coincide con lo encontrado por Rodríguez (16), quien logró el mayor rendimiento con los niveles 45-6-21-9 de N-P-K-S, respectivamente, es decir, cuando aplicó los niveles más altos de N y K para su estudio, con este mismo nivel logró también el mayor porcentaje de proteína que fue de 28.20/o. El mismo autor indica que existe una relación directamente proporcional entre los elementos N y K, ya que en la mayor cantidad de N y K obtuvo el mayor incremento de proteína, manteniendo los nutrimentos P y S constantes en todos los tratamientos.

En base a las consideraciones anteriores y en base a los datos obtenidos en este estudio, puede decirse que niveles más altos a 45-6-21-9 de N-P-K-S respectivamente, aportados por fertilización foliar contribuyen, por un lado, al mayor incremento en el contenido de proteína y por el otro a un descenso en el rendimiento (W), como consecuencia de una disminución tanto en el número de vainas por planta (X) como en el número de semillas por vaina (Y).

Puede inferirse, por lo tanto, que en el presente estudio la fertilización foliar aumentó el contenido de proteína en el grano, sin llegar a producir una alteración estadísticamente significativa en el rendimiento del frijol. No obstante hubo una diferencia altamente significativa (10/o) en la variable número de semillas por vaina, como se muestra en el Cuadro No. 5.

Esta diferencia pudo no haber sido debida al efecto de los tratamientos por fertilización foliar sino al comportamiento propio de las variedades; vale decir, que posiblemente pueda atribuirse a las características genéticas de cada una de ellas, lo cual indudablemente contribuyó a que también se observe en el mismo cuadro una diferencia altamente significativa entre variedades con respecto al porcentaje de proteína.

En la Figura 4, se aprecia que tanto la curva de rendimiento como la de proteína fueron aumentando del nivel 0 hasta llegar al nivel 1.0, siendo en este nivel en el que el rendimiento fue máximo pues en los siguientes niveles se observa un descenso el cual fue mayor a medida que se aumentaron los niveles de fertilización foliar. Mientras tanto la curva de proteína muestra un aumento proporcional a los tratamientos aplicados.

Debido a lo anteriormente expuesto resulta interesante observar el comportamiento de las variedades, en cuanto al rendimiento y contenido de proteína en base a los resultados individuales de cada una de ellas, (Figuras 2 y 3).

1. Variedad Turrialba:

La variedad Turrialba se comportó de la siguiente manera: puede notarse que del nivel 0 al 0.5 el contenido de proteína decreció ligeramente mientras que el rendimiento aumentó. El rango de variación existente para ambas variables entre estos dos niveles manifiesta claramente que la variedad Turrialba no respondió a niveles bajos de N-P-K-S ya que del nivel 0.5 al 1.0 la variación ha sido considerablemente mayor en sentido positivo en ambos parámetros lo que indica que esta variedad si responde a cantidades mayores de los nutrimentos antes mencionados. Es importante observar la trayectoria que siguen las curvas de las Figuras 2 y 3,

pues, por una parte coinciden con lo reportado por Escamilla (19), en el sentido de que ambas se incrementan paralelamente (del nivel 0.5 al 1.0) y por la otra están de acuerdo con lo indicado por Tandon et al (17) y Rutger (14), pues del nivel 1.0 al 1.5 la proteína se aumenta y el rendimiento decrece notablemente. Así mismo puede observarse que del nivel 1.5 al 2.0 el porcentaje de proteína decreció y el rendimiento se mantuvo más o menos estable.

Probablemente ambos parámetros (proteína y rendimiento) fueron aumentados paralelamente mientras la planta demandó nutrimentos para el llenado del grano, es decir se incrementó el peso del grano al mismo tiempo que se aumentaba el contenido de proteína como consecuencia de la formación de compuestos nitrogenados. Sin embargo, se aprecia en el nivel 1.5 que el mayor incremento en el porcentaje de proteína produjo el mayor descenso en el rendimiento, lo cual se explica por el hecho de que probablemente existió una asociación inversa entre el incremento de proteína y el peso del grano debida al efecto de compensación de energía requerida en el momento de llenado del grano.

