

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"SELECCION DE LINEAS CON ALTO POTENCIAL DE RENDIMIENTO EN DOS VARIEDADES
DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) MUTAGENIZADAS CON RAYOS GAMMA Co 60"

T E S I S

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

P O R

HENRY NOE SANDOVAL RECINOS

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

TESIS DE REFERENCIA

NO

**SE PUEDE SACAR DE LA BIBLIOTECA
BIBLIOTECA CENTRAL . USAC.**

Guatemala, noviembre de 1987

RECEIVED EN LA U.

DL
01
T(1021)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

R E C T O R

Lic. RODERICO SEGURA TRUJILLO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Anibal B. Martínez Muñoz
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez Gómez
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Jorge E. Sandoval Illescas
VOCAL TERCERO:	Ing. Agr. Mario Melgar Morales
VOCAL CUARTO:	Br. Marco Antonio Hidalgo
VOCAL QUINTO:	T.U. Carlos Enrique Méndez Mijangos
SECRETARIO.	Ing. Agr. José Rolando Lara Alecio

Guatemala,
noviembre de 1987

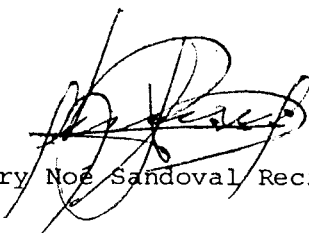
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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:

"SELECCION DE LINEAS CON ALTO POTENCIAL DE RENDIMIENTO EN DOS VARIEDADES DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L) MUTAGENIZADAS CON RAYOS GAMMA Co 60"

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

Atentamente,



Henry Noé Sandoval Recinos



Referencia
Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala,
noviembre de 1987

Señor Decano
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Anibal Martínez
Su Despacho

Señor Decano:

Atentamente me permito comunicarle que en cumplimiento de la designación que se me hiciera por parte de esa Decanatura, he procedido a asesorar la tesis del estudiante HENRY NOE SANDOVAL RE CINOS, titulada:

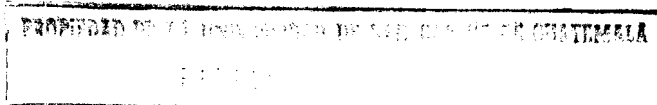
"SELECCION DE LINEAS CON ALTO POTENCIAL DE RENDIMIENTO EN DOS VARIEDADES DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) MUTAGENIZADAS CON RAYOS GAMMA (Co-60)"

Considero, que dicho trabajo de investigación cumple con los requisitos para ser presentado como tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo y constituye un valioso aporte al desarrollo de la agricultura.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Domingo Amador
ASESOR



ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

A MIS PADRES:

Francisco de Jesús Sandoval Medina
Clemencia Recinos de Sandoval

A MIS HERMANOS:

Vilma Hayde, María Elena, Robin Es-
tuardo y Maricela Jeanette

A MIS ABUELITOS:

Juan de Dios Sandoval
Olimpia Medina de Sandoval

José Martir Recinos
María de Jesús Recinos de Recinos

A MIS TIOS:

Laura Recinos de González
Juan Sandoval Medina

A MIS AMIGOS:

María Concepción Sanabria
César Alvarez
Martín Sánchez

A MIS COMPAÑEROS.

TESIS QUE DEDICO

A: GUATEMALA

A LA: Facultad de Agronomía y Universidad de San Carlos de Guatemala.

AL: Personal de la Estación Experimental del ICTA, Jutiapa

A LA: Organización Internacional de Energía Atómica

AL: Ministerio de Energía y Minas de Guatemala

AL: Personal del Centro Experimental Docente de Agronomía

AL: Campesino Guatemalteco.

AGRADECIMIENTOS

A:

Ing. Agr. Domingo Amador

Ing. Agr. Edgar O. Franco

Por la asesoría proporcionada en la investigación.

A:

Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano

Por su colaboración en la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
RESUMEN	i
ABSTRACT	iv.
1. INTRODUCCION	1
2. HIPOTESIS	2
3. OBJETIVOS	3
4. REVISION DE LITERATURA	4
4.1 Generalidades sobre las mutaciones inducidas	4
4.2 Efecto de radiaciones ionizantes	4
4.3 Dosis y estado físico de la semilla	6
4.4 Trabajos realizados en el cultivo del frijol (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.) con mutaciones inducidas	7
5. MATERIALES Y METODOS	13
5.1 Localización de los experimentos	13
5.1.1 Centro Experimental de Agronomía	13
5.1.2 Centro Experimental de Jutiapa-ICTA	13
5.2 Materiales	14
5.2.1 ICTA-Tamazulapa	14
5.2.2 ICTA-Quetzal	14
5.3 Metodología	14
5.3.1 Primera etapa: Determinación de la dosis adecuada de radiación	14
5.3.2 Segunda etapa: Selección de plantas que presenten mayor variabilidad en la generación M ₁	15
5.3.3 Tercera etapa: Determinación de las familias con alto potencial de rendimiento en la generación M ₂	17

	<u>PAGINA</u>
6. DISCUSION E INTERPRETACION DE RESULTADOS	21
6.1 Determinación de la dosis adecuada radiación	21
6.2 Selección de plantas que presenten mayor variabilidad en la generación M_1	25
6.2.1 Rendimiento	25
6.2.2 Efecto anatómicos y fisiológicos	25
6.3 Determinación de las familias con alto potencial de rendimiento en la generación M_2	27
6.3.1 Rendimiento	27
6.3.2 Efectos anatómicos y fisiológicos en la generación M_2	31
7. CONCLUSIONES	33
8. RECOMENDACIONES	34
9. BIBLIOGRAFIA	35
10. APENDICE	37

INDICE DE CUADROS

<u>No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Relación entre dosis de rayos X y fertilidad en la R1 en cebada	6
2	Tabla de valores del porcentaje de epicotilo bajo diferentes dosis de radiación	21
3	Tabla de valores del porcentaje de epicotilo bajo diferentes dosis de radiación en base al modelo cuadrático	23
4	Resumen de las características cuantitativas observadas en las variedades Quetzal y Tamazulapa. Generación M ₁	27
5	Resumen de las características cuantitativas de la segunda generación M ₂	29
6	Plantas con alto potencial de rendimiento en la generación M ₂	30
7	Resumen de las características cualitativas observadas en las variedades Quetzal y Tamazulapa. Generación M ₂	32

A P E N D I C E

8	Plantas con alto potencial de rendimiento var. Tamazulapa 25 Krad	38
9	Plantas con alto potencial de rendimiento var. Tamazulapa 27 Krad	41
10	Plantas con alto potencial de rendimiento var. Quetzal 24 Krad	44
11	Plantas con alto potencial de rendimiento var. Quetzal 27 Krad	47

<u>No.</u>		<u>PAGINA</u>
12	Plantas con bajo rendimiento var. Tamazulapa 25 Krad	50
13	Plantas con bajo rendimiento var. Tamazulapa 27 Krad	53
14	Plantas con bajo rendimiento var. Quetzal 24 Krad	56
15	Plantas con bajo rendimiento var. Quetzal 27 Krad	59

INDICE DE FIGURAS

<u>No.</u>		<u>PAGINA</u>
1	Determinación de la dosis adecuada de radiación (60%) var. Quetzal	24
2	Determinación de la dosis adecuada de radiación (60%) var. Tamazulapa	24
3	Distribución de los valores de número de vainas por planta en mutantes y originales var. Quetzal	28
4	Distribución de los valores de número de vainas por planta en mutantes y originales var. Tamazulapa	28

A P E N D I C E

5	Localización de las generaciones M_1 y M_2 en el área experimental	62
6	Esquema de los cuatro tipos de hábito de crecimiento	63
7	Mapa de Guatemala, localización de los experimentos	64

RESUMEN

Los trabajos realizados en Guatemala y otros países sobre el mejoramiento del rendimiento y contenido de proteína en frijol (Phaseolus vulgaris L.), mediante el uso de mutaciones inducidas por medios químicos y físicos (radiación), reportan que para estudios basados en selección, es necesario determinar dosis que generen el mayor número de mutaciones favorables para el fitomejoramiento, en base a un DL 50 o menos con el fin de partir de una población inicial con gran variabilidad genética.

El trabajo consta de tres etapas: Fase de invernadero, generación M_1 y generación M_2 .

En la fase de invernadero se determinó la dosis adecuada de radiación, en base a la reducción del crecimiento del epicotilo, mediante análisis de regresión por un modelo cuadrático. En la variedad Quetzal la dosis teórica calculada que reduce el 50 % de longitud de epicotilo (14 días después de la siembra), fue 25 Krad. y en la variedad Tamazulapa fue de 26 Krad.

Generación M_1 : De la fase de invernadero se partió para elegir dos dosis adecuadas de radiación, una inferior y otra superior a la dosis teórica calculada. En la variedad Quetzal se irradiaron 2 lotes de 3000 semillas cada uno con las dosis de 24 y 27 Krad. En la variedad Tamazulapa se irradió igual cantidad de semilla con las dosis de 25 y 27 Krad., es decir que en total se irradiaron 6000 semillas por variedad.

Las variables cuantitativas analizadas fueron: rendimiento, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, número de nudos, altura de planta. Además se tomaron las variables cualitativas: emergencia, quimeras clorofílicas, hábito de crecimiento y sobrevivencia.

En la primera generación M_1 se registró una emergencia de 40 a 60% para las dosis de 27 y 24 Krad. respectivamente, las deformaciones de las hojas se observaron en hojas cotiledonares, primeros folíolos, y hojas deficientes en

en clorofila. Se presentó un caso con hábito de crecimiento tipo IV en Quetzal 27 Krad. La reducción inicial de la altura de planta se estabilizó 45 días después de la siembra.

El número de vainas por planta en promedio de las mutantes fue de 21 y en la variedad original fue de 14. El número de semillas por vaina y la sobrevivencia fueron mas bajos que la variedad original, sobrepasando la sobrevivencia los niveles del DL 50. Esto estuvo influido por la susceptibilidad a hongos del suelo en plantas irradiadas.

La generación M_2 : se sembró semilla proveniente de la M_1 , tal semilla se mezcló mecánicamente para formar un compuesto balanceado, separada en dosis y variedades.

Las variables cuantitativas fueron: peso de 100 semillas, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, días a floración, días a madurez fisiológica y altura de planta. Además se tomaron las variables cualitativas: color de flor, color de vainas, color de grano y hábito de crecimiento.

Las plantas seleccionadas se dividieron en 2 grupos: plantas con mayor rendimiento y plantas con menor rendimiento. Las de mayor rendimiento presentaron el mayor número de vainas por planta en plena competencia. Aquí la variable número de vainas por planta presentó un rango de 10 a 46 vainas por planta, con una media de 19 vainas por planta. En las variedades originales el rango varió de 8 a 26 con una media de 14 vainas por planta.

Las plantas con menor rendimiento se seleccionaron en base a diferencias visibles respecto a la variedad original y además otro grupo de plantas que presentó el menor número de vainas por planta al estar en plena competencia.

Aquí se observaron plantas precoces con inicio de floración 28 a 35 días en la variedad Quetzal 27 Krad. (original 38 a 45). Planta con flores mas pequeñas (un medio del normal), se presentó un caso de flores morado claro, ésta misma cambió

el color de la semilla de negro a bayo. Se encontraron mutantes con hábito de crecimiento tipo I y IV, las plantas con deformaciones en las hojas y deficientes en clorofila presentaron menor desarrollo y fueron más tardías respecto a la variedad original.

SELECTION OF HIGH YIELDING LINES IN TWO BEAN (Phaseolus vulgaris L.) CULTIVARS MUTAGENIZED WITH Co 60 GAMMA RAYS.

Henry Noé Sandoval Recinos

A B S T R A C T

In order to determine the proper radiation doses to generate variability in the bean (Phaseolus vulgaris L.), two cultivars, ICTA Quetzal and ICTA Tamazulapa, were subjected to different treatments with Co 60 gamma rays. The adequate doses were determined on the basis of a 60 % reduction on the length of the epicotyl 14 days after planting, these were 24 and 27 krad and 25 and 27 krad for ICTA Quetzal and ICTA Tamazulapa respectively.

The M₁ generation was harvested in bulk and selection was practiced in the M₂ generation. The parameters that were included in the determination of potentially high yielding lines were the following: weight of 100 seeds, number of pods per plant, number of seeds per pod, days to flowering, days to physiological maturity and plant height. The characters flower color, pod color, seed color and growth habit were also recorded.

393 potentially high yielding lines were identified, these varied from 12 to 24 g/100 seeds, 10 to 46 pods/plant, 1 to 6 seeds/pod and height of 0.33 to 0.55 m. The time to harvesting was 72 days. All the plants had light purple flowers, indeterminate bushy growth habit and black colored seed. At harvesting, ICTA Tamazulapa had reddish brown colored pods and ICTA Quetzal light brown colored pods.

1. INTRODUCCION

En América Latina uno de los granos básicos que se constituye en fuente alimenticia para la población urbana y rural es el frijol (Phaseolus vulgaris L.). Al respecto, Bressani (1965), menciona que el frijol proporciona el 33% de la proteína diaria consumida, aportando aminoácidos esenciales que son deficientes en el maíz y en los demás cultivos amiláceos (4). En Guatemala a semejanza del maíz, el frijol es un cultivo que se siembra en todas las regiones del país, pero los rendimientos son bajos. Massaya (1981), reporta que el período de 1976 a 1981 el promedio nacional fue de solo 0.6 T/Ha. (12). Por otra parte, su bajo contenido de aminoácidos esenciales para la dieta humana, especialmente metionina y cisteína. Esto da la importancia de realizar investigaciones que permitan incrementar el rendimiento y la calidad proteíni ca en este cultivo. Esto es posible mediante el uso de mutaciones inducidas con rayos gamma Co 60 y otras formas.

Producto de la importancia investigativa, se realizó este estudio con el esfuerzo conjunto de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Dirección General de Energía Nuclear del Ministerio de Energía y Minas y el apoyo académico de la Agencia Internacional de Energía Atómica.

Las variedades evaluadas fueron: ICTA-Quetzal e ICTA-Tamazulapa. Estas variedades se escogieron por su pureza genética y ser resistentes o tolerantes a enfermedades y plagas. Se irradiaron las semillas en una fuente de Co 60., Dinarad 5L, en dosis de 0 a 30 Krad. a intervalos comprendidos alrededor del rango óptimo; menores y superior respectivamente. La siembra de los materiales se hizo en la Estación Experimental del ICTA, río de La Virgen, Jutiapa, formando dos lotes (una dosis en c/u), por variedad durante dos generaciones. El estudio se realizó en un período de campo de 7 meses.

2. HIPOTESIS

- 2.1 Existe diferencia significativa en la reducción del crecimiento que causan las diferentes dosis de radiación gamma Co 60 en las variedades de frijol.
- 2.2 Las dos dosis de radiación gamma Co 60 inducen variabilidad en el frijol común, siendo posible la selección de líneas con alto potencial de rendimiento.

