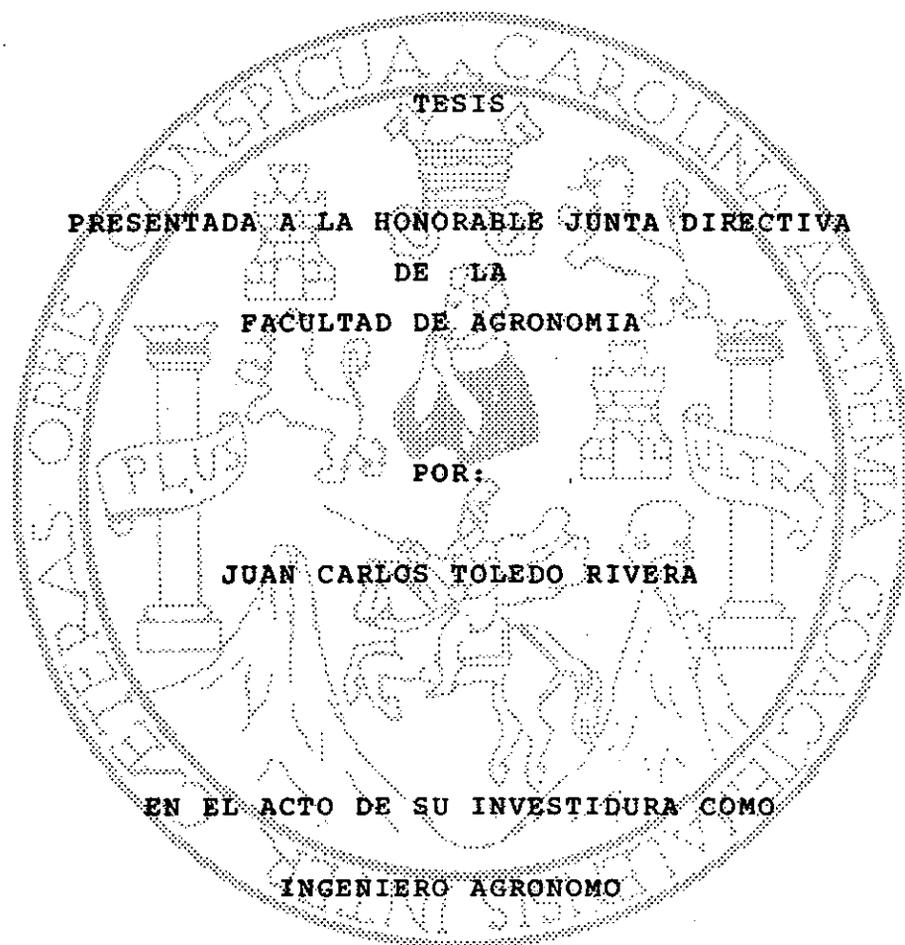


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMIA

"EVALUACION DEL CONTENIDO DE PROTEINA Y DEL RENDIMIENTO EN LINEAS IRRADIADAS M<sub>6</sub> DE FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.) EN DOS LOCALIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA"



EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, junio de 1987

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Biblioteca

DL -  
01  
T(1007)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR:

Lic. Roderico Segura Trujillo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda Salguero
VOCAL 1o.	Ing. Agr. Gustavo Adolfo Méndez G.
VOCAL 2o.	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
VOCAL 3o.	Ing. Agr. Mario Melgar M.
VOCAL 4o.	Br. Luis Molina M.
VOCAL 5o.	T.U. Carlos E. Méndez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda Amaya

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



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

FACULTAD DE AGRONOMIA  
Ciudad Universitaria, Zona 12.  
Apartado Postal No. 1545  
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala,  
junio de 1987

Ingeniero  
César A. Castañeda S., Decano  
Facultad de Agronomía  
Su Despacho

Señor Decano:

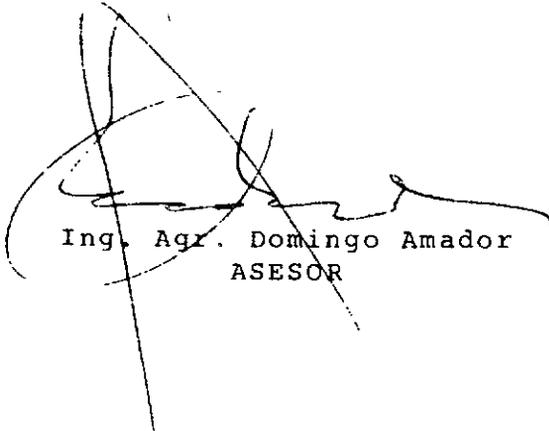
Por este medio comunico a usted que he terminado el asesoramiento del trabajo de tesis del estudiante JUAN CARLOS TOLEDO RIVERA, titulado: "EVALUACION DEL CONTENIDO DE PROTEINA Y DEL RENDIMIENTO EN LINEAS IRRADIADAS M. DE FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.) EN DOS LOCALIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA".

Considero que este estudio llena la calidad científica que la Facultad exige como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, por lo que sugiero su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo de usted.

Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
Ing. Agr. Domingo Amador  
ASESOR

Guatemala,  
junio de 1987

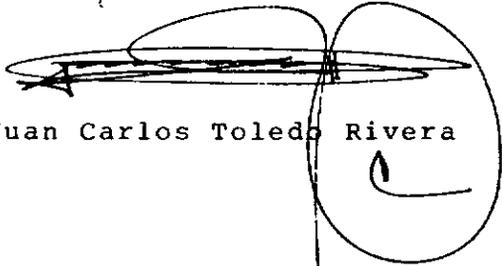
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad 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:

"EVALUACION DEL CONTENIDO DE PROTEINA Y DEL RENDIMIENTO EN LINEAS IRRADIADAS M<sub>6</sub> DE FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.) EN DOS LOCALIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA".

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

Atentamente,



Juan Carlos Toledo Rivera

ACTO QUE DEDICO

A DIOS TODOPODEROSO                      Que ha fortalecido mi vida

A MIS PADRES:                                Manuel de Jesús Toledo Meneses  
Ana María Rivera de Toledo (Q.P.D.)

A MI ABUELITA:                              Raquel Rivera (Q.P.D.)  
Por sus sabios consejos que siempre me han conducido por el mejor camino.

A MIS HERMANOS:                            Omar y Flor de María  
Por su total e incondicional apoyo para llegar a ser realidad mis más adorados sueños.

A MIS SOBRINITAS:                          Anita y Adrianita

A MIS COMPADRES:                          Manuel Lizandro Toledo Vásquez  
Brenda Patricia de Toledo

A MI AHIJADO:                                Luis Fernando Toledo R.

A LAS FAMILIAS:                             Alvarado García y  
Gamarro Alvarado

A MIS COMPAÑEROS,  
ESPECIALMENTE A:                            Edin Leonel Chávez Rodríguez.

TESIS QUE DEDICO

- A: Mi Patria Guatemala
- A: La Gloriosa y Tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala.
- A: La Facultad de Agronomía
- A: Instituto Normal Mixto del Norte "Emilio Rosales Ponce"
- A: Instituto de Educación Básica por Cooperativa de Chicamán, El Quiché.
- A LA: Escuela Nacional de Educación Primaria de Chicamán
- A: Los campesinos guatemaltecos
- A: Mi Querido Pueblo Chicamán, ubicado en el heróico departamento del Quiché y situado al pié de la famosa zona reina, donde el propio y el extraño siempre encuentran fraternidad.

## AGRADECIMIENTOS

- A LA:           Agencia Internacional de Energía Atómica, por el financiamiento otorgado para el desarrollo de la presente tesis.
- A:               Mi Asesor, Ing. Agr. Domingo Amador, por su dedicación en el desarrollo de la tesis.
- AL:              Programa Frijol de la Estación Experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, con sede en Chimaltenango.
- A:               Mis compañeros estudiantes que colaboraron en el trabajo de campo, especialmente a: Rolando Peláez y Héctor Fernández.

# C O N T E N I D O

		<u>Pag. No.</u>
	RESUMEN	i
I	INTRODUCCION	1
II	HIPOTESIS	2
III	OBJETIVO	3
IV	REVISION DE LITERATURA	4
	1. Genotipo, ambiente e interacción	4
	2. El contenido de proteína en el frijol común	6
	3. Algunos trabajos efectuados mediante mutaciones inducidas en la mejora genética de las plantas	8
V	METODOLOGIA	10
	1. Evaluación de materiales a nivel de campo	10
	1.1 Ubicación y descripción de las áreas experimentales	10
	1.2 Descripción de las variedades estudiadas	11
	1.3 Materiales evaluados	11
	1.4 Proveniencia de los materiales	12
	1.5 Diseño experimental	13
	1.6 Manejo del experimento	14
	1.7 Toma de datos en el campo	16
	2. Fase de laboratorio	17
	3. Análisis estadístico de la información	17
VI	RESULTADOS Y DISCUSION	19
	1. Contenido de proteína	19
	1.1 Localidad Guatemala	19
	1.2 Localidad Chimaltenango	22
	1.3 Relación contenido de proteína Guatemala-Chimaltenango	22

2.	Rendimiento	26
2.1	Localidad Guatemala	26
2.2	Localidad Chimaltenango	26
2.3	Relación rendimiento Guatemala- Chimaltenango	28
3.	Relación contenido de proteína-rendimien- to	30
4.	Componentes primarios del rendimiento	33
5.	Características agronómicas	34
VII	CONCLUSIONES	35
VIII	RECOMENDACIONES	37
IX	BIBLIOGRAFIA	38
X	APENDICE	41

## INDICE DE GRAFICAS

<u>Número</u>	<u>Título</u>	<u>Pag. No.</u>
1	Análisis del contenido de proteína de los 15 materiales de frijol, Guatemala, 1986.	20
2	Análisis del contenido de proteína de los 15 materiales de frijol, Chimaltenango, 1986.	23
3	Rendimiento de los 15 materiales de frijol, Guatemala, 1986.	27
4	Rendimiento de los 15 materiales de frijol, Chimaltenango, 1986.	29
5	Comparación del rendimiento entre localidades Guatemala-Chimaltenango	31
6	Análisis de regresión para las variables Proteína-Rendimiento, Guatemala, 1986.	32

## INDICE DE CUADROS

CUADRO GENERAL 1.	Resultados generales de las variables estudiadas, Guatemala, 1986.	21
CUADRO GENERAL 2.	Resultados generales de las variables estudiadas, Chimaltenango, 1986.	24

## R E S U M E N

Se evaluaron 15 líneas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en la sexta generación (M<sub>6</sub>); 11 de dichas líneas procedentes de material irradiado con Co-60 y las líneas restantes se emplearon como testigos; estos materiales fueron evaluados en dos localidades del altiplano central de Guatemala: Ciudad de Guatemala y Chimaltenango. La finalidad del estudio fué investigar la respuesta de los diferentes materiales en distintos ambientes, evaluando principalmente su comportamiento con respecto a las variables contenido de proteína y rendimiento.

