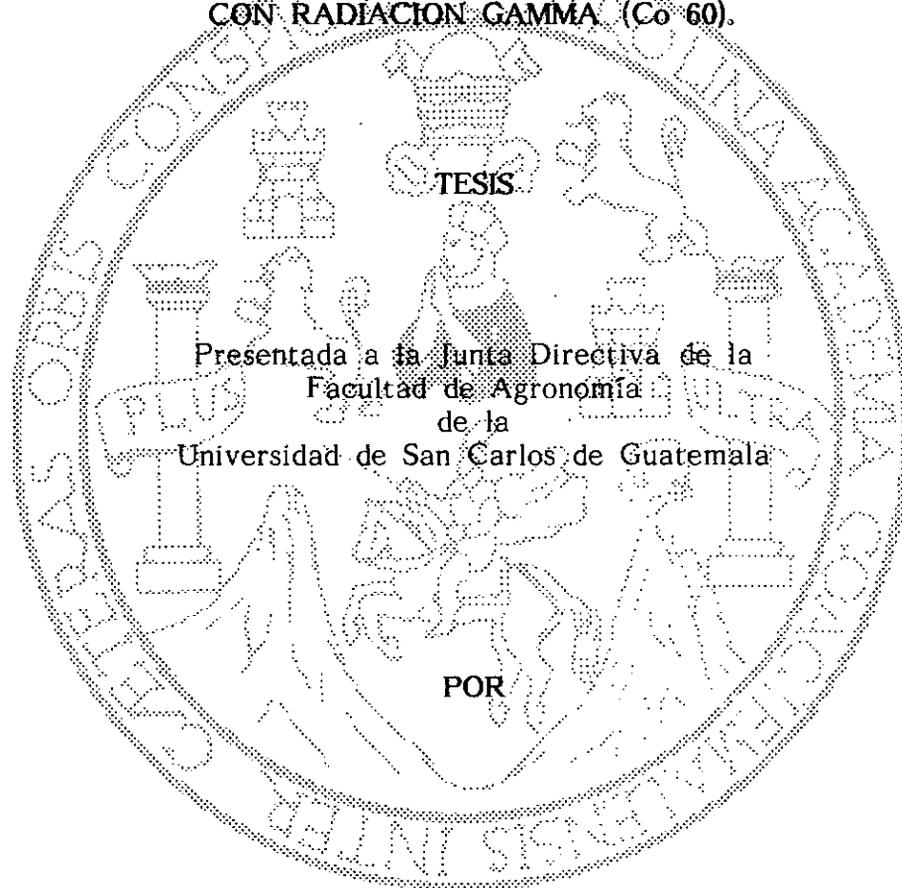


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

INCREMENTO DEL CONTENIDO DE PROTEINA EN EL FRIJOL COMUN
(Phaseolus Vulgaris L) MEDIANTE EL USO DE MUTACIONES INDUCIDAS
CON RADIACION GAMMA (Co 60).

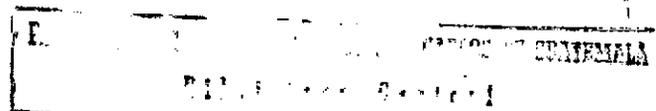


RAFAEL ARNOLDO RODRIGUEZ RECINOS

al conferírsele el Título de
INGENIERO AGRONOMO
en el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Junio de 1987



DL
01
T(1014)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR
LIC. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:
VOCAL I:
VOCAL II:
VOCAL III:
VOCAL IV:
VOCAL V:
SECRETARIO:

Ing. Agr. César A. Castañeda S.
Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
Ing. Agr. Jorge E. Sandoval I.
Ing. Agr. Mario F. Melgar M.
Br. Luis Molina Monterroso.
T.U. Carlos E. Méndez.
Ing. Agr. Luis A. Castañeda A.



Referencia MMP-135-87

Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

23 de abril de 1987

Ingeniero Agrónomo
César A. Castañeda
Decano de la
Facultad de Agronomía

Señor Decano:

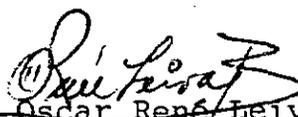
Por este medio comunico a usted que he terminado el asesoramiento del trabajo de tesis del estudiante RAFAEL ARNOLDO RODRIGUEZ RECINOS, titulado:

"INCREMENTO DEL CONTENIDO DE PROTEINA EN EL FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L) MEDIANTE EL USO DE MUTACIONES INDUCIDAS CON RADIACION GAMMA (Co 60)".

Considero que este estudio llena la calidad científica que la Facultad de Agronomía exige como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, por lo que recomiendo que el mismo sea aceptado para su discusión en el examen público del estudiante Rodríguez Recinos.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. ~~Oscar René Heiva R.~~
ASESOR

cc. archivo

ORLR/edee

Guatemala, Mayo de 1987.

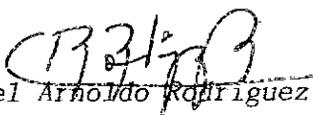
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXMANINADOR

De conformidad a lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado:

"INCREMENTO DEL CONTENIDO DE PROTEINA EN EL
FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L) MEDIANTE
EL USO DE MUTACIONES INDUCIDAS CON RADIACION
GAMMA (Co 60).

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

Atentamente,


Rafael Arnaldo Rodríguez Recinos.

TESIS Y ACTO QUE DEDICO:

A DIOS

A MIS PADRES:

*Rafael Arnoldo Rodríguez Godoy
Esperanza Recinos de Rodríguez*

Como muestra de agradecimiento por todo el esfuerzo que han realizado, y al ejemplo de trabajo, dignidad y honradez con que han logrado abrirse brecha en el difícil camino de la vida.

A MIS HERMANOS:

Mynor Arnoldo y Juan Manuel.

Por que salgan adelante en las metas que se tracen.

A MIS ABUELITOS:

Elena Godoy Z.

Por todas esas atenciones y muestras de cariño que siempre me ha brindado.

Manuel Rodríguez Conde.

*Y recordando a:
Juan M. Carrillo (Q.E.P.D.)*

A MIS TIOS:

En Especial

Manuel de Jesús Rodríguez G.

Ejemplo de Humildad y Poesía.

Edwin Leonel Rodríguez G. (Q.E.P.D.)

Un hermano que hace tiempo se marchó.

A MIS AMIGOS:

*Eideman S. Vásquez, Herber C. Arana,
Rodolfo A. Vielmán, Rómulo R. Martínez,
Javier García E. y todos aquellos que se
quedan en el tintero.*

*Por todos esos momentos de penas y
alegrías que hemos compartido.*

A MIS COMPAÑEROS.

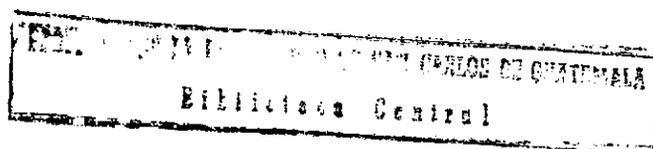
AL CAMPESINO GUATEMALTECO.

AGRADECIMIENTOS

- A LA: *Facultad de Agronomía y Universidad de San Carlos de Guatemala.*
- AL: *Personal del Depto. de Química Agrícola, INCAP.*
- AL: *Personal de los Deptos. de Cómputo de ICTA y de la Facultad de Agronomía.*
- AL: *Personal del Centro Experimental Docente de Agronomía.*
- AL: *Personal del Depto. de Becas de la Unidad de Formación de Recursos Humanos del Ministerio de Agricultura.*
- AL: *Ing. Agr. Oscar R. Leiva, por ese cumulo de conocimientos y asesoría proporcionada durante la investigación.*
- AL: *Ing. Agr. Edgar O. Franco e Ing. Agr. Domingo Amador por su colaboración en la realización de la presente investigación.*

CONTENIDO

	Página
Resumén	i
I INTRODUCCION.....	1
II HIPOTESIS.....	2
III OBJETIVOS.....	3
IV REVISION DE LITERATURA.....	4
1. Antecedentes sobre la investigación.....	4
2. Mutaciones.....	4
2.1 Clasificación de las mutaciones.....	5
2.2 Agentes mutagénicos ionizantes.....	5
3. Mejora genética por mutación.....	6
4. Mejoramiento del contenido de proteína del frijol....	7
5. Relación entre proteína, rendimiento y otros factores físicos.....	7
6. Contenido y Calidad de Proteína.....	9
V METODOLOGIA.....	9
1. Evaluación de líneas M ₄ a nivel de campo.....	9
1.1 Ubicación del área experimental.....	9
1.2 Diseño Experimental.....	9
1.3 Tratamientos.....	9
1.4 Tecnología aplicada al cultivo.....	10
2. Análisis de Laboratorio.....	11
3. Análisis estadístico.....	12
4. Selección de Líneas M ₅	12
VI RESULTADOS Y DISCUSION.....	13
1. Contenido de Proteína.....	13
2. Rendimiento.....	14
3. Relación contenido de Proteína-Rendimiento.....	16
4. Días a inicio de Floración.....	16
5. Días a madurez Fisiología.....	16
6. Altura de planta.....	18
7. Resistencia a Roya (Uromyces Phaseoli).....	18
8. Variables Cualitativas.....	19
9. Selección de líneas M ₅	19
VII CONCLUSIONES.....	23
VIII. RECOMENDACIONES.....	24
IX BIBLIOGRAFIA.....	25
APENDICE.	