Las consideraciones anteriores ponen de manifiesto la necesidad de efectuar nuevas investigaciones que puedan definir el comportamiento de una variedad determinada a la fertilización foliar respecto a la proteína y el rendimiento, ya que lo descrito anteriormente evidencia que lo reportado por diversos investigadores no debe ser considerado como concluyente.

2. Variedad San Pedro Pinula:

En las Figuras 2 y 3, se muestra el comportamiento de la variedad San Pedro Pinula en cuanto al contenido de proteína y el rendimiento respectivamente, se aprecia que solamente se incrementaron ambas curvas del nivel 0 al 0.5. En los otros niveles, se observa una relación inversamente proporcional entre el rendimiento y la proteína ya que mientras la curva de proteína aumenta la de rendimiento decrece. De esto puede deducirse, por una parte, que tanto la variedad Turrialba como la San Pedro Pinula se comportaron diferentemente y, por la otra, que en esta última variedad se puede considerar, en términos generales, que a medida que el contenido de proteína aumenta decrece el rendimiento (ver Cuadro No. 10).

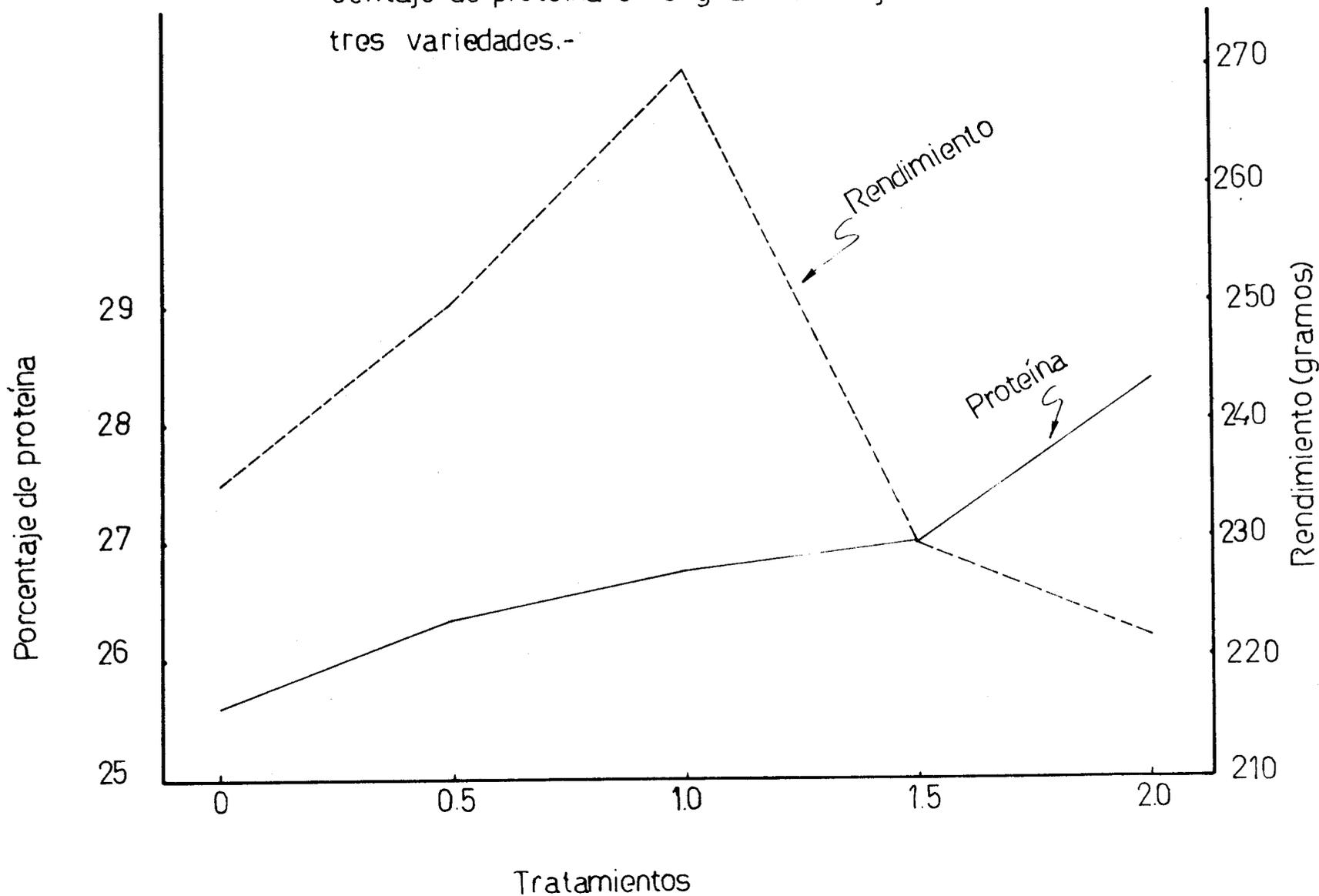
3. Variedad Culma:

