

T

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS



EVALUACION COMPARATIVA PRELIMINAR DEL RENDIMIENTO DE CINCO
MUTANTES M_8 Y CUATRO VARIEDADES DE FRIJOL COMUN (Phaseolus
vulgaris L.), EN DOS LOCALIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL DE
GUATEMALA

T E S I S

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR:

MINOR OBDULIO GARCIA DIVAS

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, agosto de 1992

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO	Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Carlos Motta de Paz
VOCAL CUARTO	Br. Elías Raymundo Raymundo
VOCAL QUINTO	P.A. Francisco Ibarra Cifuentes
SECRETARIO	Ing. Agr. Marco Romilio Estrada Muy

Guatemala,
3 de agosto de 1992

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

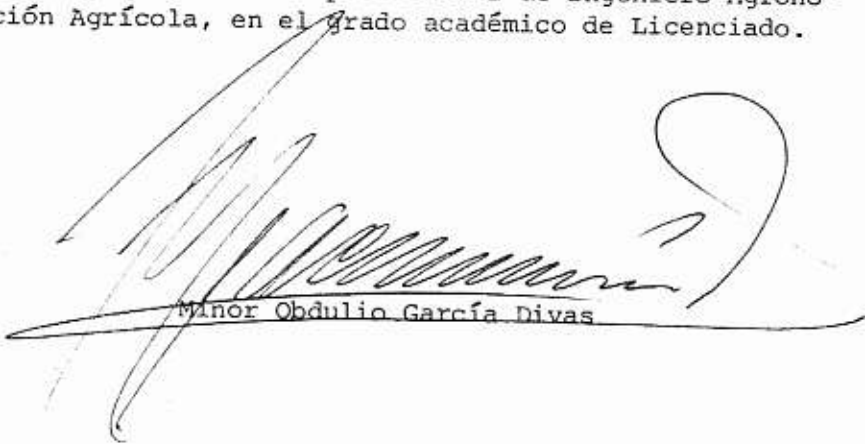
Señores Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a consideración de ustedes, el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION COMPARATIVA PRELIMINAR DEL RENDIMIENTO DE CINCO MUTANTES M₈
Y CUATRO VARIEDADES DE FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.), EN DOS LO-
CALIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA"

Como requisito previo a optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,



Minor Obdulio García Divas

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS Supremo Creador, para quien sea la gloria y la honra por siempre.
- A MI PADRE: Ing. Agr. Eusebio García Reinoso (Q.E.P.D.)
ejemplo de hombre, amigo, padre, esposo e hijo, aunque ausente físicamente, estás presente en mi corazón como una luz de esperanza y de fuerza para enfrentar los retos de la vida.
- A MI MADRE: Bertha vda. de García, mujer digna, abnegada y trabajadora, quien con sus sabios consejos me guió a ser un profesional.
- A MIS HERMANOS: Mayra y Byron, quienes con el concurso de su esfuerzo, desvelos y sacrificios, ven realizado el sueño, el anhelo y la esperanza de nuestro inolvidable padre.
- A MI SOBRINA: Karen Rocío; por compartir conmigo momentos tan especiales y como un estímulo a su superación.
- A MIS ABUELITOS: Eusebio García (Q.E.P.D.) y Miguel Angel Divas, hombres que con sacrificio, trabajo y honradez, han sido mi inspiración a ser un hombre de bien.
- A MIS TIOS Y
PRIMOS: Por todo el apoyo y cariño brindado.
- A: La familia Zeceña Alarcón, por el constante apoyo recibido y que ha tenido gran significado en este trabajo.

A MIS AMIGOS Y

PERSONAS ESPECIALES:

Sr. Francisco Medina, Dr. José Peralta, Jorge Pereira, Carlos Julio Valdez, Hugo Casasola, Walesska Zeceña, Raelden Esquivel, Raquel Romero, Lorena Monjes y Felipe Puente, por todos esos momentos de penas y alegrías que hemos compartido.

A MIS COMPAÑEROS

DE ESTUDIO:

Del Bicentenario Colegio de Infantes y de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por el apoyo recibido en todo momento.

A:

Todas aquellas personas que de una u otra forma me brindaron su apoyo para llegar a culminar satisfactoriamente mi formación profesional.

TESIS QUE DEDICO

- A: MI PATRIA GUATEMALA
- AL: DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO, LUGAR QUE ME VIO NACER
- A: LOS DEPARTAMENTOS DE GUATEMALA Y CHIMALTENANGO
- A: LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
- A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA
- AL: COLEGIO DE INFANTES
- AL: INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS -ICTA-
- A: MIS CATEDRATICOS UNIVERSITARIOS
- AL: PERSONAL TECNICO Y DE CAMPO DEL PROGRAMA DE FRIJOL, DEL CENTRO EXPERIMENTAL DEL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS -ICTA- DE CHIMALTENANGO
- AL: PERSONAL DE CAMPO DEL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMIA -CEDA-
- A: MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO
- AL: CAMPESINO GUATEMALTECO

AGRADECIMIENTOS

- A: Los Ingenieros Agrónomos Domingo Amador y Edgar Franco, por su orientación, dedicación y calidad humana manifestadas en el asesoramiento, planificación y ejecución del presente trabajo.
- A: Los Ingenieros Agrónomos Juan José Soto y Samuel Alquijay por su incondicional apoyo y orientación técnica en el desarrollo de la fase de campo de esta investigación.
- A: Los Ingenieros Agrónomos Fredy Hernández Ola, Helmer Ayala, Ricardo Santa Cruz, Eduardo Urízar y Carlos Martínez, por su apoyo y ejemplo de mi formación profesional.
- AL: Perito Agrónomo Roderico Estrada Muy, por su valiosa colaboración en el Centro de Estadística y Cómputo de la Facultad de Agornomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

C O N T E N I D O

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
1. INTRODUCCION	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA	3
3. MARCO TEORICO	4
3.1 Marco Conceptual	4
3.1.1 Mejoramiento del frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) mediante mutaciones inducidas	4
3.1.2 Necesidad de someter el cultivo del frijol común (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) a programas de mejoramiento	6
3.1.3 Influencia del medio ambiente en el comportamiento de variedades seleccionadas	8
3.1.4 Rendimiento y componentes del rendimiento en ensayos	10
3.1.5 Características generales del cultivo del frijol	10
3.2 Marco Referencial	12
3.2.1 Descripción del área	12
3.2.2 Condiciones climáticas	13
3.2.3 Condiciones edáficas	13
3.2.4 Descripción de los materiales	14

	PAGINA
4. OBJETIVOS	18
5. HIPOTESIS	19
6. METODOLOGIA	20
6.1 Manejo del experimento	20
6.1.1 Preparación del terreno	20
6.1.2 Desinfección del suelo	20
6.1.3 Muestreo de suelos	20
6.1.4 Trazo	20
6.1.5 Siembra	21
6.1.6 Fertilización	21
6.1.7 Control de plagas y enfermedades	21
6.1.8 Control de malezas	22
6.2 Diseño experimental	22
6.2.1 Modelo estadístico	22
6.2.2 Análisis de la información	25
6.2.3 Variable respuesta	26
6.3 Toma de datos	26
7. RESULTADOS Y DISCUSION	28
7.1 Rendimiento de grano	28
7.2 Precocidad	39
7.3 Días a floración	40
7.4 Duración de la floración	40
7.5 Semillas por vaina	41

	PAGINA
7.6 Vainas por planta	42
7.7 Peso de 100 semillas	43
8. CONCLUSIONES	45
9. RECOMENDACIONES	47
10. BIBLIOGRAFIA	48
11. APENDICE	50

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Rendimiento de grano de frijol en kg/ha por tratamiento en las localidades de Guatemala y Chimaltenango. 1991.	28
2	Prueba múltiple de medias de Tukey, del rendimiento del grano de frijol (kg/ha), en la localidad de ciudad de Guatemala	29
3	Prueba múltiple de medias de Tukey, del rendimiento de grano de frijol en kg/ha en la localidad de Chimaltenango. 1991.	30
4	Prueba múltiple de medias de Tukey; tratamiento x localidad, rendimiento de grano de frijol en kg/ha en las dos localidades de Guatemala y Chimaltenango. 1991.	31
5	Prueba múltiple de medias Tukey, interacción tratamientos rendimiento de grano de frijol en kg/ha en las localidades de Guatemala y Chimaltenango	33
6	Promedios de rendimiento de grano de frijol en kg/ha considerando las interacciones tratamiento por localidad. 1991.	34
7	Contrastes ortogonales del rendimiento de grano de frijol en kg/ha entre variedades vrs. líneas mutantes en las localidades de Guatemala y Chimaltenango. 1991.	36

CUADRO

PAGINA

8	Resumen del análisis de correlación entre la variable rendimiento y las variables agronómicas cuantitativas evaluadas en la localidad de Guatemala. 1991.	37
9	Resumen del análisis de correlación entre la variable rendimiento y las variables agronómicas cuantitativas evaluadas en la localidad de Chimaltenango. 1991.	38
10	Promedio en días a madurez fisiológica de nueve materiales de frijol en las localidades de ciudad de Guatemala y Chimaltenango. 1991.	39
11	Promedio de días a floración de nueve materiales de frijol en las dos localidades de ciudad de Guatemala y Chimaltenango. 1991.	40
12	Promedio en días de la duración de la floración de nueve materiales de frijol en las localidades de ciudad Guatemala y Chimaltenango. 1991.	41
13	Promedio de número de semillas por vaina de nueve materiales de frijol en las localidades de ciudad Guatemala y Chimaltenango. 1991.	42
14	Promedio de vainas por planta de nueve materiales de frijol en las localidades de ciudad Guatemala y Chimaltenango. 1991.	43

CUADRO		PAGINA
15	Promedio del peso de 100 semillas de nueve materiales de frijol evaluados en las localidades de ciudad Guatemala y Chimaltenango. 1991.	43
16A	Análisis de varianza para el rendimiento de grano de frijol en kg/ha en la localidad de Guatemala. 1991.	51
17A	Análisis de varianza para el rendimiento de grano de frijol en kg/ha en la localidad de Chimaltenango. 1991.	51
18A	Análisis de varianza, análisis combinado para el rendimiento del grano en las dos localidades (Guatemala-Chimaltenango) en kg/ha. 1991.	52
19A	Promedios de rendimiento de grano de frijol en kg/ha, considerando todos los materiales en cada localidad. 1991.	52
20A	Análisis químico de suelos en las dos localidades. 1991.	53

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Localización y ubicación en el campo de los tratamientos en un diseño experimental de bloques al azar, en Guatemala. 1991	23
2	Localización y ubicación en el campo de los tratamientos en un diseño experimental de bloques al azar, en Chimaltenango. 1991	24
3	Promedios de rendimiento de grano de frijol en kg/ha en las localidades de Guatemala y Chimaltenango. 1991.	35
4A	Boleta utilizada para obtener los resultados de cada una de las variables estudiadas en cada tratamiento, según la aleatorización de campo de los nueve materiales en las dos localidades de Guatemala y Chimaltenango. 1991	54
5A	Ubicación en el mapa de la república de Guatemala, de las dos localidades donde se efectuó la investigación. Guatemala, 1991.	55

EVALUACION COMPARATIVA PRELIMINAR DEL RENDIMIENTO DE CINCO
MUTANTES M_8 Y CUATRO VARIEDADES DE FRIJOL COMUN (Phaseolus vulgaris L.)
EN DOS LOCALIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL DE GUATEMALA

PRELIMINARY AND COMPARATIVE YIELD EVALUATION OF FIVE MUTANTS M_8
AND FOUR VARIETIES OF COMMON BEAN (Phaseolus vulgaris L.)
IN TWO LOCALITYS FROM CENTRAL HIGH LAND PLATEAU OF GUATEMALA

R E S U M E N

El presente estudio se realizó con el propósito de evaluar preliminarmente cinco líneas mutagénicas avanzadas M_8 (Generación 8) y cuatro variedades locales de frijol común (Phaseolus vulgaris L.), para comparar su rendimiento y algunas características agronómicas.