RESUMEN

Se evaluaron 100 líneas M_4 , utilizándose un látice simple, el que se estableció en el Centro de Experimentación Docente de Agronomía (CEDA), ciudad de Guatemala. Las variables cuantitativas analizadas fueron: Contenido de proteína, rendimiento, peso de 100 semillas, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, días a inicio de floración, días a madurez fisiológica, altura de planta y resistencia a roya. Además se tomaron las variables cualitativas: Color de flor, color de vaina, color de grano y hábito de crecimiento.

El contenido de proteína se determinó en los laboratorios de INCAP, por medio del método de Índice de Absorción (Neotec), previa correlación con el método del Microkjeldahl. El análisis estadístico se llevo a cabo en los departamentos de cómputo del ICTA y de la Facultad de Agronomía; efectuándose análisis de varianza, pruebas de Tukey y de Duncan y análisis de correlación para las variables cuantitativas.

Según análisis de varianza únicamente para la variable cuantitativa rendimiento no se presentaron diferencias significativas. Para la variable contenido de proteína, las pruebas de Tukey y de Duncan, señalan que la línea 106-2-3 fue superior a las demás con 25.36%.

El análisis de correlación para el contenido de proteína y cada una de las variables cuantitativas no indicó ningún grado de asociación significativo entre las variables. Similar falta de asociación presentaron los componentes primarios del rendimiento con respecto a éste.

En cuanto a las variables cualitativas, la línea 115-1-2 presentó diferentes tonalidades en el color de la flor, grano y vaina. No se observaron cambios en el hábito de crecimiento.

Se seleccionaron 18 líneas mutantes y 7 testigos, que presentaron el más alto contenido de proteína, adecuado rendimiento y resistencia a roya (Uromyces Phaseoli).

INTRODUCCION

Guatemala, país del tercer mundo, cuya principal actividad es la agricultura, presenta serios problemas de desnutrición, manifiesta principalmente en la niñez. El alto costo de los alimentos de primera necesidad, tales como leche, carnes y otros productos ricos en proteína hace que estos no se encuentren al alcance de la población. Esta situación ha provocado serios problemas en el desarrollo físico y mental de sus habitantes.

El frijol y el maíz constituyen la dieta alimenticia básica del guatemalteco, siendo el primero el principal aportador de proteína. La producción de frijol a nivel nacional es baja (18). Uno de los factores que inciden en esta baja productividad es el hecho de que la mayor parte de la población que se dedica a este cultivo practica una agricultura de subsistencia (12). La agricultura de subsistencia se caracteriza por el uso de suelos marginales, el cultivo en asociación con el maíz y otras especies, la alta incidencia de plagas y enfermedades y la poca utilización de insumos (12). Además de este bajo rendimiento, el frijol presenta bajo contenido de proteína y de aminoácidos esenciales como metionina y cisteína (8).

Por lo anteriormente señalado, un aspecto que debe ser considerado en los trabajos de mejoramiento es el incremento del contenido y calidad proteínica del frijol, con el objeto de que la población, principalmente la de escasos recursos económicos, ingiera aún en la misma cantidad, un alimento de mayor valor nutricional.

En la presente investigación se evaluaron 100 líneas de frijol común (Phaseolus Vulgaris L) M_4 , de las cuales se seleccionaron 18 líneas mutantes y 7 líneas testigos, de acuerdo al contenido de proteína, rendimiento y resistencia a roya (Uromyces phaseoli), para ser llevadas a un nuevo ciclo de selección y evaluación en diferentes localidades del país.

II. HIPOTESIS

Todas las líneas M_4 de frijol común (Phaseolus vulgaris L) sometidas a evaluación son iguales en cuanto a contenido de proteína y rendimiento.

III. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL:

Aumentar el contenido de proteína en el frijol común (Phaseolus vulgaris L) mediante el uso de mutaciones inducidas con radiación gamma (Co 60).

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Evaluar el contenido de proteína y rendimiento de las líneas M_5 derivadas de material tratado con rayos gamma (Co 60) para la inducción de mutaciones.

Seleccionar las líneas M_5 superiores en cuanto a contenido de proteína y rendimiento.

Determinar el grado de asociación que existe entre el contenido de proteína respecto a rendimiento, componentes primarios del rendimiento, precocidad y altura de planta.

Conocer la resistencia a roya (Uromyces phaseoli) que presentan las líneas sometidas a evaluación.

IV. REVISION DE LITERATURA

1. ANTECEDENTES SOBRE LA INVESTIGACION:

Semilla al 12% de humedad de las variedades de frijol común Suchitán y Cuarenteño, fueron cada una irradiadas con 10 diferentes dosis de radiación Gamma (Co 60), siendo éstas: 0,3,6,9,12,15,18,21,24 y 27 krad. Se determinó el contenido de proteína total del grano en la M₂, seleccionándose todos aquellos materiales que como mínimo presentaron un 26% de proteína para ser llevados a un nuevo ciclo de selección (19,22,23).

2. MUTACIONES:

Mutación es una característica a veces heredable proveniente de un cambio en el material genético, que provocará un cambio en la expresión fenotípica del carácter. Es un importante proceso biológico en la evolución y en el mejoramiento de planta y animales.

2.1 Clasificación de las mutaciones:

2.1.1 Mutaciones genómicas:

Son los cambios en el número total de cromosomas característico de una especie. Puede presentarse porque el conjunto total de cromosomas se repite más de dos veces dando origen a una poliploidia. También pueden haber cambios en el número de cromosomas que se refiere a cromosomas completos, pero no a todo el genomio, y que se conocen como aneuploidia.

2.1.2 Mutaciones cromosomales:

Pueden deberse a translocaciones, las que suceden cuando parte de un cromosoma se desprende para adherirse a otro cromosoma. Las inversiones ocurren cuando parte de un cromosoma se desprende y se vuelve a colocar en el mismo cromosoma pero en forma invertida. Pueden ocurrir además duplicaciones de fragmentos de un mismo cromosoma, pérdidas de partes del cromosoma.

2.1.3 Mutaciones génicas:

Son las que corresponden a cambios físicos o químicos en la naturaleza de los genes, cuyos cambios son en general estables y se transmiten por herencia. Como por ejemplo el intercambio de bases purina o pirimidina que constituyen la molécula de ADN (2,4,21).

2.2 Agentes mutagénicos ionizantes:

Las radiaciones ionizantes densas (partículas alfa, neutrones) parecen actuar principalmente en forma mecánica, porque una gran proporción de los cambios que inducen son alteraciones cromosómicas, pero también producen mutaciones puntuales. Las radiaciones ionizantes menos densas (rayos x, rayos gamma) producen menos alteraciones cromosómicas y la mayor proporción de los cambios que producen son mutaciones puntuales.

2.2.1 Rayos Gamma:

Pueden ser muy penetrantes y atravesar un cuerpo humano de parte a parte, pero queda casi completamente absorbido por una capa de hormigón de un metro de espesor. Poseen una longitud de onda de 0.001 nm. Los protones de los rayos gamma son absorbidos por la materia a través de un proceso donde parte o toda la energía del fotón es transformada en energía cinética de un electrón, el cual pierde energía por interacción con átomos y moléculas que emiten electrones secundarios, induciendo alteraciones cromosómicas y mutaciones puntuales. Las plántulas se irradian fácilmente con fuentes de rayo gamma ubicadas en un invernadero o en una sala protegida. Pudiéndose utilizar una cámara cerrada con una fuente de rayos gamma, para irradiar semillas, polen, cultivos de tejidos u otras partes vegetativas de la planta. (1,2,4,21).

3 MEJORA GENETICA POR MUTACIONES

Una mutación inducida por radiación en uno o varios genes para un carácter de naturaleza cuantitativa como: rendimiento, tamaño de planta, contenido de proteína, podría producir un efecto tan pequeño sobre la planta mutante que dichos efectos no serían visibles y por lo tanto muy difíciles de determinar. Las mutaciones de genes pueden ser dominantes o recesivas pero estas últimas son las más comunes (21). Las mutaciones dominantes de los genes producen un efecto inmediato en un individuo. El efecto de una mutación recesiva de los genes generalmente no se manifiesta hasta que dos

genes recesivos se unen en un individuo como resultado de segregaciones en la planta (21,24). Debido a que casi todas las mutaciones son recesivas en la M_2 es la generación segregante (21).