La totalidad de las variables analizadas fué: Contenido de proteína, rendimiento, días a floración, días a madurez fisiológica, altura a madurez fisiológica, número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas.

Según análisis de varianza para las variables contenido de proteína se reportaron diferencias altamente significativas, entre los diferentes materiales para la localidad de Guatemala y diferencias significativas para la localidad de Chimaltenango.

La prueba de medias SNK señala que la línea testigo 117-6-9 Cuarenteño, fué superior al resto con 24.48% de proteína para la localidad de Guatemala y para la localidad de Chimaltenango fué la línea testigo 117-6-3 Cuarenteño con 24.34%. Mientras que los mejores materiales tratados correspondieron a las líneas Suchitán 135-3-1 con 20.97% de proteína y un tratamiento de 18 kilorads y la línea Suchitán 105-6-4 con 21.47% de proteína y un tratamiento de 15 kilorads.

La variable rendimiento también fué sometida a análisis de varianza y se reportaron diferencias significativas para la localidad

de Guatemala; sin embargo debido a que la diferencia estadística fué mínima, no fué posible detectar grupos de materiales aún empleando la prueba de medias SNK que es menos exigente en comparación a otras. Mientras que para la localidad de Chimaltenango, no se reportaron diferencias significativas.

El análisis de correlación para el contenido de proteína y rendimiento fué negativo en la localidad de Guatemala; con respecto a los componentes agronómicos y el componente primario del rendimiento número de semillas por vaina, el análisis de correlación también fué negativo, mientras que para el resto de los componentes primarios del rendimiento el grado de asociación no fué significativo, lo cual indica que las variables se comportaron en forma independiente.

Similar comportamiento se reportó para la localidad de Chimaltenango, con la diferencia de que el contenido de proteína y rendimiento no reportó un grado de asociación significativo, es decir que ambas variables se comportaron independientemente.

## I. INTRODUCCION

Después del maíz, el frijol común (Phaseolus vulgaris L.), constituye el grano básico más importante en la dieta del pueblo guatemalteco. Este representa una importante fuente de proteínas que suplen en gran medida los requerimientos diarios de la población. A pesar de la importancia que representa dicha leguminosa para el pueblo de Guatemala, es contradictorio notar que los rendimientos han sido insuficientes para satisfacer los requerimientos de una población en constante crecimiento, debido a que la mayor parte de la población que se dedica al cultivo, son campesinos que practican una agricultura de subsistencia.

El problema de la disponibilidad de alimento puede ser solucionado en parte por los fitomejoradores, los cuales ofrecen ciertas alternativas como: el incrementar la producción y/o introducir características nutricionales superiores a los cultivos alimenticios (4, 14).

En la presente investigación se evaluaron 15 líneas M<sub>6</sub> de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en cuanto al contenido de proteína y rendimiento en dos localidades del altiplano central de Guatemala. Estos materiales provienen de 5 generaciones de selección de los cuales 11 son materiales inicialmente irradiados con Co-60 y cuatro de ellos utilizados como testigos.

Se seleccionó el altiplano central para la evaluación de dichos materiales, debido a que en esta zona el cultivo del frijol es una actividad agrícola importante, ya que está habitada por agricultores minifundistas o productores de subsistencia.

## II. HIPOTESIS

Las 15 líneas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) a evaluar, presentan el mismo contenido de proteína y rendimiento en las dos localidades.

### III. OBJETIVO

Evaluar el contenido de proteína y rendimiento en líneas M<sub>6</sub> de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) procedentes de material irradiado con Cobalto-60.

#### IV. REVISION DE LITERATURA

##### 1. Genotipo-ambiente e interacción:

Allard y Bradsaw (15) sostienen que al tomar en cuenta el comportamiento de los genotipos, éstos pueden o no cambiar al exponérseles a cambios ambientales.

Bradshaw (15) indica que un organismo o un genotipo asume características particulares en un ambiente dado y en un segundo ambiente puede permanecer igual o ser diferente. El grado en que la expresión de los caracteres de un genotipo son modificados por diferentes ambientes, es una medida de la plasticidad de esos caracteres, es decir, la plasticidad en un genotipo se presenta cuando su expresión es capaz de alterarse por influencias ambientales, y al cambio que ocurre se le denomina respuesta del genotipo.

El organismo vivo se encuentra constantemente en un proceso de respuesta y adaptación a su medio. El medio en términos llanos, comprende todos los factores intracelulares y extracelulares que actúan sobre la expresión del genotipo. Por lo tanto, toda descripción que se haga de una población vegetal o animal en el terreno genético debe contener observaciones de su medio ambiente (5).

La variación observable en los seres vivos, depende de la interacción entre la herencia y el medio ambiente. La variación ecológica que corresponde a los factores externos, es independiente del origen del organismo, no es heredable y durante la vida de un organismo puede cambiar considerablemente. De tal manera que el fenotipo de un organismo está condicionado por el componente genético y el componente ambiental.

El medio ambiente juega un papel importante dentro de las fases finales del fitomejoramiento, ya que no hay dos ambientes iguales y que, al menos desde el punto de vista práctico, siempre que se seleccionan las plantas con mayor producción, mejor calidad, etc., se tiene que considerar los ambientes en que pueden cultivarse, por lo que entonces es más práctico evaluar las plantas en distintos ambientes y tomar en cuenta la interacción genético-ambiental y la estabilidad de las líneas o variedades al cultivárseles bajo diferentes ambientes (3, 15).

El principal problema en el mejoramiento genético de las plantas en la interacción genotipo-medio ambiente, es la adaptación de los individuos a las condiciones particulares de un ambiente determinado. La existencia de la interacción genotipo-ambiente puede significar que el mejor genotipo en un ambiente no lo sea en otro diferente.

Cuando existen grandes diferencias de ambiente, por ejemplo entre hábitats diferentes, la presencia de la interacción genético-ambiental llega a ser importante en conexión con la especialización de razas o variedades a las condiciones locales (10).

El proceso de desarrollo presenta numerosos pasos individuales, en cada uno de los cuales puede producirse la interacción entre el genotipo y el medio ambiente o entre varios elementos del organismo y el genotipo (24).

Un organismo se desarrolla dentro de los límites de su potencial genético hasta el grado en que el medio ambiente lo permita. Si las diferencias observadas en ciertos atributos son el resultado de factores ambientales, no se podrá esperar que esas diferencias sean transmitidas a la progenie de tales individuos (6, 13).

2. El Contenido de Proteína en el Frijol Común (Phaseolus vulgaris L.):

El contenido de proteína al igual que el rendimiento es un carácter influenciado por muchos pares de genes, por lo tanto presenta un tipo de herencia cuantitativa con distribución normal (9, 23).

El porcentaje de proteína está influenciado por el genotipo de la planta materna, la expresión de genes que controlan la síntesis y acumulación de diferentes proteínas, así como la fracción no protéica y el ambiente (4).

Estudios realizados en 25 cultivares de frijol presentaron una correlación negativa del rendimiento con respecto al nitrógeno y lisina; lo mismo sucedió para arroz (4).

El contenido de proteína está sujeto a la influencia ambiental, ya que puede notarse que éste presenta diferentes valores cuando se evalúa en diferente localidad y año (11).

Para variedades de frijol de grano negro y café, el rendimiento es alto y se presenta una correlación negativa con respecto al peso y al volumen; por otra parte las semillas más pequeñas tienen mayores índices de producción y por ende menor contenido de proteína (14).

De una manera general existe en las leguminosas una variabilidad bastante amplia con relación al contenido de proteína, siendo ella condicionada por factores genéticos y ambientales (16).

El contenido de proteína en el frijol común promedia alrededor de 22.0% con un rango de 19 a 31%. El contenido de li-

sina promedio 464 mg/g N valores que fluctúan de 207 a 607 mg/g de nitrógeno (2).

El contenido de proteína es un rasgo cuantitativo que frecuentemente se correlaciona negativamente con el rendimiento (4, 7, 11, 21).

Rutger (1971) citado por Rodríguez (19), separó 343 líneas de frijol encontrando que la proteína varió de 19 a 31% con una media de 24.6% notando a la vez variaciones significativas en el contenido de proteína como un resultado de la localidad y las variaciones climáticas con cada año. Este mismo investigador trató de establecer 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.

Echandi (1971) citado por Rodríguez (19), en una muestra de 300 plantas de frijol común, encontró un promedio de 22.82% de proteína, concluyendo que en una población de un cultivar de frijol que crece en el campo y en la misma localidad bajo condiciones climáticas similares, existe gran variación en el contenido de proteína.

Silbernagel (1971), citado por Rodríguez (19) 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.

3. Algunos trabajos efectuados mediante Mutaciones inducidas en la Mejora Genética de las Plantas:

Tullman et al (26), en trabajos llevados a cabo en Brasil, obtuvieron líneas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) resistentes a algunas enfermedades y con alto potencial de productividad. Estos investigadores sugieren que en la obtención de líneas mejoradas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) mediante un programa utilizando mutaciones inducidas, debe ser aplicada una selección para que líneas más uniformes y con mejores características agronómicas se tornen más eficientes en la utilización de mutaciones inducidas.

Otros trabajos como efectos de la radiación gamma utilizando Co-60 en plantas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en florecimiento se han realizado en Brasil, donde concluyen que la fuente de Co-60 también puede ser utilizada para casos en que se necesita la irradiación de plantas de pequeño porte en desenvolvimiento (26).

En Kampala, Uganda (20), utilizando las mutaciones inducidas en frijol (Phaseolus vulgaris L.) encontraron un aumento del 44.5% en el rendimiento con respecto al control en la generación  $M_5$  y el porcentaje de proteína no fué seriamente reducido; indicando que tanto el rendimiento como el contenido de proteína pueden ser mejorados simultáneamente, ya que reportaron que el total de proteína por unidad de área fué superior en todos los mutantes con respecto al control.

En México (3), la variedad de frijol Sinalac, proviene de una mutación que surgió a raíz de tratar la semilla de la variedad Michelite con rayos X.