La fase de campo se realizó de junio a octubre de 1991, en las localidades del Centro Experimental Docente de Agronomía -CEDA-, Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12, ciudad de Guatemala; y en el Centro Experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-, con sede en el departamento de Chimaltenango.

Se utilizaron cinco líneas mutagénicas avanzadas 105-3-1, 105-3-6, 105-3-7, 105-6-4 y 105-6-9 y cuatro variedades comerciales locales, San Martín, Quinack Che, Texel y Parramos, como comparadores, las cuales son manejadas comúnmente por el ICTA.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y nueve tratamientos, realizando pruebas estadísticas de varianza, correlaciones, contrastes ortogonales y análisis combinado.

Las variables respuesta fueron rendimiento, precocidad, días a la floración, duración de la floración, número de vainas/planta, número de semillas/vaina y peso de 100 semillas.

Los resultados indican que existió variabilidad agronómica en los materiales evaluados, en cuanto a las líneas mutagénicas avanzadas en la localidad de Guatemala mostraron buenas características de rendimiento las líneas 105-6-9, 105-6-4, 105-3-1 y 105-3-7 con 1298.700, 984.173, 943.585 y 923.295 kg/ha; y en la localidad de Chimaltenango mostraron buenas características de rendimiento las mismas líneas con 1525.440, 1298.698, 1187.093 y 1589.553 kg/ha.

La línea 105-3-6 fue la de más bajo rendimiento en las dos localidades de Guatemala y Chimaltenango, con 385.6 kg/ha, respectivamente.

En ambas localidades, el rendimiento correlaciona con la variable vainas/planta.

La línea mutagénica 105-6-9 fue la que mostró mayor estabilidad obteniendo un rendimiento medio de 1412.07 kg/ha.

Las variedades en grupo fueron superiores a las líneas mutantes, y el rendimiento fue superior en la localidad de Chimaltenango, debido a sus mejores condiciones de suelo, especialmente textura. Además las desfavorables condiciones climáticas que se dieron en las dos localidades, influyó más en la localidad de Guatemala.

Por lo que se hace necesario evaluar y establecer las líneas promisorias mutagénicas 105-6-9, 105-3-7, 105-6-4 y 105-3-1 en ensayos de rendimiento, resistencia a enfermedades y sistemas de cultivos y realizar estudios de caracterización morfológica y fenológica en diferentes regiones y diferentes épocas del año y considerar nuevos ensayos de rendimiento de la línea mutagénica 105-3-6, ya que es la que mostró bajos rendimientos.

1. INTRODUCCION

El cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.), desde la antigüedad se ha constituido en una de las principales fuentes de alimento de gran valor proteico para la población.

Esta leguminosa ocupa un lugar importante en la dieta humana, por su alto contenido promedio de proteínas de 22%, complementándose con los cereales.

En nuestro país a pesar de la gran importancia del frijol en la dieta de nuestra población, la disponibilidad del valor nutritivo es apenas de 30% de los requerimientos nutricionales, lo cual tiende a agravarse por dos aspectos: por el aumento de la población y por la circunstancia de que los rendimientos unitarios han ido decreciendo al punto de hacer del cultivo poco rentable para la mayoría de los agricultores, el rendimiento promedio nacional es de 409.10 kg/ha y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-, considera que las variedades rendidoras deben de producir hasta 2,045.45 kg/ha.

Muchos son los problemas que afronta el agricultor, entre los que se puede mencionar la falta de variedades mejoradas en las comunidades, bajos rendimientos de materiales criollos, falta de asistencia técnica, crediticia y de comercialización.

La Facultad de Agronomía, conciente del problema, inició en 1982 un programa de mejoramiento en frijol, mediante irradiaciones de Co^{60} obteniendo cinco líneas mutantes que han mostrado mediante ensayos un alto potencial de rendimiento.

El presente trabajo estuvo orientado a hacer una evaluación de los cinco -

mutantes, mediante mutaciones con rayos gamma. Dichas líneas mutantes fueron comparadas con variedades locales que tradicionalmente cultiva el agricultor -- por su buen comportamiento en el altiplano central de Guatemala, los materiales utilizados fueron: San Martín, ICTA-Parramos, ICTA Quinack Che e ICTA Texel.

Por el alto potencial de rendimiento que han mostrado los mutantes mejorados, deben ser estabilizados como variedades comerciales, con el propósito de impulsarla mediante los servicios de extensión agrícola.

Esta investigación contribuye a mejorar en parte la investigación en la -- producción de frijol.

El experimento se llevó a cabo en el Centro Experimental de Agronomía -- -CEDA- ubicado en el campus universitario, Universidad de San Carlos de Guatemala, zona 12, ciudad de Guatemala; y en la Estación Experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-, ubicado en el departamento de Chimaltenango.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones en cada localidad, realizándose las pruebas estadísticas de análisis de varianza, correlaciones, contrastes ortogonales y un análisis combinado.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

En nuestro país el cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.), es uno de los principales y de gran importancia, por su alto consumo en la dieta alimenticia; por su alto contenido de proteína; pero éste afronta muchos problemas, entre los cuales se puede mencionar la falta de variedades mejoradas, y bajos rendimientos de materiales criollos, es por ello que se hace necesario evaluar materiales promisorios de frijol obtenidos en cualquier investigación para aumentar su producción por unidad de área, y que sean disponibles a los agricultores.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 Mejoramiento del Frijol (Phaseolus vulgaris L.) mediante mutaciones inducidas:

Isasi, E.; Busto (10) en un estudio realizado en Cuba en el cual usaron Co^{60} y etil-metan-sulfonato (EMS) como agentes mutagénicos, establecieron un grupo de mutantes con características agronómicas importantes: erectas, muy productivos, de porte alto, precoces y con mayor resistencia a las enfermedades. Se pudo observar que en el tratamiento con rayos gamma, fueron más frecuentes los mutantes erectos y de mayor resistencia a las enfermedades, mientras que con EMS, hubo tendencia hacia los mutantes productivos y de porte alto.

Romero (13) estudió la variación genética inducida a una población de frijol, variedad Jamapa con la aplicación de rayos gamma Co^{60} y la selección de genotipos con alto rendimiento y alto porcentaje de proteína. Las dosis de radiación gamma para los doce tratamientos oscilaron entre 0-40 krads. En la M_1 se observaron cambios en el color de la testa del grano (de color negro a café claro) en los tratamientos de 10 y 20 krads. La germinación disminuyó de 57 a 21 % a medida que aumentó la radiación de 20 - 40 krads. El crecimiento con estas radiaciones se retrasó al igual que la floración.

Salazar (15) evaluó diferentes dosis de rayos gamma de Co^{60} en semillas de frijol variedad Jutiapan y San Martín, pudo observar que la irradiación aguda provocó en la generación M_1 efectos fisiológicos y anatómicos que se manifestaron solo en la generación M_1 . Dentro de estos efectos se encuentra la reducción en altura de la planta, disminución en número de semillas/dosis de tratamiento, escasa sobrevivencia y esterilidad a la dosis mas alta. Las dosis que alcanzaron un 20% de letalidad en M_1 fueron 20 y 30 krad, especialmente en la variedad San Martín. Altas dosis provocaron reducción en 58% y 50% - en peso de 100 semillas en la generación M_1 para ambas variedades.

Cheah y Lim (2) determinaron que el nivel de radiación gamma más adecuado para utilizar en un programa de mejoramiento por mutaciones es de 30 krads. En general para que una dosis se considere como óptima en una variedad, debe producir una supervivencia tal que permita la conservación de un alto porcentaje de mutaciones a fin de lograr la máxima efectividad mutagénica.

Yankulov, Isasi y Abreau (19) demostraron mediante mutaciones inducidas con rayos gamma y etil-metan-sulfonato (EMS) que la determinación de una correlación directa de las dosis con el porcentaje de mutaciones no quiere decir que se pueda aumentar indiscriminadamente - la misma, para obtener un mayor porcentaje de mutaciones, ya que esto depende de la sensibilidad de las variedades y la mejor efectividad de las dosis altas.

En todo trabajo mutagénico, la producción de semilla en la genera--

ción M_1 es muy variada. En un estudio realizado por Carl Moh y Alan (12) en frijol, encontraron una gran variación en la generación M_1 , desde menos de 10 gramos por planta hasta de 80 gramos, debido a la radiación.

En un estudio realizado en Irán por Safati (14), analizó el contenido de proteína de seis mutantes de M_3 de dos variedades de frijol común, las que eran altamente productivas, obteniendo los siguientes resultados: el contenido de proteína fue diferente, el tamaño de la semilla también varió en comparación con el testigo, la correlación entre el contenido de proteína y el peso de la semilla en los mutantes fue positiva y significativa.

3.1.2 Necesidad de someter el cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) a programas de mejoramiento:

El incremento en la producción de frijol es justificable si se toma en cuenta el amplio sector de la población que lo consume en Centro América, donde forma parte de la cultura de la población.

Cuando se organiza un programa de mejoramiento, el objetivo principal es obtener o producir variedades o híbridos eficaces transformadores de las sustancias nutritivas de que se dispone, que sean altamente productoras y que se adapten a las necesidades del productor y consumidor. Si se incorporan áreas nuevas y variedades con excelente potencial de rendimiento, se puede incrementar éste para satisfacer las necesidades alimenticias de la población.

La producción agrícola mundial presenta en la actualidad muchos pro-

blemas que están poniendo en peligro la disponibilidad futura de alimentos.

Entre los problemas más serios se encuentra el de los recursos cada día más limitados y por consiguiente mas costosos, la menor cantidad de tierra arable, los pocos incentivos de las políticas agropecuarias y el incremento general de la población ^{1/}

Para poder estudiar las limitaciones nutricionales de nuestra dieta y la forma de mejorarla, es necesario enfocar el problema tomando en cuenta que por lo general el mejoramiento debe ser considerado en función de la cantidad y calidad nutritiva. Es necesario entonces un conocimiento profundo de las características nutricionales, agrónomicas y tecnológicas de cada uno de los componentes. ^{1/}

Masaya ^{2/}, indica que el frijol está entre los alimentos más comunes de América Central. Así este autor también cita que en términos generales, el frijol aporta del 20 al 30% de la proteína total para la dieta alimenticia de nuestra población.