Para el caso de la variedad Culma, a diferencia de las otras dos variedades estudiadas, el comportamiento guardado en cuanto al rendimiento y proteína fue más o menos similar, excepto lo ocurrido del nivel 0.5 al 1.0, las curvas siguen trayectorias muy parecidas.

De los resultados obtenidos en el Cuadro No. 4, se deduce que al igual que lo encontrado por Hernández (18), la fertilización foliar ha permitido a las plantas prolongar su desarrollo fisiológico y con ello lograr aprovechar los nutrimentos adicionados en forma foliar durante la formación de las vainas terciarias para incrementar el contenido de proteína en el grano sin lograr alterar los componentes primarios del rendimiento como se observa en el cuadro de "F" del análisis de varianza total (Cuadro No. 5), los distintos niveles de N-P-K-S dieron una diferencia altamente significativa (10/o) en cuanto al porcentaje de proteína de las semillas, tanto entre tratamientos como entre variedades. Cabe resaltar en el Cuadro No. 5 que las variables rendimiento (W), número de vainas por planta (X) y peso de semillas (Z) no muestran

Figura No. 4.-

Efecto de los tratamientos en el rendimiento y porcentaje de proteína en el grano del frijol en las tres variedades.-



diferencia, indicando con esto que la fertilización foliar no afectó dichas variables. Resultados similares fueron encontrados por Rodríguez (16) y Hernández (18).

D. CORRELACIONES:

Tomando en cuenta los resultados obtenidos, tanto en el Cuadro No. 6 como en el No. 7 y basados en la discusión realizada para cada uno de ellos, además de considerar la importancia que representa para la investigación agrícola el estudiar las correlaciones entre los componentes del rendimiento ya que los resultados de las mismas permiten seleccionar caracteres deseables asociados entre sí, resulta interesante examinar los valores de correlación encontrados entre todas las variables y los cuales se detallan en el Cuadro No. 8.

Puede observarse que se encontró una correlación positiva alta entre el rendimiento (W) y el número de vainas por planta (X). Resultado similar fue encontrado por Pinchinat y Adams (20), Denis (24) y Camacho et al (25). Puede apreciarse que también se encontró una correlación positiva y alta entre el rendimiento (W) y el peso de 100 semillas (Z) lo cual coincide con lo indicado por Coyne (26) quien, estudiando las correlaciones simples entre el rendimiento de la semilla y sus componentes, encontró correlaciones altas agregando que todos fueron igualmente importantes en la contribución del rendimiento total de semilla. Existe también una muy baja correlación positiva entre el número de vainas por planta y el número de semillas por vaina lo cual indica que entre estos dos caracteres no existió asociación. Además la correlación entre el número de vainas por planta y el peso de 100 semillas fue baja y positiva de lo que se deduce que ambos caracteres actúan independientemente en la contribución del rendimiento (W). Se encontró una correlación alta y positiva entre el peso de 100 semillas y el número de semillas por vaina, lo que significa que posiblemente a medida que se aumentó el número de semillas también se incrementó el peso de las mismas, lo cual tuvo que contribuir a un incremento en el rendimiento.