La variedad Sinalac resultó ser más precoz, más resistente a las enfermedades y más productiva que la variedad progenito-

ra (17).

En avena se ha aislado un número de líneas mutantes convenientes desde el punto de vista agronómico como resultado de la irradiación de la semilla de distintas variedades - (17).

Los estudios realizados en cebada demuestran la presencia de mutaciones inducidas de utilidad, respecto a caracteres: tales como: altura de la paja, propiedades químicas, contenido de proteína, características de cervecería, peso de 1000 gramos y capacidad de amacollamiento (17).

En el cultivo de la soya, los estudios realizados demuestran un avance con respecto a características, tales como: mayor vigor, resistencia al desgrane, cambios en tamaño y calidad de la semilla, contenido de aceite y proteína y fechas de maduración (17).

## V. METODOLOGIA

### 1. Evaluación de los Materiales a nivel de Campo:

#### 1.1 Ubicación y descripción de las áreas experimentales:

Las áreas experimentales fueron: Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA) y Campos Experimentales del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) con sede en el municipio de Chimaltenango.

El Centro Experimental Docente de Agronomía, está ubicado en la ciudad de Guatemala a una latitud de  $14^{\circ} 35' 11''$  y una longitud de  $90^{\circ} 31' 58''$ , se encuentra a una elevación sobre el nivel del mar de 1502 m. con una precipitación anual de 1026.79 mm., una temperatura máxima de  $24.44^{\circ}\text{C}$ . y una mínima de  $14.73^{\circ}\text{C}$ ., con una temperatura media de  $18.70^{\circ}\text{C}$ , y con una humedad relativa anual de 78.43%.

Los suelos de esta localidad son poco profundos, textura franco arcillosa, pH = 6.4 y un contenido de materia orgánica mayor de 6.3% (22).

La localidad de Chimaltenango se ubica a una latitud de  $14^{\circ} 38' 02''$  y una longitud de  $90^{\circ} 48' 12''$ , a una elevación sobre el nivel del mar de 1766 m., con una precipitación anual de 947.14 mm., temperatura máxima de  $23.04^{\circ}\text{C}$ ., una mínima de  $9.98^{\circ}\text{C}$ ., con un promedio anual de temperatura de  $16.12^{\circ}\text{C}$ . y con 80% de humedad relativa.

Los suelos de esta localidad son poco profundos, buen drenados y desarrollados sobre ceniza volcánica, de color claro y corresponden a la serie Cauqué (22).

1.2 Descripción de las variedades estudiadas:

1.2.1 Variedad Suchitán:

Esta es una variedad mejorada por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA); su hábito de crecimiento es indeterminado arbustivo, altura hasta 0.60 m., vainas color morado a la madurez fisiológica, floración a los cuarenta días, flor color lila, semillas negras opacas, tolerancia al mosaico dorado y a la roya.

1.2.2 Variedad Cuarenteño:

Variedad muy precoz, nativa del oriente de Guatemala, crecimiento semi-arbustivo, altura de 0.50 a 0.60 m., vainas color café claro, flor lila, semillas negras opacas y grandes, hojas pequeñas (19).

1.3 Materiales Evaluados:

Se sometieron a evaluación 15 líneas M<sub>6</sub> de frijol común (Phaseolus vulgaris L.):

.../...

Tratamiento Inicial	(Krads)	% Proteína	Rend. (Kg/ha.)
1. 105-6-4 Suchitán	15	22.48	926.10
2. 106-2-3 Suchitán	12	25.30	992.92
3. 117-6-10 Cuarenteño	-	23.92	1051.69
4. 105-3-6 Suchitán	15	23.69	1082.42
5. 105-6-10 Suchitán	15	23.53	910.42
6. 117-6-9 Cuarenteño	-	23.49	1260.04
7. 117-6-1 Cuarenteño	-	23.47	1553.51
8. 117-6-3 Cuarenteño	-	23.11	732.34
9. 104-6-4 Suchitán	18	22.79	731.24
10. 105-3-7 Suchitán	15	22.79	856.38
11. 135-3-1 Suchitán	18	22.75	807.22
12. 105-6-9 Suchitán	15	22.74	908.78
13. 104-5-6 Suchitán	18	22.45	824.56
14. 116-8-4 Cuarenteño	12	22.13	835.82
15. 135-3-7 Suchitán	18	22.129	887.34

#### 1.4 Proveniencia de los Materiales:

Semilla al 12% de humedad de cuatro variedades de frijol común, fué irradiada en 1982 con diferentes dosis de radiación Gamma con Co-60. La variedad Suchitán y Cuarenteño fueron cada una irradiadas con 10 diferentes dosis: 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 y 27 kilorads. Las variedades Jutiapán y San Martín, fueron irradiadas con 5 diferentes dosis: 0, 8, 15, 20 y 30 kilorads; sembradas en mayo de 1982 (16, 19, 21). Se llegó a la conclusión que las dosis con la producción más alta de mutaciones fueron las irradiadas con 15 a 20 kilorads (19, 21).

En las variedades Jutiapán y San Martín debido a que el número de semillas irradiadas fué muy pequeño, las posibilidades de rescatar suficientes mutaciones en estos materiales se vió también reducida por lo que estos materiales fueron eliminados (16).

Los resultados en el contenido de proteína en estas variedades fué: Suchitán 23.2%; Cuarenteño 22.2% y Jutiapán 21.6% (16, 19, 21).

En 1983 el contenido de proteína total del grano fué determinado en la  $M_2$  seleccionándose todos aquellos materiales con un mínimo de 26% de proteína para llevarlos a una nueva generación. Así se seleccionaron 36 familias de la variedad Suchitán y 21 de Cuarenteño; estos materiales fueron sembrados en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala en agosto de 1984, para llevarlos a un nuevo ciclo de selección y evaluación (16).

En 1985 se evaluaron 100 líneas  $M_4$  en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía, ciudad de Guatemala, de las cuales fueron seleccionadas 25 líneas  $M_5$ , entre mutantes y testigos que presentaron el más alto contenido de proteína, adecuado rendimiento y resistencia a roya (Uromyces phaseoli)

#### 1.5 Diseño Experimental:

Se utilizó un diseño experimental en Bloques al Azar, el cual ocupó un área total de 626 m<sup>2</sup>. La parcela bruta con un área de 0.6 m<sup>2</sup> y la parcela neta con 4.2 m<sup>2</sup>.

Modelo Estadístico:

$$X_{ij} = \mu + A_i + B_j + E_{ij}$$

$X_{ij}$  = Valor del caracter estudiado en la prueba con la  $i$ -ésima línea en la  $j$ -ésima repetición.

$\mu$  = Media general del caracter estudiado.

$A_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima línea

$B_j$  = Efecto de la  $j$ -ésima repetición

$E_{ij}$  = Efectos aleatorios asociados.

#### 1.6 Manejo del Experimento:

##### 1.6.1 Preparación del Terreno:

La preparación del terreno en ambas localidades se efectuó con un paso de arado, luego un paso de rastra y luego el surqueado.

##### 1.6.2 Desinfección del Suelo:

Esta se realizó con el producto Dietoxi-fiofosrilo-ximino-fenil-acetonitrilo, bajo el nombre comercial de Volatón al 2.5% a razón de 2 quintales por hectárea.

##### 1.6.3 Siembra:

Se realizó a principios de junio del año 1986 con el siguiente arreglo espacial: Distancia entre plantas: 0.18 m. distancia entre surcos: 0.70 m. colocando dos semillas por postura en dos surcos.

#### 1.6.4 Fertilización:

Se aplicaron 2 quintales por manzana de 15-15-15 al momento de la siembra, incorporado en bandas bajo la semilla.

#### 1.6.5 Control de Plagas y Enfermedades:

##### 1.6.5.1 Campos Experimentales de la Facultad de Agronomía:

Se efectuaron tres aplicaciones de Amida del éster-O,S-dimetil tiofosfórico, Decis  $\alpha$ -cyano-m-fenoxibencil (1R, 3R)-3-(2,2 dibromivinil)- 2,2 dimetil ciclopropano carboxilato y propileno-bis-ditiocarbamato de zinc; bajo el nombre comercial de Tamaron, Decis y Antracol respectivamente. Las aplicaciones se efectuaron a los 10, 30 y 60 días después de la siembra para el control de plagas y enfermedades del follaje principalmente.

##### 1.6.5.2 Campos Experimentales del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas:

En esta localidad debido a la mayor incidencia de plagas y enfermedades, el control fué más frecuente, donde además de los productos anteriores, se utilizó Mancozeb bajo el nombre comercial de Dithane M-45.

#### 1.6.6 Control de Malezas:

Se realizó en forma manual, efectuándose dos limpiezas en ambas localidades; la primera a los 30 días después de la siembra y la segunda a los 58 días.

#### 1.6.7 Riego:

Este fué necesario únicamente para la localidad de Guatemala, debido a una prolongada sequía; por lo que tuvo que realizarse un riego.

1.7 Toma de Datos en el Campo:

1.7.1 Días a Floración:

Este dato se tomó a partir de la siembra hasta que el 50% de las plantas dentro de la parcela neta, estaban en floración.

1.7.2 Días de Madurez Fisiológica:

Se contaron los días que hubo entre la fecha de siembra hasta la fecha en que el 50% de las plantas cambiaron de color en el grano de verde lechoso a negro.

1.7.3 Número de Vainas por Planta:

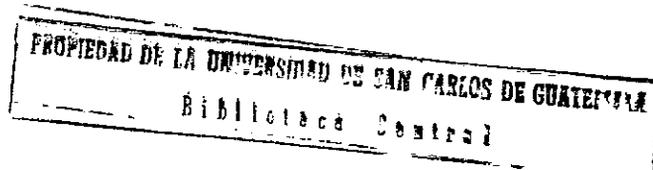
Se seleccionaron dentro de la parcela neta 5 plantas cuando la vaina estuvo madura, luego se procedió a contar el número de vainas en cada una de ellas para obtener un dato promedio.

1.7.4 Número de Semillas por Vaina:

De las plantas seleccionadas para contar el número de vainas por planta, se seleccionaron al azar 10 vainas a las cuales se les contó el número de semillas por vaina y luego se obtuvo una media.

1.7.5 Altura de Planta:

.../...



Este dato se tomó a la madurez fisiológica seleccionándose al azar 5 plantas para determinar su altura.