3. OBJETIVOS

- 3.1 Determinar las dosis de irradiación gamma Co 60 adecuadas para generar variabilidad en dos variedades de frijol común.
- 3.2 Generar variabilidad en dos variedades de frijol común mediante el uso de radiaciones gamma Co 60.
- 3.3 Seleccionar en la generación M₂ familias con alto potencial de rendimiento.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 GENERALIDADES SOBRE LAS MUTACIONES INDUCIDAS:

En 1927, Muller observó que las progenies de Drosophila melanogaster provenientes de padres tratados con rayos X presentaban un mayor número de mutaciones que las progenies provenientes de padres sin tratar. En el mismo año, Stadler obtuvo tres tipos de mutaciones en progenies de cebada provenientes de plantas tratadas con rayos X: blanca virescente, y amarilla. Poco tiempo después de los descubrimientos de Muller y Stadler, investigadores europeos iniciaron estudios para aprovechar las mutaciones inducidas por rayos X en el mejoramiento de plantas de valor económico. Así, algunos investigadores suecos, encabezados por Gustaffson, lograron obtener mutaciones en cereales que fueron utilizados directamente en forma económica o bien sirvieron para trabajos de mejoramiento.

4.2 EFECTO DE RADIACIONES IONIZANTES:

Radiaciones ionizantes y no ionizantes son capaces de producir cambios en la composición genética de un organismo; las primeras producen su efecto por la ionización de las moléculas, debido a la eyección de partículas ionizantes en los tejidos que absorben esta clase de radiaciones. Estos átomos ionizados no son enviados al azar, sino agrupados en ondas cuya longitud depende tanto de la energía inicial de la partícula ionizada, como de su masa. Cuando los átomos de un tejido se ionizan por radiación, las moléculas, formadas por esos átomos, posiblemente sufren un cambio en su estructura química. Si esta molécula es un gene o parte de un gene y si este gene modificado se duplica, el resultado de tal cambio es una mutación. Las radiaciones no ionizantes producen su efecto al aumentar el nivel de energía de los átomos y las moléculas en los tejidos que absorben esta clase de radiaciones: este fenómeno es conocido con el nombre de excitamiento, pero su efecto es menos fuerte que el de las partículas ionizantes.

En las radiaciones ionizantes se encuentran los rayos X, alpha, beta y gamma. Los rayos X y los gamma son muy parecidos en sus cualidades, tienen un poder enorme de penetración, los rayos gamma poseen una longitud de onda de 0.001 mm. y han sido los más usados en pruebas para inducción de mutaciones.

La cantidad de radiación que recibe un tejido se mide en términos de unidades Roentgen designadas como unidades r. Una unidad r está representada por el número de ionizaciones por unidad de volumen de compuesto irradiado. Una dosis de unidades r no implica necesariamente determinado tiempo de exposición del tejido, pues la misma dosis puede ser aplicada con bajas intensidades de radiación, es durante un período prolongado, o la aplicación de la misma dosis puede hacerse con altas intensidades de radiación en un período más corto; por consiguiente, el efecto mutagénico de estas radiaciones es acumulativo, ya que un organismo que recibe cierto número de radiaciones en un largo período tiene la misma oportunidad de sufrir mutaciones que uno que reciba igual cantidad en corto tiempo.

La frecuencia de las mutaciones producidas por rayos X es proporcional a la dosis de radiación aplicada, o sea que a mayores dosis de unidades r, esta frecuencia será mayor. Esto ha dado base para concluir que un cambio específico es producido por una ionización individual.

Existen tres tipos de mutaciones que pueden producirse artificialmente por medio de radiaciones: mutaciones de los genes, mutaciones de los cromosomas, y mutaciones somáticas. Las primeras sólo pueden ser reconocidas por medio de métodos genéticos, en tanto que las producidas en los cromosomas pueden reconocerse por métodos citológicos y citogenéticos. Las mutaciones somáticas no ocurren en las células generativas, sino en cualquier otra célula de los tejidos, y no pueden transmitirse de una generación a otra, pues la única manera de perpetuarlas, en el caso de las plantas, sería por la reproducción vegetativa.

4.3 DOSIS Y ESTADO FISICO DE LA SEMILLA:

Es muy importante determinar las dosis óptima de irradiación para obtener un número elevado de mutantes sin perjudicar la vitalidad de la semilla. Parece que la irradiación produce inhibiciones, tales como disminución de la germinación y de la fertilidad en las plantas a partir de la R1; y si las dosis son muy elevadas, éstas pueden inhibir casi por completo la fertilidad y la germinación (Cuadro 1). Estos efectos dependen no solamente del tipo de radiación aplicada, sino también del estado fisiológico de la semilla en el momento del tratamiento. En cebada, los neutrones térmicos producen aberraciones cromosómicas y mayor número de mutaciones en los genes que los rayos X, aunque éstos producen mayor número de efectos letales.

En cuanto al estado fisiológico de la semilla, parece que su contenido de agua ejerce un efecto determinante en su sensibilidad a los tratamientos radioactivos; así, las semillas de cebada son más sensibles a la acción de los rayos X a medida que su contenido de agua aumenta (3).

Cuadro 1. Relación entre dosis de rayos X y fertilidad en la R1 en Cebada (Tomado de Fitogenética, Sánchez Monge (13)).

DOSIS r	POR CIENTO FERTILIDAD MEDIA	POR CIENTO PLANTAS FERTILIDAD NORMAL
0	96.1	100
500	94.2	92
1.000	92.8	80
2.500	91.8	74
5.000	82.0	36
7.500	75.2	22
10.000	75.6	12
15.000	68.7	10
20.000	61.9	2
25.000	58.8	1

r = Unidades Roentgen.

4.4 TRABAJOS REALIZADOS EN EL CULTIVO DEL FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) CON MUTACIONES INDUCIDAS:

Delgado (6), realizó un trabajo en frijol y utilizó los agentes mutagénicos siguientes: radiación gamma Co 60 y metanosulfonato de etilo (EMS), $C_2H_5SO_3H$.

La humedad de las semillas fueron estandarizadas a un 8.9 y 12.7 por ciento de humedad para las variedades Turrialba-1 y Porrillo, respectivamente.

Se determinó la dosis letal media (LD 50) para cada variedad con cada agente mutagénico. Para ésto, se trataron grupos de 100 semillas 24 horas después de iniciada la germinación, la cual se había llevado a cabo a una temperatura constante de 20°C, con dosis de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Kr. de radiación gamma y 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05 0.06 M de EMS. La LD₅₀ para radiación gamma fue de 3 Kr. y para EMS fue de 0.04 M.

Se estudió la frecuencia de mutaciones inducidas por radiaciones gamma y metanosulfonato de etilo (EMS) en diferentes estados de germinación de las semillas, y la selección de los mutantes que mostraron cambios de color del episperma.

En la segunda generación M₂ cuando las plántulas tenían dos semanas de edad, se hicieron observaciones sobre los distintos tipos de mutaciones que se habían producido y su frecuencia. Las plántulas con hipocótilo verde se transplantaron separadamente para estudiar el color de las semillas que producirían.

Entre los agentes mutagénicos utilizados, la frecuencia de mutaciones inducidas por EMS fue tres veces mayor que la inducida por rayos gamma. La relación entre el número de mutaciones morfológicas y cloróticas fue aproximadamente de 1:1.

La frecuencia de mutaciones en relación con la aplicación de los agentes mutagénicos, en los diferentes estados de germinación de las semillas de

frijol se incrementó aparentemente hasta las 24 horas de iniciada la germinación y luego aumenta paulatinamente hasta estabilizarse a las 72 horas de iniciada la germinación.

Pérez, Trujillo y Martínez (15), estudiaron diferentes caracteres del rendimiento (peso de grano por planta, peso de 100 semillas, número de vainas del primer nudo, del segundo nudo, etc., así como el número de vainas llenas totales), bajo dos tipos de selección (directa y al azar), en poblaciones de frijol en la tercera generación (M_3). Las semillas contenían diferentes porcentajes de humedad (9.1 y 20%) al momento del tratamiento mutagénico con diferentes dosis de radiación gamma (Co 60), 4, 12 y 20 Kr.

Los resultados más sobresalientes fueron: las dosis de 12 y 20 Kr. aplicadas a semillas con un contenido de humedad de 9.1% afectaron grandemente la germinación y sobrevivencia en el campo. Las varianzas genéticas para los diferentes tratamientos fueron mayores a medida que se incrementó el contenido de humedad.

De los estudios de correlación con el rendimiento, se encontró que el número de vainas del primero, segundo y tercer nudos, así como el número de vainas llenas totales (0.59, 0.42, 0.43 y 0.78, respectivamente) estuvieron correlacionados significativamente (1%). No se encontraron diferencias entre los tipos de selección estudiados.

Yankulov, Isasi y Abreu (21) estudiaron la sensibilidad y mutabilidad de dos variedades de frijol, fue establecido que existe correlación inversa entre las dosis y la supervivencia, y directa entre las dosis y el porcentaje de mutaciones clorofílicas con ambos mutágenos. Además, fue mostrada la existencia de una correlación inversa entre la supervivencia de las plantas M_1 y el porcentaje de mutaciones clorofílicas en M_2 . Se pudieron observar diferencias en la sensibilidad y mutabilidad de las variedades tratadas, así como una disminución de la efectividad mutagénica con el incremento de la dosis. Todo esto demuestra que la determinación de una correlación directa de la dosis con el porcentaje de mutaciones no quiere de

cir que se pueda aumentar indiscriminadamente la misma, para obtener un porcentaje mayor de mutaciones, ya que esto está en dependencia de la mayor o menor sensibilidad de las variedades empleadas y la menor efectividad de las dosis más altas.

Tulmann, Ando y Menten (20) reportan que la inducción de mutaciones en el mejoramiento de plantas puede ser mas eficiente si el material a ser utilizado presenta uniformidad al lado de buenas características agronómicas.

Se sabe que en el Brasil, muchos cultivares de frijol son constituídos por mezclas de varios genotipos. Por esta razón un método de selección individual estratificado con prueba de progenie, fue aplicado en 3 cultivares, antes de iniciarse su mejoramiento a través de inducción de mutaciones.

La selección en el cultivar Roxo resultó con dos líneas resistentes a roya, representando alto potencial de productividad.

La selección en los cultivares Carioca y Rosinha G₂ resultaron con líneas que presentaron una tendencia de producir más que el material original.

Las líneas seleccionadas están siendo utilizadas en trabajos de inducción de mutaciones.

Morales (14) reporta que semilla con 12% de humedad de cuatro variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.), Suchitán, Cuarenteño, Juatiapán y San Martín, fue expuesta a diferentes dosis de radiación gamma de Cobalto 60. Las M₁ (semilla irradiada) fueron sembradas en 1982 usando diseños de bloques al azar con 4 repeticiones para Suchitán y Cuarenteño y con 5 para Juatiapán y San Martín. Se analizó el efecto de radiación en las generaciones M₁, M₂ y M₃. Se generaron mutaciones en varias características, tales como días a floración, hábito de crecimiento, color de la vaina, textura y tamaño de hoja y contenido clorofílico. Se determinó que las dosis con la producción más alta de mutaciones fueron aquellas entre 15 y 20 Krad. (14, 17, 18).

Guerra (10) utilizó Metano sulfonato de etilo (EMS) 0.06 durante seis horas en 6 cultivares de frijol. Se encontraron diferencias en la sensibilidad al EMS entre los cultivares. Se indujeron mutaciones de color de semilla en sólo cuatro de los seis cultivares estudiados. Los mutantes obtenidos han sido de color blanco amarillento, pardo, pardo amarillento, pardo grisáceo y negro con mancha blanca. Los resultados dan una idea de la frecuencia de mutaciones de color de semilla que se pueden obtener con este método. Las mutaciones de color de semillas obtenidas son de carácter recesivo y monogénicas, transmitidas en forma mendeliana simple. Los mutantes de semilla de color blanco son consecuencia de la mutación del gen P, que determina presencia o ausencia de coloración. Los genes que condicionan el color de la semilla, probablemente se encuentran ligados a los genes que gobiernan diferentes características de coloración de la planta, tales como el color del hipocótilo. El cambio de color de la semilla por medio de mutaciones es estable y se logra en sólo dos generaciones. Los mutantes obtenidos conservan sin alteración las demás características de los cultivares originales.

En frijol (Phaseolus vulgaris L.) se han hecho ensayos en los Estados Unidos con rayos X y rayos gamma para la inducción de mutaciones con algunos resultados satisfactorios.

La variedad Sanilac fue obtenida en Michigan mediante un cruzamiento de las variedades Robust y Early Prolific con tratamiento de rayos X en la F2. Se obtuvo una modificación en el hábito de crecimiento al cambiar el hábito semi-voluble por el arbustivo. Genetistas de la Universidad de Cornell han logrado inducir cambios de color en la semilla (café a blanco), lo mismo que cambios fundamentales en el hábito de crecimiento de esta planta.

Se investigaron los efectos de los rayos X en granos de semilla, sin germinar o en estado de germinación de la variedad de frijol Michelile, sobre diferentes tipos y proporción de mutaciones producidas en ella. Una cantidad de semilla uniforme, previamente seleccionada, fue dividida en tres grupos: en el primero se trataron semillas sin germinar; en el segundo y

tercer grupo, las semillas fueron tratadas, respectivamente, 18 y 36 horas después de iniciada su germinación. Las dosis usadas fueron: 2.160, 6.500 13.000 y 26.000 unidades r; en la primera generación se observó que algunas de las plantas que germinaron no produjeron yemas apicales y murieron al poco tiempo; algunas plantas aparentemente sanas también murieron poco tiempo después de germinadas. Las plantas provenientes de los grupos segundo y tercero, exhibieron un mayor número de individuos anormales, observándose también que los tratamientos con altas dosis produjeron plantas de crecimiento y maduración retardados. En la R_1 se observaron muchos cambios. Los tipos mutantes se clasificaron en cuatro grupos: en el primero, las plantas murieron tan pronto como emergieron; este grupo estaba compuesto de plántulas amarillas y plántulas blancas que carecían por completo de pigmentación. El segundo grupo estaba compuesto de plantas que vivieron solamente una semana y que presentaban coloración verde clara y hojas cotiledonares o trifoliare amarillas. En el grupo tercero las plantas completaron su período vegetativo, pero presentaban una apariencia enana, con una coloración de las hojas que variaba del verde claro al verde oscuro, de formas angostas y alargadas, de consistencia coriácea, y en algunos casos con mayor número de folíolos. El cuarto grupo, que también completó su período vegetativo, fue de apariencia normal en cuanto al tamaño de las plantas; pero en algunas las hojas cotiledonares eran amarillas en tanto que las trifoliare eran de color verde claro o verde oscuro; otras plantas mostraban apariencia mosaicada, con hojas largas, angostas y con cierto grado de susceptibilidad a la roya

En general, se observó que entre grupos mutantes el 67 por ciento exhibieron anomalías clorofílicas, y que el porcentaje de mutaciones en la R_2 aumentaba a medida que el período vegetativo fue mayor en la R_1 .