Nótese que en el presente estudio, la correlación más alta fue la encontrada entre rendimiento (W) y número de vainas por planta (X) de lo que se deduce que entre estos dos caracteres existe una asociación muy estrecha la cual es importante considerar cuando se seleccione para mejorar el rendimiento. Así mismo puede apreciarse en el Cuadro No. 8 que el porcentaje de proteína tuvo una correlación negativa baja con respecto al rendimiento, lo cual manifiesta que a medida que se aumentó el contenido de proteína decreció el rendimiento (W); cabe resaltar que el valor de esta correlación a sido notablemente menor al reportado por diversos investigadores en la literatura, aspecto que deberá ser tomado muy en cuenta en futuras investigaciones tendientes a incrementar rendimiento y contenido protéico en el grano simultáneamente. Elías (15), encontró una correlación negativa alta (-0.54) entre el contenido de proteína y el rendimiento en frijol. Mientras que Rodríguez (16) obtuvo una correlación positiva baja (0.12) entre los mismos caracteres. Hernández (18), logró una correlación con valor de 0.34 .

El resultado encontrado en el presente estudio podría explicarse por el hecho de que posiblemente la proteína se incrementó al mismo tiempo que se incrementó el número de vainas por planta, pero a su vez decrecieron tanto Y como Z con lo cual la correlación fue negativa, aunque baja. No debe descartarse la posibilidad de que el ambiente haya contribuido a esta situación ya que pudo ocurrir que éste no haya permitido —por las condiciones de drenaje, fertilidad del suelo, suministro de agua del experimento— que dicha correlación pudiera ser positiva, tal como ocurrió en los resultados encontrados por Rodríguez (16) y Hernández (18).

CUADRO No. 8

VALORES DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES ANALIZADAS
EN EL ESTUDIO TOMANDO LOS VALORES PROMEDIO.

	o/o de Proteína	Rendimiento en grs.	No. de Vainas por planta	No. de Semillas por vaina	Peso de 100 Semillas grs.
o/o de Proteína		-0.21	0.17	-0.51	-0.82
Rendimiento en grs.			0.88	0.47	0.70
No. de Vainas por planta				0.06	0.25
No. de Semillas por vaina					0.78

No obstante lo explicado anteriormente, los valores del Cuadro No. 8 no permiten apreciar el comportamiento de cada variedad individualmente respecto a las diferentes variables estudiadas, siendo esto interesante se hizo un análisis para cada una dando los resultados siguientes:

1. Variedad Turrialba:

La variedad Turrialba (Cuadro No. 9) muestra una correlación alta y negativa entre el porcentaje de proteína y el peso de 100 semillas, lo que indica que en esta variedad a medida que los granos son menos pesados el contenido de proteína es mayor. Así mismo se observa una correlación negativa baja entre rendimiento y porcentaje de proteína. Este resultado difiere del encontrado por Rodríguez (16) quien obtuvo una correlación baja y positiva entre el rendimiento y el porcentaje de proteína y están de acuerdo con Rutger (14) quien encontró que tanto el peso de la semilla como el rendimiento mostraban una correlación negativa en relación al contenido de proteína.

Puede apreciarse también que existe una correlación positiva alta entre el número de vainas por planta (X), el número de semillas por vaina (Y) y el peso de 100 semillas (Z) con el rendimiento (W). Estos resultados están de acuerdo tanto con Coyne (26) como también con Denis, citado por Rodríguez (16), quien indica que ningún componente del rendimiento es más importante cuantitativamente que el número de vainas por planta.

CUADRO No. 9
CORRELACION DE LAS DIFERENTES VARIABLES ESTUDIADAS
EN LA VARIEDAD 1 (TURRIALBA) TOMANDO LOS VALORES
PROMEDIO EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.

	o/o de Proteína	Rendimiento en grs.	No. de Vainas por planta	No. de Semillas por vaina	Peso de 100 Semillas grs.
o/o de Proteína		-0.11	-0.05	0.05	-0.57
Rendimiento en grs.		0.95	0.76	0.61	
No. de Vainas por planta				0.61	0.40
No. de Semillas por vaina					0.45

2. Variedad San Pedro Pinula:

El Cuadro No. 10 muestra las correlaciones encontradas en la variedad San Pedro Pinula, puede observarse que entre los componentes del rendimiento y el porcentaje de proteína existió siempre una correlación negativa, baja para el número de vainas por planta (X) y el número de semillas por vaina (Y) y alta para el rendimiento (W) y el peso de 100 semillas (Z). Elías (15) encontró una relación negativa significativa entre el rendimiento y el porcentaje de proteína. Puede inferirse que bajo las condiciones del presente estudio, en las variedades Turrialba y San Pedro Pinula mientras el porcentaje de proteína aumenta el rendimiento decrece, como puede observarse en las Figuras 2 y 3, siendo esto más acentuado para el caso de la variedad San Pedro Pinula.