En plantas de cebada, trigo, cacahuate y otras, se ha encontrado que dentro de las poblaciones irradiadas que aparentemente no diferían de los testigos, la media de varios caracteres cuantitativos era prácticamente igual en una y en otras pero en cambio la amplitud de variación era considerablemente más grande en las poblaciones irradiadas; dentro de éstas se llevo a cabo una selección y fue posible lograr un adelanto en el sentido de que en la siguiente generación las plantas producidas fueron notablemente más vigorosas y con mayor rendimiento (2,24).

En forma general tenemos que luego del tratamiento mutagénico en una población de plantas es posible efectuar avances genéticos mediante la selección y fijación de los caracteres cuantitativos mediante endogamia (2,4).

4. MEJORAMIENTO DEL CONTENIDO DE PROTEINA DEL FRIJOL:

El contenido de proteína al igual que el rendimiento es un carácter influenciado por muchos pares de genes, lo que indica que posee un tipo de herencia cuantitativa que se caracteriza por una distribución normal. El contenido de proteína esta influenciado por el genotipo, la expresión de genes que controlan la síntesis y acumulación de diferente proteína y fracción proteica y por el ambiente (2,9,17,21). El contenido de proteína esta sujeto a la influencia ambiental, ya que presenta valores diferentes cuando se evalua en diferente localidad y año (9,23).

De una manera general existe en las leguminosas suficiente variabilidad con relación al contenido de proteína, siendo ella condicionada por factores genéticos y ambientales (11). Las proteínas como un principal constituyente del valor nutritivo de las leguminosas, se ha convertido recientemente en un carácter de importancia en el mejoramiento de las plantas y la inducción de mutaciones que afectan este carácter es la meta de muchos investigadores. Se han encontrado mutantes para el contenido de proteína relativamente mayor que sus correspondientes líneas iniciales. Pero debe tenerse en cuenta que cuando se analizan las líneas iniciales y los mutantes proteínicos, se debe considerar que las deficiencias en el contenido de proteína entre genotipos analizados no se deben solamente al factor genético, sino también a factores ambientales (10). En materiales irradiados se deben

efectuar estudios replicados en la generación avanzada (M_4, M_5) con el objeto de comprobar la persistencia de la característica de cada gen, e ir haciendo selección en aquellos individuos que mantengan su porcentaje proteínico (9,23).

5. RELACION ENTRE PROTEINA, RENDIMIENTO Y OTROS FACTORES FISICOS:

El contenido de proteína se correlaciona negativamente con el rendimiento con el contenido de metionina y cisteína (5,6,8,15). Adams (16) sugiere que al existir una correlación negativa entre el rendimiento y el contenido de proteína, el mejorador no deberá seleccionar contenidos mayores del 22%, pero a la vez de aceptar este nivel debe tratar de incrementar el contenido de metionina, cisteína y otros factores de producción. Es necesario seleccionar los materiales básicos para el rendimiento-proteína de una manera simultánea, método que no ha sido utilizado debido a que el fitomejorador se ha interesado únicamente por el rendimiento (16,20).

En estudios realizados en 25 cultivares de frijol, presentaron una correlación negativa de rendimiento con respecto a nitrógeno y lisina (15).

Análisis de contenido de proteína de semilla de 68 genotipos -50 de *p. vulgaris* y 18 de *p. coccineus*- mostraron una correlación positiva entre contenido de proteína y peso de grano (20).

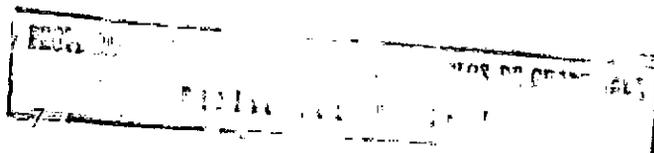
Para las variedades de frijol de grano negro y cafés el rendimiento es alto y se presenta una correlación negativa respecto al peso y al volumen; siendo las semillas más pequeñas las que presentan una producción más alta y por ende menor contenido de proteína. las variedades blancas han presentado mayor contenido de proteína (15).

En cuanto a fertilización nitrogenada, Chonay (5) no encontro un incremento significativo en el contenido de proteína como respuesta a la fertilización; pero otros investigadores reportan que tiene mucha importancia en el incremento del contenido de proteína (11,14).

Las enfermedades que comunmente afectan al cultivo del frijol y que resultan en una reducción del rendimiento pueden reducir el valor nutritivo del producto principalmente del contenido de proteína y el rendimiento. (7).

6. CONTENIDO Y CALIDAD DE PROTEINA:

El frijol contiene en promedio 22% de proteína, presentando un rango



de variación en el contenido de proteína del 17-35% (8,5,16,17,22,23). El contenido de proteína en el cotiledon es del 27%, mientras que el eje embriionario y la cáscara poseen 48% y 5% respectivamente. El cotiledon contribuye a la mayor cantidad de proteína debido a su mayor peso. Las proteínas predominantes en el frijol son las globulinas, y esto puede explicar su baja digestibilidad.

La fracción de globulina 2 posee un alto contenido de treonina, lisina y bajo contenido de ácido glutámico y leucina. La prolamina tiene alta concentración de tirosina y lisina, pero presenta baja concentración de alanina, valina y glicina.

El fraccionamiento de las proteínas cotiledonales del frijol demostró un perfil general en el cual la globulina-1, era la principal fracción proteínica (aproximadamente un 40% del total de la proteína), seguida en importancia por la glutelina (25%), la albúmina (15%), la globulina-2, la prolamina, aminoácidos libres. El aumento de las proteínas del frijol se relacionó con un considerable aumento de las proteínas de globulina y con cantidades considerables pero menores de aminoácidos libres y de fracciones de glutelina (16,17,20).

El análisis de aminoácidos esenciales demuestra que la proteína de frijol es relativamente alta en lisina, sin embargo es deficiente en metionina, cisteína y triptofano (6,10,11,16).

Por medio de mejoramiento genético se puede lograr aumentar los contenidos de proteína y metionina, y disminuir las concentraciones de taninos. Las proteínas de glutelina presentan las mayores concentraciones de metionina (aproximadamente 2% de la proteína en peso), por lo tanto el aumento de la cantidad de glutelina puede dar como resultado un alto contenido de metionina en la semilla del frijol. El contenido de tanino de la testa es altamente heredable y esta controlado por lóculos múltiples, pero es posible obtener líneas de frijol con semillas de bajo contenido de tanino ya sea mediante la selección entre las líneas puras existentes o por medio del cruzamiento y selección (20).

V. METODOLOGIA

1. EVALUACION DE LINEAS M_4 A NIVEL DE CAMPO:

1.1 Ubicación del área experimental:

El ensayo se realizó en el Centro de Experimentación de la Facultad de Agronomía (CEDA) localizados a una latitud de $14^{\circ}30'$, longitud de $90^{\circ}30'$; altitud de 1502.32 msnm. Se registra una precipitación media anual de 1048 mm; humedad relativa de 77.6%; con una temperatura media diaria de 18.7°C . El suelo pertenece a la Serie Guatemala, presentando textura arcillosa, el drenaje del suelo es lento, con un espesor aproximado de 50-100 cm; el pH varía de 6.0-6.5.

1.2 Diseño experimental:

Se utilizó un Látice Simple, el cual ocupó un área total de 2533.3 mts². La parcela bruta con un área de 7.8 mts² y la parcela neta con 5.2 mts² (Ver apéndice, gráfica 1).

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = M + R_i + B_j(i) + T_k + ijk$$

M = Efecto debido a la media general.

R_i = Efecto debido a la i -ésima repetición.

$B_j(i)$ = Efecto debido al j -ésimo bloque incompleto dentro de la repetición i .

T_k = Efecto debido al k -ésimo tratamiento

ijk = Error intrabloques

1.3 Tratamientos:

Se sometieron a evaluación 100 líneas de frijol común (Phaseolus vulgaris) L) M_4 , de las cuales 77 fueron líneas mutantes y 23 líneas testigos. Siendo las variedades originales: Suchitán, la cual es una variedad mejorada con hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, alcanza alturas máximas de 0.60 mts, posee vainas color morado a la madurez fisiológica, floración a los 40 días, flor color lila, semillas negras opacas, tolerancia al mosaico dorado y a la roya. Cuarenteño, variedad criolla muy precoz, nativa del oriente del país, crecimiento semiarbustivo, altura de 0.50 a 0.60 mts, vainas color café claro a la madurez fisiológica, flor lila, semilla de color negro opaco.

Se utilizó una variedad mejorada y una criolla para conocer el potencial de variabilidad que poseen, y cual puede ser el efecto de la irradiación sobre éstas.

1.4 Tecnología aplicada al cultivo:

1.4.1 Preparación del terreno:

Se aró, rastreo y surqueo mecánicamente.