Con el fin de tratar de obtener mutaciones por resistencia a enfermedades, se hizo irradiar, en los Estados Unidos, semilla de las principales variedades comerciales de frijol (Phaseolus vulgaris L.). En la variedad Algarrobo se buscaba resistencia a la mancha angular (Isariopsis griseola Sacc.) en Panameño, resistencia a la roya (Uromyces phaseoli typica Arth.) y mancha angular, lo mismo en las variedades Estrada Rosado y Sangretoro.

En todas se esperaban formas mutantes resistentes al marchitamiento bacterial (Pseudomonas phaseolicola Dows., y Xanthomonas phaseolicola Dows.) y superiores a la variedad original por alguna cualidad agronómica (3).

Mediante la irradiación de semillas de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) de la variedad S-182N, con una dosis aguda de radiación gamma procedente de una fuente de cobalto-60 se indujo en la generación R_1 un mutante llamado mosaico amarillo. Este mutante fue aislado en las pruebas subsecuentes de su progenie. Este mutante presenta en las hojas primarias y las compuestas, un moteado amarillo, cuya apariencia es muy similar a los síntomas provocados por el virus del mosaico amarillo del frijol. Este mutante no produce flores y por lo tanto es estéril. Los estudios genéticos revelaron que el mutante es un carácter recesivo que se hereda en una proporción mendeliana simple. No hubo diferencia en la producción de semillas entre las plantas homocigotas normales y las heterocigotas (13).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 LOCALIZACION DE LOS EXPERIMENTOS:

Los experimentos se localizaron en dos lugares:

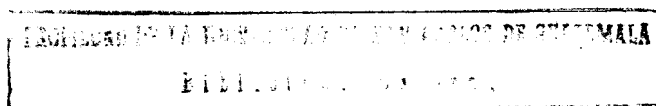
5.1.1 Centro Experimental de Agronomía:

Localizado en los campos de la Ciudad Universitaria, zona 12 de Guatemala. Se encuentra una Latitud de 14°35'11" y Longitud de 90°31'18" y altitud de 1502 msnm. Tiene una temperatura promedio anual de 18.7°C. Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo. El suelo es a partir de ceniza volcánica el horizonte "A" tiene un espesor de 25 centímetros y es labrado y tiene un horizonte "v" cámbrico. El suelo de la región presenta una capacidad de retención alta, con un contenido moderado de materia orgánica y una adecuada fertilidad. El área está comprendida con una pendiente de 5 a 30%.

5.1.2 Centro Experimental de Jutiapa-ICTA:

A una altura de 900 msnm, temperatura promedio anual de 24°C, precipitación media anual de 1100 mm. La región se encuentra en la zona de vida Bosque muy húmedo subtropical (templado). Según Simons, los suelos se encuentran en el grupo de suelos de la Altiplanicie Central, que se clasifican en la serie de suelos Culma, son moderadamente profundos, bien drenados, desarrollados sobre lahar márico, en un clima seco. El suelo superficial, a una profundidad alrededor de 20 centímetros es franco arcilloso friable de color café oscuro. El pH es alrededor de 6.5, es decir ligeramente ácido a neutro.

El subsuelo superior, a una profundidad alrededor de 35 centímetros es franco arcilloso café rojizo oscuro que tiene muchas piedras. El pH es alrededor de 6.0, es decir mediana a ligeramente ácido (18).



5.2 MATERIALES:

Se emplearon variedades comerciales de frijol, cultivadas en la región oriental de Guatemala.

Las variedades son:

5.2.1 ICTA-Tamazulapa:

Variedad mejorada por el ICTA. Hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, con guía corta y larga, en zonas bajas. Las flores son de color púrpura y las vainas de color morado cuando maduras y de café rojizo a la cosecha. Resistencia moderada al Mosaico Dorado, Mosaico común y a la roya; tolerante al ataque del picudo de la vaina y a insectos del género *Empoasca*, vectores de enfermedades viróticas.

5.2.2 ICTA Quetzal:

Orientado a la obtención de Mosaico Dorado - tolerante a Mosaico común y Moteado clorótico. Alcanza su madurez fisiológica a los 72 días después de la siembra, tiene flores color lila, hábito de crecimiento II, es decir indeterminado arbustivo y vainas color verde. El número de vainas por planta, en promedio, es de 16 con 6.4 semillas/vaina.

5.3 METODOLOGIA:

El estudio se dividió en 3 partes.

5.3.1 Primera Etapa:

Determinación de la dosis adecuada de radiación:

5.3.1.1 Procedimiento:

Se realizó en las instalaciones del invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a una elevación de 1502 msnm., en donde se hizo lo siguiente:

- a. Se irradiaron las dos variedades de frijol por separado a razón de 0, 12, 15, 18, 21, 24, 27 y 30 Krad. El

pués de la irradiación colocando dos granos por postura, con distancias de 0.4 m. entre surcos y 0.15 m. entre plantas en la primer quincena de febrero-1987. Cada lote estuvo formado de 60 surcos de 4 m. de largo, se dejó 1 m. de espacio entre lotes. A efecto de ver diferencias entre los mutantes (M_1) y la variedad original, se sembraron 8 surcos sin dosis de irradiación intercalados en cada lote de las dos variedades de frijol.

- Fertilización:

Se aplicaron 132 Kg/Ha. de 16-20-0, colocado en bandas bajo la semilla y 9-9-7 (2.86 lt/Ha), aplicado al foliaje.

- Control de malezas:

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

- Control de plagas y enfermedades:

Se efectuaron 5 aplicaciones intercaladas con Metamidophos (Taron 600 SL) y Demeton Methyl (Metasistox R-500 SL) + Parathion Metílico (Folidos), a los 15, 25, 35, 45 y 55 días después de la siembra, respectivamente, para el control de las siguientes plagas Agromyza sp., Bemisia sp., Apion godmani. Para el control de enfermedades se usó Mancozeb (Dithane M-45) y Propineb (Antracol), en los intervalos mencionados anteriormente.

- Riegos:

El experimento se inició en época seca y se aplicaron riegos durante todo el ciclo del cultivo a frecuencias de 8 días.

- Cosecha:

Esta se realizó en la segunda quincena del mes de mayo. Entre las plantas irradiadas que sobrevivieron se seleccionaron 157 de la variedad Tamazulapa y 273 de la variedad Quetzal para toma de datos, el resto se cosechó masalmente.

- Variables estudiadas:

En la toma de datos se realizó un muestreo por lote de 100 plantas marcadas en madurez fisiológica. A estas plantas se les tomaron los siguientes datos:

- a. Altura total en la cosecha: expresada en cms.
- b. Número de nudos: se tomaron en la cosecha
- c. Hábito de crecimiento: se tomaron en el momento de la cosecha y se clasificaron en base a las normas del CIAT:

Tipo I Arbustivo-determinado

Tipo II Arbustivo-indeterminado

Tipo III Postrado-indeterminado

Tipo IV Trepador-indeterminado

- d. Número de vainas por planta
- e. Número de semillas por vaina.

En cada d6sis se determinará:

- Número de plantas sobrevivientes, tomado a la cosecha.
- Quimeras clorofílicas: número de plantas cloróticas por tratamiento, total o parcialmente.
- Porcentaje de emergencia: tomado a los 12 días después de la siembra.

- Análisis de la Información:

Se realizó un muestreo en floración para marcar cien plantas por lote y tomarles los datos. Se llevó un registro de plantas diferentes a la variedad original en base a la media de número de vainas por planta, color de tallo, forma del tallo, lámina foliar, ángulo de las ramas y forma de las hojas. Todas las plantas que sobrevivieron a la cosecha fueron seleccionadas excepto aquellas susceptibles a plagas y enfermedades.

5.3.3 Tercera Etapa:

Determinación de las familias con alto potencial de rendimiento en la generación M₂:

5.3.3.1 Procedimiento:

Con la semilla que obtenida de la generación M_1 se formó un compuesto balanceado o mezcla mecánica separado por dosis y variedades. Esta semilla M_2 provino de 157 plantas de la variedad Tamazulapa y 346 plantas de la variedad Quetzal.

5.3.3.2 Manejo del experimento:

- Preparación del terreno:
Se aró, rastreó y surqueó mecánicamente.
- Siembra:
Se realizó a principio de junio. La siembra consistió en colocar una semilla por postura a 0.4 m. entre surcos y 0.15 m. entre plantas, cada lote se formó de 98 surcos de 4.5 m. de largo de los cuales 10 se sembraron intercalados de la variedad original.
- Fertilización:
Se aplicaron 195 Kg/Ha. de 16-20-0 al momento de la siembra en forma de bandas laterales bajo la semilla y 9-9-7 (2.86 lt/Ha.), aplicado al follaje.
- Control de malezas:
Se hizo en forma manual, efectuando 3 limpiezas, a los 15, 30 y 50 días después de la siembra.
- Control de plagas y enfermedades:
Se hicieron 5 aplicaciones intercaladas con Matemidophos (Tamaron 600 SL) y Demeton Methul (Metasistox R-500) + Parathion Metílico (Folidol), en igual intervalo que la generación M_1 , para el control de las siguientes plagas: Diabrotica sp., Bemisia sp., Apios godmani. Para el control de enfermedades se aplicó Hidróxido de cobre (Cupravit) y Propineb (Antracol), con las aplicaciones de insecticidas.
- Riegos:
La generación M_2 se sembró en época de lluvia y únicamente se realizó un riego de auxilio al cultivo en el período de canícula comprendida en los meses de julio y agosto.

- Cosecha:

Se realizó en la primer quincena de agosto. Se seleccionaron y cosecharon individualmente 100 plantas por lote (dosis), en plena competencia para mayor rendimiento e igual número para menor rendimiento, es decir 400 plantas por cada variedad.

- Variables estudiadas:

A las plantas seleccionadas se les tomaron los siguientes datos:

a. Habito de crecimiento:

- Tipo I Arbustivo determinado
- Tipo II Arbustivo-indeterminado
- Tipo III Postrado-indeterminado
- Tipo IV Trepador-indeterminado

b. Color predominante de la flor: siempre bajo la clasificación del CIAT:

- Tipo I Lila
- Tipo II Blanca
- Tipo III Rosada
- Tipo IV Blanca con aristas lila

c. Altura de planta en la cosecha en la misma forma que para M_1 , expresada en cms.

d. Color de la vaina madura:

- 1. Crema
- 2. Morado
- 3. Café
- 4. De dos colores (especificar)

e. Número de vainas por planta

f. Número de semillas por vaina

g. Color de la semilla:

- 1. Negra
- 2. Blanca
- 3. Roja
- 4. Otro.

h. Peso de 100 semillas en gramos

i. Precocidad: días a floración y días a cosecha (50 % población en floración días a floración).

- Análisis de la información:

Los datos tomados a las plantas seleccionadas para evaluar mayor y menor rendimiento, fueron sometidos a un análisis de frecuencias, para establecer el comportamiento de las variables cuantitativas y la ocurrencia de mutantes con caracteres diferentes a las variedad original.

6. DISCUSION E INTERPRETACION DE RESULTADOS

6.1 DETERMINACION DE LA DOSIS ADECUADA DE RADIACION:

Los trabajos realizados sobre mutaciones inducidas con rayos gamma Co-60 en frijo, reportan que la dosis de radiación adecuada es aquella que reduce el 50-60% del crecimiento de la planta (difiere en cada variedad), y por ser ésta la que produce mayor frecuencia de mutaciones favorables para trabajos de fitomejoramiento.

Cuadro 2. Tabla de valores del porcentaje de epicotilo bajo diferentes dosis de radiación:

DOSIS KRAD.	TAMAZULAPA PORCENTAJE EPICOTILO	QUETZAL PORCENTAJE EPICOTILO
0	100	100
12	85.2	83.0
15	81.4	73.5
18	77.6	71.7
21	73.8	62.3
24	54.9	54.7
27	49.2	39.6
30	24.6	35.8

Los valores presentado en el cuadro 2, se procesaron en la computadora mediante los modelos siguientes: lineal, logarítmico, geométrico, cuadrático, raíz cuadrada y gamma. De lo cual se determinó que el mejor modelo al que se ajustaron los datos fue el modelo cuadrático que presentó los siguientes parámetros:

	<u>Tamazulapa</u>	<u>Quetzal</u>
F calculada	22,136.2656	75,348.6410
Correlación	0.98285	0.99422
Determinación	0.96600	0.98847

Ecuación del modelo cuadrático:

$$Y = b_0 + b_1 * X + b_2 * X^2$$

$$\text{Var. Quetzal } y = 99.9445 + (-0.9586) * X + (-0.0414) * X^2$$

$$\text{Var. Tamazulapa } y = 98.2983 + 0.3864 * X + (-0.0888) * X^2$$

En base a estas ecuaciones se construyó la tabla de valores que se presenta en el cuadro 3, en donde se observa que el valor para 0 Krad (variedad original), le corresponde un 99.94 % (Quetzal) y 98.29 % (Tamazulapa), que es el porcentaje de epicotilo en plantas no irradiadas, la dosis de 30 Krad redujo 66.07 y 70.03 % de epicotilo en Quetzal y Tamazulapa, respectivamente.

En la figura 1, se observa que a medida que la dosis de radiación aumenta la longitud del epicotilo se reduce. A un 50% la longitud de epicotile le corresponde una dosis de radiación teórica calculada de 25 Krad. De este criterio se partió para elegir las dosis adecuadas de 24 y 27 Krad., para ser usadas en la variedad Quetzal.

En la figura 2, se observa que la relación entre dosis (Kilorads), y longitud de epicotilo es inversamente proporcional, es decir que guarda similitud con lo discutido en la figura 1. En este caso se determinó que en el 50% de longitud de epicotilo la dosis de radiación teórica calculada es de 26 Krad. De lo cual se eligieron dos dosis adecuadas de 25 y 27 Krad., para utilizar en la variedad Tamazulapa.

Cuadro 3. Tabla de valores del porcentaje de apicotilo bajo diferentes dosis de radiación, en base al modelo cuadrático.