Estudios realizados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical -CIAT-, 1982, revelan que el consumo del frijol percapita/año ha descendido de alrededor de 17 kg/año a 14 kg/ha (5). Este descenso en el consumo, es debido principalmente a la baja en producción comparado con el aumento de la población. Esta situación o sea la baja en la disponibilidad, es lo que ha motivado los programas de producción.

^{1/} Amador P., D. Entrevista personal. Docente Facultad de Agronomía

^{2/} Masaya, P. Entrevista Personal. Especialista Depto. de Invest. y Produc. de frijol ICTA-CIAT.

Cristales (4) uno de los medios para aumentar la producción de frijol, es elevar el rendimiento, lo que se puede lograr sembrando variedades mejoradas. Nuestro país cuenta con áreas que poseen condiciones climáticas y de suelo que se requieren para el cultivo del frijol, tal es el caso de la zona central (Chimaltenango) y sur-oriental (Jutiapa y Chiquimula). A pesar de ésto, la producción ha tendido a disminuir.

3.1.3 Influencia del medio ambiente en el comportamiento de variedades seleccionadas:

El conocimiento del efecto de varios factores ambientales en las variedades difundidas en cada área, será necesario para poder mejorar fácilmente el cultivo (5).

La siembra de frijol en diferentes épocas del año por parte de los agricultores, se hace con el fin de evitar ciertos accidentes -- climatológicos, es importante entonces conocer la respuesta de las diferentes épocas de siembra en los rendimientos e incidencia de plagas y enfermedades.

La contribución del ambiente a la expresión fenotípica de un carácter es un factor que requiere mucha atención de parte de las partes dedicadas al mejoramiento de plantas cultivadas, pues cuando la contribución del medio ambiente representa una proporción considerable del valor fenotípico, el efecto de la selección se reduce y el progreso del mejoramiento resulta lento (16). Esto trae como consecuencia que individuos que poseen características promisorias en un ambiente, pueden resultar inadecuadas en un ambiente diferente.

De lo anterior se deduce que si el medio ambiente ejerciera poca influencia sobre el comportamiento del material evaluado, no es necesario conducir experimentos en varias localidades o en diferente tiempo. Bastaría un ambiente para tener una formación adecuada del rango de adaptación (2).

Cuando se hacen pruebas de comportamiento de variedades y si se analizan convencionalmente, pueden ofrecer buena información sobre la interacción genotipo-ambiente, no así de la estabilidad de esas variables. Córdova (3), considera que el análisis de estabilidad es un buen instrumento en la identificación de germoplasma de gran potencial para los programas de mejoramiento.

Los ensayos regionales permiten evaluar las variedades y líneas sobre un mayor número de ambientes conociendo así sus méritos relativos en un período corto. Es necesario que para darle validez a un ensayo regional, se efectúe en un lugar representativo de la región (8).

Según estudios realizados por Brauer (1), la contribución del medio ambiente en la expresión fenotípica de un carácter, es un factor que da como resultado que los caracteres no se manifiesten claramente separados, sino que con una amplia gama de variación que puede apreciarse cuantitativamente, dando individuos que se comportan según el ambiente.

Toledo (18) indica que "la variación observable en los seres depende de la interpretación entre la herencia y el medio ambiente. La va--

riación ecológica que corresponde a los factores externos, es independiente del origen del organismo, no es heredable y durante la vida del organismo puede cambiar considerablemente. De tal manera que el fenotipo de un organismo está condicionado por el componente genético y el componente ambiental".

3.1.4 Rendimiento y componentes del rendimiento en ensayos:

Por lo general el rendimiento se determina en parcelas cosechadas de lo menos cuatro metros cuadrados. Las áreas menores generalmente son muy variables y pueden dar coeficientes de variación altos. Todas las plantas se cosechan en la época de la madurez fisiológica y las semillas se desgranar manualmente o mecánicamente, tamizándose para remover basuras determinando el contenido de humedad (11).

3.1.5 Características generales del cultivo del frijol:

3.1.5.1 Descripción Botánica:

Planta anual que pertenece a la familia de las leguminosas, originaria de América. De tallo herbáceo, con hojas opuestas de tres folíolos, enteros, ovales, terminados en punta. Sus flores reunidas en racimos cortos, de color blanco, violeta, rosado. De acuerdo con la variedad alcanza diferentes alturas, clasificándose en tipo arbustivo (de suelo) y trepador o enredo (de guía). Su reproducción se hace por semilla, las que conservan su poder de germinación durante tres años (7).

3.1.5.2 Importancia del Cultivo:

En Guatemala, el frijol constituye uno de los cultivos básicos, de

mucha importancia por ser una fuente de proteínas, indispensable en la alimentación de la mayor parte de los habitantes del país. Su cultivo se encuentra distribuido en las diferentes zonas de la república, existiendo variedades específicas para climas cálidos y fríos, pero los rendimientos promedios han sido muy bajos, debido a los diferentes sistemas de cultivo, siendo pocos los agricultores que obtienen más de 1623 kg/ha. (7).

3.1.5.3 Taxonomía:

Desde el punto de vista taxonómico, esta especie es el prototipo del género Phaseolus, especie vulgaris asignado por Linneo en 1753. Pertenece al Reino Vegetal, división Embriófita Senofagama, sub-división Angiospermas, clase Dicotiledoneas, orden Rosales, sub-orden Rosaceas, familia Leguminosae, tribu Phaseolae, sub-tribu Phaseolae, género Phaseolus, especie vulgaris, nombre común frijol común. Cultivándose cuatro especies, siendo ellas P. vulgaris, lunatus, coccineus y acutifolius. ^{3/}

3.1.5.4 Clima apropiado para el frijol:

El frijol se adapta a las diferentes zonas climáticas del país; cálido, templado y frío; alturas comprendidas entre 0 y 3000 metros sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre 13 y 24 grados centígrados, existiendo variedades adecuadas a dichas zonas. Temperaturas mayores de 27 grados centígrados provocan la caída de las flores y las bajas temperaturas perjudican el crecimiento. En

^{3/} Masaya, P. Entrevista personal. Especialista Depto. de Invest. y Produc. de frijol ICTA-CIAT.

la zona fría debe cultivarse fuera de la época de heladas, pues es muy sensible; es conveniente una época seca durante los trabajos de cosecha (7).

5.1.5.5 Suelo apropiado para el frijol:

Se adapta a diferentes condiciones de suelo, siempre que éstos no sean demasiado pesados, prefiriendo los francos arcillosos y francos con un pH de 6.0 a 7.5 (7).

3.1.5.6 Época de siembra:

La siembra puede hacerse al inicio de la época lluviosa y en el mes de agosto, con riego se puede cultivar en la época seca (7).

3.1.5.7 Distancias y densidades de siembra:

Las diferencias en siembra son atribuibles a variedad (tipo de planta, altura, etc.) y factores de ambiente (suelo, pluviosidad, etc.) hacen que los márgenes de variación sean muy amplios, así como también la decisión puede estar limitada a la maquinaria disponible y disponibilidad de semilla. ^{4/}

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 Descripción del Área:

La investigación se realizó en dos localidades, una ubicada en el Centro Experimental Docente de Agronomía -CEDA-, ubicada en el campus universitario, municipio de Guatemala, departamento de Guatemala, (ver figura 5 A), cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

^{4/} Masaya, P. Entrevista personal. Especialista Depto. de Invest. y Produc. de frijol ICTA-CIAT.

Latitud	14°	35'	11"
Longitud	90°	31'	58"

A una elevación de 1502 msnm (6).

La otra localidad está ubicada en la estación experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-, ubicada en el municipio de Chimaltenango, departamento de Chimaltenango (ver figura 5A), cuyas coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud	14°	39'	38"
Longitud	90°	49'	10"

A una elevación de 1766 msnm (6).

3.2.2 Condiciones Climáticas:

La región de Guatemala pertenece a la zona de vida Bosque húmedo - Sub-tropical templado (9), con una temperatura media anual de 18.7°C, y una precipitación media anual de 1026 mm.

La región de Chimaltenango pertenece a la zona de vida Bosque húmedo Sub-tropical templado (9), con una temperatura media anual de 16.12°C y una precipitación media anual de 1587.7 mm.

3.2.3 Condiciones edáficas:

El municipio de Guatemala, en el área que se llevó a cabo el experimento, son suelos denominados Guatemala, francos arcillosos, casi típico, son profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica débilmente cementada, en clima húmedo-seco (17).

La profundidad del suelo varía según el grado de erosión, el suelo superficial tiene alrededor de 25 cm de profundidad, es de color oscuro café, es franco arcilloso, tiene alrededor de 4% de materia orgánica, con estructura granular, cuando está seco es muy duro y húmedo es muy plástico, su reacción es ligeramente ácida con pH de 6.0 (17).

El municipio de Chimaltenango, en el área que se llevó a cabo el experimento, son suelos bien profundos, desarrollados sobre ceniza volcánica blanca, porosa de grano fino, a estos suelos se les denomina suelos Tecpán. El suelo es franco arcilloso, en la parte superficial, teniendo un color café oscuro, su reacción es ligeramente ácida alrededor de un pH de 6.0 (17).

3.2.4 Descripción de los Materiales:

3.2.4.1 Variedad San Martín:

Es una variedad de grano negro que tiene un hábito de crecimiento indeterminado semi-arbustivo, su altura de planta varía de 55 a 70 cm, su floración se inicia a los 42 días y tiene un ciclo de 98 a 105 días. Es tolerante a la roya (Uromyces phaseoli), mildiu del frijol (Erysiphe phaseoli), antracnosis (Colletotrychum lindemuthianum). Tiene un rendimiento aproximado de 1600 kg/ha.

3.2.4.2 Variedad ICTA Parramos:

Es una variedad de frijol negro que se puede cosechar de 115 a 120 días después de la siembra. Su hábito de crecimiento es indeterminado-arbustivo, con un promedio de 18 vainas por planta y 6 semillas por vaina. La forma de la semilla es alargada y tiene una carga uni-

formemente distribuída. Presenta cierta resistencia a las principales enfermedades de la región, tales como roya (Uromyces phaseoli), antracnosis (Colletotrychum lindemuthianum). El rendimiento promedio es de 1600 kg/ha.

3.2.4.3 Variedad ICTA Quinack Che:

Es una variedad de grano negro, se puede cosechar a los 120-125 días después de la siembra, su hábito de crecimiento es indeterminado-arbustivo, con un promedio de 23 vainas por planta y 6 semillas por vaina, la forma de la semilla es alargada y tiene la carga uniformemente distribuída. Presenta cierta resistencia a la roya (Uromyces phaseoli), fusarium (Fusarium sp.). Su rendimiento promedio es de - 1600 kg/ha.