1.4.2 Siembra:

se realizó a mediados de septiembre del año 1985, con el siguiente arreglo espacial: distancia entre plantas 0.07 mts, distancia entre surcos 0.65 mts, con una sola planta por postura.

1.4.3 Fertilización:

Se aplicaron 2 qq/mz de 16-20-00 al momento de la siembra incorporado en bandas bajo la semilla.

1.4.4 Control de plagas y enfermedades:

Se efectuaron 3 aplicaciones de Metasistox a los 10, 30 y 60 días después de la siembra respectivamente, para el control de las siguientes plagas: Diabrotica sp., Diphaulaca sp., Bemisia sp. No se efectuó control de enfermedades.

1.4.5 Control de malezas:

Se hizo en forma manual, efectuándose dos limpiezas. La primera 25 días después de la siembra y la segunda 50 días después de la siembra.

1.4.6 Riego:

Debido a que la época lluviosa concluyó cuando el frijol se encontraba en floración se aplicaron tres riegos de auxilio al cultivo.

1.5 Toma de datos en el Campo:

1.5.1 Días a inicio de floración:

Esta variable se consideró a partir de la siembra hasta que el 50% de plantas dentro de la parcela neta estaba en floración.

1.5.2 Días a madurez fisiológica:

Se contaron los días que transcurrieron entre la fecha de siembra y la fecha en que el 50% de las plantas cambiaron el color del grano

de verde lechoso a negro o rojo según la línea.

1.5.3 Número de vainas por planta:

Dentro de la parcela neta se seleccionaron al azar cinco plantas y se contó el número de vainas en cada una de ellas, para obtener un dato promedio. Esto se efectuó al momento de la cosecha.

1.5.4 Número de semillas por vaina:

De las cinco plantas utilizadas para contar el número de vainas por planta, se tomaron al azar 10 vainas a las que se contó el número de semillas.

1.5.5 Rendimiento:

La cantidad de producto obtenido en la cosecha de cada parcela neta fue pesado en balanza de torción y se expresó en kg/ha.

1.5.6 Lectura preliminar de resistencia a Roya (Uromyces phaseoli)

Se efectuó a los 50 días después de la siembra. Para ello se tomaron al azar cinco plantas por parcela neta y se observó una hoja de la parte alta, media y baja de cada planta. Se utilizó la escala de porcentaje de incidencia la cual expresa el área foliar dañada por el patógeno y va de 1-10%, 10-20%, 20-30% - 30-40%, 40-50%, 50-60%, 60-70%, mayor de 80%. El grado de severidad, se basó en los síntomas que presentó el patógeno y se utilizó la siguientes escala: 1,2,3,4,5. En donde: 1= sin síntomas, 5= síntomas muy severos.

1.5.7 Altura de planta:

Se seleccionaron al azar cinco plantas, midiéndose su altura. Esta lectura se efectuó a la madurez fisiológica.

1.5.8 Variables cualitativas:

Se observó color de la flor, color de grano, color de vaina y hábito de crecimiento de cada línea.

2. ANALISIS DE LABORATORIO:

Se tomaron al azar 15 grs de semilla de cada línea M_5 , efectuándose la molienda del grano en el laboratorio de la Facultad de Agronomía e INCAP. El contenido de proteína se determino en los laboratorios de INCAP, por medio del aparato "Neotec", que además proporciona el dato de porcentaje de humedad

del grano. Funciona el aparato mediante la emisión de longitudes de onda infrarroja sobre la harina de frijol contenida en una cápsula, y la absorción de las ondas infrarrojas es proporcional al contenido de proteína ó agua de la muestra analizada.

Para el uso del aparato indicador del contenido de proteína, se procede en la siguiente forma:

- a. Programación del aparato para determinar contenido de proteína en frijol.
- b. Se introducen 10 grs de harina de frijol de cada muestra en una cápsula del aparato.
- c. Se coloca la cápsula en el interior del aparato, y reporta el contenido de proteína expresado en porcentaje, así como el porcentaje de humedad del grano.

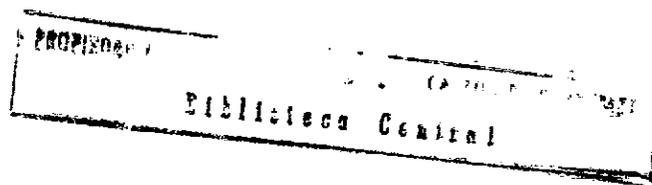
Se realizó análisis de contenido de proteína en Microkjeldhal con el objeto de correlacionar ambos métodos.

3 ANALISIS ESTADISTICO:

El análisis estadístico se efectuó en los Departamentos de Cómputo del ICTA y de la Facultad de Agronomía. Realizándose análisis de varianza, pruebas de medias (Tukey y Duncan) para cada una de las variables cuantitativas. Se efectuó análisis de correlación para el contenido de proteína respecto a cada una de las variables cuantitativas, así como para rendimiento respecto a sus componentes primarios y entre éstos.

4. SELECCION DE LINEAS M₅:

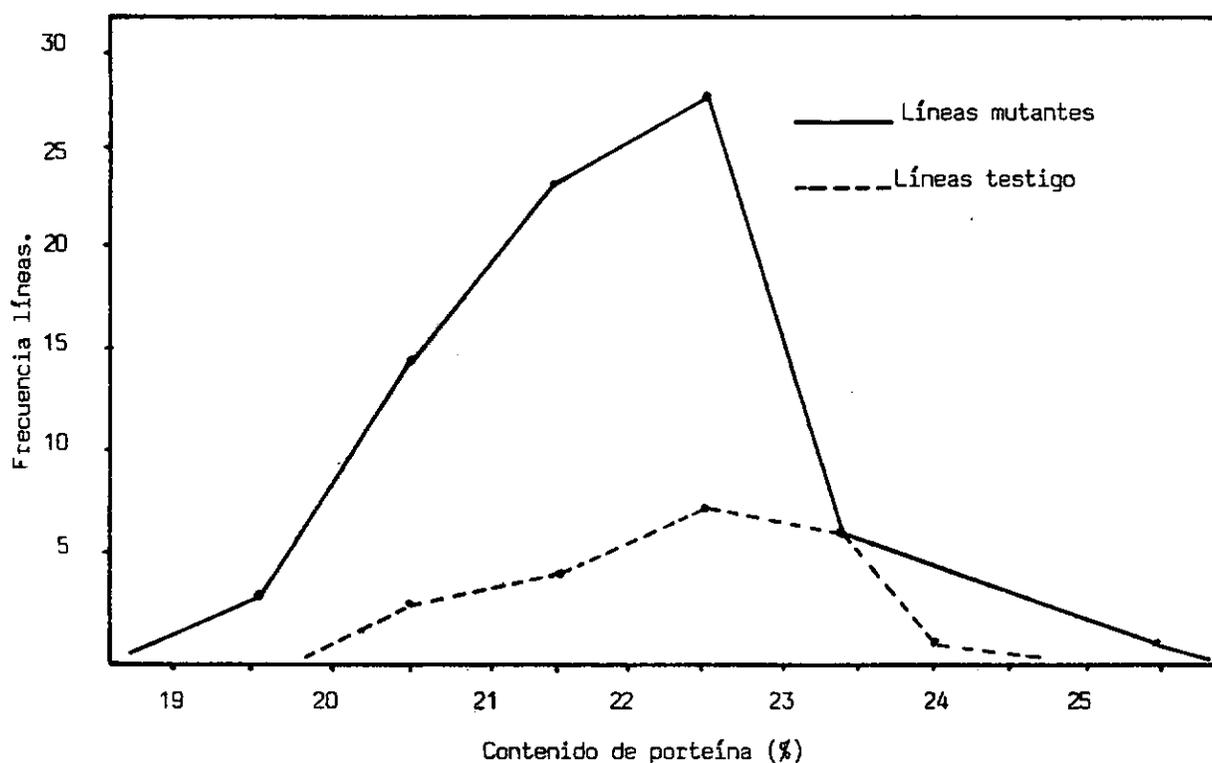
Se seleccionaron líneas con alto contenido de proteína, elevado rendimiento y resistencia a roya (Uromyces phaseoli).



VI. RESULTADOS Y DISCUSION

1 CONTENIDO DE PROTEINA:

Las 100 líneas M_5 sometidas a análisis de contenido de proteína presentaron una media general del 22%, este valor coincide con el reportado por otros autores (5,19,22,23). El 64% del total de las líneas, presentaron valores que oscilan dentro del rango de 21.5% a 22.5%, el cual corresponde a la media general. Mientras que el 20% del total de las líneas presentan valores por debajo de la media, con un rango de 19.5% a 20.5%. Solamente el 16% del total de las líneas presentan valores por arriba de la media general, con un rango de 23.5% a 25.4% (Ver gráfica 1).



Gráfica 1: Distribución de frecuencia de líneas mutantes y testigo respecto al contenido de proteína.