La variedad San Pedro Pinula muestra también correlaciones positivas altas entre el rendimiento con el número de vainas por planta y el número de semillas por vaina.

Es importante observar que para el caso de las dos variedades anteriores, seleccionando cualquiera de los tres caracteres: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de semillas se puede provocar un aumento en el rendimiento, pero que, en función a los valores obtenidos, de preferencia deberá seleccionarse tanto número de vainas por planta como número de semillas por vaina, lo cual no disminuye el peso de las semillas puesto que todas las correlaciones efectuadas entre pares de componentes resultaron positivas.

CUADRO No. 10

CORRELACION DE LAS DIFERENTES VARIABLES ESTUDIADAS EN LA VARIEDAD 2 (SAN PEDRO PINULA), TOMANDO LOS VALORES PROMEDIO EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS.

	o/o de Proteína	Rendimiento en grs.	No. de Vainas por planta	No. de Semillas por vaina	Peso de 100 Semillas
o/o de Proteína		-0.93	-0.34	-0.37	-0.86
Rendimiento en grs.			0.86	0.78	0.56
No. de vainas por planta				0.55	0.10
No. de Semillas por vaina					0.53

3. Variedad Culma:

En el Cuadro No. 11 se aprecian las correlaciones efectuadas en la variedad Culma, la cual mostró una correlación alta y positiva entre el porcentaje de proteína y el rendimiento, este resultado contradice lo reportado por Elías (15), sin embargo, no debe considerarse concluyente, por lo que futuras investigaciones deben realizarse utilizando esta misma variedad y probando en diversos ambientes para esclarecer si hay algún efecto de la fertilización foliar, tanto en el rendimiento como en el contenido de proteína y establecer, así mismo si el ambiente ejerce alguna influencia al respecto.

Vale la pena observar que entre el número de vainas por planta y peso de semillas respecto a porcentaje de proteína, las correlaciones fueron positivas y bajas. De lo anterior se

deduce que la fertilización foliar aumentó el número de vainas por planta y el peso de las semillas, al mismo tiempo que el contenido de proteína en el grano.

Debido a que existió una correlación positiva y alta entre el rendimiento y el número de vainas por planta, las selecciones tendientes a mejorar el rendimiento en esta variedad deberán realizarse considerando las plantas que presenten el mayor número de vainas por planta. Puede apreciarse que la correlación entre el número de vainas por planta y el número de semillas por vaina es alta y negativa, indicando con esto que un menor número de semillas por vaina es compensado por un mayor número de vainas por planta. Probablemente, por lo tanto, el peso de las semillas contribuyó de manera determinante en el rendimiento, razón por la que se observa una correlación negativa alta entre este y el número de semillas por vaina, es decir, que el menor número de semillas se compensa por un mayor peso de las mismas.

La diferencia observada en cuanto al comportamiento de esta variedad con las dos anteriores, posiblemente sea debido al diferente comportamiento del período vegetativo. Al existir aumentos tanto en proteína como en rendimiento en grano, indica que esta variedad fue más eficiente con respecto al aprovechamiento de los nutrimentos aplicados en forma foliar, y esto pudo ser debido al mayor tiempo que tuvo esta variedad en formar grano a la vez de aumentar su contenido protéico. Es recomendable que se efectúe investigaciones al respecto y debería estudiarse los efectos de la fertilización foliar cuando se varía el tiempo de aplicación durante el período de llenado del grano, empezando con la formación de las vainas primarias.