KRAD. X	PORCENTAJE EPICOTILO QUETZAL Y	PORCENTAJE EPICOTILO TAMAZULAPA Y
0	99.94	98.29
1	98.94	98.59
2	97.86	98.71
3	96.69	98.65
4	95.45	98.42
5	94.11	98.01
6	92.70	97.41
7	91.20	96.45
8	89.63	95.71
9	87.96	94.58
10	86.21	93.28
11	84.39	91.50
12	82.48	90.15
13	80.49	88.31
14	78.41	85.30
15	76.25	84.11
16	74.01	81.75
17	71.62	79.20
18	69.28	76.48
19	66.78	73.58
20	64.21	70.51
21	61.56	67.25
22	58.82	63.82
23	55.99	60.21
24	53.09	56.42
25	50.10	52.45
26	47.03	48.32
27	43.88	43.99
28	40.65	39.49
29	37.33	34.82
30	33.93	29.97

FIGURA 1: DETERMINACION DE LA DOSIS ADECUADA
DE RADIACION (60%) VAR QUETZAL

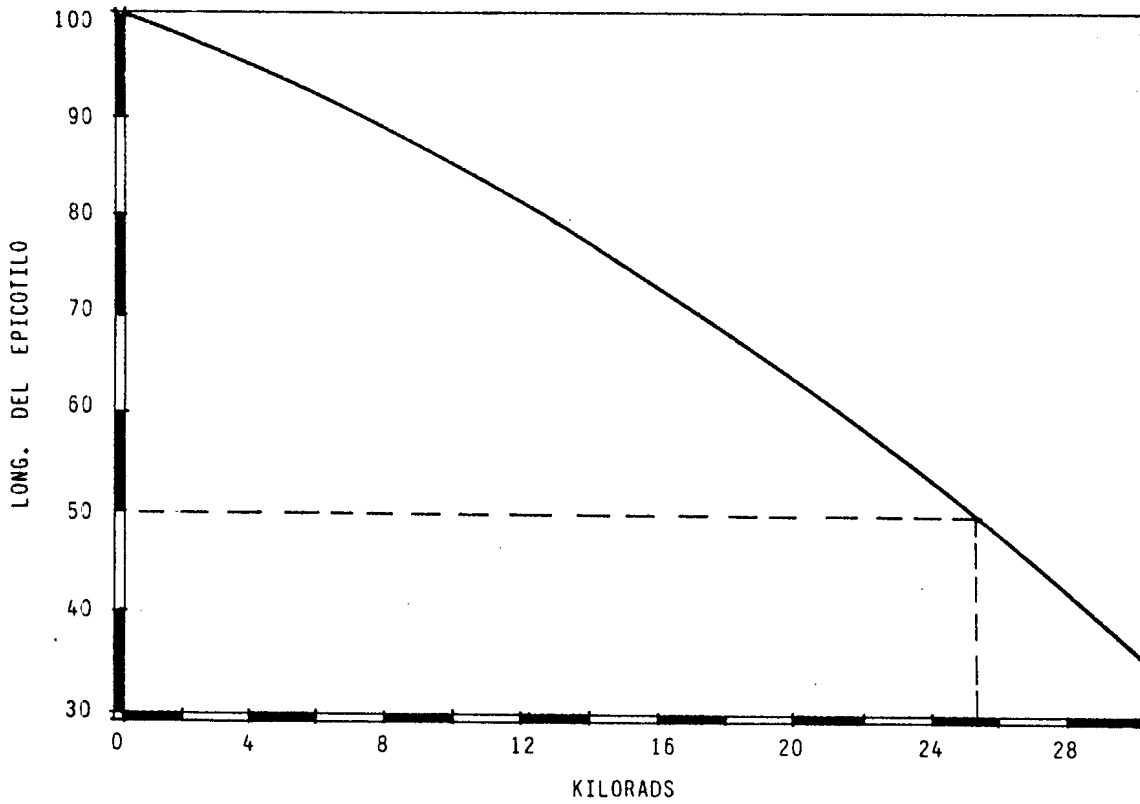
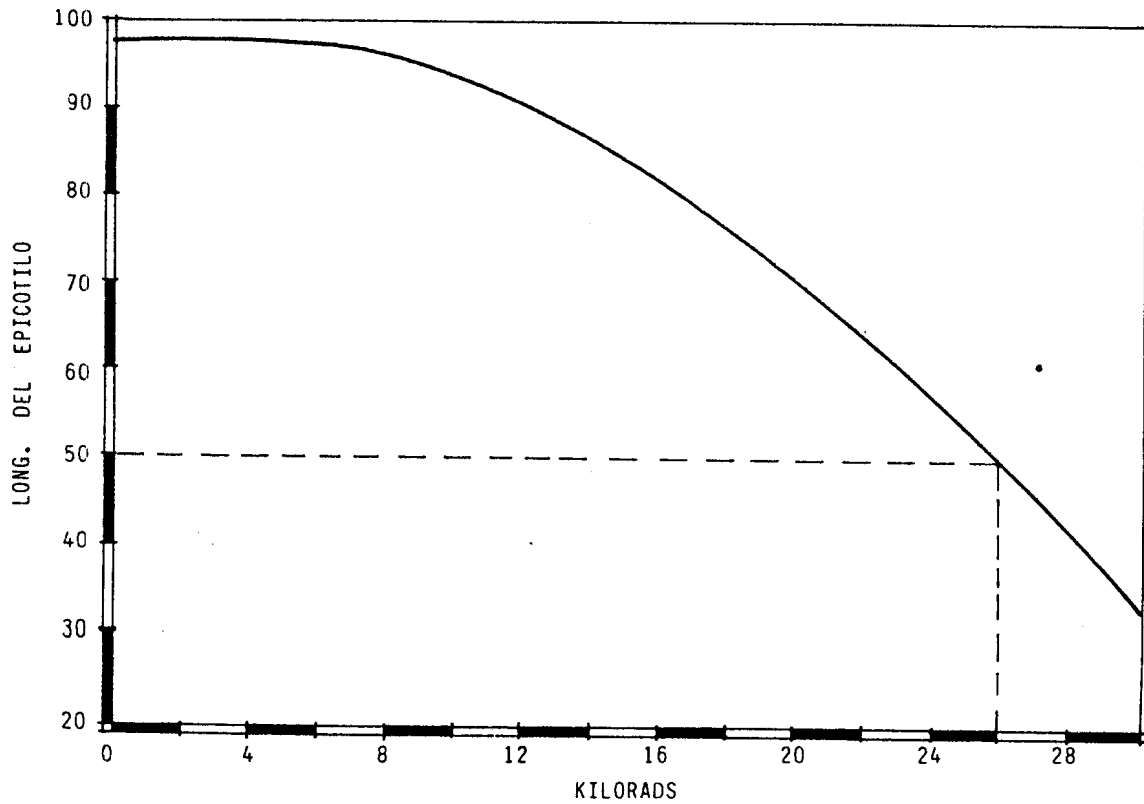


FIGURA 2: DETERMINACION DE LA DOSIS ADECUADA
DE RADIACION (60%) VAR TAMAZULAPA



6.2 SELECCION DE PLANTAS QUE PRESENTEN MAYOR VARIABILIDAD EN LA GENERACION M_1 :

6.2.1 Rendimiento:

Los datos presentados en el cuadro 4, referentes al rendimiento, se observa que el mayor rendimiento lo presentaron las plantas irradiadas respecto a la variedad original. En la variedad Quetzal, la variable número de vainas por planta, fluctuó entre 18 a 21 para las dosis de 27 y 24 Krad., respectivamente; mientras que la variedad original presentó entre 14 y 15 vainas por planta. La variedad Tamazulapa osciló entre 20 a 25 vainas por planta para las dosis de 27 y 25 Krad., respectivamente; mientras que la original presentó de 12 a 15 vainas por planta.

La variable número de semillas por vaina para las dos variedades fue menor en las plantas irradiadas con un rango de 1 a 5 semillas por vaina, y en las variedades originales con un rango de 3 a 6 semillas por vaina (cuadro 4.).

Los resultados del rendimiento estuvieron influenciados por la competencia inter e intra específica, como resultado de la muerte y sobrevivencia de las plantas irradiadas.

El número de semillas por vaina como era de esperarse, al ser irradiada la semilla con dosis altas, se producen mayor cambio al ADN, bajando su promedio marcadamente las dosis de 24 y 27 Krad. (17).

6.2.2 Efectos Anatómicos y Fisiológicos:

La emergencia en las plantas irradiadas osciló entre 40 a 60% para las dosis de 27 a 24 Krad., respectivamente, es decir un DL 60-DL 40 que fue mas o menos similar al obtenido en la fase de invernadero referido a la reducción del crecimiento en un 60% de las plantas irradiadas.

Las plantas irradiadas mostraron en las hojas cotiledonares una re-

ducción del crecimiento y deficiencia de clorofila presentando una textura áspera a rugosa en relación a la variedad original. Conforme las plantas se desarrollan se manifiestan deformaciones en los primeros folíolos que van desde alargamientos de las láminas foliares semejan-do hojas lanceoladas hasta formas ovoidales que superan el tamaño de los folíolos en plantas no irradiadas. Tales deformaciones se dan por estar presente en menor o mayor cantidad las hormonas reguladoras de crecimiento (auxinas y giberelinas), condicionado por el efecto inicial de la dosis de irradiación. A medida que la planta se recupera de los efectos subletales y letales causados por la radiación, su crecimiento y desarrollo foliar se estabiliza en igual forma que la variedad original. La altura registrada en madurez fisiológica en plantas irradiadas presentó una media de 41.3 cm. para la variedad Quetzal (original 37.3 cm.), es decir no se presentó una diferencia significativa en la cosecha (cuadro 4.).

En cuanto a floración las plantas irradiadas fueron más tardías en las dosis de 27 Krad., observándose un intervalo de 8 a 10 días después del período de floración de las variedades originales.

Las variaciones del color se presentaron en las hojas cotiledonares deficientes en clorofila, en algunas plantas se observó un verde oscuro 10 GY 3/2 (Musell), y la variedad original 5 GY 4/4 (Musell, (4)). Las flores, vainas y tallos no presentaron variaciones en color respecto a la variedad original. El hábito de crecimiento para las dos variedades no presentó variación considerable, pues solo un caso tipo IV se encontró en la variedad Quetzal (27 Krad.).

La sobrevivencia de las plantas irradiadas a la cosecha fue de 15% en la variedad Tamazulapa y 34% para la variedad Quetzal. Los resultados registrados en la emergencia de las plantas irradiadas fueron decreciendo conforme el desarrollo de las plántulas, pues la presencia de hongos del suelo afectó la sobrevivencia de las mutantes M_1 , al ser más susceptibles que las variedades originales (cuadro 4.).

Cuadro 4. Resumen de las características cuantitativas observadas en las variedades Quetzal y Tamazulapa. Generación M_1 .

CARACTERISTICA	VARIEDAD	MEDIA	ORIGINAL
No. semillas por vaina	Quetzal	2.8	4.7
	Tamazulapa	2.5	4.4
No. vainas por planta	Quetzal	19.9	14.2
	Tamazulapa	22.9	13.8
Altura a cosecha	Quetzal	41.3	39.4
	Tamazulapa	36.5	37.3
Sobrevivencia a cosecha	Quetzal	34%	100%
	Tamazulapa	15%	100%

6.3 DETERMINACION DE LAS FAMILIAS CON ALTO POTENCIAL DE RENDIMIENTO EN LA GENERACION M_2 :

6.3.1 Rendimiento:

La selección de las plantas consideradas en la segunda generación M_2 fue dividida en dos grupos, así:

Mayor rendimiento: Aquellas plantas que presentaron el mayor número de vainas por planta y otras características agronómicas deseables, entre éstas buena ramificación, resistencia a plagas y enfermedades y que además estuvieran en plena competencia.

Los datos de rendimiento obtenidos en la generación M_2 presentan una distribución normal similar a una forma de campana que es típico de las variables cuantitativas. En las gráficas 3 y 4 se observa que las mutantes presentan mayor variabilidad respecto a la variedad original, al relacionar ambas curvas se nota que el desplazamiento de la gráfica de las plantas irradiadas es por arriba y abajo de los valores de la media general, esto hace posible seleccionar líneas con alto rendimiento.

FIGURA 3: Distribución de los valores de número de vainas por planta en mutantes y originales var. Quetzal.