El carácter contenido de proteína presenta una distribución normal, la cual es típica de las variables cuantitativas.

Según análisis de varianza (Ver apéndice, cuadro 1) para el contenido de proteína indica que existe diferencia significativa entre las líneas, y las pruebas de Tukey y Duncan señalan que la línea 106-2-3 con un contenido de proteína de 25.36% es superior al resto, presentando un incremento del 13% respecto a la media que presenta el testigo que es de 22.02%. La línea 117-6-10 posee 24% de proteína, lo que representa un incremento del 8.9% con respecto a la media.

La variabilidad en el contenido de proteína que presentan las líneas testigos es semejante a la de las líneas mutantes, el 8% de líneas testigo de un total de 23% y el 8% de líneas mutantes de un total de 77% presentan el más alto contenido de proteína, lo cual es importante dentro de las líneas testigos ya que solamente el 23% del total de las líneas corresponde a materiales no irradiados.

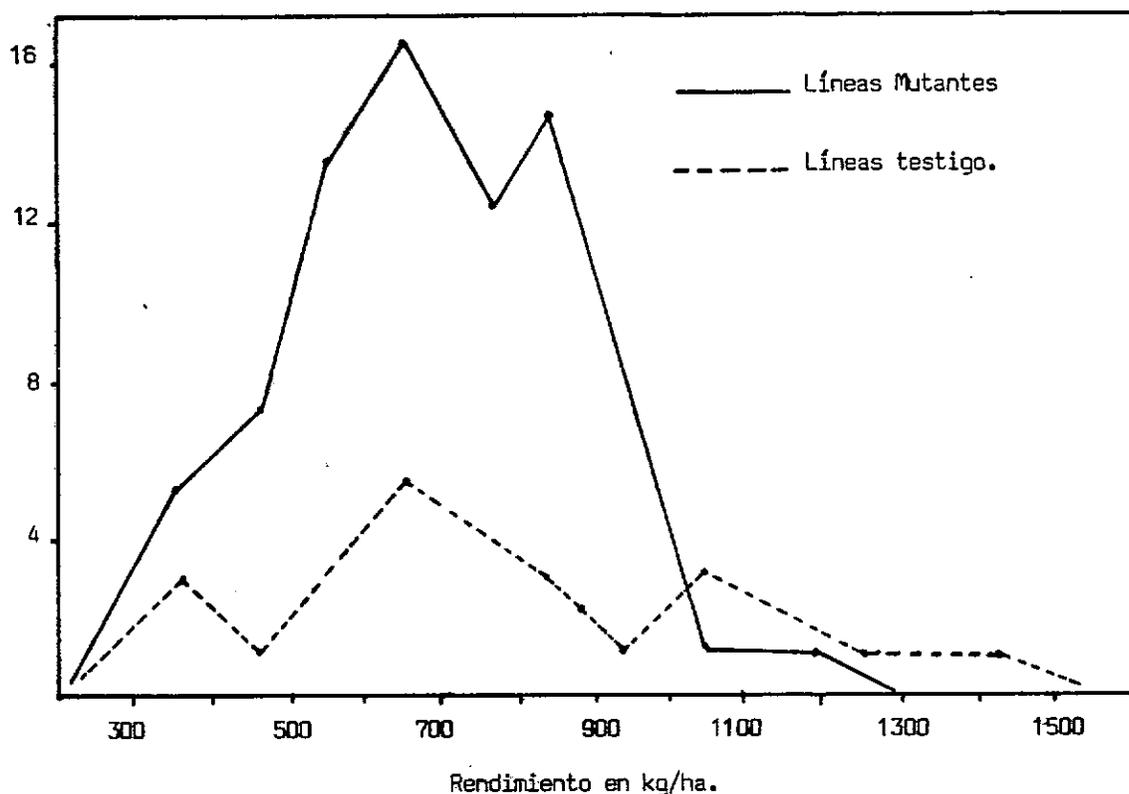
La selección efectuada en la M_2 (22) para el contenido de proteína redujo considerablemente el rango de variabilidad en ambos extremos, encontrándose en la M_5 un rango de variabilidad de 19.5% a 25.5% (Ver gráfica 1).

En la M_2 (22) se seleccionaron líneas que poseían arriba del 26% de proteína, no tomándose en cuenta los máximos valores, pero en la evaluación efectuada en M_5 se encontró que el contenido de proteína más elevado fue de 25.36%, por lo que hubo disminución en el valor de este carácter. Este efecto puede atribuirse al estado heterocigoto del material irradiado en la M_2 , en la cual se determino el contenido de proteína de cada línea (10,22). Entre los factores ambientales que pudieron haber afectado la disminución en el contenido de proteína obtenido en la M_5 se pueden mencionar: la época del año en que se efectuó el ensayo (9), el control de enfermedades, lo que según algunos autores afecta el contenido de proteína (7), en M_5 no se efectuó la segunda fertilización la cual es nitrogenada, lo que pudo tener un efecto significativo sobre el contenido de proteína (6,13).

2 RENDIMIENTO:

El análisis de varianza para la variable rendimiento, no indicó que existieran diferencias significativas entre líneas; sin embargo podemos observar en la gráfica 2, que la variabilidad que presentan las líneas mutantes y testigos, es bastante amplia por lo que es posible seleccionar materiales con alto rendimiento.

El máximo rendimiento lo presentó la línea testigo 117-6-1 con 1453.81 kg/ha, mientras que entre los materiales mutagenizados el mayor rendimiento lo presentó la línea 113-9-12 con 1194.19 kg/ha.



Gráfica 2: Comparación de frecuencias de líneas mutantes y testigo con respecto a rendimiento.

En lo que respecta a los componentes primarios del rendimiento, peso de 100 semillas, número de vainas por planta, y número de semillas por vaina, el análisis de varianza reporta diferencias significativas entre las líneas para cada una de estas variables (Ver Apendice, cuadro 1).

Para la variable peso de 100 semillas el rango de variabilidad en el material irradiado fue de 12.55 gr a 20.60 gr, mientras que las líneas testigo presentaron un rango de variación de solamente 15 gr a 19 gr. La media general para líneas mutantes y testigos fue de 16.30 gr.

En cuanto al número de vainas por planta, las líneas irradiadas y testigos presentan un rango de variabilidad similar enmarcándose éste entre 3 a 12 vainas por planta, con una media general de 6 vainas por planta.

Para la variable número de semillas por vaina, la variabilidad de las líneas irradiadas y testigo es similar, enmarcándose en un rango de 4 a 6

semillas por vaina, con una media general de 5 semillas por vaina.

El análisis de correlación de cada uno de los componentes primarios con respecto al rendimiento, y entre ellos, no presentó un grado de asociación significativo; lo que nos indica que un componente por sí solo no puede definir el potencial de producción que pueda tener el material bajo estudio.

3 RELACION CONTENIDO DE PROTEINA-RENDIMIENTO:

No se encontró ninguna asociación significativa entre el contenido de proteína y el rendimiento, presentando ambas variables un comportamiento independiente, lo cual contradice lo reportado por varios autores, que han encontrado una correlación negativa (5,6,8,15) para estos caracteres. Esto puede ser otro efecto positivo de la selección que se efectuó en M_2 (22).

La variabilidad para el carácter contenido de proteína y el rendimiento que presentaron las líneas testigos es similar a la de las líneas mutantes (Ver gráfica 1 y 2), lo que podría deberse a que el 85% del total de las líneas testigo proceden de la variedad criolla Cuarenteño, la cual posee una amplia variabilidad natural, tal como es indicado en otros trabajos (19,22).

Los componentes primarios del rendimiento no presentaron ninguna asociación significativa con respecto al contenido de proteína, por lo que no es posible tener un conocimiento previo del contenido de proteína que puedan tener las líneas evaluadas, a nivel de campo, a partir de éstos parámetros.

4 DIAS A INICIO DE FLORACION:

La variable días a inicio de floración fue diferente entre líneas, según el análisis de varianza. Las líneas originadas de la variedad Suchitán presentan su floración en mayor frecuencia entre 45-48 días, siendo la media de los testigos de 47 días. La línea 105-3-10 inicia su floración a los 35 días después de la siembra. Las líneas descendientes de la variedad Cuarenteño inician su floración entre los 35-44 días, siendo la media del testigo de 41 días. Tanto en líneas mutantes como en líneas testigos se obtuvo disminución en los días a inicio de floración.

La variable días a inicio de floración no presentó ningún grado de asociación significativa respecto al contenido de proteína (Ver apéndice, Cuadro 2).