CUADRO No. 11

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

	o/o de Proteína	Rendimiento en grs.	No. de Vainas por planta	No. de Semillas por vaina	Peso de 100 Semillas
o/o de Proteína		0.74	0.32	-0.03	0.21
Rendimiento en grs.			0.84	-0.21	0.26
No. de Vainas por planta				-0.57	0.15
No. de Semillas por vaina					-0.57

V. CONCLUSIONES

1. En el análisis estadístico se observó significancia en el porcentaje de proteína respecto a variedades, lo cual fue debido a que este carácter está regido por el potencial genético de la variedad. No obstante, las tres variedades respondieron positivamente al incremento de proteína debido al N aportado o a cualquier interacción de este con los otros elementos aplicados.
2. Según el análisis estadístico, los tratamientos evaluados incrementaron el contenido de proteína en el grano, siendo este incremento directamente proporcional a los niveles de N-P-K-S aplicados foliarmente.
3. El mayor incremento de proteína se logró con el nivel 90-12-42-18 Kg/Ha. de N-P-K-S respectivamente.
4. El porcentaje de proteína acumulada en el grano, como respuesta a la fertilización foliar, varió de 25.61o/o a 27.40o/o.
5. Los componentes primarios del rendimiento no mostraron una variación estadística significativa al efecto de la fertilización foliar, a pesar de lo cual, el cuadro total de correlaciones entre dichos componentes indica que el número de vainas por planta (X), el número de semillas por vaina (Y) y el peso de 100 semillas (Z) estuvieron positivamente correlacionados con el rendimiento (W).
6. El número de vainas por planta (X), fue incrementado.
7. Las variedades estudiadas mostraron efectos diferentes debido a los tratamientos tanto en incremento de proteína como en el rendimiento.
8. Debido al comportamiento diferente mostrado por las variedades se recomienda estudiar cada una de ellas individualmente y probar en ellas la aplicación de tratamientos con cantidades mayores de nutrimentos en Kg/Ha., para tratar de incrementar aún más el porcentaje de proteína en la semilla.
9. Se recomienda realizar nuevas investigaciones bajo diferentes condiciones ambientales, para determinar hasta que punto el ambiente puede influenciar cambios, ya sea en el porcentaje de proteína y/o en el rendimiento. Estas investigaciones deberán realizarse probando con los mismos tratamientos del presente estudio, así como también con dosis mayores. Así mismo, las aplicaciones deben hacerse distribuidas en un número de cuatro, iniciando la primera al empezar la formación de las vainas terciarias y no cuando éstas ya hayan alcanzado 2 a 3 cms. de crecimiento, ya que esto puede provocar una rápida maduración del follaje desde el momento de la primera aplicación.

VI. BIBLIOGRAFIA

1. BRESSANI, R. Maíz, frijol y arroz; su valor nutritivo y formas de mejorarlos. En: XI Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Panamá, Marzo 1965. pp. 1-7.
2. BAZAN, R. Fertilización con nitrógeno y manejo de leguminosas de grano en América Central. Turrialba, Costa Rica, IICA/OEA, 1974. pp. 8-12.
3. BLISS, F.A. et al. Food legumes-compositional and nutritional changes induced by breeding. *Cereal Food World*. Vol. 22: pp. 168-172. 1977.
4. FRAYTAG, A.M. et al. Estudio sobre las propiedades nutritivas del frijol. México D.F., Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1956. pp. 23-26.
5. TANDON, O.B. et al. Nutritive value of beans; nutrient in Central American beans. *J. Agr. Food Chem.* 5: 137-142. 1959.
6. LANTZ, E.M. et al. Effect of variety, location and years on the protein and aminoacid content of dried beans. *J. Agric. Food Cole Chem.* 6: 58. 1958.
7. ELIAS, L.G. et al. The nutritive value of eight varieties of cowpea (*Vigna sinensis*). *J. Food, Sci.* 29:18. 1964.
8. KAKADE, M.L. y EVANS, R.J. Nutritive value of eight varieties of navy beans. *Quarterly. Bulletin, Michigan State University.* 48:89. 1965.
9. PARWARDHAN, N.V. Pulses and beans in human nutrition. *Amer. J. Clin. Nut.* 11:12. 1962.
10. NOGUERA, E. Efectos de NPK aplicado al suelo y al follaje sobre el rendimiento del frijol. En: XVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Managua, Nicaragua, Marzo 6-10, 1972. pp. 89.
11. ECHANDI, R. y BOLAÑOS, R. Variación en el contenido de proteína en un cultivar de frijol (*Phaseolus vulgaris*). En: XVII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Panamá R.P. Marzo 2-5, 1971. pp. 29-30.
12. SILBERNAGEL, M.J. Bean protein improvement. Panamá Ann Rept. bean Improvement Cooperative, No. 12 pp. 34-37. 1969.
13. BRESSANI, R. Efecto de la fertilización sobre el contenido de proteína y valor nutritivo del frijol. En: XIIIa. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. San José, Costa Rica. 1967. pp. 42-44.