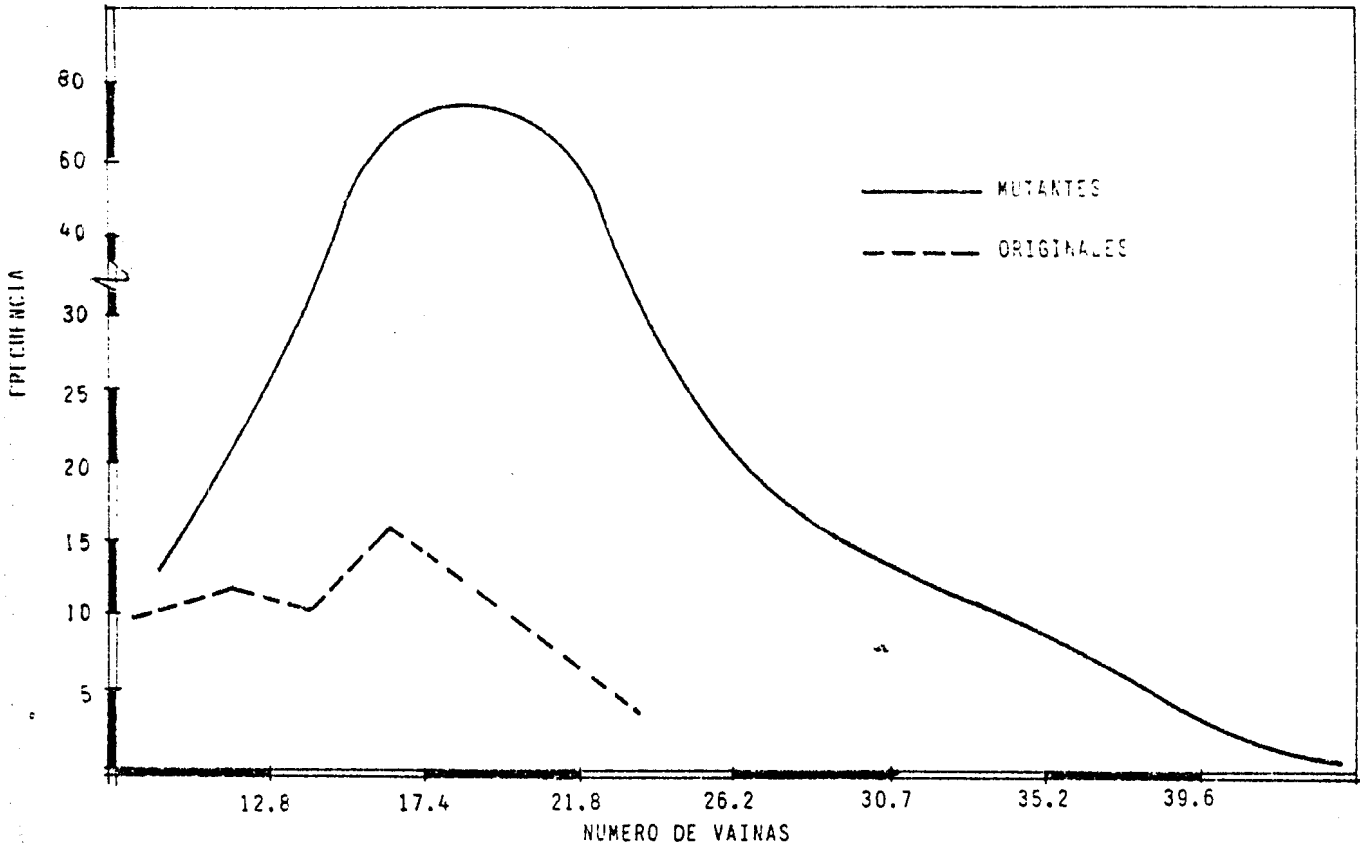
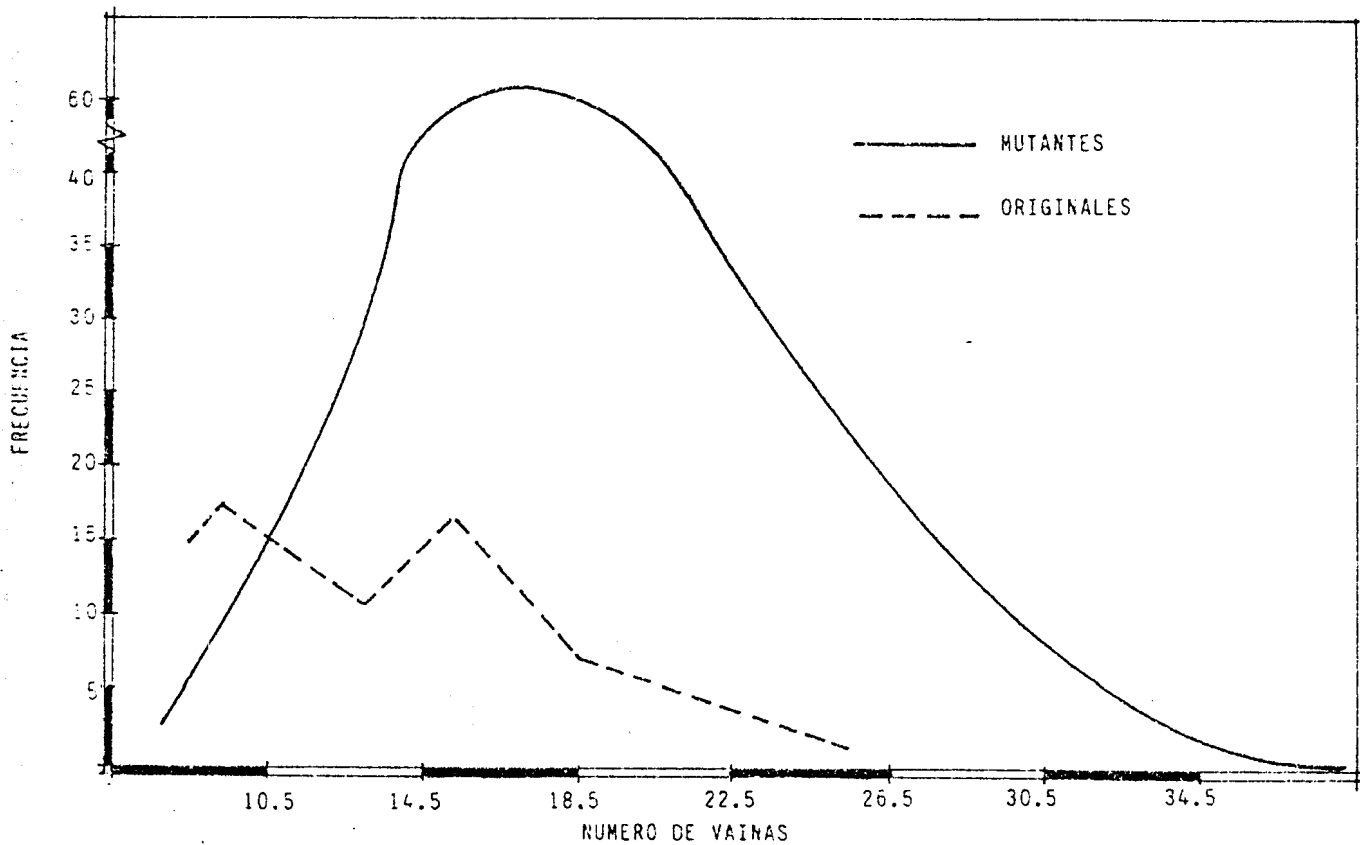


FIGURA 4: Distribución de los valores de número de vainas por planta en mutantes y originales var. Tamazulapa.



Respecto a los componentes primarios de rendimiento, peso de 100 semillas, número de vainas por planta y número de semillas por vaina los datos reportan diferencias significativas para dichas variables (cuadro 5.)

Para el carácter peso de 100 semillas el rango de variabilidad de los mutantes fue de 12.2 gr. a 24.3 gr. y la variabilidad registrada en originales presentó un rango de 16 a 19 gr., la media general para mutantes y original fue de 17 gr.

En relación a la variable número de vainas por planta la variabilidad registrada en las plantas irradiadas fue mayor con un rango de 10 a 46 vainas y una media de 19 vainas por planta. El rango de las originales fue de 8 a 26 vainas con una media de 14 vainas por planta.

Cuadro 5. Resumen de las características cuantitativas de la segunda generación M₂

CARACTERISTICAS	VARIEDAD	MEDIA	ORIGINAL
No. semillas por vaina	Quetzal	4.07	4.7
	Tamazulapa	3.76	4.4
No. vainas por planta	Quetzal	21.13	14.8
	Tamazulapa	18.91	13.78
Peso 100 semillas	Quetzal	18.18	17.0
	Tamazulapa	17.87	16.9
Altura de planta	Quetzal	43.18	39.4
	Tamazulapa	40.53	37.3

En cuanto al número de semillas por vaina las mutantes presentaron un rango de 1 a 6 semillas y las variedades originales 3 a 8 semillas por vaina, con una media general para mutantes de 4 y original de 5 semillas por vaina. Estos resultados concuerdan con los reportados.

tados por otros autores (Scossiroli, 1965; Brock, 1965; Trujillo y Ríos 1972), Scossiroli señala al respecto, que la disminución de las medias en M_2 se debe a la presencia de factores letales y subletales inducidos en los diferentes caracteres y que a través de las generaciones y mediante la autofecundación y selección son eliminados expresándose en esta forma los cambios positivos (15).

Al relacionar los componentes primarios de rendimiento en las plantas seleccionadas podemos observar en el cuadro 6 que el rendimiento estimado en Kg/Ha presenta un decremento cuando el número de vainas se incrementó de 26 a 40 (planta No. 10 y 99), pero en otro caso el rendimiento fue similar cuando el número de vainas se incrementó de 19 a 31 (planta No. 65 y 94), en ambos casos el número de semillas por vaina y peso de 100 semillas fue diferente.

De estos resultados se deduce que el mayor rendimiento se obtuvo cuando se incrementó el número de semillas por vaina y el peso de 100 semillas.

Cuadro 6. Plantas con alto potencial de rendimiento en la generación M_2

Nc. DE PLANTA	No. DE VAINAS	SEMILLA/VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg/Ha.
i 65	29	4.7	19.8	4498
79	30	2.6	16.8	2184
86	29	5.2	19.2	4825
94	31	4.1	21.6	4576

+ 10	26	5.1	16.6	3669
49	39	2.5	20.8	3380
57	43	3.2	19.8	4541
60	46	3.9	17.8	5322
99	40	2.0	19.8	2613

i Tamazulapa (Cuadro 8 del apéndice)

+ Quetzal (Cuadro 10 del apéndice)

Menor rendimiento: Las plantas que presentaron diferencias visibles respecto a la variedad original como por ejemplo, deformaciones en las hojas, hábito de crecimiento diferente al tipo II, cambios de color en hojas, tallo y flores, precocidad, etc., existió otro grupo de plantas que estuvieron en plena competencia pero con un número menor de vainas por planta en relación al resto de mutantes en una misma entrada. Esto se basó en otros trabajos en los cuales se ha determinado que en esta generación; a un menor rendimiento le corresponde un mayor contenido de proteína en el grano.

6.3.2 Efectos Anatómicos y Fisiológicos en la Generación M₂:

El grupo de plantas seleccionadas para menor rendimiento presentó una variabilidad en los caracteres cualitativos. En la variedad Quetzal en las dosis de 27 Krad. se encontraron plantas precoces con inicio de floración de 28 a 35 días (original 40 a 45 días), y en 24 Krad. se observó menor frecuencia de precocidad (cuadro 7).

En la variedad Tamazulapa la floración de plantas irradiadas fue dentro del período normal de la variedad original 38 a 40 días.

En el período de floración se encontró una planta con flores pequeñas (un medio del normal), en la variedad Quetzal (24 Krad). En la variedad Tamazulapa (27 Krad) se encontró una mutante con flores morado claro y en la cosecha presentó semillas de color bayo.

Según Delgado, el cambio de color de las semillas de negro a blanco se puede deber: a) ausencia del gen básico (primario) P de pigmentación, con o sin la presencia de los genes complementarios; y b) presencia del gen P y pérdida de los genes complementarios (23). Entre estas posibilidades, la que tiene mayor probabilidad de ocurrir fue la primera, porque es menor probable que en forma simultánea todos los genes complementarios cambien a su forma recesiva.

El cambio de color de las semillas de negro a bayo, obviamente se

debió a la ausencia de ciertos genes complementarios, pero siempre con la presencia del gen P (6).

El siguiente aspecto a considerar es que un grupo de 8 plantas irradiadas, con deformaciones en todos los folíolos presentaron escasas flores pero sin formación de vainas y otras del mismo grupo no formaron flores, esto debido a la presencia de factores letales.

Se encontraron mutantes con hábitos de crecimiento del tipo I y IV, las deformaciones en las hojas variaron desde hojas fusionadas con apariencia de hojas con doble nervadura central a hojas arrugadas de textura áspera, y plantas cloróticas con floración tardía observándose la mayor frecuencia en 24 Krad. La formación de estos mutantes se ha reportado que se deben a cambios en el material extra nuclear o citoplasmática (17, 18, 3). (Cuadro 7).

En cuanto al tamaño de las plantas, en 24 Krad. de la variedad Quetzal tanto su follaje como altura presentó mayor desarrollo que la variedad original. Sin embargo, en aquellas plantas que presentaron deformaciones en las hojas y deficiencias en clorofila, fueron más pequeñas y menos desarrolladas respecto a las variedades originales. (Apéndice cuadros 12 a 15).

Cuadro 7. Resumen de las características cualitativas observadas en las variedades Quetzal y Tamazulapa. Generación M_2 .

CARACTERÍSTICA	QUETZAL		TAMAZULAPA	
Dosis Krad.	24	27	25	27
Hojas diferentes	9	4	7	4
Hábito tipo I	3	-	-	1
Hábito tipo IV	1	1	-	-
Clorofilicas	4	-	1	1
Flor morado claro	-	-	-	1
Precocidad	2	22	1	-
TOTAL:	19	27	9	7

7. CONCLUSIONES

- 7.1 De la fase de invernadero se concluye que se logró determinar en base a la reducción del crecimiento de epicotilo en las plántulas, las dosis adecuadas de radiación gamma Co-60 para generar variabilidad. En la variedad Quetzal fueron 24 y 27 Krad. y en Tamazulapa 25 y 27 Krad.
- 7.2 En las generaciones M_1 y M_2 se presentó una variabilidad en los caracteres cuantitativos y cualitativos por lo que se concluye que con el uso de radiaciones gamma Co-60 se generó variabilidad en las dos variedades de frijol estudiadas.
- 7.3 La selección realizada en base a los componentes primarios del rendimiento en la segunda generación M_2 , permitió obtener plantas con alto potencial de rendimiento.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1 De la experiencia obtenida en el presente trabajo, se recomienda determinar las dosis adecuadas en base a una dosis letal media (LD_{50}), cuando se inicien trabajos de mejoramiento con el uso de mutaciones inducidas por irrradiación gamma Co-60.
- 8.2 En la generación M_1 , se recomienda manejarla en condiciones controladas, con el fin de permitirle a la población una alta sobrevivencia en el campo.
- 8.3 Se recomienda que la semilla cosechada masalmente en M_2 se lleve a un nuevo ciclo con el fin de continuar la selección de plantas con las características deseadas.
- 8.4 Se recomienda hacer el análisis de proteína en la tercera generación M_3 y las subsiguientes, para lograr obtener líneas con alto potencial de rendimiento y contenido de proteína.


9. BIBLIOGRAFIA

1. ALLARD, R.W. 1978. Principio de la mejora genética de las plantas. Trad. por José L. Montoya. 3 ed. Barcelona, España, Omega. p. 102-111.
2. AVERS, C.J. 1980. Genetics. New York, Van Nostrand. 17 p.
3. CARDONA, C.; DUARTE, R.; MANCINI, S. 1960. El uso de la radiación artificial en la agricultura y su aplicación al frijol en Colombia. Ciencias Agronómicas (Col.) no. 16:514-523.
4. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1983. Metodología para obtener semillas de calidad; Arroz, frijo, maíz, sorgo. Cali, Col. p. 196-197.
5. CHONAY, J. 1983. Efecto de la fertilización foliar sobre la compensación de la fijación biológica de nitrógeno por (Thizobium phaseoli) en frijol. Tikalia (Gua.) 2(2):59-83.
6. DELGADO DE LA FLOR, B.F. 1970. Frecuencias de mutaciones inducidas por radiación gamma y metanosulfonato de etilo en la semilla de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Mg. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 26 p.
7. GARDNER, E.J. 1982. Principios de genética. Trad. por Helene Levesque Dion H. 5 ed. México, Limusa. p. 326-340.
8. GERHARD, R. 1979. Fisiología del metabolismo de las plantas. México, Continental. p. 205-223.
9. GOTTSCHALK, W. 1975. The influence of mutated genes on quantity and quality of seed proteins. Indian Agric (Germany) 19(2):205-223.
10. GUERRA, C.J. 1972. Inducción de mutaciones de color de semilla con metanosulfonato de etilo en el frijol (Phaseolus vulgaris L.). Tesis Mg. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 38 p.
11. LEIVA, O.R. 1985. Guía para la caracterización de germoplasma de frijol. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 34 p.
12. LINARES, S.; MENDOZA, C. 1979. Evaluación de estándares nutricionales y tecnológicos de 20 variedades de Phaseolus vulgaris L. Tesis Mg. Sc. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. 90 p.
13. MOH, C.C.; ALAN, J.J. 1965. Bean mutant induced by ionizing radiation; yellow mosaic mutant. Turrialba (C.R.) 15(3):199-201.