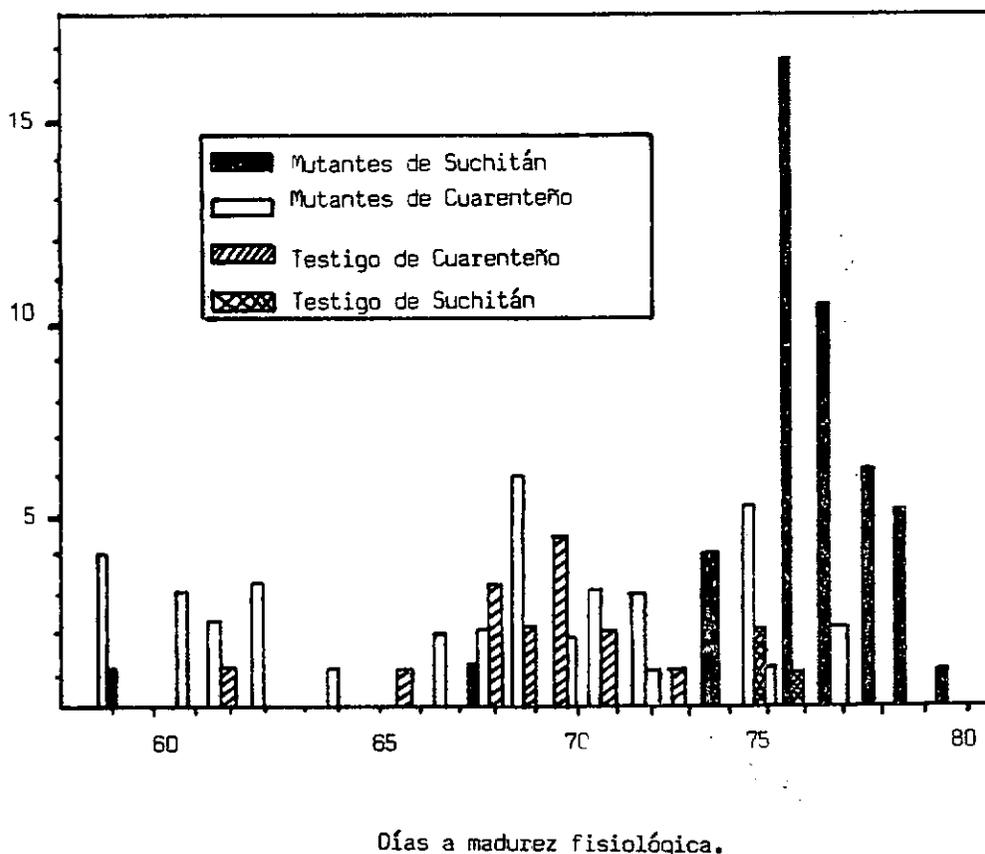
5. DIAS A MADUREZ FISIOLOGICA:

La variable días a madurez fisiológica presenta estrecha relación con

días a inicio de floración. El análisis de varianza indica que existe diferencia altamente significativa para la variable días a madurez fisiológica entre las líneas testigos y mutantes. La prueba de tukey, así como la de Duncan indican que se generaron líneas precoces (Ver gráfica 3).

Las líneas mutantes originadas de la variedad Suchitán alcanzan su madurez fisiológica entre 74-80 días, y el testigo a los 77 días. Se encontraron dos líneas mutantes precoces, 105-3-10 y 106-2-7, que alcanzan su madurez fisiológica a los 58 y 68 días respectivamente.

Las líneas no irradiadas de la variedad original Cuarenteño, alcanzan su madurez fisiológica a los 70 días. Las líneas mutantes y testigos la alcanzaron entre los 58 y 73 días. Las líneas que presentaron la mayor precocidad fueron: 115-1-9, 113-9-1, 113-9-12, todas con 58 días necesarios para alcanzar su madurez fisiológica.



Gráfica 4: Distribución de líneas respecto a días a madurez fisiológica. La variable días a madurez fisiológica no presenta un grado de asociación significativa con respecto a contenido de proteína.

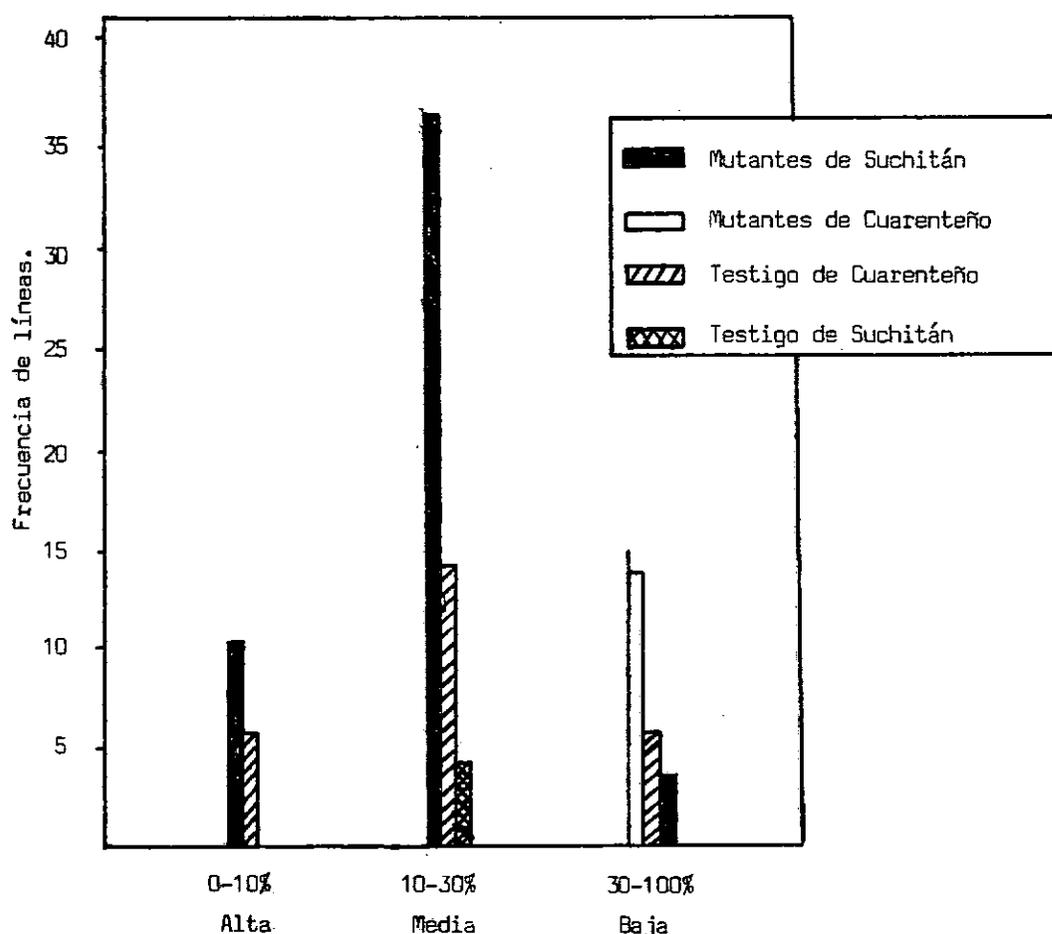
6 ALTURA DE PLANTA:

Esta variable presentó diferencias significativas entre líneas, pero no se observaron cambios notorios en el hábito de crecimiento típico para cada variedad original.

La variable altura de planta no presentó un grado de asociación significativo respecto a la variable contenido de proteína.

7 RESISTENCIA A ROYA (*Uromyces phaseoli*):

Como se puede observar en la gráfica 5, las líneas mutantes y testigos presentan una similar distribución de variabilidad.



Gráfica 5: Resistencia a Roya (*Uromyces phaseoli*) en base a incidencia y severidad.

Concentrándose el 62% del total de las líneas en el acápite que corresponde a una resistencia media a la Roya. Es importante mencionar que 11 líneas mutantes descendientes de la variedad Suchitán y cinco líneas testigos descendientes de la variedad Cuarenteño presentaron alta resistencia a roya. Ninguna línea irradiada descendiente de la variedad Cuarenteño presentó alta resistencia a roya.

8 VARIABLES CUALITATIVAS:

Solamente la línea 115-1-2 presentó diferentes tonalidades en el color de la flor, vaina y grano; el resto presentó un comportamiento típico al de la variedad original, excepto las líneas que habían mutado para el color de grano.