#### 1.7.6 Rendimiento en kg/ha.:

La cantidad de producto obtenido de la cosecha en cada parcela neta, fué pesada en una balanza de torción y luego se estandarizó al 14% de humedad para ser expresado finalmente en kilogramos por hectárea.

#### 1.7.7 Peso de 100 semillas:

Este dato se obtuvo contando 100 semillas y luego fueron pesadas en una balanza analítica para ser expresado su peso en gramos.

### 2. Fase de Laboratorio:

El análisis de laboratorio consistió en la determinación del contenido de proteína mediante el método Macrokjeldhal en los laboratorios del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Para ello se molieron 50 gramos de cada línea M<sub>6</sub>, luego se tomó una muestra del material molido para luego seguir los pasos del método Macrokejdhal en la determinación del porcentaje de proteína.

### 3. Análisis Estadístico de la Información:

Este se efectuó en el Centro de Cómputo de la Facultad de Agronomía. Se realizó análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de medias (Tukey), para cada una de las variables cuantitati

vas analizadas; también se realizó análisis de correlación y regresión para el contenido de proteína y cada una de las variables cuantitativas; así como para el rendimiento y sus componentes primarios. Además, se realizó un análisis combinado de la información en base al diseño empleado, donde el modelo de efectos aleatorios es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + V_i + L_k + R_j(k) + VL(ik) + E_{ijk}$$

$X_{ij}$  = Valor del caracter estudiado de la parcela con la  $i$ -ésima línea en la  $j$ -ésima repetición y en la  $k$ -ésima localidad.

$\mu$  = Media general del caracter

$V_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima línea

$L_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima localidad

$R_j(k)$  = Efecto de la  $j$ -ésima repetición dentro de la  $k$ -ésima localidad.

$VL(ik)$  = Efecto de la  $K$ -ésima observación

$E_{ijk}$  = Efectos aleatorios asociados.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### 1. Contenido de Proteína:

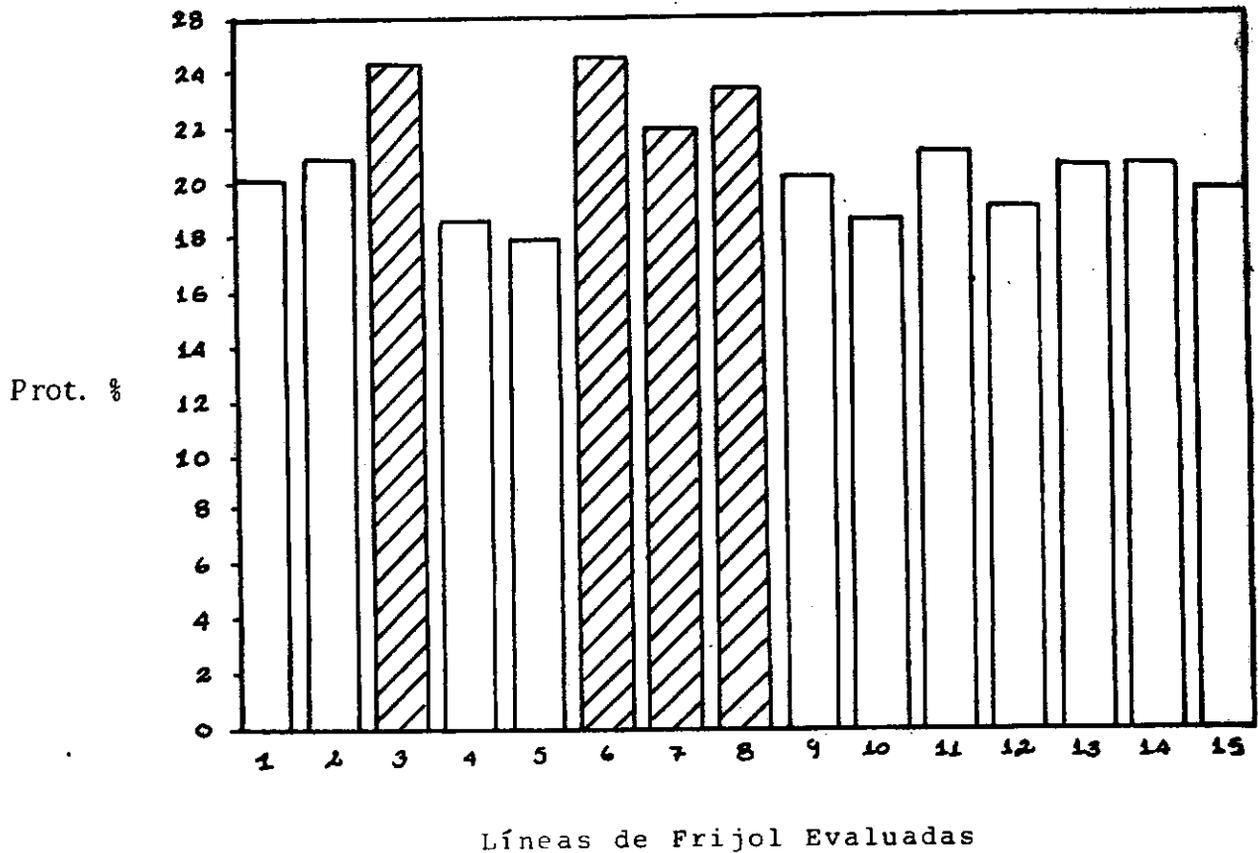
#### 1.1 Localidad Guatemala:

De las 15 líneas M<sub>6</sub> de frijol común evaluadas, según análisis de varianza para contenido de proteína en la localidad de Guatemala, Campo Experimental Docente de Agronomía (CEDA), se reportó que existen diferencias altamente significativas entre los diferentes materiales evaluados (ver apéndice, cuadro No. 1).

El contenido de proteína presentó un rango de variación para materiales tratados de 17.97% con una media general de 19.70%, mientras que para materiales testigo el rango fué de 21.94% a 24.48% con una media de 23.54% (ver gráfica No. 1). Como puede notarse el rango de variación es amplio para materiales tratados y la media general en cuanto al % de proteína, ya que ésta reportó un descenso significativo para la media que reportan otros autores que es de 22.0% (2,19). También se reportó un descenso en el contenido de proteína de 3.32 con respecto a la media general de la generación 5; que fué de 23.02% en la misma localidad, lo cual indica que el medio ambiente varió o que los materiales aún hayan segregado, ya que para materiales testigo la diferencia en % de proteína fué de 0.04% con respecto a la media reportada en la generación, lo cual indica cierta estabilidad genética para esta característica.

De acuerdo al análisis de medias (SNK), los mejores materiales para contenido de proteína fueron los testigos, sobresaliendo el material 117-6-9 Cuarenteño con 24.48% de proteína, mientras que el mejor material tratado correspondió

Grafica No. 1. Análisis del Contenido de Proteína de los 15 Materiales de Frijol. Guatemala, 1986.



 = Testigos.

Cuadro General No. 1. Resultados Generales de las Variables Estudiadas  
(Centro Experimental Doente de Agronomía). 1986.

	LINEAS	TRAT. (KRAOS)	DF	DM	H F (m)	V/P	S/V	P/100 (g)	REND. (kg/ha)	%P	Kg.Prot/ha.
1.	105-6-4 S	15	46	84	0.53	17	6	20.70	3453.97	20.14	695.63
2.	106-2-3 S	12	46	82	0.53	19	6	19.57	3140.48	20.84	654.48
3.	117-6-10 C (T)	-	43	64	0.36	21	5	20.23	2346.59	24.32	570.69
4.	105-3-6 S	15	46	83	0.58	19	7	20.60	3106.35	18.63	578.71
5.	105-6-10 S	15	48	84	0.57	19	7	19.77	3143.65	17.92	563.34
6.	117-6-9 C (T)	-	42	65	0.37	18	6	19.58	2226.75	24.48	545.11
7.	117-6-1 C (T)	-	42	66	0.38	21	6	19.39	2579.44	21.94	565.93
8.	117-6-3 C (T)	-	42	71	0.39	19	5	22.57	2603.14	23.43	609.92
9.	104-6-4 S	18	47	83	0.59	19	7	19.89	3237.30	20.15	652.32
10.	105-3-7 S	15	45	83	0.59	20	7	20.63	3446.83	18.55	639.39
11.	135-3-1 S	18	46	83	0.61	18	7	20.72	2950.32	20.97	618.68
12.	105-6-9 S	15	47	83	0.54	22	7	20.98	3758.73	18.94	711.90
13.	104-5-6 S	18	46	81	0.57	21	7	22.07	3338.89	20.44	682.47
14.	116-8-4 C	12	43	73	0.41	20	5	22.87	2991.98	20.48	612.76
15.	135-3-7 S	18	45	80	0.58	16	6	20.01	2726.19	19.62	534.88

DF = Días a floración

DM = Días a madurez fisiológica

HF = Altura a madurez fisiológica

V/P = No. de vainas por planta.

S/V = No. semillas por vaina

P/100 = Peso de 100 semillas

%P = Porcentaje de proteína

Kg.Prot/ha = Kilogramos de proteína/ha.

a la línea 135-3-1 con un rendimiento de 20.97% de proteína, lo que representa una diferencia de 3.51% con respecto al testigo (ver cuadro general No. 1 y apéndice cuadro 3.)