14. 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):93-104.
15. PEREZ, G.; TRUJILLO, F.R.; MARTINEZ, G.A. 1976. Componentes de rendimiento y comparación de métodos de selección en frijol (Phaseolus vulgaris L.) después del tratamiento mutagénico (radiaciones gamma Co-60). A-grociencia (Méx.) no. 25:45-64.
16. POEHLMAN, J. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. por Nicolás Sánchez Durán. México, Limusa. p. 56-60.
17. PRETZANZIN, 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 de Guatemala, Facultad de Agronomía. 111 p.
18. 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 de Guatemala, Facultad de Agronomía. 84 p.
19. SIMMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. p. 698-699.
20. TULMANN, N.A.; ANDO, A.; MENTEN, J.O. 1979. Obtencao de linoagens melhoradas de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) como primeira etapa en estudos de inducao de mutacoes. Piracicaba (Brasil) 1(2):102-107.
21. YANKULOV, M.T.; ISASI, E.M.; ABREU, F.S. 1980. Algunos aspectos sobre la sensibilidad y mutabilidad de dos variedades de frijol por influencia de rayos gamma Co-60 y etilmetanosulfonato (EMS). Ciencias de la Agricultura (Cuba) no. 7:59-64.

to. Co.

Petru alle



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Centro de Documentación e Información Agrícola
FACULTAD DE AGRONOMIA

10. A P E N D I C E

Cuadro 8. Plantas con alto potencial de rendimiento var. Tamazulapa 25 Krad.

No. DE PLANTA	No. DE VAINAS	SEMILLAS/ VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg./Ha.
1	14	5.4	18.8	2369
2	14	3.4	19.7	1563
3	12	3.8	12.7	965
4	17	4.4	16.0	1995
5	12	3.4	15.5	1054
6	17	2.5	22.0	1558
7	18	5.7	17.6	3009
8	16	3.6	19.6	1882
9	12	3.9	15.7	1224
10	14	4.4	17.4	1786
11	17	3.9	17.0	1878
12	17	2.7	19.7	1507
13	17	5.2	16.0	2357
14	14	3.2	20.2	1508
15	18	3.6	19.2	2074
16	14	3.2	18.7	1369
17	18	3.3	14.8	1465
18	13	2.7	17.7	1035
19	16	2.4	18.7	1196
20	10	5.1	18.8	1598
21	14	1.6	22.3	832
22	17	3.7	14.8	1552
23	16	4.5	19.0	2280
24	13	4.3	18.2	1695
25	15	2.8	15.0	1050
26	17	5.0	18.2	2578
27	18	2.7	16.7	1353
28	14	4.7	17.8	1952
29	15	5.4	16.6	2241
30	14	4.0	18.2	1699

Continúa...

Continuación

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS/ VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg./Ha.
31	14	4.3	16.8	1686
32	15	2.9	21.9	1588
33	12	3.1	20.0	1240
34	17	2.9	21.8	1791
35	15	3.1	18.0	1395
36	13	2.5	17.3	937
37	11	6.1	19.4	2169
38	18	3.3	17.8	1762
39	17	2.2	18.4	1147
40	16	2.6	17.4	1206
41	15	4.5	14.2	1597
42	14	4.6	17.8	1910
43	22	4.2	18.4	2834
44	16	3.9	20.4	2121
45	15	3.3	16.6	1369
46	12	4.9	15.0	1470
47	20	3.7	20.0	2467
48	11	6.0	20.0	2200
49	13	1.5	19.0	618
50	19	4.5	12.2	1737
51	18	3 2	19.0	1824
52	13	2.5	20.0	1083
53	14	3.8	18.7	1658
54	19	4.7	19.4	2887
55	20	4.7	15.0	2350
56	28	3.4	17.0	2697
57	28	2.9	18.4	2490
58	19	5.3	15.8	2651
59	23	3.3	18.7	2252
60	14	4.6	16.4	1760
61	21	5.6	16.4	3214
62	12	5.5	17.6	1936
63	19	5.3	16.0	2685

Continuación

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS/ VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg./Ha.
64	22	3.7	19.4	2632
65	29	4.7	19.8	4498
66	21	3.1	19.8	2148
67	11	4.9	16.7	1500
68	13	4.2	18.2	1656
69	20	4.0	18.2	2427
70	21	3.1	20.8	2257
71	15	3.9	16.6	1618
72	19	3.9	19.6	2421
73	20	2.6	16.2	1404
74	16	2.9	16.8	1299
75	17	3.4	20.2	1946
76	13	5.3	16.7	1921
77	27	3.1	18.0	2511
78	26	1.4	19.4	1177
79	30	2.6	16.8	2184
80	24	2.4	19.0	1824
81	15	4.3	16.5	1774
82	14	4.9	18.4	2104
83	16	5.6	20.4	3046
84	18	3.1	21.4	1990
85	19	2.7	19.4	1659
86	29	5.2	19.2	4825
87	26	3.0	16.4	2132
88	23	5.0	15.0	2875
89	17	4.4	16.4	2044
90	19	3.8	15.4	1853
91	18	3.1	17.6	1637
92	29	3.9	14.8	2789
93	23	2.7	18.4	1904
94	31	4.1	21.6	4576

Cuadro 9. Plantas con alto potencial de rendimiento var. Tamazulapa 27 Krad.

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS/VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg./Ha.
1	10	5.2	19.8	1716
2	21	4.7	19.6	3224
3	19	3.0	15.8	1501
4	21	3.1	19.8	2148
5	22	2.9	16.6	1765
6	15	4.3	17.8	1914
7	17	5.0	19.2	2720
8	25	2.6	21.0	2275
9	15	5.3	15.8	2094
10	18	5.4	18.4	2980
11	23	4.2	16.0	2576
12	15	1.5	17.3	649
13	27	2.4	17.8	1922
14	24	4.1	16.6	2722
15	15	4.3	16.4	1763
16	25	3.6	19.4	2910
17	20	4.9	20.4	3332
18	21	5.1	18.4	3284
19	22	2.6	18.8	1792
20	28	4.1	18.6	3559
21	17	1.9	21.2	1141
22	30	4.7	17.2	4042
23	26	5.0	17.0	3683
24	27	3.9	17.4	3054
25	19	3.3	21.0	2194
26	24	4.4	18.6	3273
27	26	3.6	17.2	2683
28	37	3.4	20.8	4361
29	24	2.9	16.4	1902
30	26	2.8	22.4	2718
31	18	4.0	15.6	1872
32	13	3.8	18.8	1548

Continuación

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS/ VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg./Ha.
33	21	2.4	19.4	1629
34	14	2.7	17.4	1096
35	18	3.0	16.4	1476
36	20	2.6	19.2	1664
37	18	4.4	18.0	2376
38	15	3.3	13.8	1138
39	23	1.6	16.9	1036
40	16	4.8	13.2	1689
41	16	4.5	14.6	1752
42	18	2.4	21.1	1519
43	20	2.6	19.2	1664
44	17	4.1	14.2	1649
45	25	4.3	19.0	3404
46	19	2.9	15.4	1414
47	19	4.7	17.6	2619
48	26	2.6	19.2	2163
49	18	3.4	18.0	1836
50	14	5.7	12.6	1676
51	18	3.8	17.2	1961
52	18	4.4	16.8	2217
63	23	2.9	18.4	2045
64	22	3.1	17.8	2023
55	20	4.6	16.4	2514
56	22	4.0	18.4	2699
57	18	4.4	17.0	2244
58	27	5.7	16.0	4104
59	22	4.9	15.6	2802
60	29	4.3	14.0	2909
61	16	5.0	15.4	2053
62	22	4.4	20.4	3291
63	19	4.3	18.6	2532
64	14	4.6	15.9	1707
65	21	5.2	18.0	3276

Continúa...

Continuación

No. DE PLANTAS	No DE VAINAS	SEMILLAS / VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg./Ha.
66	18	4.4	16.2	2138
67	27	1.8	13.9	1126
68	16	4.1	17.8	1946
69	22	3.4	21.6	2693
70	20	2.6	21.4	1855
71	17	4.5	17.6	2244
72	13	3.7	16.7	1339
73	15	5.3	16.0	2120
74	29	3.0	18.2	2639
75	16	3.8	20.0	2027
76	21	3.8	15.3	2035
77	23	1.8	20.2	1394
78	33	2.9	21.2	3381
79	25	2.2	19.4	1778
80	21	2.6	17.6	1601
81	22	1.9	18.6	1296
82	18	1.9	20.3	1157
83	16	3.1	13.6	1124
84	14	4.4	13.9	1427
85	13	3.8	16.9	1391
86	20	3.4	16.4	1859
87	22	4.2	19.0	2926
88	17	4.4	14.8	1845
89	13	3.9	18.4	1555
90	19	1.6	24.2	1226
91	11	4.0	20.7	1518
92	19	3.4	17.2	1852
93	22	4.0	14.0	2053
94	13	3.0	21.8	1417
95	17	5.4	20.6	3152
96	22	2.4	18.6	1637
97	22	5.0	18.4	3373
98	16	4.1	18.0	1968
99	12	4.2	15.9	1336
100	15	3.5	18.2	1592

Cuadro 10. Plantas con alto potencial de rendimiento var. Quetzal 24 Krad.

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS / VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg./Ha.
1	26	3.5	20.8	3154
2	24	4.0	17.2	2752
3	30	3.4	18.4	3128
4	30	2.3	22.4	2576
5	30	4.4	18.5	4070
6	33	4.8	16.8	4435
7	34	3.8	14.8	3187
8	24	4.5	19.6	3528
9	37	2.5	20.0	3083
10	26	5.1	16.6	3669
11	28	4.7	18.4	4036
12	23	4.9	16.2	3042
13	23	4.2	20.4	3284
14	25	5.0	17.0	3541
15	19	4.5	18.8	2679
16	19	5.6	16.8	2979
17	27	2.5	21.0	2362
18	26	2.8	19.6	2378
19	23	4.0	16.8	2576
20	32	4.5	18.4	4416
21	17	5.5	17.0	2649
22	15	6.1	17.6	2684
23	26	3.9	18.8	3177
24	19	4.8	15.8	2402
25	24	4.7	17.0	3196
26	17	5.1	16.2	2340
27	17	5.2	18.2	2681
28	20	4.8	17.4	2784
29	19	6.0	14.6	2774
30	21	5.2	19.0	3458
31	26	4.8	17.8	3702
32	26	5.6	16.9	4101
33	35	2.2	20.2	2592

Continúa...

Continuación

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS / VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg./Ha.
34	20	4.8	17.4	2784
35	23	3.9	19.0	2840
36	22	2.6	18.2	1735
37	17	4.5	16.0	2040
38	23	4.2	20.4	3284
39	20	5.5	17.3	3172
40	21	3.9	19.6	2675
41	22	3.9	15.7	2245
42	27	4.3	20.4	3947
43	20	4.4	19.2	2816
44	34	3.5	21.2	4205
45	20	3.2	20.6	2197
46	19	4.4	19.6	2731
47	32	4.6	16.4	4023
48	24	4.5	16.9	3042
49	39	2.5	20.8	3380
50	21	6.0	17.2	3612
51	19	5.1	16.2	2616
52	34	3.9	17.1	4331
53	24	4.4	19.6	3449
54	20	2.9	20.8	2010
55	19	2.0	19.2	1216
56	31	2.6	20.6	2767
57	43	3.2	19.8	4541
58	18	4.9	13.0	1911
59	21	4.1	20.4	2927
60	46	3.9	17.8	5322
61	33	3.0	19.6	3234
62	38	2.9	19.2	3526
63	23	4.6	17.2	3032
64	22	3.4	17.2	2144
65	20	4.4	16.0	2346
66	24	2.9	19.1	2215

Continúa...

.../...

Continuación

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS / VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg./Ha.
67	19	2.9	17.4	1597
68	29	3.0	18.2	2639
69	28	2.5	21.0	2450
70	28	2.6	18.6	2257
71	27	3.8	19.0	3249
72	18	4.5	19.2	2592
73	19	4.5	16.6	2365
74	18	5.2	17.0	2652
75	29	2.9	19.7	2761
76	19	3.8	17.8	2142
77	21	3.4	17.0	2023
78	20	2.6	18.4	1595
79	13	5.8	14.9	1872
80	17	3.5	16.6	1646
81	20	4.8	16.0	2560
82	32	1.6	20.4	1740
83	28	4.9	17.2	3933
84	31	5.3	17.6	4819
85	20	4.4	18.8	2757
86	25	4.3	19.6	3512
87	23	1.4	20.0	1073
88	23	4.0	19.2	2944
89	32	4.0	21.0	4480
90	25	5.8	18.4	4447
91	20	3.9	16.6	2158
92	21	2.0	18.4	1288
93	26	4.1	16.8	2985
94	19	4.2	17.0	2261
95	22	4.4	16.0	2581
96	18	3.5	14.2	1491
97	19	4.5	16.6	2365
98	21	4.0	20.0	2800
99	40	2.0	10.6	2613

Cuadro 11. Plantas con alto potencial de rendimiento var. Quetzal 27 Krad.

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS / VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg./Ha.
1	19	5.3	17.2	2887
2	18	5.2	14.2	2215
3	16	4.5	17.8	2136
4	18	1.9	19.1	1089
5	16	5.1	16.2	2203
6	16	3.9	19.2	1997
7	21	2.6	15.6	1419
8	15	5.2	15.0	1950
9	17	5.7	14.4	2326
10	12	5.5	17.8	1958
11	21	4.7	18.0	2961
12	24	3.9	17.2	2683
13	24	5.2	15.8	3286
14	18	5.2	19.2	2995
15	19	5.4	19.0	3249
16	16	4.8	18.4	2355
17	14	5.7	17.0	2261
18	19	4.4	15.6	2174
19	16	3.5	21.2	1979
20	23	5.4	18.4	3809
21	19	2.7	20.0	1710
22	25	2.9	18.6	2247
23	15	5.6	16.0	2240
24	24	5.4	16.4	3542
25	12	5.4	19.0	2052
26	17	3.8	18.8	2024
27	15	2.9	16.8	1218
28	19	5.2	15.6	2569
29	36	2.0	21.0	2520
30	13	4.8	16.6	1726
31	18	5.4	18.2	2948
32	12	4.8	19.4	1862
33	18	5.2	19.0	2964

Continúa...

Continuación

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS / VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg./Ha.
34	17	4.1	13.0	1510
35	20	4.3	15.6	2236
36	19	4.0	17.2	2179
37	15	4.9	16.8	2058
38	11	5.0	14.8	1357
39	16	3.0	16.7	1336
40	16	5.1	18.8	2557
41	16	2.6	19.2	1331
42	16	5.6	16.2	2419
43	12	6.1	15.2	1854
44	17	5.2	16.0	2357
45	13	4.0	15.4	1335
46	16	5.4	16.6	2390
47	17	4.0	20.0	2267
48	13	4.3	18.0	1677
49	16	4.6	16.6	2036
50	20	4.2	17.0	2380
51	20	2.6	20.4	1768
52	16	5.3	16.8	2374
53	23	4.1	19.0	2986
54	14	3.1	15.6	1128
55	19	4.8	19.8	3009
56	18	5.9	16.6	2938
57	13	6.4	16.6	2301
58	16	5.0	15.4	2053
59	18	3.7	19.6	2176
60	18	5.5	18.2	3003
61	13	4.2	14.2	1292
62	19	4.2	15.4	2048
63	20	3.9	15.2	1976
64	14	4.8	13.8	1545
65	28	3.9	16.8	3057

Continúa...

