

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO FENOLOGICO DE OCHO VARIEDADES DE FRIJOL
(Phaseolus vulgaris L.)
BAJO CONDICIONES DE CAMPO E INVERNADERO EN
EL MUNICIPIO DE GUATEMALA



Guatemala, junio de 1985.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

D.L.
01
T(812)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agr. César Castañeda S.
Vocal 1o.:	Ing. Agr. Oscar René Leiva R.
Vocal 2o.:	Ing. Agr. Jorge Sandoval I.
Vocal 3o.:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
Vocal 4o.:	P. Agr. Leopoldo Jordán
Vocal 5o.:	P. Agr. Axel Gómez Ch.
Secretario:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano:	Dr. Antonio A. Sandoval S.
Examinador:	Ing. Agr. José Jesús Chonay
Examinador:	Ing. Agr. César Azurdia P.
Examinador:	Ing. Agr. Heber Rodríguez
Secretario:	Ing. Agr. Carlos R. Fernández

Guatemala, 2 de junio de 1,985

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos
Ciudad.

Distinguidos Señores:

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 "ESTUDIO FENOLOGICO DE OCHO VARIEDADES DE FRIJOL (Phaseolus vulgaris L.) BAJO CONDICIONES DE CAMPO E INVERNADERO EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA".

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

Atentamente


Br. Alfonso García Chuvac



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Anexo
.....

Junio de 1985.

Señor Decano
Ing. Agr. César Castañeda
Facultad de Agronomía
Guatemala.

Señor Decano:

En atención a la designación emanada de esa Decanatura, comunico a usted que he procedido a asesorar el trabajo de tesis titulado:

"ESTUDIO FENOLOGICO DE OCHO VARIEDADES DE FRIJOL
(Phaseolus vulgaris L.) BAJO CONDICIONES DE CAMPO
E INVERNADERO EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA"

Desarrollado por el estudiante ALFONSO GARCIA CHUVAC.

Considero que dicho trabajo es un aporte valioso para la investigación en frijol. Por lo anterior, me permito recomendarlo para su aprobación ya que cumple con los requisitos establecidos por la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Fredy Hernández Ola
ASESOR

FHO/ndo.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

6 de junio de 1985.

Señor Decano

Ing. Agr. César A. Castañeda

Facultad de Agronomía

Edificio T-9.

Señor Decano:

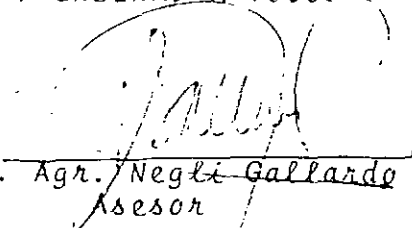
En atención a la designación que esa Decanatura me hiciera, comunico a usted que he asesorado al estudiante Alfonso García Chuvac, en la ejecución del trabajo de tesis titulado:

"ESTUDIO FENOLOGICO DE OCHO VARIEDADES DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) BAJO CONDICIONES DE CAMPO E INVERNADERO EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA".

Considero que dicho trabajo es un aporte sumamente importante que vendrá a enriquecer las investigaciones que sobre frijol se realizan. En tal sentido recomiendo el mencionado trabajo para su aprobación e impresión; ya que cumple con los requisitos que establece la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

"IV Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Agr. Negli Gallardo
Asesor

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A mis Padres

Celestino García O.

Andrea Chuvac de García

Por su apoyo moral y económico

A mi Esposa

Olivia Bámaca Pérez

Con todo amor

A mi hija

Mirta Cedema

Con mucho amor

A mi Abuelita

Felisa García vda. de Chuvac

Con todo cariño

A mis hermanos

Clemencia, Ermelando, Litfredo,
Jacinto, Mauro y Libia.

A mis Tíos

A mis Primos

A mis Sobrinos

A mis Suegros

A mis Cuñados

A mis amigos en general

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A: MI DEPARTAMENTO DE QUETZALTENANGO

A: LA ESCUELA NACIONAL "ESTEBAN FIGUEROA"

A: EL INSTITUTO NORMAL PARA VARONES DE OCCIDENTE

A: LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA CONSPICUA UNIVERSIDAD DE SAN
CARLOS DE GUATEMALA

AL: GRAN CAMPESINADO DE SAN MIGUEL IXTAHUACAN-SAN MARCOS

A: LA INSTITUCION ALIANZA PARA EL DESARROLLO JUVENIL
COMUNITARIO

AGRADECIMIENTO

Al pueblo de Guatemala, quien sostuvo parte de mis estudios universitarios.

A los Ingenieros Agrónomos, Negli Gallardo y Fredy Hernández Ola, por su interés y dedicación en la asesoría y revisión del presente trabajo.

Al Ingeniero Agrónomo, Mario Melgar por su interés en el desarrollo de esta tesis.

A los Ingenieros Agrónomos, Sergio Gonzáles y Marco Tulio Aceituno, por su valiosa colaboración en el procesamiento de datos.