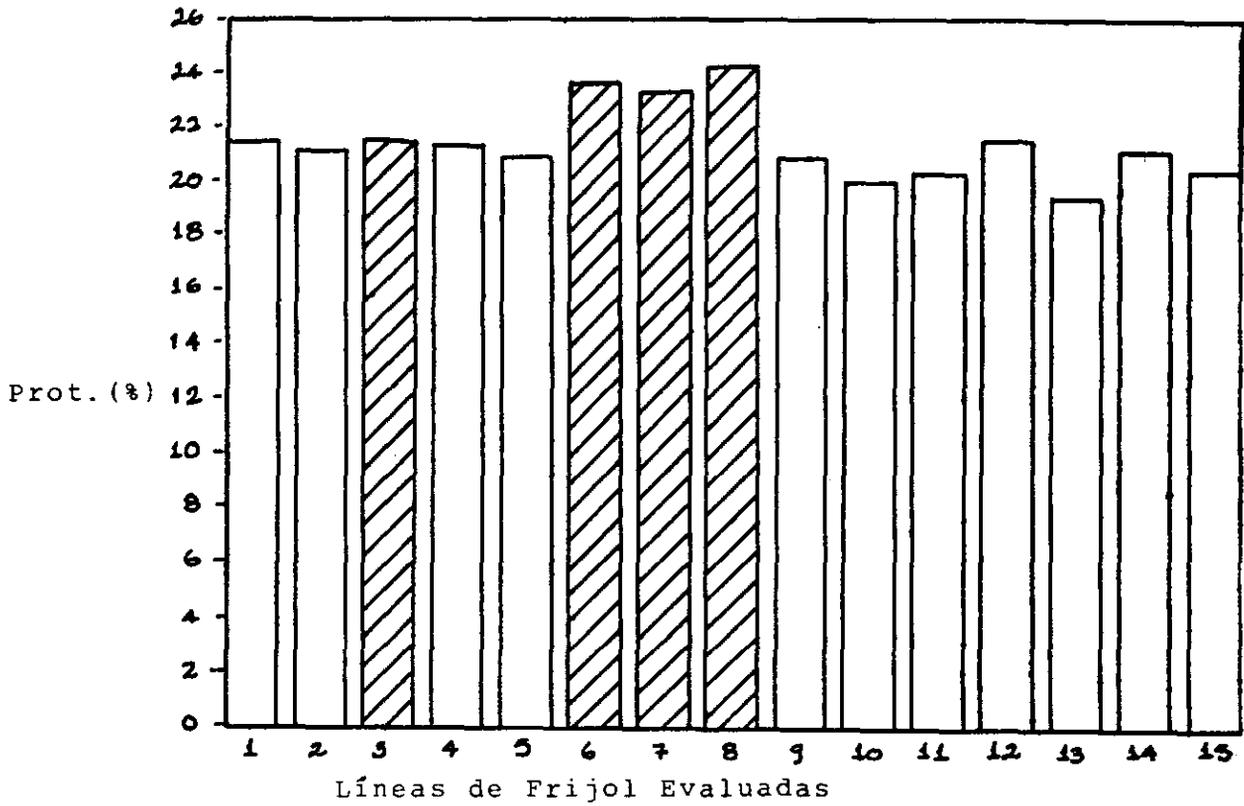
### 1.2 Localidad Chimaltenango:

El análisis estadístico de los resultados del % de proteína para la localidad de Chimaltenango (Campos Experimentales del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas), reportaron diferencias significativas entre los diferentes materiales de frijol común evaluados (ver apéndice, cuadro No. 2.). Los materiales tratados presentaron un rango de variación de 19.33% a 21.47% de proteína con una media de 20.76%, mientras que el rango de los materiales testigo fué de 21.46% a 24.34% con una media de 23.16% (ver gráfica No. 2). Como puede notarse, los materiales testigo al igual que en la localidad de Guatemala, fueron los mejores rendidores en % de proteína evaluada. De acuerdo al análisis de medias (SNK, ver apéndice cuadro 4), el mejor material correspondió al testigo 117-6-3 Cuarenteño con 24.34% de proteína; mientras que el mejor material tratado correspondió a la línea 105-6-3 Suchitán con un rendimiento de 21.47% de proteína (ver cuadro general No. 2); lo que representa un descenso en el porcentaje de proteína de 2.4% con respecto a materiales testigo.

### 1.3 Relación Contenido de Proteína Guatemala-Chimaltenango:

El análisis de varianza combinado (ver apéndice, cuadro No. 5), para contenido de proteína indicó que existen diferencias altamente significativas entre líneas, localidades y la interacción líneas-localidades. Los materiales sobresalientes fueron los testigos en ambas localidades y de acuerdo a la prueba de medias (SNK) sobresalió la línea 117-6-9

Gráfica No. 2. Análisis del contenido de proteína de los 15 Materiales de Frijol (Localidad Chimaltenango). 1986.



 = Testigos.

Cuadro General No. 2. Resultados Generales de las Variables Estudiadas  
(Campos Experimentales del Instituto de Ciencia  
y Tecnología Agrícolas). 1986.

	LINEA	TRAT. (KRADS)	DF	DM	H P (m)	V/P	S/V	P/100s	REND. (kg/ha.)	VP	Kg.Prot./ha.
1.	105-6-4 S	15	57	97	0.36	14	6	19.57	1530.95	21.47	328.69
2.	106-2-3 S	12	53	89	0.34	12	6	18.97	1305.16	21.12	275.65
3.	117-6-10 C (T)	-	45	80	0.27	11	6	18.47	1259.84	21.46	270.36
4.	105-3-6 S	15	56	93	0.34	12	6	19.53	1003.49	21.38	214.55
5.	105-6-10 S	15	57	92	0.33	13	6	18.83	1289.68	20.90	269.54
6.	117-6-9 C (T)	-	47	79	0.29	10	5	20.97	1359.84	23.57	320.51
7.	117-6-1 C (T)	-	47	81	0.29	12	5	19.90	1511.35	23.26	351.54
8.	117-6-3 C (T)	-	47	81	0.29	11	5	20.17	1498.41	24.34	364.71
9.	104-6-4 S	18	58	95	0.37	14	6	18.70	1506.59	20.87	314.43
10.	105-3-7 S	15	57	96	0.34	12	6	19.90	1625.56	19.98	324.79
11.	135-3-1 S	18	57	94	0.36	12	6	19.73	1706.03	20.28	345.98
12.	105-6-9 S	15	57	95	0.35	12	6	18.87	1500.87	21.45	321.94
13.	104-5-6 S	18	57	94	0.38	12	6	21.17	1645.32	19.33	318.04
14.	116-8-4 C	12	48	85	0.33	13	5	22.60	1710.79	21.23	363.20
15.	135-3-7 S	18	57	95	0.35	15	6	19.90	1767.94	20.37	360.13

DF = Días a floración  
DM = Días a madurez fisiológica  
HF = Altura a madurez fisiológica

V/P = No. vainas por planta  
S/V = No. semillas por vaina  
P/100s = Peso de 100 semillas

VP = Porcentaje de proteína  
Kg.Prot./ha = Kilogramos de proteína/  
ha.

Cuarenteño, con un promedio de 24.025% de proteína. Se reportó una diferencia entre localidades de 0.91%, sobresaliendo la localidad de Guatemala con el más alto rendimiento en % de proteína para materiales testigo; esto confirma que el contenido de proteína está sujeto a la influencia ambiental y que puede presentar valores diferentes cuando se evalúa en diferente localidad y año (4, 11).

Con respecto a materiales tratados el mejor promedio fué representado por la línea 106-2-3 Suchitán, con 20.98% de proteína; como puede notarse la diferencia entre materiales testigo y tratados fué de 2.045%, lo que indica claramente que los materiales testigo se comportaron mejor en ambas localidades.

Con respecto a la media general entre materiales tratados, la localidad de Chimaltenango reportó un aumento de 1.06% con respecto a Guatemala, al igual que el rango de variación de los materiales fué más amplio, lo que puede describirse como un efecto del medio ambiente sobre el comportamiento de los materiales evaluados ya que existen diferencias climáticas y edáficas marcadas para ambos ambientes.

Por el contrario los materiales testigo respondieron mejor en la localidad de Guatemala, reportando una diferencia de 0.38% de proteína con respecto a la localidad de Chimaltenango. Se reportó mayor variación para líneas tratadas mientras que los materiales testigo fueron más estables en ambas localidades y además presentaron los más altos valores en porcentaje de proteína.

2. Rendimiento (kg./ha.):

2.1 Localidad de Guatemala:

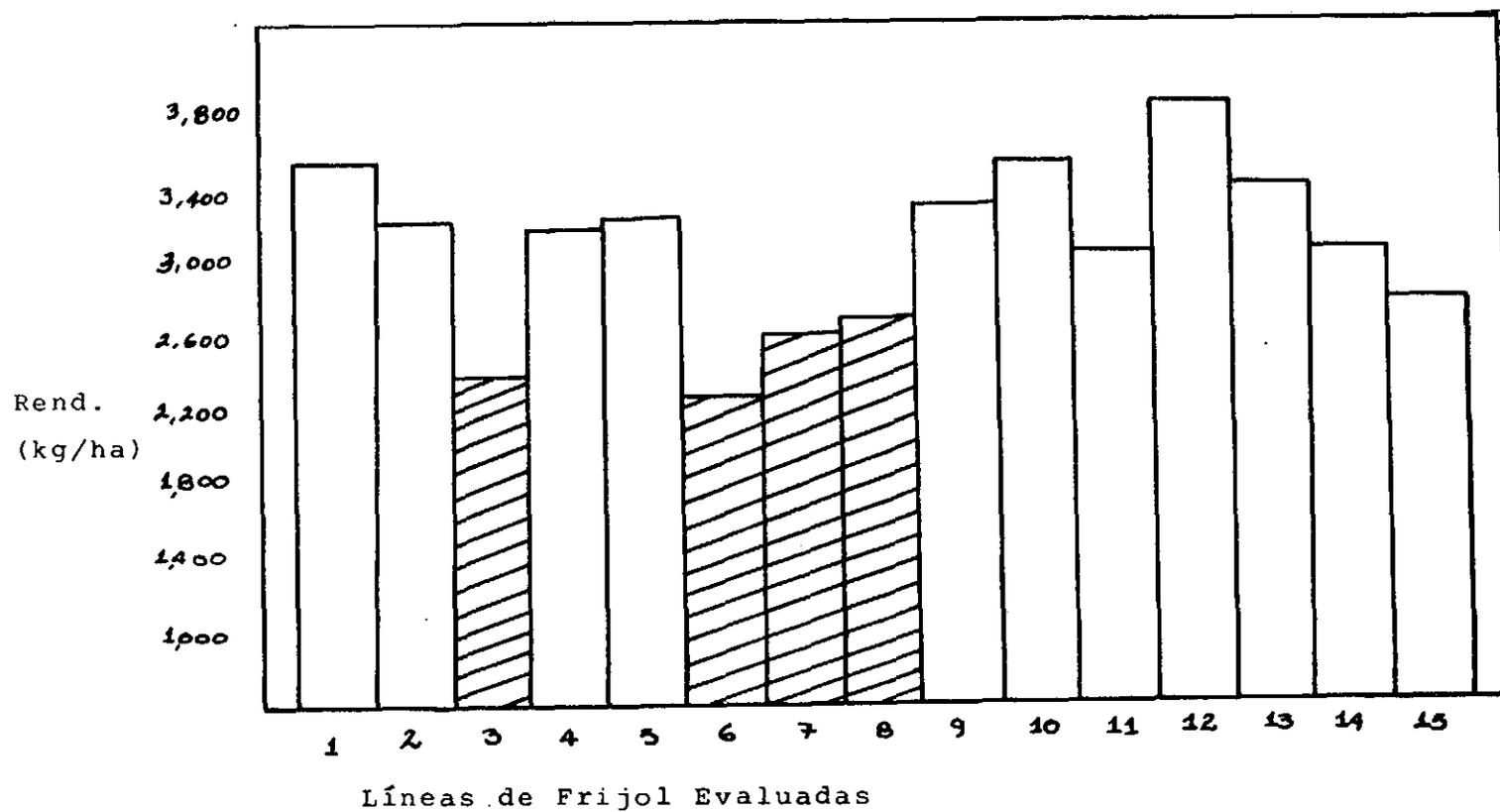
El análisis de varianza para los datos de rendimiento en la localidad de Guatemala, reportó que existen diferencias significativas entre los diferentes materiales evaluados (ver apéndice, cuadro No. 6). El rango de variación de los materiales tratados con Co-60, fué de 2726.19 kg/ha a 3758.73 kg/ha, con una media de 3208.61 kg/ha; mientras que para materiales testigo el rango fué de 2226.75 kg/ha a 2603.14 kg/ha, con una media de 2438.98 kg/ha (ver gráfica No. 3). Cabe aclarar que los rendimientos son elevados, debido a la alta densidad poblacional por hectárea, ya que ésta fué aumentada en un 35% comparada con la densidad de siembra promedio utilizada comercialmente. Se levantaron un promedio de 77 plantas por parcela neta en ambas localidades, cuando la densidad promedio que se utiliza es de 57 plantas distribuídas en  $4.2 \text{ m}^2$ , que fué el área ocupada por la parcela neta.