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS / VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ESTIMADO Kg./Ha.
66	19	3.1	15.4	1511
67	23	4.4	16.2	2732
68	18	4.2	20.6	2595
69	17	2.3	18.4	1199
70	18	3.2	18.2	1742
71	19	4.4	16.8	2341
72	22	4.4	21.2	3420
73	17	4.4	19.4	2418
74	25	1.8	19.4	1455
75	20	3.2	15.6	1664
76	17	3.6	23.0	2346
77	24	2.4	17.0	1632
78	18	4.4	15.8	2244
79	17	4.3	15.6	1900
80	15	5.8	17.0	2465
81	17	5.3	18.0	2703
82	19	3.6	19.6	2234
83	16	2.6	20.0	1386
84	20	4.8	19.2	3072
85	16	2.7	17.6	1267
86	19	5.0	19.8	3135
87	30	2.2	19.8	2178
88	15	2.9	16.2	1174
89	15	5.9	15.4	2271
90	17	4.2	17.4	2070
91	18	2.3	17.6	1214
92	18	2.1	20.0	1260
93	17	4.1	22.0	2555
94	20	1.4	19.6	915
95	22	2.1	12.6	970
96	17	2.0	20.0	1133
97	12	2.9	18.0	1044
98	22	1.8	21.7	1432
99	31	1.5	24.3	1883
100	18	3.2	18.4	1766

Cuadro 12. Plantas con bajo rendimiento var. Tamazulapa 25 Krad.

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS/ VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ALT. cm.	CARACTER	DIAS FLORAC./ MADUREZ FIS.
101	3	1.3	15	20	I	38-40/72
102	2	5.5	17.3	29		"
103	2	2.5	12.0	22		
104	2	4.5	13.3	24		
105	2	5.0	18.5	30		
106	3	5.5	11.8	20		
107	2	5.5	17.7	24		
108	2	3.5	24.3	16		
109	2	4.0	15.0	25		
110	2	3.0	13.3	29		
111	3	4.5	17.8	24		
112	4	4.8	17.4	30		
113	3	2.7	17.5	25		
114	4	3.2	17.7	30		
115	3	4.3	16.2	30		
116	3	4.0	10.8	34		
117	4	5.8	14.3	35		
118	5	5.4	17.4	30		
119	4	2.5	14.0	30		
120	3	4.0	21.7	30		
121	2	4.5	18.9	25		
122	5	3.4	12.9	30		
123	6	3.2	19.5	35		
124	4	4.8	13.7	33		
125	5	5.0	16.8	37		
126	2	3.0	16.7	30		
127	4	3.2	21.5	33		
128	4	3.5	15.7	37		
129	3	2.3	20.0	30		
130	6	4.0	16.2	40		
131	3	4.0	15.0	30		
132	3	3.7	20.0	38		
133	5	3.6	20.6	37		

Continúa...

Continuación

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS/VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ALT. cm.	CARACTER	DIAS FLORAC./MADUREZ FIS.
134	4	5.5	15.9	37		
135	3	4.3	15.4	30		
136	10	3.6	18.9	40		34/65
137	4	4.0	17.5	30		38-40/72
138	5	3.8	16.3	33		"
139	3	5.7	11.2	33		
140	3	3.7	16.4	35		
141	3	3.0	15.8	36		
142	4	2.8	13.6	33		
143	6	3.7	21.8	36		
144	2	5.5	20.0	30		
145	3	4.3	16.9	30		
146	4	3.0	11.7	35		
147	3	3.0	13.3	30		
148	3	3.3	17.0	30		
149	1	2.0	20.0	26		
150	1	3.0	16.7	20		
151	2	5.5	16.4	30		
152	3	5.3	18.8	30		
153	4	5.2	15.2	30		
154	4	3.8	11.3	25		
155	5	3.0	16.7	33		
156	7	2.9	20.5	36		
157	3	6.0	13.3	27		
158	3	5.0	17.3	35		
159	6	3.0	16.7	33		
160	5	2.6	10.8	37		
161	6	4.0	17.9	33		
162	2	1.5	20.0	30		
163	6	2.0	15.8	40		
164	6	5.0	15.7	43		
165	6	5.8	13.4	40		
166	10	3.5	13.1	37		

Continúa...

Continuación

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS/ VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ALT. cms.	CARACTER	DIAS FLORAC./ MADUREZ FIS.
167	2	3.5	17.1	32		
168	1	2.0	20.1	20		
169	3	6.7	18.0	37	hd	
170	6	5.3	16.2	35		
171	2	2.0	12.5	16		
172	6	4.7	15.7	37		
173	2	2.5	25.0	28		
174	4	4.2	20.0	38		
175	5	3.8	21.6	37		
176	5	4.0	16.0	25		
177	3	5.7	16.5	30		
178	4	5.8	15.2	33		
179	4	5.0	16.5	35		
180	2	5.0	12.0	25		
181	2	3.5	21.4	30		
182	4	1.5	15.0	25		
183	4	4.8	18.9	30		
184	3	5.0	21.3	30		
185	12	3.8	17.5	40		
186	8	4.8	14.5	37		
187	2	2.5	18.0	24		
188	6	4.5	20.0	30		
189	7	4.6	14.7	35		
190	4	3.5	12.8	37		
191	3	3.5	20.0	28		
192	7	3.7	14.2	35		
193	5	4.0	13.0	33		
194	7	3.6	17.0	33		
195	3	3.5	15.7	26		
196	2	5.0	18.0	23		
197	3	3.0	20.0	35		
198	3	2.7	20.0	20		
199	4	3.8	16.3	28		
200	6	2.8	17.6	40		

hd = Hojas diferentes; I Hábito de crecimiento.

Cuadro 13. Plantas con bajo rendimiento var. Tamazulapa 27 Krad.

No. DE PLANTA	No. DE VAINAS	SEMILLAS/VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ALT. cms.	CARACTER	DIAS FLORAC./MADUREZ FIS.
101	2	3.5	20.0	30		38-40/72
102	2	4.0	23.1	30		"
103	4	4.0	19.4	40		
104	7	2.8	19.0	30		
105	4	5.2	18.6	35		
106	2	5.0	19.0	25		
107	4	3.2	16.9	30		
108	3	4.3	16.9	30		
109	5	5.0	17.2	37		
110	2	5.0	23.0	30		
111	3	2.3	20.0	30		
112	3	5.7	20.0	30		
113	3	2.3	22.8	30		
114	3	4.3	18.5	27		
115	6	3.0	19.4	37	hd	
116	7	2.1	18.0	35		
117	5	3.0	18.7	35		
118	5	2.2	20.0	37		
119	4	5.9	21.4	33		
120	8	4.4	17.1	40		
121	7	3.9	19.2	37		
122	7	2.9	17.0	23		
123	6	4.2	18.4	37		
124	9	3.8	19.1	40		
125	4	4.0	15.0	30		
126	2	4.0	17.5	33		
127	7	4.6	19.2	40		
128	7	4.1	18.3	37		
129	7	3.0	19.5	30		
130	6	3.2	16.3	33		
131	5	4.6	17.4	33		
132	7	3.4	20.8	33		
133	4	3.5	20.0	40		

Continúa...

.../...

Continuación

No. DE PLANTA	No. DE VAINAS	SEMILLAS/ VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ALT. cms.	CARACTER	DIAS FLORAC./ MADUREZ FIS.
134	3	2.3	18.6	23		
135	5	3.4	19.4	32		
136	6	3.7	14.5	30		
137	5	3.6	17.8	40		
138	8	2.5	18.5	30		
139	1	4.0	20.0	33		
140	4	5.0	17.0	40		
141	8	3.8	16.0	35		
142	7	3.3	20.9	30		
143	6	3.3	14.0	37		
144	6	3.3	19.0	33		
145	1	5.0	20.0	33		
146	3	3.7	22.7	37		
147	7	4.6	14.1	37		
148	7	3.6	17.2	37		
149	7	3.4	11.2	37		
150	2	2.0	20.0	27		
151	4	6.5	22.3	33		
152	4	8.0	25.0	35		
153	2	3.0	16.7	20		
154	5	5.0	20.0	18		
155	5	5.6	17.5	33		
156	5	3.0	19.3	33		
157	6	3.0	16.7	30		
158	3	4.7	20.7	27		
159	3	4.7	14.3	30		
160	4	3.0	19.2	25		
161	2	4.0	10.0	20		
162	6	4.7	15.4	27		
163	3	3.0	19.2	33		
164	2	3.0	13.3	27		
165	3	3.0	11.7	28		
166	3	3.3	13.0	25		

Continúa...

Continuación

No. DE PLANTA	No. DE VAINA	SEMILLAS/VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ALT. cms.	CARACTER	DIAS FLORAC./MADUREZ FIS.
167	2	4.0	16.2	24		
168	6	4.7	15.7	33		
169	3	4.3	16.9	25		
170	5	5.2	18.1	37		
171	6	4.7	20.4	33		
172	6	4.5	15.2	37		
173	3	2.0	20.0	24		
174	3	3.0	11.1	27		
175	4	3.5	18.6	30		
176	3	4.1	16.4	27		
177	5	3.6	16.1	30		
178	2	4.5	20.0	25		
179	6	3.5	14.3	30		
180	3	5.3	18.1	32		
181	3	2.3	14.3	36		
182	5	3.8	17.4	33		
183	3	3.3	20.0	30		
184	2	5.0	17.0	30		
185	3	4.7	17.1	30		
186	3	4.0	12.5	25		
187	2	3.0	18.3	25		
188	2	1.5	23.3	20		
189	3	6.7	12.0	25		
190	5	4.2	14.8	30		
191	5	3.8	12.1	33		
192	5	5.0	15.2	36		
193	6	4.0	15.0	35		
194	8	2.1	17.6	40		
195	3	4.0	21.7	25		
196	5	3.0	19.3	35		
197	3	2.3	22.8	33		
198	6	4.0	16.2	30		
199	5	3.4	15.3	30		
200	4	4.0	14.4	25		

hd = hojas deformadas

I = hábito de crecimiento

Cuadro 14. Plantas con bajo rendimiento var. Quetzal 24 Krad.

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS/ VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ALT. cms.	CARACTER	DIAS FLORAC./ MADUREZ FIS.
101	3	2.7	12.5	19		40/72
102	4	6.2	15.2	30		"
103	3	4.7	15.0	30		
104	6	4.7	19.6	36		
105	3	1.0	24.0	27		
106	7	2.4	20.0	37		
107	5	3.2	14.4	35		
108	6	4.2	16.4	37		
109	4	5.0	17.0	40		
110	4	4.2	15.9	33		
111	7	4.2	15.3	30		
112	4	5.2	15.7	35		
113	6	5.8	16.6	40		
114	3	6.0	10.6	37		
115	8	4.0	15.0	35		
116	6	5.5	15.6	40		
117	4	5.5	17.3	37		
118	4	5.5	13.3	25	c	
119	4	3.5	15.7	26	I	
120	12	4.8	12.4	33	I	
121	6	3.7	17.7	35		
122	5	3.2	24.4	20		
123	5	5.6	14.3	27		
124	6	4.0	15.8	25		
125	11	6.4	16.8	40		35/71
126	2	4.5	13.2	25		40/72
127	3	2.3	15.7	20		
128	3	3.7	15.4	22		
129	10	3.6	16.7	37		35/68
130	4	4.0	13.1	25		40/72
131	3	4.0	14.0	20		
132	6	2.0	17.7	37		
133	13	5.2	11.8	30	Flor 1/2 normal	

Continúa...

Continuación

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS/ VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ALT. cms.	CARACTER	DIAS FLORAC./ MADUREZ FIS.
134	5	4.6	13.9	33		
135	4	4.2	17.1	33		
136	2	2.5	14.0	20	hd	
137	7	2.9	18.0	29		
138	2	6.0	14.2	25		
139	4	4.2	15.3	20		
140	4	3.2	13.1	19		
141	5	5.0	14.8	33		
142	5	2.6	20.0	27		
143	3	3.0	25.6	25		
144	7	3.7	15.0	28		
145	5	5.2	16.5	30		
146	5	6.2	13.9	30		
147	3	4.7	11.4	21		
148	7	2.4	21.2	25		
149	9	4.9	19.1	24		
150	9	2.4	16.4	37		
151	8	4.9	14.6	45		
152	4	4.5	12.2	30		
153	4	4.8	18.9	40		
154	9	5.4	17.1	33		
155	3	2.7	22.5	40		
156	6	5.2	15.8	37		
157	9	4.2	16.3	36		
158	11	3.0	17.6	37		
159	9	5.1	16.9	40		
160	9	3.6	22.5	45		
161	3	2.3	15.7	21		
162	8	2.6	16.2	30		
163	10	5.5	11.6	40		
164	5	4.6	13.5	40		
165	9	3.3	15.3	40		
166	17	1.8	23.5	37		

Continúa...

No. DE PLANTAS	No. DE VAINAS	SEMILLAS/ VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ALT. cms.	CARACTER	DIAS FLORAC./ MADUREZ FIS.
167	8	3.4	17.4	30		
168	6	2.7	16.2	30		
169	6	4.0	14.6	40		
170	9	5.2	13.2	30		
171	6	4.3	16.5	35		
172	6	5.0	16.7	40		
173	12	5.5	14.4	40		
174	5	5.2	17.3	37		
175	4	3.2	18.5	27	c	
176	5	3.0	20.7	37		
177	12	2.0	17.9	40		
178	14	2.5	17.7	40		
179	3	5.3	13.8	30		
180	2	2.0	10.0	30	I	
181	4	2.2	15.6	34	c	
182	7	2.6	13.9	70	IV	
183	3	7.0	14.8	33		
184	9	4.2	12.6	30		
185	10	2.9	20.3	30		
186	11	5.5	18.0	33		
187	7	4.1	13.4	35		
188	7	4.1	11.4	30		
189	5	5.2	15.8	33		
190	5	3.8	16.8	27		
191	7	3.6	16.8	35		
192	8	5.8	16.1	30		
193	2	6.0	16.7	27		
194	5	5.0	15.8	30		
195	12	2.3	15.7	30		
196	8	3.4	16.3	30		
197	4	1.8	20.0	35		
198	5	3.8	15.0	23		
199	4	4.0	16.2	30		
200	9	4.0	19.4	40		

hd Hojas diferentes; c clorofílica; I y IV hábito de crecimiento.