3.2.4.4 ICTA Texel:

Es un material que el ICTA ha estado trabajando en la fase de campo y demuestra adaptación a los sistemas de rotación y/o relevo de los sistemas de producción del agricultor. La madurez fisiológica la alcanza a los 75 días, los días a la floración se da entre los 40-45 días. Presenta cierta resistencia a las principales enfermedades - que atacan el frijol, tales como roya (Uromyces phaseoli), antracnosis (Colletotrychum lindemuthianum), el mildiu del frijol (Erysiphe phaseoli). Su rendimiento promedio es de 1200 kg/ha.

3.2.4.5 Materiales mutantes inducidos (M_8):

Se evaluaron cinco líneas M_8 , cuyo origen es el siguiente:

No.	MATERIAL	DOSIS DE RADIACION Krads.	RENDIMIENTO kg/ha
1	105-6-9	15	2500
2	105-2-7	15	2569
3	105-6-4	15	2774
4	105-3-6	15	2375
5	105-3-1	15	2363

Estos materiales se obtuvieron en la forma siguiente:

En 1982, semillas de Phaseolus vulgaris L., de las variedades comerciales de Suchitán y Cuarenteño, fueron irradiados con rayos gamma de una fuente de cobalto-60 (Co^{60}).

Las siguientes dosis fueron usadas: 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 24 y 26 krads. Después de los tratamientos las semillas fueron sembradas en un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones (M_1). Diez plantas con buen vigor fueron seleccionadas dentro de las cuatro repeticiones y sembradas en familia por surco, 15 semillas fueron sembradas por cada familia M_2 .

El contenido de proteína en las semillas para la familia M_2 fue determinada por el método Micro-kjeldal: 21 familias descendientes de la variedad Cuarenteño y 36 familias descendientes de la variedad Suchitán con más de 25% de contenido de proteína en la semilla fueron sembradas separadamente como familias M_3 se sembró separadamente y se realizó una selección entre ellas tomando en cuenta las características deseadas. En la M_4 se realizó una selección.

En 1985 se evaluaron en el Centro Experimental Docente de Agronomía -CEDA- 80 mutantes y 20 líneas seleccionadas de Cuarenteño y Suchitán (generación M_5), en el estudio se tomaron como variables los componentes del rendimiento y el contenido de proteína. En la evalua--ción se utilizó un diseño en latice simple. La proteína se cuantificó mediante el uso de un analizador (Neotec).

En 1986, con base en los resultados obtenidos en cuanto a rendimien--to y contenido de proteína en la generación M_5 se seleccionaron 10 mutantes provenientes de la variedad Suchitán y cinco líneas mutan--tes seleccionadas provenientes del material original de Cuarenteño. Los materiales (generación M_6), fueron evaluados en los campos de -cinco localidades en las estaciones experimentales del ICTA, ubica--das en los municipios de Jutiapa, Asunción Mita, Monjas, Chimaltenango y Guatemala. Con ello se evaluaron los materiales promisorios en el área de mayor importancia en la producción de frijol de Guatemala. En cada localidad, para la evaluación del rendimiento se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Las labores cul--turales se realizaron de acuerdo con las recomendaciones del ICTA -para el cultivo del frijol en cada localidad. Además del rendimien--to se determinó el contenido de proteína para lo cual se utilizó el método de Micro-kjeldal.

En la generación M_7 se llevó a cabo la última selección, obteniéndose cinco líneas promisorias mutagénicas en cuanto a contenido de proteína: 105-6-9, 105-3-7, 105-6-4, 105-3-1, y 105-3-6.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Realizar la evaluación de las principales características agronómicas de las líneas avanzadas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) y de las variedades locales.

4.2 ESPECIFICOS

4.2.1 Evaluar el rendimiento de cinco líneas mutantes avanzadas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.), en comparación con cuatro variedades comerciales locales, en dos localidades.

4.2.2 Determinar características agronómicas deseables, tales como: Precocidad, días a la floración, duración de la floración, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 100 semillas, en las líneas mutantes avanzadas y de las variedades locales de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)

5. HIPOTESIS

- 5.1 Al menos una de las líneas M_8 , superará los rendimientos de las variedades locales comerciales en las dos zonas del altiplano central de Guatemala - (Guatemala-Chimaltenango).
- 5.2 Al menos una de las cinco líneas M_8 , superará a las cuatro variedades comerciales locales en características agronómicas deseables, tales como: - Precocidad, días a la floración, duración de la floración, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, y peso de cien semillas.

6. METODOLOGIA

6.1 MANEJO DEL EXPERIMENTO

El período de conducción de la presente investigación fue de cinco meses, comprendidos entre junio-octubre de 1991.

El manejo del experimento se realizó en la siguiente forma:

6.1.1 Preparación del Terreno:

Para la preparación del terreno se efectuó de forma mecanizada, dando una aradura a 0.30 m de profundidad y dos pasadas de rastra, luego se hizo la preparación de los surcos en forma manual.

6.1.2 Desinfección del Suelo:

Se utilizó Phoxim al 5% a razón de 49 kg/ha, aplicado al voleo en el momento del volteo del terreno.

6.1.3 Muestreo de Suelos:

En ambas localidades antes de preparar el terreno, se procedió a extraer una muestra de suelo para su análisis en el laboratorio. Esto con el objetivo de conocer la disponibilidad de nutrientes en cada uno de los suelos donde se desarrolló el experimento; dichos datos se muestran en el apéndice.

6.1.4 Trazo:

Se delimitó el área de trabajo con estacas y luego se marcaron las parcelas de 6 x 3.5 m, se dejó entre los bloques un metro de sepa-

ración. El área total del experimento fue de 918.0 m^2 por cada localidad. En toda el área útil se procedió a surquear.

6.1.5 Siembra:

El distanciamiento de siembra que se utilizó fue de 0.70 metros entre surcos y 0.10 metros entre plantas, dejando una semilla por postura, previa desinfección del suelo con Phoxim granulado en polvo al 5%.

6.1.6 Fertilización:

Se realizó una aplicación de fertilizante 20-20-0 (N-P-K), a razón de 259.74 kg/ha al momento de la siembra y una aplicación de 46-00-00 (N-P-K) a razón de 129.87 kg/ha treinta días después de la siembra, de acuerdo con la recomendación emanada del análisis químico de suelos.

6.1.7 Control de Plagas y Enfermedades:

Para el control de plagas que afectaron al cultivo se utilizó el insecticida Tamaron (Metamidophos), para insectos como tortuguillas - (Diabrotica sp.) y mosca blanca (Bemisia tabaci), a razón de 1.5 - lts/ha y el número de aplicaciones fue de 12.

En cuanto a la presencia de enfermedades se utilizó Antracol (Propineb) a razón de 1.91 kg/ha y las aplicaciones fueron preventivas, - realizándose 12 aplicaciones, con el propósito de evitar enfermedades, tales como Uromyces phaseoli, Colletotrychum lindemuthianum, - Erysiphe phaseoli y Fusarium sp., siendo éstas las que han tenido mayor incidencia en la zona de experimento.

6.1.8 Control de Malezas:

Para el control de malezas se realizaron dos limpiezas: una en las primeras etapas de crecimiento del cultivo, siendo a los 15 días después de la germinación, la segunda y última a los 55 días después de la germinación. Posteriormente, ya no se dió interferencia cultivo-malezas.

6.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó corresponde al de bloques al azar, - con nueve tratamientos y cuatro repeticiones, es decir, fueron cuatro variedades locales y cinco líneas los evaluados en las dos localidades.

A continuación se resume:

Número de localidades, dos; número de parcelas experimentales, treinta y seis por localidad; área parcela bruta, 21 metros cuadrados (6 x 3.5 metros) área parcela neta, 10.5 metros cuadrados (5 x 2.1 metros); área útil, 756 metros cuadrados por localidad; distanciamiento de siembra 0.10 x 0.70 metros; distancia entre bloques, un metro.

La ubicación de los tratamientos en el campo, así como las dimensiones de los bloques, se presentan en las figuras 1 y 2.

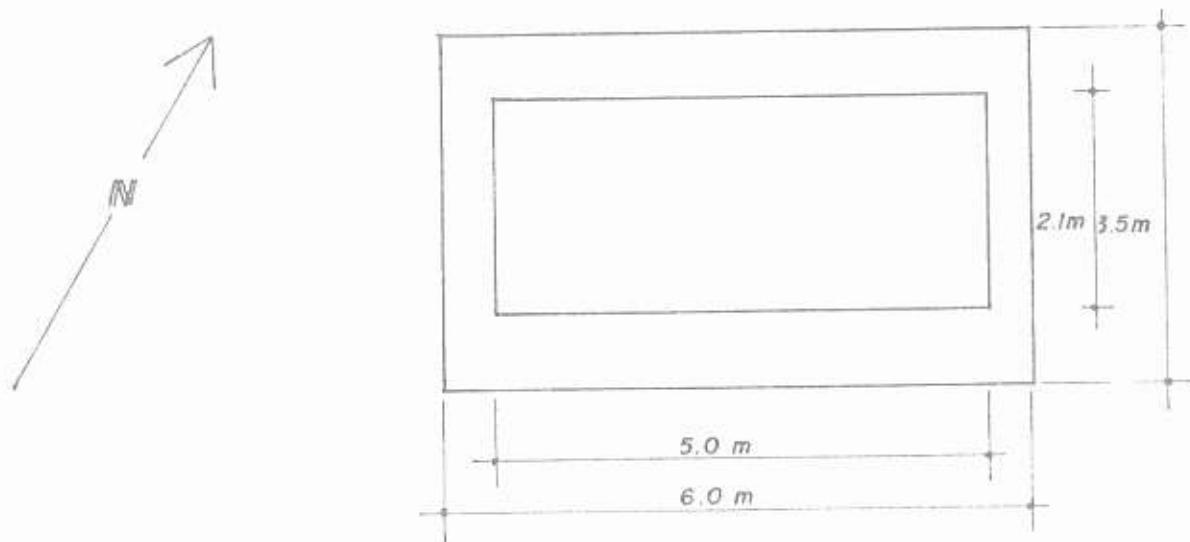
6.2.1 Modelo Estadístico:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta de la ij -ésima unidad

M = Efecto de la media general



REFERENCIAS

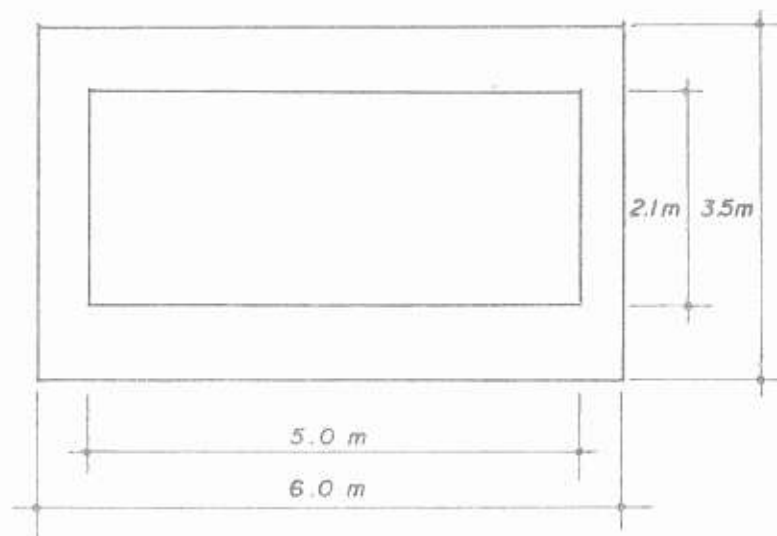
- A = Var. San Martín
- B = Var. ICTA Parramos
- C = Var. ICTA Quinack Che
- D = Var. ICTA Texel
- E = Línea 105-6-9
- F = Línea 105-3-7
- G = Línea 105-6-4
- H = Línea 105-3-1
- I = Línea 105-3-6

I	A	E	F	B	I	C	G	D	H
II	E	F	I	A	G	B	C	H	D
III	D	I	E	F	A	G	B	H	C
IV	G	B	H	C	E	F	I	D	A

Pendiente



Figura 1. Localización y ubicación en el campo de los tratamientos en un diseño experimental de bloques al azar, en Guatemala, Guatemala. 1991.