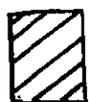
Estadísticamente se reportaron diferencias significativas, pero debido a que la diferencia fué mínima, no fué posible detectar grupos de materiales aún empleando la prueba de medias SNK, que es menos exigente en comparación a otras. Sin embargo, todos los materiales tratados fueron superiores a los testigos en un 24% analizando el rendimiento promedio de ambos materiales.

2.2 Localidad de Chimaltenango:

El análisis de varianza para el rendimiento en la localidad de Chimaltenango, no reportó diferencias significativas entre las diferentes líneas evaluadas. Se reportó un

Gráfica No. 3. Rendimiento de los 15 Materiales de Frijol, Localidad de Guatemala. 1986



 = Testigos

CENTRO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 Biblioteca Central

rango de 1003.49 kg/ha a 1767.94 kg/ha con una media general de 1481.51 kg/ha (ver gráfica No. 4).

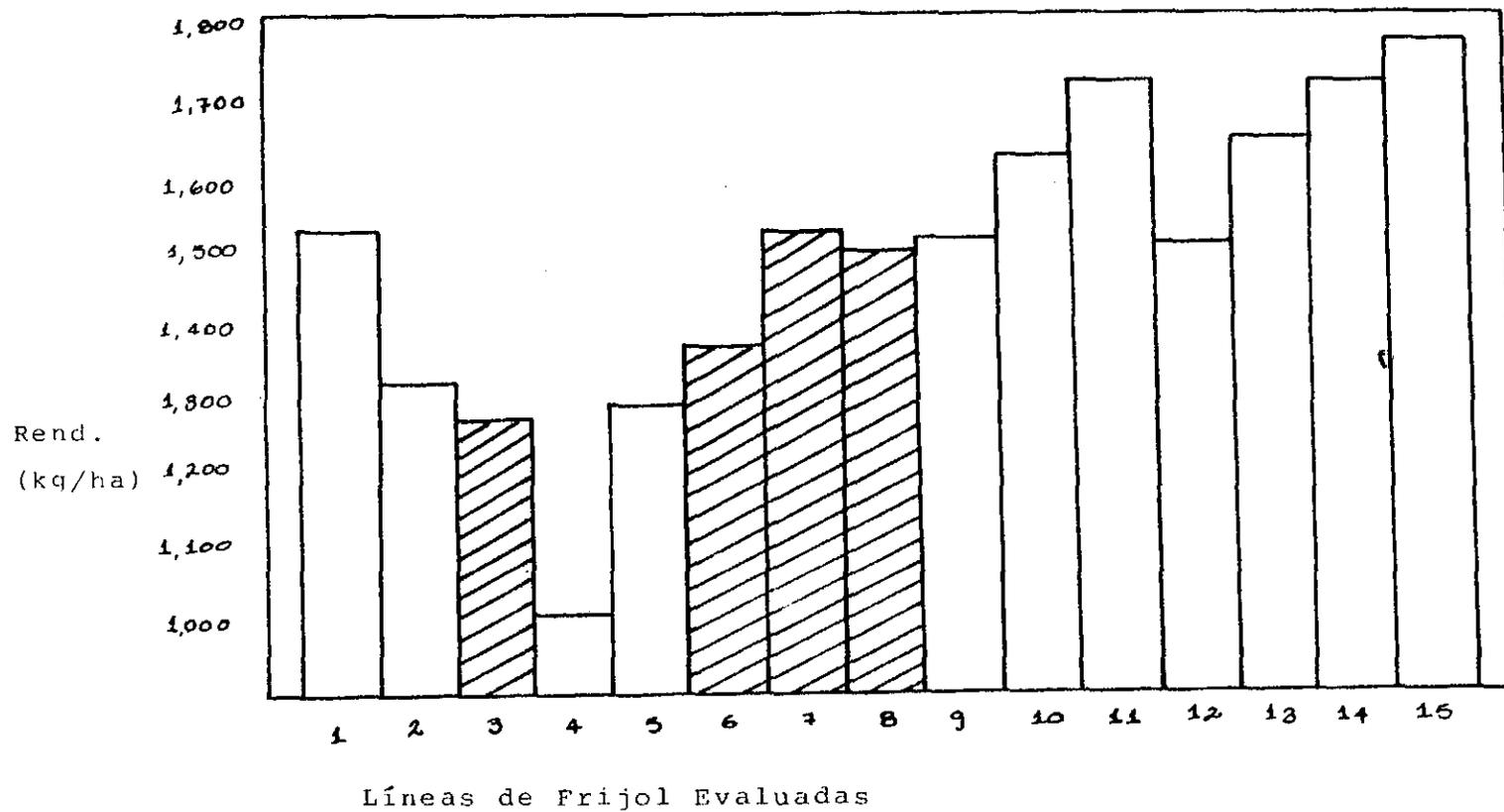
El 67% de las líneas reportaron un rendimiento por encima de la media general de las cuales el 80% pertenecen a los materiales tratados; esto indica que el comportamiento de los materiales tratados en cuanto a rendimiento fué mejor que los materiales testigo. La línea que reportó el más alto rendimiento fué 135-3-7 Suchitán, con 1767.94 kg/ha, mientras que los testigos promediaron un rendimiento de 1407.36 kg/ha, 20.39% menos de rendimiento que materiales tratados. La línea que reportó el más bajo rendimiento fué 105-3-6 Suchitán, con 1003.49 kg/ha probablemente debido a la alta susceptibilidad al ataque de Ascochyta sp. (mancha de la hoja) y Colletotrychum sp. (Antracnosis de la vaina).

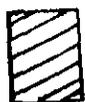
### 2.3 Relación Rendimiento Guatemala-Chimaltenango:

El análisis estadístico combinado para la variable rendimiento indicó que existen diferencias altamente significativas entre localidades y diferencias significativas entre materiales evaluados, al igual que la interacción materiales y localidades (ver cuadro No. 8, apéndice).

La prueba de medias (Tukey) indicó que todos los materiales son diferentes, dentro de los cuales sobresalió la línea 105-6-9 Suchitán, con 2629.8 kg/ha; dato que representó el más alto promedio de rendimiento para ambas localidades; sin embargo, su variación entre localidades fué considerable, ya que su rendimiento se vió reducido en un 60% para la localidad de Chimaltenango (ver gráfica No. 5), lo cual confirma la alta significancia entre localidades según el análisis de variancia combinado.

Gráfica No. 4. Rendimiento de los 15 Materiales de Frijol  
Localidad de Chimaltenango. 1986.



 = Testigos.

Los materiales testigo reportaron una media en rendimiento de 1923.17 kg%ha, lo cual equivale a una diferencia del 42.29% entre localidades. Como puede notarse, la variable rendimiento fué contrastante entre ambos ambientes, ya que su variación fué considerablemente alta; esto confirma que la característica rendimiento es ampliamente influenciada por el medio ambiente, tal como lo citan otros autores (9, 11).