Cuadro 15. Plantas con bajo rendimiento var. Quetzal 27 Krad.

No. DE PLANTA	No. DE VAINAS	SEMILLA/VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ALT. cms.	CARACTER	DIAS FLORAC./MADUREZ FIS.
101	7	3.1	20.9	30		
102	9	3.3	22.3	33		
103	3	5.0	16.0	20		
104	3	4.0	11.9	21		
105	4	5.0	10.5	24		
106	5	6.4	16.6	35		
107	4	2.8	16.4	33		
108	4	5.2	13.3	29		
109	2	4.5	16.7	26		
110	2	2.0	15.0	24		
111	7	3.3	24.8	30	hd	
112	8	3.4	14.1	30		
113	11	5.0	20.0	35		
114	4	2.2	24.4	30		
115	5	5.0	18.4	30		
116	2	5.5	18.2	25		
117	3	5.0	17.5	30		
118	3	3.7	12.7	30		
119	5	4.0	22.5	33		
120	3	4.0	15.8	30		
121	6	3.3	15.5	30		
122	6	3.3	20.0	33		
123	14	4.0	19.1	30		
124	6	3.7	14.1	33		
125	2	4.0	12.5	20		
126	5	4.0	18.0	27		
127	3	6.0	14.4	30		
128	3	6.0	16.7	22		
129	3	3.7	15.4	30		
130	5	4.0	15.0	23		
131	5	3.0	18.7	30		
132	4	5.2	15.7	35		
133	2	4.5	13.3	25		

Continuación

No. DE PLANTA	No. DE VAINAS	SEMILLAS/ VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ALT. cms.	CARACTER	DIAS FLORAC./ MADUREZ FIS.
134	2	4.0	16.2	22		
135	7	4.6	14.4	40		
136	5	5.6	15.4	37		
137	4	5.5	15.4	36		
138	4	3.8	15.3	30		
139	2	3.5	15.7	16		
140	8	4.5	17.2	30		
141	8	2.8	18.2	30		
142	1	6.0	15.0	15		
143	5	4.8	13.8	35		
144	1	5.0	16.0	30		
145	4	5.5	15.4	37		
146	6	3.7	17.3	35		
147	6	5.5	14.8	35		
148	7	3.6	13.2	37		
149	18	3.4	14.8	37		
150	2	3.0	10.0	30		
151	3	3.7	20.9	30		
152	5	4.2	15.7	33		
153	3	2.7	18.8	23		
154	3	3.0	11.1	30		
155	6	5.2	15.8	35		
156	4	4.0	18.1	60	IV	
157	8	5.0	13.8	37		
158	4	4.0	15.0	40		
159	5	6.2	17.1	37		
160	9	2.9	16.9	30		
161	3	3.0	13.3	16		
162	8	4.1	18.5	30		
163	5	5.6	12.5	30		
164	3	4.3	12.3	23		
165	4	5.2	17.1	25		
166	3	2.0	20.0	37		

Continúa...

.../...

Continuación

No. DE PLANTA	No. DE VAINAS	SEMILLAS/ VAINA	PESO 100 SEMILLAS	ALT. cms.	CARACTER	DIAS FLORAC./ MADUREZ FIS.
167	3	6.0	12.8	24		
168	9	3.0	15.6	35		
169	3	3.7	17.3	33		
170	4	2.8	22.7	35		
171	3	3.3	15.0	15		
172	2	5.5	12.7	30		
173	10	3.3	21.2	35		32/65
174	2	2.5	16.0	28		40/72
175	12	4.3	23.1	37		34/65
176	2	6.0	14.2	25		40/72
177	8	3.8	20.3	35		"
178	9	4.6	22.9	40		34/65
179	10	4.5	20.0	40		"
180	4	4.5	13.3	30		40/72
181	4	5.2	13.3	37		"
182	8	2.6	19.5	45		"
183	9	3.3	21.3	40		34/68
184	8	4.1	18.5	40		"
185	8	3.6	24.5	40		32/65
186	11	4.3	22.6	40		"
187	20	3.7	14.0	40		"
188	10	4.9	19.8	40		"
189	18	4.9	19.6	40		34/68
190	4	3.5	12.9	30		32/65
191	8	4.1	22.4	37		"
192	12	3.8	20.0	37		29/62
193	9	2.2	23.0	35		32/65
194	12	4.7	19.1	40		"
195	11	4.2	22.2	40		"
196	15	3.3	21.6	40		"
197	10	3.9	20.5	40		"
198	12	4.8	22.1	36		28/60
199	14	3.6	19.2	35		32/65
200	14	4.1	20.9	40		"

hd hojas diferentes

IV hábito de crecimiento.

.../...

Figura 5: Localización de las generaciones M₁ y M₂ en el área experimental

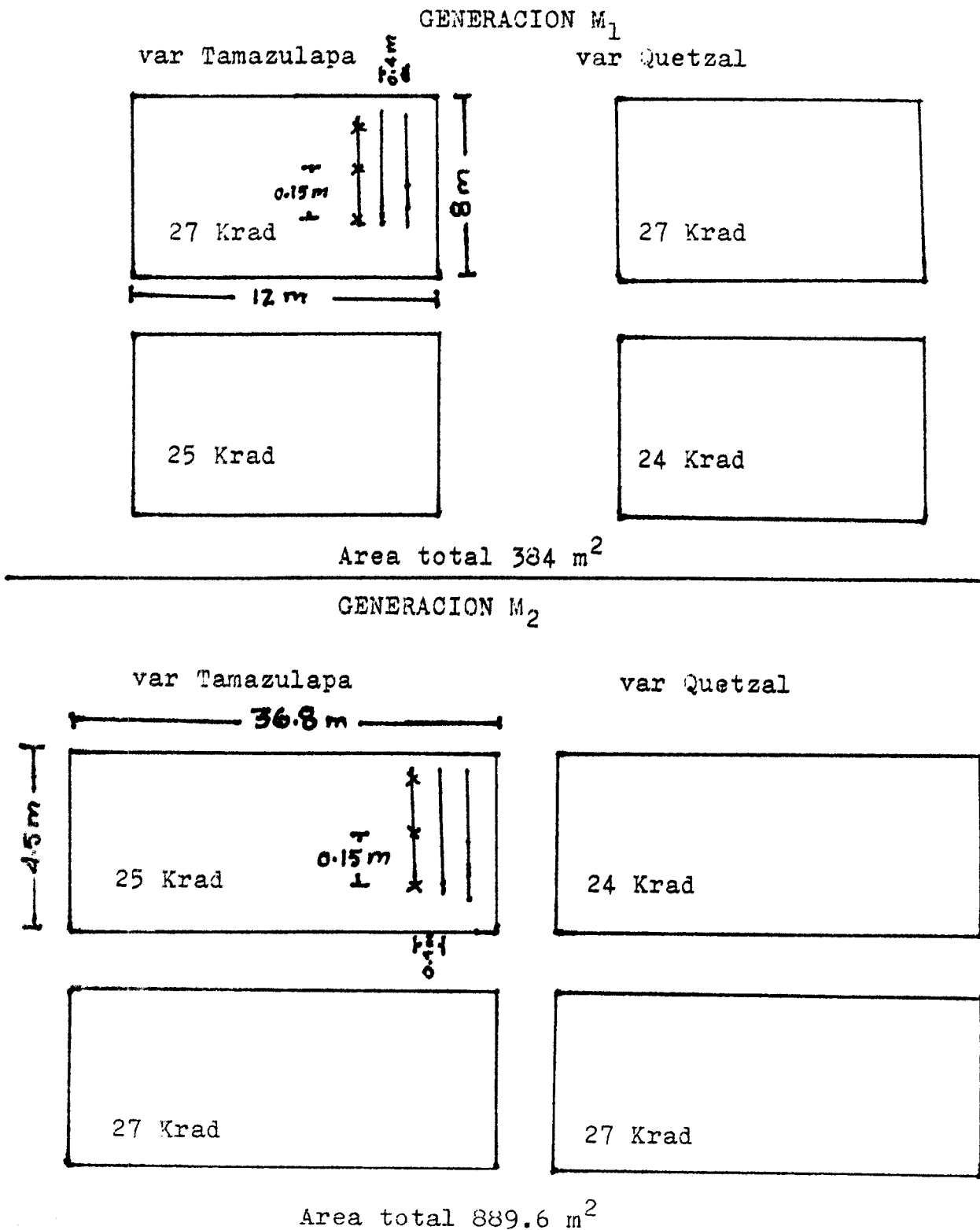


Figura 6: Esquema de los cuatro tipos de hábito de crecimiento

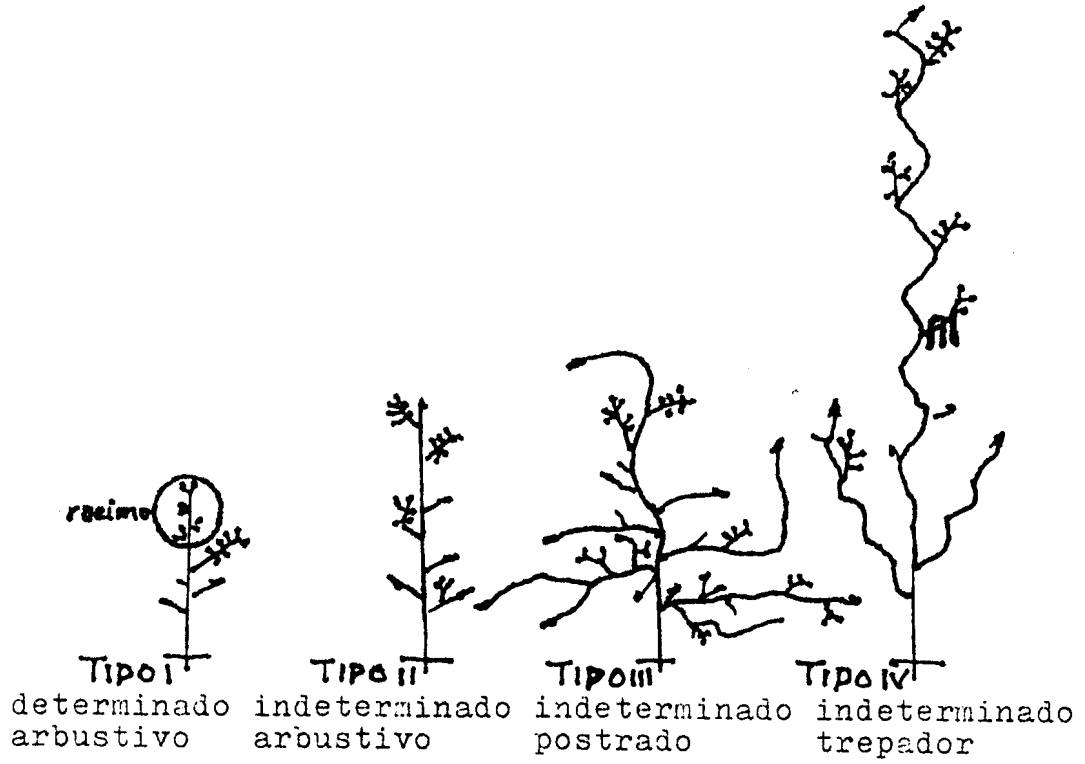
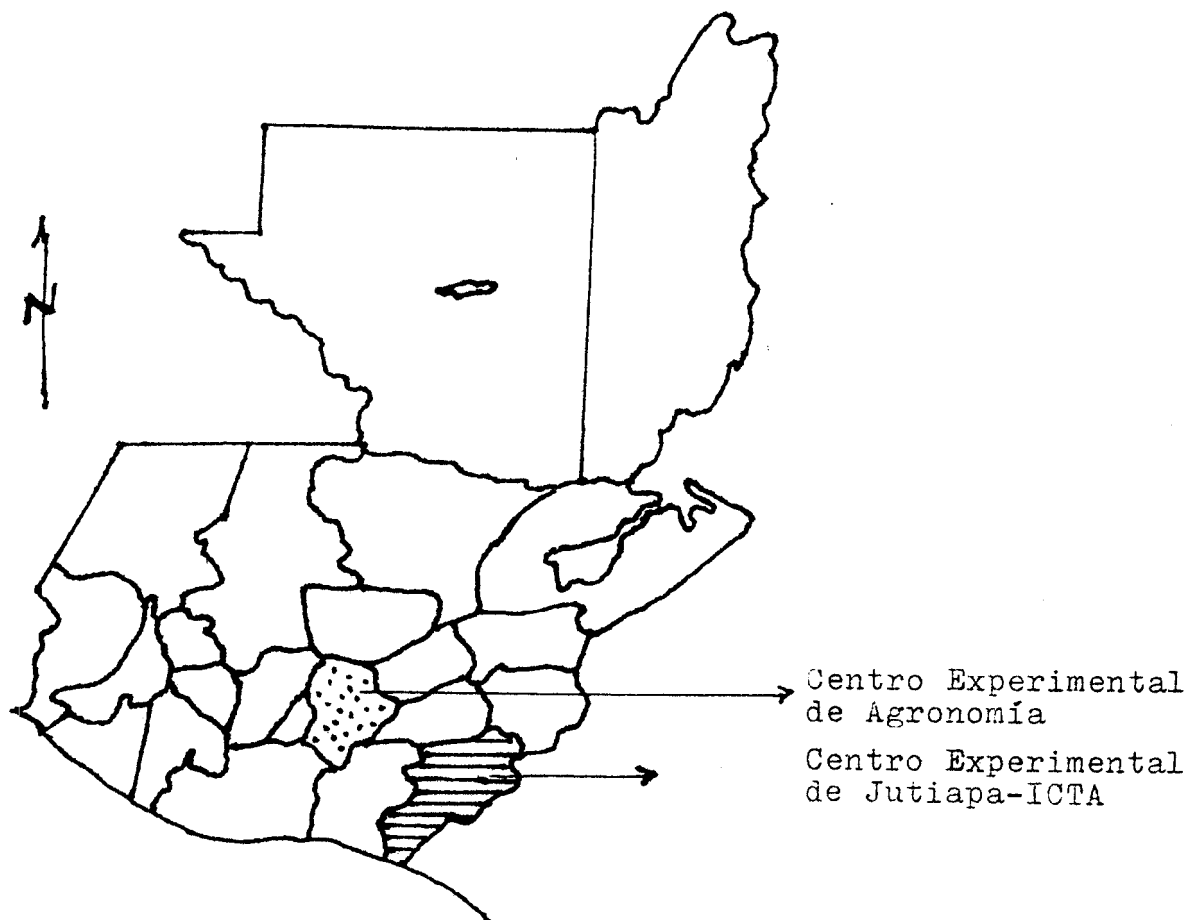


Figura 7: Mapa de Guatemala, Localización de los experimentos



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

I M P R I M A S E

Anibal B. Martinez M.
 ING. AGR. ANIBAL B. MARTINEZ M.
 D E C A N O