REFERENCIAS:

- A = Var. San Martín
- B = Var. ICTA Parramos
- C = Var. ICTA Quick Che
- D = Var. ICTA Texel
- E = Línea 105-6-9
- F = Línea 105-3-7
- G = Línea 105-6-4
- H = Línea 105-3-1
- I = Línea 105-3-6

I	D	H	E	A	F	I	B	C	G
II	B	E	A	H	I	F	C	G	D
III	D	G	E	H	A	I	F	B	C
IV	E	I	F	A	G	B	H	C	D

Pendiente



Figura 2. Localización y ubicación en el campo de los tratamientos en un diseño experimental de bloques al azar, en Chimaltenango. 1991.

- T_i = Efecto de i -ésimo tratamiento
 B_j = Efecto del j -ésimo bloque
 E_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

6.2.2 Análisis de la Información:

Para el análisis de la información, se procedió a la obtención de los análisis de varianza ANDEVA, y las pruebas de comparación múltiple - de medias de Tukey, a la variable rendimiento que resultó con significancia.

Se realizó un análisis de correlación de la variable rendimiento contra todas las demás variables, para determinar con cuáles de éstas - existía correlación para ambas localidades.

Se realizó una prueba por localidad de contrastes Ortogonales entre variedades y líneas. Se unieron los materiales en las dos localidades en dos grupos, variedad vrs. líneas, para determinar cuál era el mejor en cuanto a rendimiento.

Se realizó un análisis en serie de experimentos (combinado), para la variable rendimiento, para comparar el efecto en el espacio de las - dos localidades con relación a los materiales evaluados.

El nivel de significancia que se utilizó fue de 0.05.

El análisis de la información se hizo utilizando los paquetes estadísticos SAS, PC compatible con que cuenta el Centro de Cómputo y - Estadística de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San - Carlos de Guatemala.

6.2.3 Variable Respuesta:

Las variables respuesta que se evaluaron en la presente investigación fueron las siguientes:

Rendimiento en kg/ha, precocidad, días a la floración, duración de la floración, número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de 100 semillas.

Para la evaluación de producción se sacaron las semillas al sol, - hasta obtener un 12 a 14% de humedad. La semilla se trilló a mano.

6.3 TOMA DE DATOS

Para la toma de datos de las variables estudiadas, se procedió a la obtención de las mismas tomando como base diez plantas por parcela, a excepción del rendimiento el cual se obtuvo mediante la cosecha del área que ocupa la parcela neta.

Los criterios para medición de algunas variables fueron los siguientes:

- a. Rendimiento: este se obtuvo mediante la producción de cada parcela neta, pesándose el material en una balanza y el dato se expresó en kg/ha;
- b. Precocidad: se evaluó cuando el 80% de las plantas contenían frutos en condiciones para cosechar;
- c. Días a la floración: se determinó cuando el 60% de las plantas en las - parcelas netas se encontraban en floración;
- d. Duración de la floración: desde el inicio a la floración al final de la misma se consideró un dato promedio de días que duró este evento;
- e. Número de frutos por planta: se tomaron diez plantas por tratamiento al

azar que contenían frutos sacando un promedio de los mismos;

f. Se tomaron los frutos y se contaron las semillas de cada tratamiento sacando un promedio;

g. El peso de 100 semillas: tomando 100 semillas de cada tratamiento y cuando contenían 12-14% de humedad se pesaron en una balanza y se expresó el resultado en gramos.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 RENDIMIENTO DE GRANO

Cuadro 1. Rendimiento de grano de frijol en kg/ha por tratamiento en las localidades de Guatemala y Chimaltenango. 1991.

LOCALIDAD	TRATAMIENTO	B L O Q U E S			
		I	II	III	IV
Guatemala	A San Martín	1217.53	946.96	1109.31	906.38
Chimaltenango	A San Martín	1704.54	1596.32	1812.77	1515.15
Guatemala	B ICTA Parramos	1001.08	892.86	1028.14	1122.83
Chimaltenango	B ICTA Parramos	1826.30	1893.94	1082.25	1582.79
Guatemala	C ICTA Quinack Ch.	581.70	974.03	554.65	527.59
Chimaltenango	C ICTA Quinack Ch.	1799.24	1785.71	1718.07	1731.60
Guatemala	D ICTA Texel	892.86	974.03	1204.00	865.80
Chimaltenango	D ICTA Texel	1217.00	1325.76	1352.81	1258.12
Guatemala	E 105-6-9	1055.19	1298.70	1366.34	1474.57
Chimaltenango	E 105-6-9	1636.90	1433.98	1515.15	1515.73
Guatemala	F 105-3-7	811.69	1339.28	649.35	892.86
Chimaltenango	F 105-3-7	1461.04	1839.82	1569.26	1488.09
Guatemala	G 105-6-4	865.80	1271.64	865.80	933.44
Chimaltenango	G 105-6-4	1298.70	1176.94	1420.45	1298.70
Guatemala	H 105-3-1	838.74	703.46	879.33	1352.81
Chimaltenango	H 105-3-1	1352.81	1136.36	1082.25	1176.95
Guatemala	I 105-3-6	365.26	284.09	297.62	595.24
Chimaltenango	I 105-3-6	509.12	757.57	730.52	607.40

Los datos generales del rendimiento de grano expresado en kg/ha, para cada uno de los tratamientos y repeticiones en las dos localidades en donde se llevó a cabo el experimento, los cuales se obtuvieron al globalizar los datos de cada parcela neta, se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 2. Prueba múltiple de medias de Tukey, del rendimiento del grano de frijol (kg/ha), en la localidad de ciudad de Guatemala.

TUKEY		MEDIA	TRATAMIENTO
	A	1298.7	105-6-9
B	A	1045.0	San Martín
B	A	1011.2	Parramos
B	A	984.2	Texel
B	A	984.2	105-6-4
B	A	943.6	105-3-1
B	A	923.3	105-3-7
B	C	659.5	Quinack Che
	C	385.6	105-3-6

Tratamiento con igual letra, son estadísticamente iguales.

La variable rendimiento de semillas de frijol en kg/ha es sin duda la que reviste mayor importancia en la presente investigación. En la localidad de la ciudad de Guatemala los resultados variaron entre 1298.7 a 385.6 kg/ha, entre la línea 105-6-9 y la línea 105-3-6. El análisis de varianza indica que existieron diferencias significativas al 0.05% entre tratamientos. El coeficiente de variación fue de 22% (cuadro 16A). Por prueba múltiple de medias de Tukey, dentro de las líneas mutagénicas avanzadas que mejor rendimiento mostraron, fueron la 105-6-9, 105-6-4, 105-3-1, 105-3-7, conjuntamente con las variedades locales San Martín, ICTA Parramos e ICTA Texel. El bajo rendimiento de la variedad Quinack Che, fue debido a la susceptibilidad que tiene al anejamiento y a los suelos pesados. La línea mutagénica avanzada 105-3-6, obtuvo bajos rendimientos debido a su adaptabilidad mostrado en su desarrollo con baja vigorosidad.

Cuadro 3. Prueba múltiple de medias de Tukey, del rendimiento de grano de frijol en kg/ha en la localidad de Chimaltenango. 1991.

TUKEY		MEDIA	TRATAMIENTO
	A	1758.7	Quinack Che
B	A	1657.2	San Martín
B	A	1596.3	Parramos
B	A	1589.6	105-3-7
B	A C	1525.4	105-6-9
B	C	1298.7	105-6-4
B	C	1288.4	Texel
	C	1187.1	105-3-1
	D	651.2	105-3-6

Tratamiento con igual letra, son estadísticamente iguales.

En Chimaltenango, los resultados variaron entre 1758.7 a 651.2 kg/ha. Siendo los rendimientos de Quinack Che y la línea mutagénica 105-3-6 respectivamente; el análisis de varianza indica que existieron diferencias significativas al 0.05% entre tratamientos. El coeficiente de variación fue de 11.76 % (Cuadro 17A). La variedad Quinack Che fue la mejor y la línea 105-3-6 fue la de más bajo rendimiento. Por prueba múltiple de medias de Tukey, las líneas mutagénicas 105-3-7 y 105-6-9 mostraron conjuntamente con las variedades locales Quinack Che, San Martín e ICTA Parramos, las mejores características en cuanto a rendimiento. La línea mutagénica 105-6-4, 105-3-1 e ICTA Texel, mostraron buen rendimiento por aproximación estadística se sitúan en un nivel inferior. La línea mutagénica 105-3-6 mostró bajo rendimiento; de la misma forma que mostró en el ensayo establecido en Guatemala, aunque las condiciones generales mejoró el aumento de rendimiento, el cual aunque fue bajo, éste fue superior al promedio medio nacional que es de 409.10 kg/ha.

Cuadro 4. Prueba múltiple de medias de Tukey; tratamiento x localidad, rendimiento de grano de frijol en kg/ha en las dos localidades de Guatemala y Chimaltenango. 1991

TRATAMIENTO	LOCALIDAD	MEDIA	
Quinack Che	Chimaltenango	1758.655	A
San Martín	Chimaltenango	1657.195	A
Parramos	Chimaltenango	1596.320	A
105-3-7	Chimaltenango	1589.553	A
105-6-9	Chimaltenango	1525.440	A
105-6-9	Guatemala	1298.700	A
105-6-4	Chimaltenango	1298.098	A
Texel	Chimaltenango	1288.413	A
105-3-1	Chimaltenango	1187.093	A
San Martín	Guatemala	1045.045	B
Parramos	Guatemala	1011.228	B
105-6-4	Guatemala	984.173	B
Texel	Guatemala	984.170	B
105-3-1	Guatemala	943.585	B
105-3-7	Guatemala	923.295	B
Quinack Che	Guatemala	659.493	C
105-3-6	Chimaltenango	651.153	C
105-3-6	Guatemala	385.553	D

Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales.