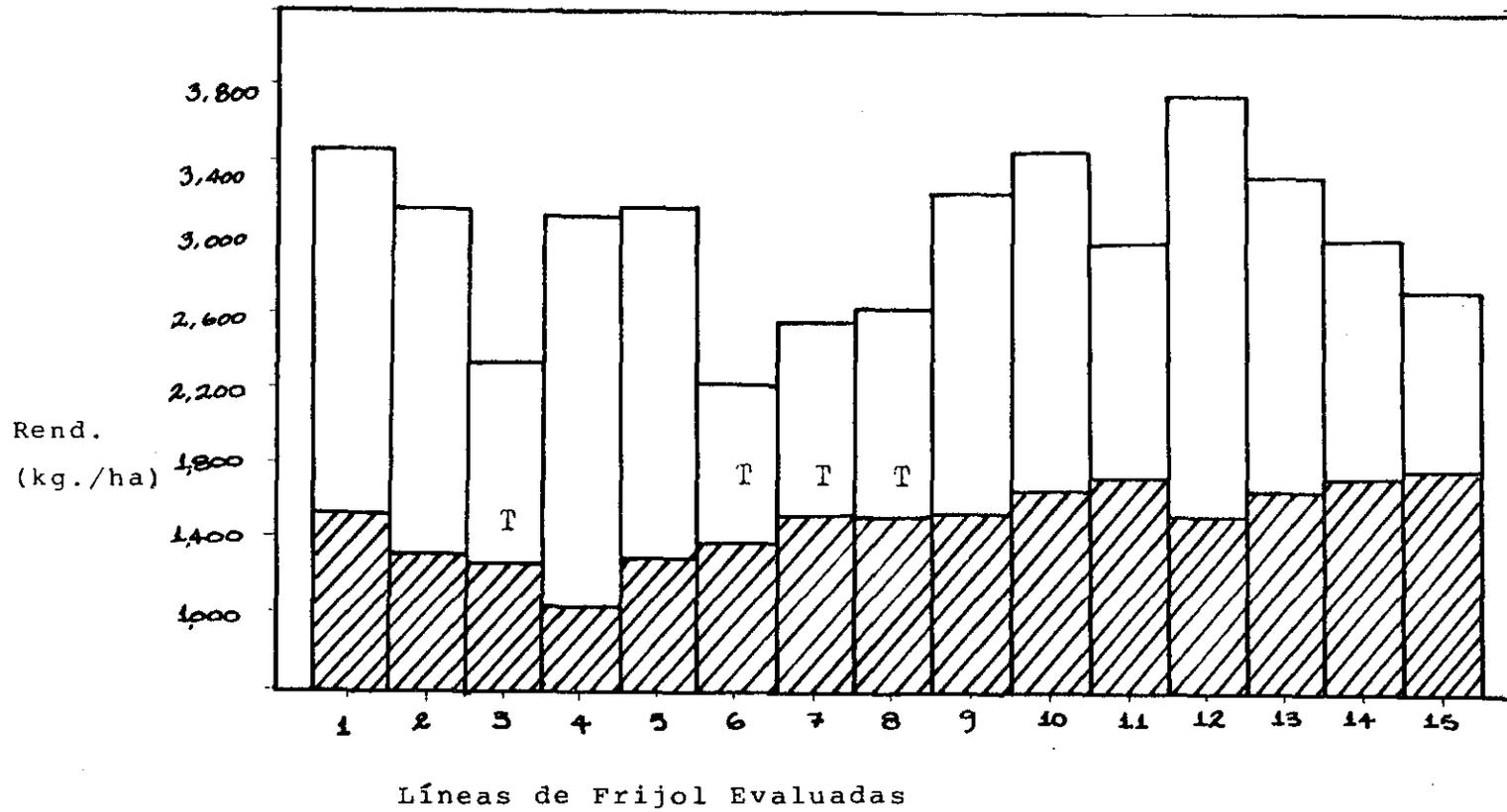
3. Relación Contenido de Proteína-Rendimiento:

Los resultados del análisis de correlación efectuados para los datos de la localidad de Guatemala, indicaron que existe una asociación significativa entre las variables proteína-rendimiento y a la vez confirman los resultados reportados por otros autores (4, 7, 9, 19) para estas características, ya que se reportó un coeficiente de correlación negativo ( $r = -0.80$ ); lo cual indica que a medida que el rendimiento se ve incrementado, la variable contenido de proteína se comporta en forma contraria; es decir experimenta un descenso en su rendimiento (ver gráfica No. 6).

Para la localidad de Chimaltenango, no hubo asociación significativa entre las variables contenido de proteína y rendimiento; lo cual indica un comportamiento independiente de dichas variables.

Como puede notarse en los cuadros generales 1 y 2, los materiales más rendidores en proteína fueron los testigos, sin embargo, analizando el rendimiento de proteína por hectárea los materiales tratados pasan a constituir los más rendidores en ambas características, es decir, proteína y rendimiento, debido a que los rendimientos de los materiales inicialmente tratados con Co-60 fueron elevados; sin embargo, los objetivos de la investigación iniciada en 1982, fueron encaminados a incrementar el contenido de proteína en materiales

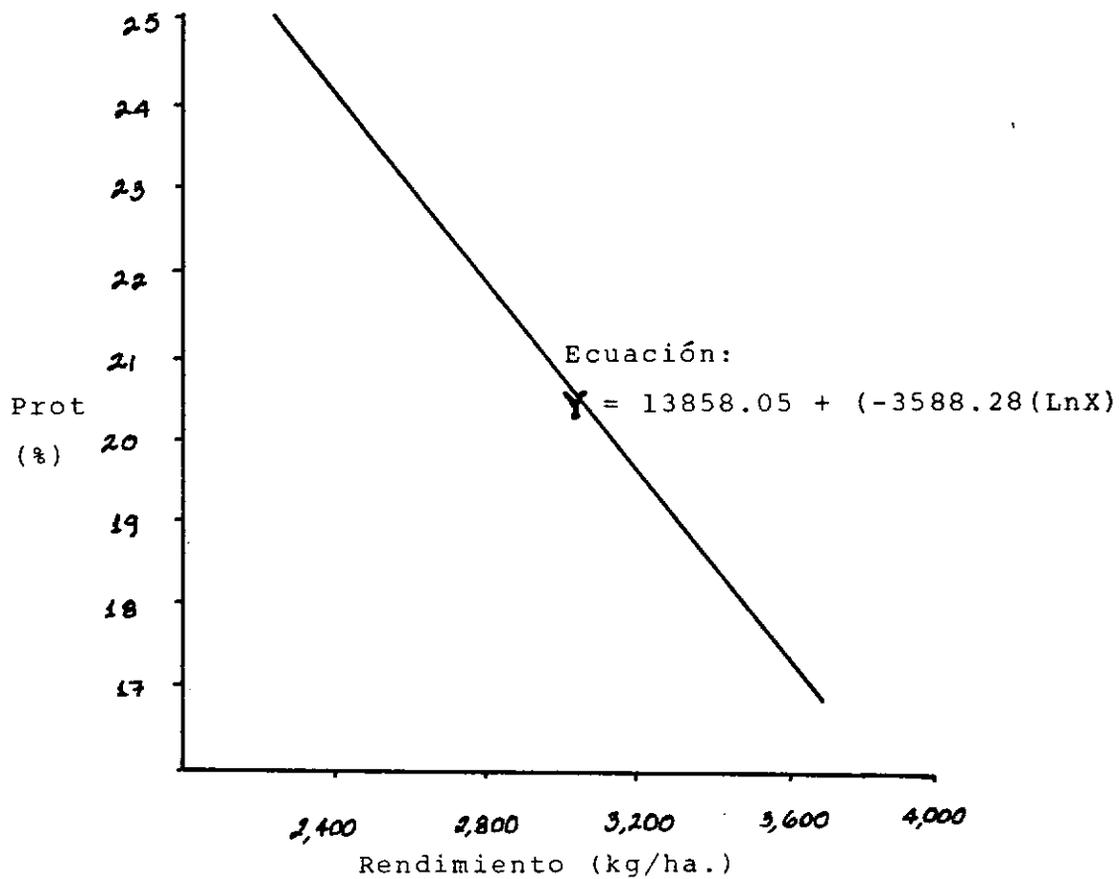
Gráfica No. 5. Comparación del Rendimiento entre Localidades Guatemala y Chimaltenango. 1986.



Referencias:

- Guatemala
- Chimaltenango
- T= Testigos

Gráfica No. 6. Análisis de Regresión para las Variables  
Proteína-Rendimiento  
Localidad de Guatemala, 1986.



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

de frijol común.

4. Componentes Primarios del Rendimiento:

Los componentes primarios del rendimiento, es decir, número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas, fueron sometidos a análisis de correlación (ver apéndice, cuadros 9 y 10), de donde se obtuvieron los siguientes resultados: Se reportó una correlación negativa entre el número de semillas por vaina y contenido de proteína, lo que indica que al aumentar el número de semillas por vaina el contenido de proteína disminuye. Por el contrario se reportó una correlación positiva con respecto a la variable rendimiento; esto indica claramente que a mayor número de semillas por vaina el rendimiento es mayor; mientras que el peso de 100 semillas y número de vainas por planta reportaron un comportamiento independiente con respecto al contenido de proteína y el rendimiento.

Con respecto a la localidad de Chimaltenango, el componente del rendimiento número de vainas por planta también reportó una correlación negativa con respecto al contenido de proteína; en tanto que los otros componentes presentaron un comportamiento independiente.

La variable mas influenciada por el ambiente correspondió al número de vainas por planta, ya que experimentó un descenso de 63% para la localidad de Chimaltenango, debido probablemente a las diferencias de clima, suelo y al ataque de plagas y enfermedades; no así la variación del número de semillas por vaina que fué mínima al igual que el peso de 100 semillas, con una diferencia de 4% entre localidades.

5. Características Agronómicas:

Las características agronómicas, es decir, días a floración, días a madurez fisiológica y altura a madurez fisiológica; todas se correlacionaron en forma negativa con respecto al contenido de proteína (ver apéndice, cuadros 9 y 10), en ambas localidades, esto implica que a mayor precocidad el contenido de proteína aumenta tal como lo demuestran los resultados del porcentaje de proteína, ya que los materiales más precoces presentaron los más altos valores.

Para la variable rendimiento, en la localidad de Guatemala, se reportaron coeficientes de correlación positivos; lo que indica que a menor precocidad el rendimiento es mayor; mientras que en la localidad de Chimaltenango el grado de asociación entre las características agronómicas y el rendimiento no fué significativo, es decir, que las variables se comportaron en forma independiente.

5. Los componentes primarios del rendimiento peso de 100 semillas y número de vainas por planta, para la localidad de Guatemala, reportaron un comportamiento independiente con respecto al contenido de proteína y rendimiento, mientras que el número de semillas por vaina se correlacionó negativamente con el contenido de proteína. Esta característica se mantuvo para la localidad de Chimaltenango.
  
6. Los materiales más precoces reportaron los más altos valores en porcentaje de proteína; similares resultados reporta Conde Marroquín (7), quién indica que la disminución en el contenido de proteína en el frijol, se debe a un aumento en el contenido de fibra cruda para formar tejidos de sostén en la vaina, los cuales aumentan a medida que los materiales son más tardíos.