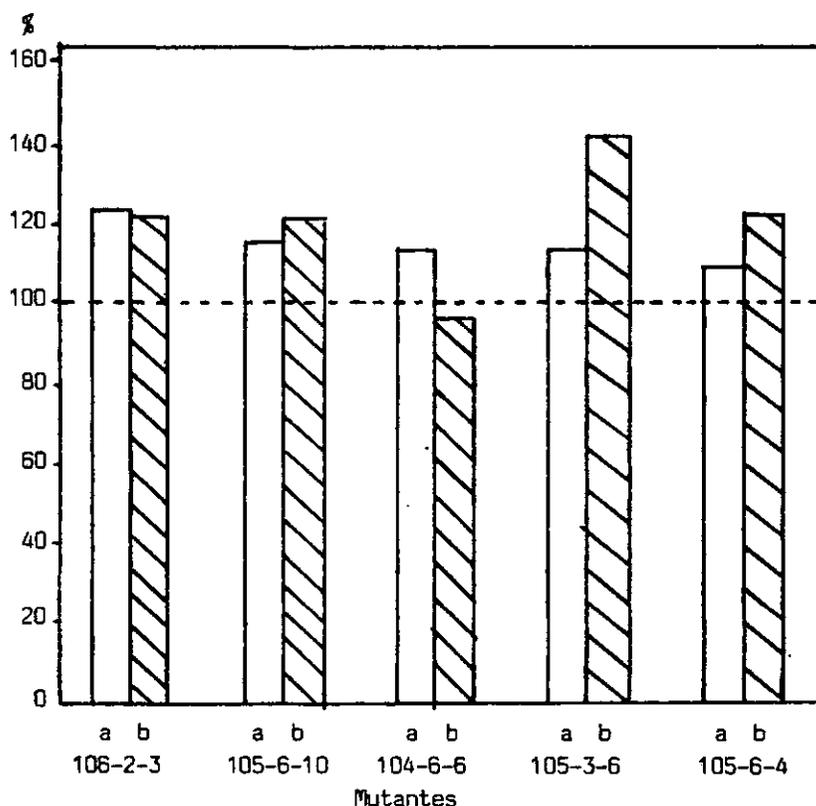
9 SELECCION DE LINEAS M₅

Se seleccionaron 25 líneas, 18 mutantes y 7 testigos, que fueron superiores para el carácter contenido de proteína-rendimiento, considerándose además la resistencia a roya que presentaron, debido a la importancia económica que tiene para el cultivo (Ver Cuadro 1).

familia	Variedad Original	Dosis krad	Proteína %	Redimiento kg/ha	Resistencia a Roya	Días madurez fisiológica.	Peso 100 semillas
106-2-3	Suchitán	12	25.36	922.92	Baja	76	15.00
117-6-10	Cuarenteño	0	24.02	1051.69	Alta	70	15.85
105-3-6	Suchitán	15	23.69	1082.42	Media	75	16.20
105-6-10	Suchitán	15	23.60	910.42	Media	77	14.75
117-6-9	Cuarenteño	0	23.56	1260.04	Alta	69	16.80
117-6-1	Cuarenteño	0	23.49	1453.81	Alta	70	17.05
117-6-8	Cuarenteño	0	23.26	802.73	Media	70	16.25
117-3-5	Cuarenteño	0	23.18	732.34	Media	71	17.70
104-6-6	Suchitán	18	23.16	742.63	Media	76	14.00
117-6-3	Cuarenteño	0	22.95	1059.37	Alta	69	15.45
105-3-7	Suchitán	15	22.98	856.38	Media	77	14.95
105-6-9	Suchitán	15	22.91	908.88	Media	77	15.95
104-6-4	Suchitán	18	22.72	731.24	Media	79	15.10
135-3-1	Suchitán	18	22.75	807.22	Media	77	13.99
135-3-4	Suchitán	18	22.57	856.71	Media	78	15.20
105-6-4	Suchitán	15	22.51	926.10	Alta	79	15.32
104-5-6	Suchitán	18	22.46	824.56	Media	77	15.00
116-8-2	Cuarenteño	12	22.38	737.06	Baja	72	17.70
135-3-8	Suchitán	18	22.30	817.15	Media	78	15.25
117-3-4	Cuarenteño	0	22.27	797.27	Baja	69	18.30
116-8-8	Cuarenteño	12	22.25	728.40	Baja	78	16.65
135-3-7	Suchitán	18	22.24	837.34	Media	79	16.50
116-8-4	Cuarenteño	12	22.18	835.82	Media	73	17.85
113-9-12	Cuarenteño	18	22.16	1192.83	Media	58	17.65
116-8-13	Cuarenteño	12	22.10	910.54	Media	69	17.75

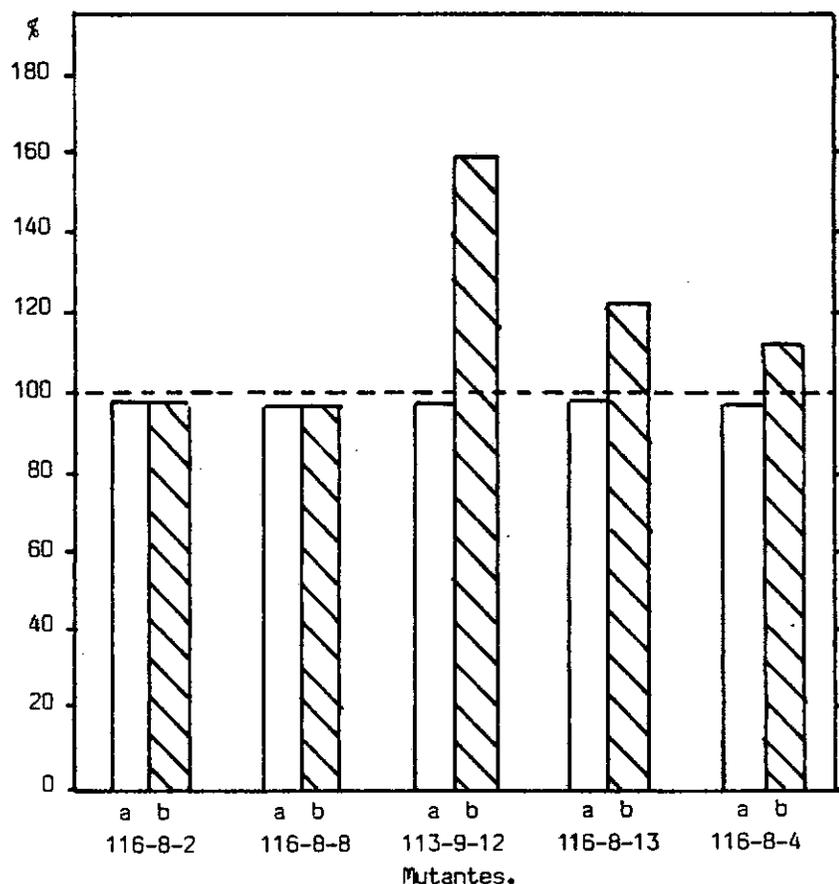
Cuadro 1: Líneas M₅ superiores en cuanto a contenido de proteína, rendimiento y resistencia a Roya.

Al comparar cinco líneas mutantes, descendientes de la variedad Suchitán con respecto al control, tomándose en cuenta el contenido de proteína y el rendimiento, podemos observar que el comportamiento que presentan las líneas mutantes es superior al de las líneas testigo. Lo que nos demuestra que en variedades mejoradas como Suchitán, puede tener mucha importancia el uso de radiación gamma (Co 60) en el mejoramiento conjunto del contenido de proteína y rendimiento (Ver gráfica 5).



Gráfica 5: Comparación de 5 líneas mutantes descendientes de Suchitán. Todas las estimaciones están expresadas con respecto al porcentaje del testigo: (a) contenido de proteína; (b) rendimiento.

Al comparar cinco líneas mutantes seleccionadas para ser llevadas a un nuevo ciclo de selección y evaluación, los cuales son descendientes de la variedad criolla Cuarenteño, con respecto al control, se puede observar que no se incrementó el contenido de proteína, pero se produjo un incremento en el rendimiento. Lo que nos indica que en estos materiales puede tener poca importancia la utilización de radiación gamma (Co 60) debida la amplia variabilidad natural que poseen (Ver gráfica 6).



Gráfica 6: Comparación de 5 líneas mutantes descendientes de Cuarenteño. Todas las estimaciones están expresadas con respecto al porcentaje del control: (a) contenido de proteínas; (b) rendimiento.

VII. CONCLUSIONES

1. La variabilidad que presentaron las líneas testigo fue similar al de las líneas mutantes, en todas las variables cuantitativas que se analizaron; lo que podría atribuirse a que el 85% de las líneas testigo proceden de la variedad criolla Cuarenteño, la que posee una amplia variabilidad natural.
2. El contenido de proteína y el rendimiento no presentaron ningún grado de asociación, lo que indica que es posible seleccionar individuos superiores para ambos caracteres.
3. Ninguno de los componentes primarios del rendimiento, así como tampoco el carácter precocidad, presentaron una asociación significativa respecto al contenido de proteína, lo que no permite detectar a nivel de campo, materiales con mayor o menor contenido de proteína a partir del conocimiento de estos parámetros.
4. En M_5 el efecto de la selección efectuada para el contenido de proteína en la M_2 , fue el de reducir considerablemente el rango de variabilidad y posiblemente también el comportamiento independiente que presenta el contenido de proteína respecto al rendimiento; por otra parte hubo pérdida de genotipos con alto contenido de proteína lo que puede deberse a la inestabilidad genética del material seleccionado en M_2 y al efecto del ambiente.
5. A partir de la variabilidad tanto natural como inducida, es posible lograr avances significativos en el mejoramiento del contenido de proteína y rendimiento en forma conjunta; además de poderse manejar otros caracteres como: precocidad, resistencia a roya u otras enfermedades y plagas.