El análisis combinado efectuado a la variable rendimiento se presenta con el fin de comparar el efecto entre las dos localidades en relación a los tratamientos evaluados. El análisis de varianza indica que existieron diferencias significativas al 0.05% entre localidades x tratamiento y el coeficiente de variación fue de 15.90% (Cuadro 18A). En consecuencia, al analizar la interacción tratamientos x localidad, el más alto rendimiento lo

obtuvo la variedad Quinack Che con 1758.65 kg/ha manejada en Chimaltenango y el más bajo rendimiento lo obtuvo la línea 105-3-6 con 385.553 kg/ha manejada en Guatemala.

Los mejores rendimientos se obtuvieron en el experimento desarrollado en - Chimaltenango, con las líneas mutagénicas 105-3-7, 105-6-9, 105-6-4 y 105-3-1 y las variedades comerciales locales Quinack Che, San Martín, Parramos y Texel.

En el experimento desarrollado en Guatemala la línea mutagénica 105-6-9 - fue la que obtuvo un rendimiento dentro del mismo nivel de los mejores materiales manejados en Chimaltenango.

Las líneas mutagénicas 105-6-4, 105-3-1, 105-3-7 y las variedades locales San Martín, Parramos y Texel establecidas en Guatemala, obtuvieron un nivel inferior a los más productivos.

La línea mutagénica 105-3-6 establecida en Chimaltenango, tuvo el mismo - comportamiento en cuanto a rendimiento de la variedad Quinack Che establecida en Guatemala.

La línea mutagénica 105-3-6 establecida en Guatemala obtuvo el más bajo rendimiento en las dos localidades.

Las condiciones ambientales similares a las de Chimaltenango, mejora el - rendimiento de los materiales evaluados.

La línea mutagénica 105-6-9, en las dos localidades mostró buenas caracte-rísticas, manteniéndose entre las más productoras en cuanto a rendimiento.

Cuadro 5. Prueba múltiple de medias Tukey; interacción tratamientos rendimiento de grano de frijol en kg/ha en las localidades de Guatemala y Chimaltenango. 1991.

TUKEY		MEDIA	TRATAMIENTOS
	A	1412.07	105-6-9
B	A	1351.12	San Martín
B	A	1303.77	Parramos
B	A	1256.42	105-3-7
B	A	1209.07	Quinack Che
B	A	1141.43	105-6-4
B	A	1136.30	Texel
B		1065.34	105-3-1
	C	518.35	105-3-6

Tratamientos con igual letra, son estadísticamente iguales.

En la interacción para los tratamientos en las dos localidades se determinó que el más alto rendimiento medio lo obtuvo la línea mutante 105-6-9 con un rendimiento medio de 1412.07 kg/ha y el rendimiento más bajo lo obtuvo la línea 105-3-6 con un rendimiento medio de 518.35 kg/ha.

El análisis de varianza indica que existieron diferencias significativas al 0.05% entre los tratamientos en las dos localidades, el coeficiente de variación fue de 15.90% (Cuadro 18A).

La línea mutagénica 105-6-9, 105-3-7 y 105-6-4 y las variedades locales San Martín, Parramos, Quinack Che y Texel, obtuvieron los rendimientos más altos. La línea 105-6-9, 105-3-7 y 105-6-4 fueron las líneas mutantes que mejor estabilidad mostraron en las dos localidades; en segundo término se encuentra la línea mutagénica 105-3-1 y la de más bajo rendimiento fue la lí-

nea mutagénica 105-3-6.

Las líneas mutagénicas que se pueden establecer indistintamente en Guatemala y Chimaltenango, son las líneas 105-6-9, 105-3-7 y 105-6-4, en donde mostraron buenas características; en segundo término se puede establecer la línea mutagénica 105-3-1.

En relación a la línea mutagénica 105-3-6, ésta se puede evaluar con las mismas condiciones de suelo a mayor altitud.

Cuadro 6. Promedios de rendimiento de grano de frijol en kg/ha considerando las interacciones tratamiento por localidad. 1991.

TRATAMIENTO	LOCALIDAD	MEDIA	SD
San Martín	1	1045.04500	144.602576
San Martín	2	1657.19500	129.521784
Parramos	1	1011.22750	94.613226
Parramos	2	1596.32000	367.840314
Quinack Che	1	659.40250	210.852027
Quinack Che	2	1758.65500	39.825580
Texel	1	984.17250	153.597983
Texel	2	1288.42250	62.073220
105-6-9	1	1298.70000	177.766276
105-6-9	2	1525.44000	83.642954
105-3-7	1	923.29500	295.223841
105-3-7	2	1589.55250	173.066181
105-3-6	1	385.55250	144.230599
105-3-6	2	651.15250	115.052737
105-6-4	1	984.17000	194.281109
105-6-4	2	1298.69750	99.412541
105-3-1	1	943.58500	282.987806
105-3-1	2	1187.09250	117.090985

1 = Guatemala

2 = Chimaltenango

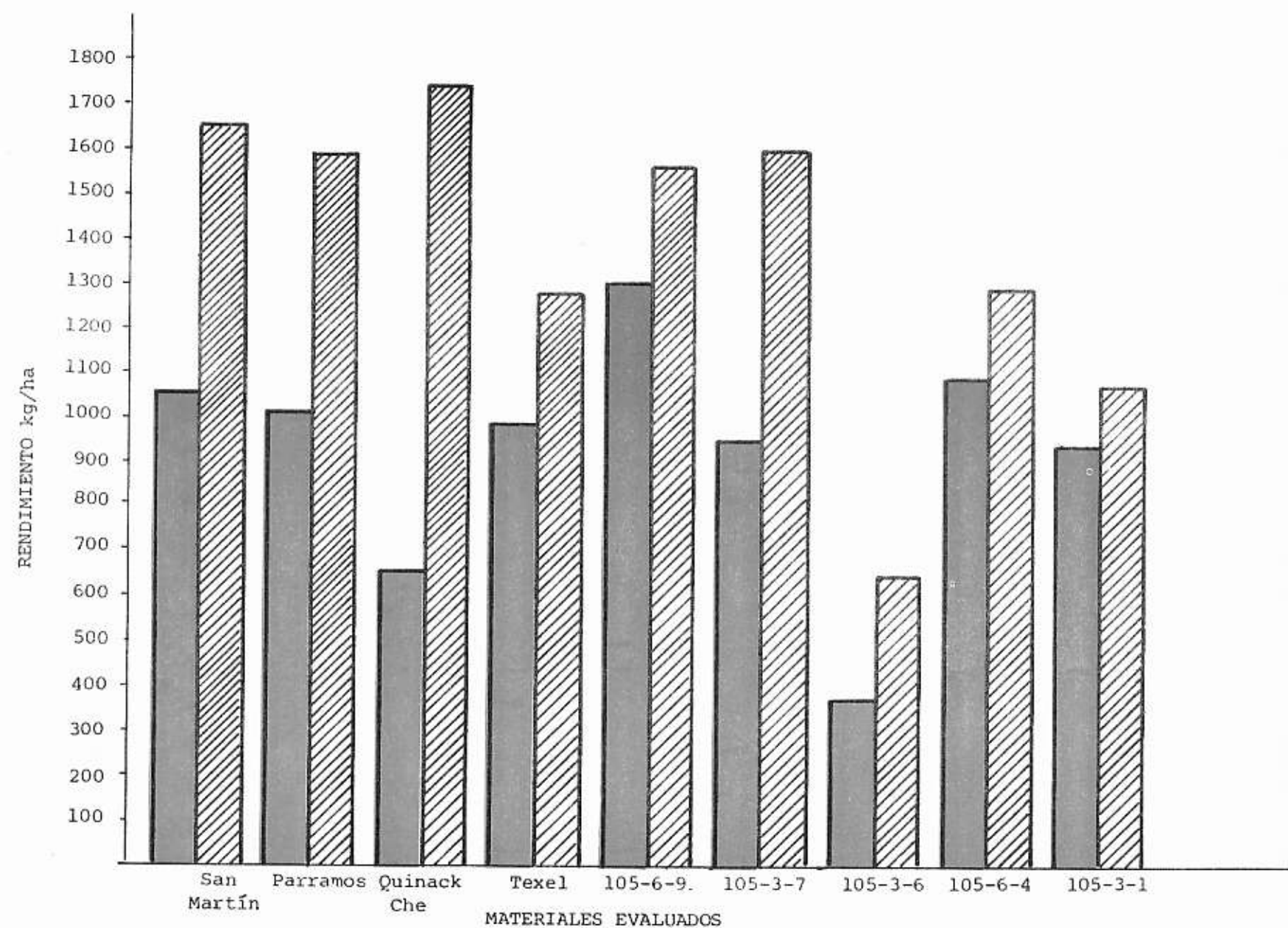


Figura 3. Promedios de rendimiento de grano de frijol en kg/ha en las localidades de Guatemala y Chimaltenango, 1991.

■ Guatemala
 ▨ Chimaltenango

La media general más alta se obtuvo en Chimaltenango con 1394.73 kg/ha y la ciudad de Guatemala fue de 915.03 kg/ha (cuadro 19A); los rendimientos más altos en Chimaltenango se debieron a las condiciones de suelo y ambientales que influyeron en un buen desarrollo de las plantas, aunado a las condiciones de lluvia que se manifestaron por el denominado fenómeno del niño, afectando principalmente en la época de floración de los materiales evaluados, siendo más influyente este factor en la ciudad de Guatemala que en la localidad de Chimaltenango.

Al establecer las líneas mutagénicas en mayores altitudes a la establecida en Chimaltenango, pueden mejorar su rendimiento.

En el análisis de contrastes ortogonales, nos muestra la alta significancia al comparar en grupos las líneas mutantes y las variedades locales comerciales, resultando estas últimas las mejores en rendimiento.

Cuadro 7. Contrastes ortogonales del rendimiento de grano de frijol en kg/ha entre variedades vrs. líneas mutantes en las localidades de Guatemala y Chimaltenango. 1991.

CONTRASTE	GL	CONTRASTE SS	MEDIA	F	SIGNIFICANCIA 0.05%
Variedad					
vrs.	1	521924.4854	521924.4854	15.48	0.0003 **
Líneas					

Lo mostrado en el cuadro anterior, se puede complementar con los datos de prueba múltiple de medias de Tukey del cuadro 4, en donde las variedades son más rendidoras en grupo que las líneas mutantes, ésto se debe a la adaptabilidad que muestran las variedades locales comerciales.

Cuadro 8. Resumen del análisis de correlación entre la variable rendimiento y las variables agronómicas cuantitativas evaluadas en la localidad de Guatemala. 1991.