### VIII. RECOMENDACIONES

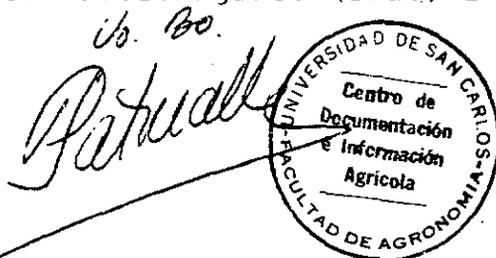
1. Para la obtención de líneas mejoradas dentro de un programa de mejoramiento genético del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) mediante el uso de mutaciones inducidas, se sugiere que antes de iniciar un programa debe ser aplicada una selección para que líneas más uniformes y con mejores características se tornen más eficientes al utilizar la inducción de mutaciones.
2. Los programas del mejoramiento genético del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) no deben orientarse únicamente al mejoramiento del contenido de proteína en forma aislada, sino que también debe buscarse la obtención de líneas resistentes de plagas y enfermedades, que donde se ha obtenido mayor éxito utilizando las mutaciones inducidas (26).
3. Se sugiere la hibridación de los mejores materiales para provocar variabilidad y por medio de selección obtener individuos superiores, tanto en rendimiento como en contenido de proteína, ya que existen materiales altamente rendidores.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. ARROYAVE, G. et al. 1976. Requerimiento de aminoácidos esenciales en niños de edad pre-escolar. In Informe Anual 1 Enero-31 de Diciembre 1975. Panamá, INCAP. p. 119.
2. BLIXT, S. 1979. Natural and induced variability for seed protein in temperature legumes. In Seed Protein Improved in Cereals and Grain Legumes. Neuherberg, Viena, International Atomic Energy Agency. v. 2, p. 3-9, 15-16.
3. BRAUER H., O. 1973. Fitogenética aplicada. 2 ed. México, Limusa. p. 3-9, 15-19.
4. BRESSANI, R. 1973. Utilización de las fuentes de proteína vegetal. Guatemala, INCAP. p. 47, 51, 600.
5. \_\_\_\_\_ . 1984. Necesidades de investigación para elevar la calidad nutricional del frijol común (Phaseolus vulgaris L.). In Curso Internacional sobre Investigación y Producción de Frijol. (1, 1984, Jutiapa, Gua.). Investigación y Producción de Frijol. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas; CIAT. p. 45-64.
6. BREWBAKER, J.L. 1967. Genética agrícola. Trad. por Humberto Sauza. México, UTEHA. p. 1-22.
6. CIAT (Col.). 1973. El potencial del frijol y de otras leguminosas de grano comestible en América Latina. Cali, Col. p. 1-30. (Serie CS-2).
7. CONDE MARROQUIN, C.A. 1974. Cambios químicos y nutricionales del frijol (Phaseolus vulgaris L.) durante el proceso de maduración del grano. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 45 p.
8. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Guatemala, INAFOR. 42 p.
9. ELIAS, L. 1971. Posibilidades en el mejoramiento proteínico del frijol y una contribución a evaluar el nivel nutricional de la dieta centroamericana. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. (17, 1971, Pan.). Frijol. s.l, IICA; ROCAP. p. 30-31.

10. FALCONER, D.S. 1976. Introducción a la genética cuantitativa. 6 ed. México, CECSA. p. 162-167, 380-382.
11. GAUL, H. 1976. Evaluation of protein alterations by mutation breeding. Viena, International Atomic Energy Agency. p. 73-83.
12. GORDILLO BALSELLS, L.F. 1977. Estudio agrológico semidetallado del valle de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 37 p.
13. JOHNSON, E.C. 1977. Sistemas rápidos de mejoramiento para crear variedades con alta calidad proteínica. In Simposio Internacional CIMMYT-PURDUE (1, 1966, EE.UU.). Maíz de alta calidad proteínica. México, Limusa. p. 149-151.
14. LINARES B., S. et al. 1981. Características tecnológicas y nutricionales de 20 cultivares de frijol común (Phaseolus vulgaris L.), características físicas del grano. Guatemala, INCAP. p. 9.
15. MIER CASTILLO, R. 1984. Estabilidad en rendimiento en frijol Phaseolus vulgaris L. en la zona templada húmeda de México. Agricultura Técnica de México. 10(2): 133-151.
16. MORALES, R. 1984. Incremento del contenido de proteína en frijol (Phaseolus vulgaris L.), mediante el uso de mutaciones inducidas por Co-60. TIKALIA (Gua.) 2: 93-103.
17. POELHMAN, J. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. por Nicolás Sánchez Durán. México, Limusa. p. 127, 157, 179.
18. PRETZANSIN TOHOM, E. 1984. Evaluación de mutaciones inducidas por radiación gamma (Co-60) en dos variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 111 p.
19. RODRIGUEZ QUEZADA, E.R. 1978. Efectos de la fertilización foliar con N-P-K-S a diferentes dosis de N y K en la cantidad de proteína y componentes primarios del rendimiento en el frijol negro (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 54 p.
20. RUBAIHAYO, P.R. 1975. Gamma-ray induced mutation in Phaseolus vulgaris L. Kampala, Uganda, Makerere University, Faculty of Agriculture and Forestry. 5 p.

21. SALAZAR, S. 1981. Evaluación de mutaciones irradiadas por radiación gamma (Co-60) en dos variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Unviersidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 84 p.
22. SIMMONS, C.; TARANO, P.; PINTO, J. 1959. Clasificación de re conocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 47-81.
23. STANSFIEL, W.D. 1971. Teoría y problemas de genética. Trad. por Edna Brostein de Renen. México, MCGRAW-HILL. p. 233.
24. STRICKBERGER, M.W. 1978. Genética. Trad. por Monserral Agua dé y Gabriel Paricio Larrera. 2 ed. Barcelona, Omega. p. 188-189.
25. TEJADA VASQUEZ, H.M. 1982. Ensayo de adaptabilidad de ocho materiales genéticos de frijol (Phaseolus vulgaris L.) y análisis de estabilidad en seis localidades de la franja transversal del norte. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Univer sidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 51 p.
26. TULLMAN, A. et al. 1980. Efeitos de radiacao-gamma em plantas de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) em florescimien to. Energ. Nucl. Agric. (Bra.) 2 (2): 133-138.
27. \_\_\_\_\_ . 1979. Obtencao de linhagens melhoradas de feijoei ro (Phaseolus vulgaris L.) como primeira etapa em estudos de inducao de mutacoes. Ener. Nucl. Agric. (Bra.) 1 (2): 102-107.



X. A P E N D I C E

Cuadro No. 1. Análisis de Varianza para Contenido de Proteína en la Localidad de Guatemala.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft.		Signifi- cancia
					5%	1%	
Bloque	2	16.82	8.41	4.49	2.07	2.8	++
Tratamiento	14	174.54	12.47	6.66			++
Error	28	52.44	1.87				
Total	44	243.79					
Coeficiente de variación 6.6%							

Cuadro No. 2. Análisis de Varianza para Contenido de Proteína en la Localidad de Chimaltenango.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft.		Signifi- cancia
					5%	1%	
Bloque	2	10.12	5.1	2.6	2.07	2.8	+
Tratamiento	14	79.27	5.7	2.92			++
Error	28	54.36	1.9				
Total	44	143.76					
Coeficiente de Variación 6.51%							

Cuadro No. 3. Análisis de Medias para el Contenido de Proteína según S N K, para lo Localidad de Guatemala.

LÍNEA	% DE PROTEÍNA
117-6-9 C (T)	24.48 a
117-6-10 C (T)	24.32 a
117-6-3 C (T)	23.43 a
117-6-1 C (T)	21.94 a
135-3-1 S	20.97 b
106-2-3 S	20.84 c
116-8-4 C	20.48 c
104-5-6 S	20.44 c
104-6-4 S	20.15 d
105-6-4 S	20.14 d
135-3-7 S	19.62 d
105-6-9 S	18.94 d
105-3-6 S	18.63 d
105-3-7 S	18.55 d
105-6-10 S	17.92 d

Cuadro No. 4. Análisis de Medias para el Contenido de Proteína según S N K, para la Localidad de Chimaltenango.

LINEAS	% DE PROTEINA
117-6-3 C (T)	24.34 a
117-6-9 C (T)	23.57 b
117-6-1 C (T)	23.26 b
105-6-4 S	21.47 b
117-6-10 C (T)	21.46 b
105-6-9 S	21.45 b
105-3-6 S	21.38 b
116-8-4 C	21.23 b
106-2-3 S	21.12 b
105-6-10 S	20.90 b
104-6-4 S	20.87 b
135-3-7 S	20.37 b
135-3-1 S	20.28 b
105-3-7 S	19.98 b
104-5-6 S	19.33 b

Cuadro No. 5. Análisis de Varianza Combinado para el Contenido de Proteína.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft. 5%	1%	Signifi cancia
Bloque	2	25.12	12.56	6.7	1.66	2.06	++
Tratam.	29	264.29	9.11	4.87			++
A	1	10.49	10.49	5.6			++
B	14	201.45	14.39	7.68			++
AB	14	52.34	3.74	1.99			+
Error	58	108.63	1.87				
Total	89	398.05					

A = Localidades

B = Líneas

Coefficiente de variación = 6.49%.

Cuadro No. 6. Análisis de Varianza para Rendimiento en la Localidad de Guatemala.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft.		Signifi- cancia
					5%	1%	
Bloque	2	0.056	0.028	0.62	2.07	2.8	++
Tratam.	14	1.4	0.1	2.24			+
Error	28	1.25	0.45				
Total	44	2.71					

Coeficiente de Variación = 16.78%.

Cuadro No. 7. Análisis de Varianza para Rendimiento en la Localidad de Chimaltenango.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft.		Signifi- cancia
					5%	1%	
Bloque	2	0.19	0.09	6.2	2.07	2.8	++
Tratam.	14	0.31	0.02	1.5			NS
Error	28	0.42	0.01				
Total	44	0.93					

Coeficiente de Variación = 19.72%

Cuadro No. 8. Análisis de Varianza Combinado para Rendimiento.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft.		Signifi- cancia
					5%	1%	
Bloque	2	0.16	0.08	2.6	1.66	2.06	++
Tratam.	29	10.86	0.37	12.33			++
A	1	9.13	9.13	300.85			++
B	14	0.95	0.07	2.23			++
AB	14	0.78	0.05	1.82			+
Error	58	1.76	0.03				
Total	89	12.78					

A = Localidades

B = Líneas

AB = Interacción

Coeficiente de Variación = 18.52%

Cuadro No. 9. Correlaciones para la Localidad de Guatemala.

	RENDIMIENTO	PROTEINA
DF	0.79	- 0.79
DM	0.85	- 0.86
HF	0.73	- 0.81
V/P	-	-
S/V	-	- 0.68
P/100 s	-	-
Rend.	1.0	- 0.80

Cuadro No. 10. Correlaciones para la Localidad de Chimalte-  
nango.

	RENDIMIENTO	PROTEINA
DF	-	- 0.72
DM	-	- 0.76
HF	-	- 0.75
V/P	-	-
S/V	-	- 0.78
P/100 s	-	-
Rend.	1.0	-

Referencias:

- DF = Días a floración
- DM = Días a madurez fisiológica
- HF = Altura a madurez fisiológica
- V/P = Número de vainas por planta
- S/V = Número de semillas por vaina
- P/100 s = Peso de cien semillas
- Rend. = Rendimiento.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....

Asunto .....

"IMPRIMASE"



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

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central