VIII. RECOMENDACIONES

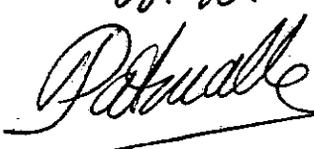
1. El uso de irradiación en el frijol común (*Phaseolus vulgaris*) debe limitarse a variedades mejoradas, ya que en materiales criollos aún existe suficiente variabilidad natural.
2. A partir de materiales genéticos con amplia variabilidad natural, así como en materiales con variabilidad inducida; podemos establecer programas de mejoramiento en los cuales manejemos no solo el carácter contenido de proteína rendimiento, sino además otro tipo de variables como: precocidad, resistencia a plagas y enfermedades; llegando a lograr la fijación de genes superiores mediante selección.
3. Debido a la influencia que el ambiente tiene sobre los caracteres cuantitativos, como: contenido de proteína y rendimiento, las líneas M_5 seleccionadas deberán ser evaluadas en diferentes localidades del país.
4. Hibridación de los genotipos promisorios para provocar variabilidad y por medio de selección obtener individuos superiores.
5. Debido a la baja digestibilidad de la proteína del frijol, y al bajo contenido de aminoácidos azufrados (metionina y cisteína), las líneas promisorias seleccionadas deberán ser sometidas a análisis bromatológicos y análisis de aminoácidos.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA. 1981. Los isotopos en la vida cotidiana. Viena, Austria. 24 p.
2. ALLARD, R. 1965. Principios de la mejora genética de las Plantas. Trad. por José L. Montoya. 2 ed. Barcelona, España, Omega. p. 464-473
3. BAZAN, R. 1974. Fertilización con nitrógeno y manejo de leguminosas de grano en América Central. Turrialba, C.R. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 26 p.
4. BRAUER, O. 1973. Fitogenética aplicada. 2 ed. México, Lumusa. p. 313-337.
5. CHONAY, J. 1977. Relación del nitrógeno aplicado al suelo y la variación del contenido de proteína en el grano de frijol. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos. 36 p.
6. CROCOMO, O. et al. 1978. Breeding for improved protein content and quality in the bean (*Phaseolus Vulgaris*). II further Work in selections from spontaneous variation; New Work on mutagenic treatments and influence of added nitrogen levels. In Seed Protein Improvement by Nuclear Techniques. Vienna, Austria, IAEA. p. 207-222.
7. ECHANDI, R. 1971. Efecto de algunas enfermedades virosas en el contenido de proteína del frijol (*Phaseolus Vulgaris*). In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. (17./1971, Panamá). Frijol. Ed. Por Rulfo, R. Panamá, Panamá, IICA. 134 p.
8. ELIAS, L. G. 1971. Posibilidades en el mejoramiento proteínico del frijol y su contribución a elevar el nivel nutricional de la dieta centroamericana. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de cultivos alimenticios. (17, 1971, Panamá). Frijol. Ed. por Rulfo, F. Panamá, Panamá, IICA. 134 p.
9. GAUL, H.; WALTHER, H.; SEIBOLD, K.H. 1976. Evaluation of seed protein alterations by mutation breeding; estimates of selection parameters in protein mutants of spring barley. Viena, Austria, IAEA. p. 73-83.
10. HUSSEINS, H. A.; DISOUKI, I.A. 1976. Mutation breeding experiments in (*Phaseolus Vulgaris* L). Zeitschrift fur pflanzenzuchtung, (Viena, Austria). 76:190-199.
11. JARQUIN, R. 1972. La importancia del frijol como suplemento de dieta a base de cereales. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de cultivos Alimenticios. (18, 1972, Managua). Leguminosas de Grano. Ed. por Rulfo, F. y Miranda, H. Managua, Nic., IICA. p. 118-124.
12. LEIVA, O. R. 1985. Incremento del contenido de proteína en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) mediante la irradiación de la semilla con Co 60. Guate., Universidad de San Carlos. 10 p.

Separata de: SEMINARIO DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. (2, 1986, Quetzaltenango). Programa de Investigación de Sistemas de Producción Agrícola. Guatemala, Universidad de San Carlos.

13. _____; PRETZAZIN, E.; RODRIGUEZ, R. A. 1986. Mutation induction in commonbeans (*Phaseolus vulgaris* L). Pullman, Wash, Internacional Atomic Energy Agency. 9 p.
14. LELEYI, M. 1972. Heretance of crude protein porcentaje and its correlation with seed yiel in beans (*phaseolus vulgaris* L). *Crop Science (EE.UU)*. 12(3): 26-29.
15. LINARES, S. et al. 1985. El mejoramiento de las plantas leguminosas de 20 cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L), características de grano. Guatemala, INCAP. p. 9.
16. LITZENBERGER, S. C. 1975. El mejoramiento de las plantas leguminosas de grano comestible como una contribución a mejorar la nutrición humana. In Seminario sobre el Potencial del Frijol y otras Leguminosas de Grano Comestible en América Latina. (1975, Cali). Cali, Col., CIAT. p. 1-3.
17. MA, Y. 1977. Improvement of nutritive value of dry bean seeds (*phaseolus vulgaris* L). Thesis Ph.D. EE.UU., Madison, University of Wisconsin. 105 p.
18. MASAYA, P. 1984. La producción de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en Guatemala. In Curso Nacional de Frijol (1o., 1981, Jutiapa, Guat). Guatemala, ICTA. p. 1-13.
19. MORALES, R. 1984. Incremento del contenido de proteína del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) mediante el uso de inducción de mutaciones por Co 60. *Tikalía (Gua)*. 3(2):85-93.
20. ORTEGA, D. 1979. Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en México. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. p. 101-112.
21. PRETZAZIN, E. 1985. Efectos mutagénicos de los rayos gamma (Co 60) en la fenología y contenido de proteína en dos variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 111 p.
22. POEHLMAN, J. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. por Nicolás Sánchez Durán. México, Limusa. p. 56-60.
23. SALAZAR, S. 1981. Evaluación de mutaciones inducidas por radiación gamma (Co 60) en dos variedades de (*Phaseolus vulgaris* L). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 84 p.
24. SIGURBJORNSSON, B. 1971. Induced mutations in plants. *Scientific American (EE.UU)*. 224 (1):2-9.

Vo. No.



APENDICE

VARIABLE		SIGNIFICANCIA
Contenido de proteína	TRATAMIENTOS	*
	REPETICIONES	*
Rendimiento en kgs/ha	TRATAMIENTOS	NS
	REPETICIONES	*
Días a inicio de Floración	TRATAMIENTOS	**
	REPETICIONES	**
Días a Madurez Fisiológica	TRATAMIENTOS	**
	REPETICIONES	NS
Peso de 100 semillas	TRATAMIENTOS	**
	REPETICIONES	*
Vainas por planta	TRATAMIENTOS	**
	REPETICIONES	**
Semillas por Vaina	TRATAMIENTOS	**
	REPETICIONES	**
Altura de planta	TRATAMIENTOS	**
	REPETICIONES	**

* = NIVEL DE SIGNIFICANCIA AL 1%
 ** = NIVEL DE SIGNIFICANCIA AL 5%
 NS = NO SIGNIFICATIVO

Cuadro 2: Analisis de Varianza para cada una
 de las variables cuantitativas eva-
 luadas.

VARIABLES	CONTENIDO PROTEINA	RENDIMIENTO	PESO D 100 SEMILLAS	VAINAS POR PLANTA
CONTENIDO PROTEINA				
RENDIMIENTO	0.23			
DIAS INICIO FLORACION	0.54			
DIAS MADUREZ. FISIOLOGICA	0.58			
ALTURA DE PLANTA	0.21			
PESO 100 SEMILLAS	0.22	-0.119		
VAINAS POR PLANTA	0.34	0.504	-0.132	
SEMILLAS POR VAINA	0.20	0.304	-0.527	0.391

Cuadro 2: Resumen de correlaciones realizadas entre las diferentes variables cuantitativas analizadas.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

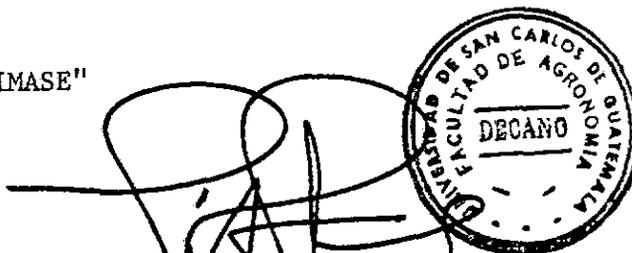
Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

"IMPRIMASE"



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