VARIABLE COEFICIENTES	PRECOCIDAD DIAS	DIAS A DURACION FLORA. CION. DIAS	FLORA CION. DIAS	SEMILLAS/ VAINA	VAINAS/ PLANTA	PESO 100 SEMILLAS GRAMOS
Correlación	0.03432	0.39629	0.25409	0.73471	0.93950	0.15185
Determinación	0.0118	0.15704	0.06456	0.53908	0.88266	0.02306

El análisis de correlación de la variable rendimiento, contra todas las demás variables agronómicas cuantitativas evaluadas, nos proporcionó que esta variable tiene correlación con la variable vainas/planta con una determinación de 0.88266 en la localidad de ciudad de Guatemala.

No existió correlación entre rendimiento vrs. semilla/vaina, porque el índice de rendimiento fue afectado por la falta de absorción de nutrientes por lo seco que se mantenía el área experimental por falta de lluvia, lo que influyó en que algunas semillas de las vainas no llegaran a su madurez fisiológica, es por ello que el número de semillas/vaina disminuyó.

La correlación rendimiento vrs. peso de 100 semillas, fue negativa, debido a las condiciones ambientales.

El ambiente es factor determinante para esta variable, influyendo con el peso de la semilla.

Cuadro 9. Resumen del análisis de correlación entre la variable rendimiento y las variables agronómicas cuantitativas evaluadas en la localidad - de Chimaltenango. 1991

VARIABLE COEFICIENTES	PRECOCIDAD DIAS	DIAS A FLORA.	DURACION CION. DIAS	FLORA SEMILLAS/ VAINA	VAINAS/ PLANTA	PESO 100 SEMILLAS GRAMOS
Correlación	0.32571	0.32027	0.42916	0.44882	0.92389	0.23475
Determinación	0.10608	0.10257	0.18418	0.20144	0.85357	0.05558

El análisis de correlación de la variable rendimiento contra todas las demás variables agronómicas cuantitativas evaluadas, nos proporcionó que el rendimiento tiene correlación con la variable vainas/planta con una determinación de 0.85357 en la localidad de Chimaltenango.

El mismo fenómeno observado en el experimento realizado en Guatemala, se observó al ensayo establecido en Chimaltenango, debido a las mismas condiciones ambientales.

Los ensayos se establecieron sin riego y por las condiciones de lluvia irregular prevalecientes, tuvieron un efecto para que la vaina no llenara completamente y el peso bajara, lo que influyó en la determinación negativa de correlación entre rendimiento vrs. semillas/vaina y peso de 100 semillas. La falta de lluvia en época de floración influyó en este aspecto. Los resultados obtenidos en las dos localidades en la correlación rendimiento vrs. semillas/vaina y peso de 100 semillas, se pudieron ver afectadas por una tercera variable o se pudo dar al azar.

7.2 PRECOCIDAD

El número de días a la madurez fisiológica para cada uno de los materiales se presenta en el cuadro 10.

Cuadro 10. Promedio en días a madurez fisiológica de nueve materiales de frijol en las localidades de ciudad de Guatemala y Chimalte--nango. 1991.

TRATAMIENTO	GUATEMALA	CHIMALTENANGO
	$\bar{x}$	$\bar{x}$
A San Martín	82.00	89.50
B ICTA Parramos	84.00	91.00
C ICTA Quinack Che	86.00	92.50
D ICTA Texel	72.00	79.75
E 105-6-9	86.75	95.25
F 105-3-7	90.00	94.00
G 105-6-4	85.00	90.00
H 105-3-1	82.00	89.00
I 105-3-6	83.75	93.00

Siendo los materiales establecidos en Guatemala los mas precoces, debido a la interacción del ambiente, la variedad más precoz en ambas localidades - fue la variedad ICTA Texel con 72 y 79.75 días, y la línea mutante más precoz fue la 105-3-6 con 82 y 89 días respectivamente, en las dos localida--des.

La línea mutagénica más tardía fue en Guatemala la 105-3-7 y en Chimalte--nango la 105-6-9.

7.3 DIAS A LA FLORACION

Para el caso de esta variable, los datos promedio en días obtenidos fueron los siguientes.

Cuadro 11. Promedio de días a floración de nueve materiales de frijol en las dos localidades de ciudad Guatemala y Chimaltenango. -- 1991.

TRATAMIENTOS	GUATEMALA $\bar{X}$	CHIMALTENANGO $\bar{X}$
A San Martín	34.75	40.00
B ICTA Parramos	39.25	44.00
C ICTA Quinack Che	34.00	42.00
D ICTA Texel	32.00	38.00
E 105-6-9	39.25	45.00
F 105-3-7	36.00	42.00
G 105-6-4	37.00	43.00
H 105-3-1	40.00	45.00
I 105-3-6	35.25	39.00

Los resultados obtenidos en Guatemala variaron entre 32 y 40 días, correspondiendo a las variedades ICTA Texel y la línea mutante 105-3-1 respectivamente; en Chimaltenango los resultados variaron entre 38 y 45 días, correspondiendo a la variedad ICTA Texel y la línea mutagénica 105-3-1 con la línea mutagénica 105-6-9 respectivamente.

7.4 DURACION DE LA FLORACION

La duración de la floración se enmarcó en Guatemala entre los 22 y 44 días. La variedad ICTA Texel fue la que más corta floración y fue la línea mutan-

te 105-6-9 y la variedad Quinack Che las de más larga duración. En chimaltenango la variedad Texel fue la que tuvo menor duración con un promedio de 25.50 días y la variedad Quinack Che la de mayor duración con 50.25 días.

Cuadro 12. Promedio en días de la duración de la floración de nueve materiales de frijol en las localidades de ciudad Guatemala y Chimaltenango. 1991.

TRATAMIENTOS	GUATEMALA $\bar{X}$	CHIMALTENANGO $\bar{X}$
A San Martín	42.00	47.00
B ICTA Parramos	41.00	46.00
C ICTA Quinack Che	44.00	50.25
D ICTA Texel	22.00	25.50
E 105-6-9	44.00	48.00
F 105-3-7	40.00	45.50
G 105-6-4	39.00	44.25
H 105-3-1	40.00	47.00
I 105-3-6	36.25	40.00

7.5 SEMILLAS POR VAINA

La cantidad de semillas por vaina en Guatemala varió de 4 a 6; correspondiendo la primera a la línea mutante 105-3-6 y la segunda a la línea 105-6-9; y en Chimaltenango de 3.75 a 6.0 correspondiendo la primera a la línea 105-3-6 y la segunda a la variedad ICTA Quichack Che.

Cuadro 13. Promedio de número de semillas por vaina de nueve materiales de frijol en las localidades de ciudad Guatemala y Chimaltenango. 1991.

TRATAMIENTOS	GUATEMALA $\bar{X}$	CHIMALTENANGO $\bar{X}$
A San Martín	5.25	5.5
B ICTA Parramos	5.75	5.75
C ICTA Quinack Che	5.50	6.00
D ICTA Texel	5.00	5.00
E 105-6-9	6.00	5.50
F 105-3-7	5.25	5.00
G 105-6-4	4.75	5.00
H 105-3-1	5.25	4.75
I 105-3-6	4.00	3.75

7.6 VAINAS POR PLANTA

En las dos localidades existió correlación de esta variable con el rendimiento, la variable se refiere a la cantidad de frutos que llegaron al final de su ciclo vegetativo, es decir los que se cosecharon. En Guatemala los resultados fueron de 5.75 a 13.75 vainas/planta para los materiales línea mutante 105-3-6 y 105-6-9 respectivamente; y para Chimaltenango los resultados fueron de 8 a 19 vainas/planta para la línea mutante 105-3-6 - fue de 8 y de 19 para los materiales variedad Quinack Che y la línea mutante 105-6-9.

Cuadro 14. Promedio de vainas por planta de nueve materiales de frijol en las localidades de ciudad Guatemala y Chimaltenango. 1991.

TRATAMIENTO	GUATEMALA $\bar{X}$	CHIMALTENANGO $\bar{X}$
A San Martín	12.50	15.75
B ICTA Parramos	11.25	16.75
C ICTA Quinack Che	8.50	19.00
D ICTA Texel	11.25	14.00
E 105-6-9	13.75	19.00
F 105-3-7	10.00	15.75
G 105-6-4	9.00	13.25
H 105-3-1	10.50	13.25
I 105-3-6	5.75	8.00

7.7 PESO DE 100 SEMILLAS

Cuadro 15. Promedio del peso de 100 semillas de nueve materiales de frijol evaluados en las localidades de ciudad Guatemala y Chimaltenango. 1991.

TRATAMIENTOS	GUATEMALA $\bar{X}$ gms.	CHIMALTENANGO $\bar{X}$ gms.
A San Martín	26.050	26.45
B ICTA Parramos	21.950	22.525
C ICTA Quinack Che	20.40	20.375
D ICTA Texel	23.92	24.825
E 105-6-9	25.40	26.275
F 105-3-7	24.24	24.450
G 105-6-4	20.875	21.325
H 105-3-1	23.077	23.75
I 105-3-6	25.22	25.225

Esta variable nos permite conocer la capacidad de producción de los materiales evaluados con relación al grado de pesadez o livianidad del grano, característica determinante en el rendimiento final de semilla de frijol, esta variable se ve muy influenciada por el ambiente.

En Guatemala los resultados variaron de 20.40 a 26.050 gramos, valores correspondientes a las variedades Quinack Che y San Martín, respectivamente. En Chimaltenango variaron de 20.375 a 26.45 gramos correspondiente a la - variedad Quinack Che y San Martín respectivamente.

Las líneas mutagénicas con buenas características en las dos localidades fueron las líneas 105-6-9 y 105-3-6, ya que obtuvieron buen peso en ambas localidades.

8. CONCLUSIONES

- 8.1 El efecto entre las dos localidades en relación a los tratamientos evaluados, las líneas mutagénicas avanzadas 105-3-7, 105-6-9, 105-6-4 y 105-3-1, conjuntamente con las variedades locales comerciales Quinack Che, San Martín, Parramos y Texel, establecidas en Chimaltenango, obtuvieron los mejores rendimientos con 1589.553, 1525.440, 1298.698, 1187.093, 1758.655, 1657.195, -- 1596.320 y 1288.413 kg/ha respectivamente.
- 8.2 La línea mutagénica avanzada 105-6-9 establecida en Guatemala mostró las -- mismas características de los materiales más rendidores establecidos en -- Chimaltenango, con 1298.700 kg/ha, mostrando mejor estabilidad, superando a las variedades locales comerciales establecidas en Guatemala; adaptándose a los dos tipos de suelos en donde se llevó a cabo los dos ensayos, obteniendo un promedio de 1412.07 kg/ha.
- 8.3 La línea mutagénica avanzada 105-6-4, 105-3-1, 105-3-7 y las variedades locales comerciales San Martín, Parramos y Texel, establecidas en Guatemala, obtuvieron los mejores rendimientos con 984.173, 943.585, 923.295, 1045.045, 1011.228 y 984.170 kg/ha respectivamente; el bajo rendimiento de la variedad Quinack Che con 659.493 kg/ha se debió a la susceptibilidad que tiene al -- anegamiento y suelos pesados.
- 8.4 En las dos localidades la línea mutagénica 105-3-6 mostró bajos rendimientos; en Guatemala 385.6 kg/ha y en Chimaltenango 651.2 kg/ha.
- 8.5 El más alto rendimiento que fue superior, según análisis combinado, fue en la localidad de Chimaltenango.