14. RUTGER, N.J. Bean protein studies. Ann. Rept. Bean Improvement Cooperative. No. 12, 1969. 32 p.
15. ELIAS, L. Posibilidades en el mejoramiento proteínico del frijol y su contribución a elevar el nivel nutricional de la dieta centroamericana. En: XVII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Panamá, R.P. 1971. pp 30-31.
16. RODRIGUEZ, E.R. Efecto de la fertilización foliar con N-P-K-S a diferentes niveles de N y K en la cantidad de proteína y componentes primarios del rendimiento en el frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.). Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1978. 54 p. (tesis Ing. Agr.).
17. TANDON, O.B. et al. El valor nutritivo de los frijoles. Contenido de nutrientes de variedades de frijoles cultivadas en Centro América. Bol. Ofic. Sanit. Panamer. (Supl. No. 3). 1959. pp 185-196.
18. HERNANDEZ, A. 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.).
19. ESCAMILLA, E.E. Greenhouse studies on the effect of foliar spray of nutrient solutions during the grain filling period on springs wheat (*Triticum aestivum* L.) and black field bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. Iowa State University, 1977. 129 p. (thesis Dr. of Phylosophy).
20. PINCHINAT, A.M. and ADAMS, M.W. Yield components in beans as affected by intercrossing and neutro irradiation, IICA, Turrialba, Costa Rica. 1966 pp. 247-252.
21. DICKSON, M.H. Diallel analysis of seven economic characters in snap beans. Crop. Sci. 7(2): 121-124. 1967.
22. ANAD, S.C. and TORRIE, J.H. Heritability of yield and other traits and interrelationships among traits in the F₃ and F₄ generations of three soybean crosses. Crop Science 3(6): 508-511. 1963.
23. JOHNSON, H.W. et al. Genotypic and phenotypic correlations in soybean and their implications in selection. Agron. Journ. 47: 477-483. 1955.
24. 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, IICA. 1967. 46 p. (tesis Mag. Sc.) (mimeografiado).
25. CAMACHO, L.H. et al. Genotypic and phenotypic correlations of yield in kidney beans. Beans improv. Crop, 7: 8-9, 1064.

26. COYNE, D.P. Correlation, heritability and selection of yield components in field beans, *Phaseolus vulgaris* L. Proc. of the Am; Sco. Hort. Sci. 93: 388-396, 1968.
27. CAMACHO, L.H. et al. Relación entre el hábito de crecimiento y los componentes del rendimiento en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Revista ICA (Colombia). 3(2): 123-129. 1968.
28. DUARTE, R.A. Effect of leaf removal con yield and its components in field beans. Bean Improvement. Coop 10: 11-13. 1967.
29. DE LA CRUZ S, J.R. Clasificación de zonas de vida de Gautemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala, INAFOR, 1976. 10 p.
30. SCHARRER, K. and SCHRIEBER, R. Bodenk W. pflasenermahr. En: XVIII Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (PCCMCA). Managua. 1972. pp. 9-10.
31. GONZALEZ, J.A. et al. Ensayos sobre fertilización foliar y edáfica en el cultivo de frijol. En: XVII Reunión Anual del PCCMCA Panamá R.P. Marzo 2-5, 1971. pp 61-63.

Vo.Bo. (f) PALMIRA R. DE QUAN
Jefe Centro de Documentación
e Información Agrícola

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1548

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....

Asunto.....

IMPRIMASE:



RODOLFO ESTRADA G.
DECANO