- 8.6 En relación a las variables cuantitativas en relación a la línea mutagénica que mejores características mostró en precocidad, fue la línea 105-3-1 con 82.00 y 89.00 días en Guatemala y Chimaltenango respectivamente; en relación a días a la floración fue la línea 105-3-6 con 35.25 y 39.00 días en Guatemala y Chimaltenango respectivamente; en la duración de la floración, fue la línea 105-3-6 con 36.25 y 40.00 días en Guatemala y Chimaltenango; en semillas/vaina, la línea 105-6-9 mostró buenas características con 6 y 5.50 se millas/vaina en las dos localidades; en vainas por planta, la línea 105-6-9 mostró mejores características con 13.75 y 29 días; y en peso de 100 semillas, la línea 105-6-9 con 25.40 y 26.275.
- 8.7 Las variedades en grupo mostraron mayor rendimiento que la línea mutante.
- 8.8 La variable rendimiento tuvo correlación con la variable vainas/planta.
- 8.9 En la localidad de Guatemala, los rendimientos se vieron disminuídos por las características físicas del suelo y las condiciones de lluvia irregulares; al aumentar la altitud en msnm, aumenta el rendimiento, ésto es hasta cierto nivel, ya que después de ese nivel, no habrá respuesta a mayores rendimientos.

9. RECOMENDACIONES

- 9.1 Establecer las líneas mutantes promisorias avanzadas de frijol común -- (Phaseolus vulgaris L.) 105-6-9, 105-3-7, 105-6-4 y 105-3-1 en condiciones de suelos francos y en diferentes épocas del año.
- 9.2 Evaluar las líneas promisorias avanzadas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) 105-6-9, 105-3-7, 105-6-4 y 105-3-1 en ensayos de rendimiento, resistencia a enfermedades y sistemas de cultivos, dándole énfasis a la línea mutagénica 105-6-9, por sus buenas características de adaptación y rendimiento.
- 9.3 Considerar nuevos ensayos de rendimiento de la línea mutante de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) 105-3-6 en diferentes condiciones, ya que mostró bajos rendimientos en las dos localidades del altiplano central de Guatemala.
- 9.4 Realizar estudios de caracterización morfológica y fenológica de las líneas mutantes promisorias avanzadas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.)

10. BIBLIOGRAFIA

1. BRAUER H., O. 1973. Fitogenética aplicada. 2 ed. México, Limusa. p. 3-5.
2. CHEAH, C.H.; LIM, E.S. 1982. Mutation breeding of P. vulgaris studies of the effects irradiation dosage to resolve a suitable procedure of handling M_1 generations. Malaysia, Selegor, Univ. Pertanian Malaysia Sendatg, Départ, of Agronomy & Horticulture. p. 184-191.
3. CORDOVA, H. 1975. Efecto del número de líneas endogámicas sobre el rendimiento y estabilidad de las líneas sintéticas derivadas en maíz -- (Zea mays L.). Tesis Mag. Sc. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 117. p.
4. CRISTALES F., R. 1970. Ensayos de adaptación y rendimiento de seis variedades de frijol en la zona occidental de El Salvador. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (15., 1970, Antigua Guatemala, Gua.). Memorias. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. p. 34.
5. ENRIQUEZ, G.A. 1977. Mejoramiento genético sobre otros factores limitantes en la producción de frijol (P. vulgaris L.), diferentes enfermedades e insectos. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 34 p.
6. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1980. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala. tomo 2. 1083 p.
7. GUDIEL, V.M. 1980. Manual agrícola superb. Guatemala, Productos Superb. 295 p.
8. GUTIERREZ, M.G. 1966. Resumen regional del ensayo comparativo de frijol en 1965. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios (16., 1966, Managua, Nicaragua). Memorias. Nicaragua, Ministerio de Agricultura. p. 45-48.
9. HOLDRIDGE, L.R. 1958. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura. 19 p.
10. ISASI, E.; BUSTO G., I. 1982. Mutantes de frijol por tratamientos con rayos gamma de Co^{60} y etil metan sulfonato (EMS). Cuba, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. Reporte de Investigación no. 1. 14 p.
11. MASAYA SANCHEZ, P.N. 1979. El cultivo del frijol en el sur oriente de Guatemala. Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Boletín Técnico no. 10. p. 1-3.

12. MOH, C.; ALAN, J.J. A comparative study of the mutation frequency and genetic behavior of mutans induced by acute and chronic gamma irradiation in common beans (P. vulgaris L.). p. 85-93.

Sin publicar.
13. ROMERO A., I. 1980. Efectos mutagénicos sobre el rendimiento y cantidad de proteína en frijol Jamapa. Tesis Ing. Agr. Jalisco, México, Universidad de Guadalajara. 68 p.
14. SAFATI, A. 1973. Utilization des rayons ionisants dans l'amélioration du haricot (P. vulgaris L.). Annales de L'amélioration des Plantes (France) 23(1):77-81.
15. SALAZAR L., S. 1984. Evaluación de mutaciones inducidas por radiación gamma (Co^{60}) en dos variedades de Phaseolus vulgaris L. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 101 p.
16. SALGUERO N., V.E. 1977. Estimación de los parámetros de estabilidad para medir el rango de adaptación de cuatro híbridos y seis variedades de maíz (Zea mays L.), en el sureste de Guatemala. Tesis Ing. Agr. -- Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 84 p.
17. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
18. TOLEDO RIVERA, J.C. 1987. Evaluación del contenido de proteína y del rendimiento en líneas irradiadas M_6 de frijol común (P. vulgaris L.) en dos localidades del altiplano central de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. - 49 p.
19. YANKULOV, M.T.; ISASI, E.M.; ABREAU F., S. 1980. Algunos aspectos de la susceptibilidad y mutabilidad de frijol por influencia de rayos gamma Co^{60} y etil metan sulfonato (EMS). Ciencia de Agricultura (Cuba) 7:59-64.

Do. Ro.
García



11. A P E N D I C E

Cuadro 16A. Análisis de varianza para el rendimiento de grano de frijol en kg/ha en la localidad de Guatemala, 1991.

FV	GL	SC	FC	SIGNIFICANCIA
Tratamiento	8	2117604.35240	6.53	0.0002
Bloque	3	93106.53518	0.77	0.5245
Error Exp.	24	972793.95462		
Total	35			

CV: 22.00245

Rendimiento Medio: 915.0266667 kg/ha.

Cuadro 17A. Análisis de varianza para el rendimiento de grano de frijol en kg/ha en la localidad de Chimaltenango, 1991.

FV	GL	SC	FC	SIGNIFICANCIA
Tratamiento	8	3654212.30352	16.98	0.0001
Bloque	3	48272.03459	0.60	0.6224
Error	24	645627.61119		
Total	35	4348111.94930		

CV: 11.75971

Rendimiento Medio: 1394.7252778 kg/ha.

Cuadro 18A. Análisis de varianza, análisis combinado para el rendimiento del grano en las dos localidades (Guatemala-Chimaltenango) en kg/ha. 1991.

FV	GL	SC	CM	FC	SIGNIF.
Localidad	1	4141993.635	4141993.635	122.85	0.0001 *
Bloque (Loc)	6	141378.570	23563.095	0.70	0.6518 NS
Tratamiento	8	4430282.262	553785.283	16.42	0.0001 **
Tratamiento/ Localidad	8	1341734.394	167716.799	4.97	0.0002 **
Error Exp	48	1618421.57	33717.12		
Total	71	11673810.43			

CV: 15.89973

Rendimiento Medio: 1154.87597 kg/ha.

Cuadro 19A. Promedios de rendimiento de grano de frijol en kg/ha, considerando todos los materiales en cada localidad. 1991.

LOCALIDAD	N	RENDIMIENTO	
		MEDIA	SD
Guatemala	36	915.02667	301.600722
Chimaltenango	36	1394.72528	352.465275

Cuadro 20A. Análisis químico de suelos en las dos localidades. 1991.

GUATEMALA:				
	mg/ml		meq/100 ml	
pH	P	K	Ca	Mg
6.4	5.0	207	14.97	4.87
P Deficiente K Adecuado Ca Adecuado Mg Adecuado				
Recomendación: 259.74 kg/ha de 20-20-0 momento de la siembra 129.87 kg/ha de 46-00-0 30 días después de la siembra.				
CHIMALTENANGO:				
	mg/ml		meq/100 ml	
pH	P	K	Ca	Mg
6.5	4.0	290	6.0	1.25
P Deficiente K Adecuado Ca Adecuado Mg Adecuado				
Recomendación: 259.74 kg/ha de 20-20-0 momento de la siembra 129.87 kg/ha de 46-00-0 30 días después de la siembra.				



REFERENCIAS

A = Variedad San Martín
 B = Variedad Parramos
 C = Variedad Quinack Che'
 D = Texel
 E = 105-6-9
 F = 105-3-7

G = 105-6-4
 H = 105-3-1
 I = 105-3-6

LOCALIDAD:

Guatemala () Chimaltenango ()

VARIABLE: _____

I

--	--	--	--	--	--	--	--	--

II

--	--	--	--	--	--	--	--	--

III

--	--	--	--	--	--	--	--	--

IV

--	--	--	--	--	--	--	--	--

Figura 4A. Boleta utilizada para obtener los resultados de cada una de las variables estudiadas en cada tratamiento, según la aleatorización de campo de los nueve materiales en las dos localidades de Guatemala y Chimaltenango. 1991.



Figura 5A. Ubicación en el mapa de la república de Guatemala, de las dos localidades donde se efectuó la investigación. Guatemala, 1991.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

Ref.Sem.017-92
017

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION COMPARATIVA PRELIMINAR DEL RENDIMIENTO DE CINCO
MUTANTES Mg Y CUATRO VARIEDADES DE FRIJOL COMUN (Phaseolus
vulgaris L.) EN DOS LOCALIDADES DEL ALTIPLANO CENTRAL DE
GUATEMALA".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MINOR O. GARCIA DIVAS

CARNET No. 83-10002

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ingenieros Agrónomos David Pinto
y William Escobar.

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que
ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agro-
nomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Ing. Agr. Domingo Amador
A S E S O R

Ing. Agr. Edgar Franco
A S E S O R



Dr. Luis Mejía de León
DIRECTOR DEL IIA

I M P R I M A S E:

Ing. Agr. Efraín Medina G...
D E C A N O



c.c.Exped. Estudiante
Control Académico
Archivo