Al señor Hugo Oswaldo Gómez, por su colaboración en los trabajos de campo.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron en el desarrollo de este trabajo.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
LISTA DE CUADROS	IV
LISTA DE FIGURAS	VII
RESUMEN	IX
01. INTRODUCCION	1
02. ANTECEDENTES	3
03. DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION	4
04. OBJETIVOS	5
a) General	5
b) Específicos	5
05. HIPOTESIS	6
a) Nula	6
b) Alternativa	6
06. REVISION DE LITERATURA	7
6.1. Concepto de fenología	7
6.2. Influencia de la temperatura	7
6.3. Influencia de la luz	11
6.4. Influencia de la radiación solar	12
6.5. Influencia de la humedad de suelo y la lluvia	12
6.6. Efecto de la humedad relativa	14
6.7. Efecto del viento	14
6.8. Estudios fenológicos	14

CONTENIDO	PAGINA
07. MATERIALES Y METODOS	16
7.1. Localización del área de estudio	16
7.2. Condiciones climáticas	16
7.3. Materiales genéticos	16
7.4. Diseño experimental	17
7.4.1. A nivel de campo	17
7.4.2. A nivel de invernadero	17
7.5. Análisis Estadístico	18
7.5.1. Variables a medir	18
7.5.2. Parámetros a evaluar	21
7.6. Manejo del experimento	23
7.6.1. Tratamiento de la semilla	23
7.6.2. Preparación del terreno	23
7.6.3. Aplicación de fertilizantes	23
7.6.4. Control de plagas y enfermedades	23
7.6.5. Control de malezas	24
08. RESULTADOS Y DISCUSION	25
8.1. Análisis de varianza para invernadero	25
8.2. Análisis de varianza para campo	27
8.3. Análisis de varianza para el combinado	28
8.4. Análisis de Tukey para invernadero	29
8.5. Análisis de Tukey para campo	31
8.6. Análisis de Tukey para combinado	33

CONTENIDO	PAGINA
8.7. Porcentaje de materia seca	39
8.8. Análisis de correlación de seis variedades, bajo condiciones de campo	44
8.9. Análisis de correlación de seis variedades, bajo condiciones de invernadero	45
8.10. Plagas y enfermedades	47
8.10.1. A nivel de campo	47
8.10.2. A nivel de invernadero	48
09. CONCLUSIONES	49
10. RECOMENDACIONES	52
11. BIBLIOGRAFIA	53
12. ANEXOS	55

LISTA DE CUADROS

No.	PAGINA
01. Análisis de varianza para siete variables de ciclo del desarrollo y rendimiento de seis variedades de frijol, bajo condiciones de invernadero.	25
02. Análisis de varianza para nueve variables del ciclo de desarrollo, rendimiento y población en seis variedades de frijol, bajo condiciones de campo	26
03. Análisis de varianza para el combinado de siete variables del ciclo de desarrollo y rendimiento, en seis variedades de frijol	28
04. Comparación de medias Tukey para la variable días a floración, bajo condiciones de invernadero.	29
05. Comparación de medias Tukey para la variable días a floración, bajo condiciones de campo.	30
06. Comparación de medias Tukey para la variable % de daño foliar, bajo condiciones de campo.	31
07. Comparación de medias Tukey para la variable población final, bajo condiciones de campo.	32
08. Comparación de medias Tukey para combinado de la variable días a germinación.	33
09. Comparación de medias Tukey para combinado de la variable días a floración.	34
10. Comparación de medias Tukey para combinado de la variable días a madurez fisiológica.	35

No.		PAGINA
11.	Comparación de medias Tukey para combinado de la variable días a cosecha.	36
12.	Comparación de medias Tukey para combinado variable por ambiente	37
13.	% de materia seca para seis variedades de frijol, bajo condiciones de campo e invernadero.	39
14.	Resumen de ecuaciones de regresión lineal múltiples, para seis variedades de frijol, bajo condiciones de campo.	40
15.	Resumen de ecuaciones de regresión lineal múltiples, para seis variedades de frijol, bajo condiciones de invernadero.	42
16.	Coeficientes de correlación para temperatura, humedad relativa, intensidad de luz y humedad del suelo; para altura de la planta bajo condiciones de campo.	
17.	Coeficiente de correlación para temperatura, humedad relativa, intensidad de luz y humedad del suelo; para vainas por planta bajo condiciones de campo.	45
18.	Coeficientes de correlación para temperatura, humedad relativa, intensidad de luz y humedad del suelo; para altura de planta bajo condiciones de invernadero.	46
19.	Coeficientes de correlación para temperatura, humedad relativa, intensidad de luz y humedad de suelo; para vainas por planta bajo condiciones de invernadero.	47
20.	Resumen de datos climáticos tomados durante el ciclo del cultivo de frijol y su relación plagas enfermedades, bajo condiciones de campo.	56

No.

PAGINA

21. Resumen de datos climáticos tomados durante el ciclo de cultivo de frijol y su relación plagas enfermedades, bajo condiciones de campo.

57

LISTA DE FIGURAS

No.		PAGINA
01.	Correlación altura de planta Vrs. temperatura, bajo condiciones de campo.	58
02.	Correlación altura de planta Vrs. intensidad de luz, bajo condiciones de campo.	59
03.	Correlación altura de planta Vrs. humedad relativa, bajo condiciones de campo.	60
04.	Correlación altura de planta Vrs. humedad del suelo, bajo condiciones de campo.	61
05.	Correlación vainas por planta Vrs. temperatura, bajo condiciones de campo.	62
06.	Correlación vainas por planta Vrs. humedad relativa, bajo condiciones de campo.	63
07.	Correlación vainas por planta Vrs. intensidad de luz, bajo condiciones de campo.	64
08.	Correlación vainas por planta Vrs. humedad del suelo, bajo condiciones de campo.	65
09.	Correlación altura de planta Vrs. temperatura, bajo condiciones de invernadero.	66
10.	Correlación altura de planta Vrs. intensidad de luz, bajo condiciones de invernadero.	67
11.	Correlación altura de planta Vrs. humedad relativa, bajo condiciones de invernadero.	68

No.		PAGINA
12.	Correlación altura de planta Vrs. humedad del suelo, bajo condiciones de invernadero.	69
13.	Correlación vainas por planta Vrs. intensidad de luz, bajo condiciones de invernadero.	70
14.	Correlación vainas por planta Vrs. humedad relativa, bajo condiciones de invernadero.	71
15.	Correlación vainas por planta Vrs. humedad del suelo, bajo condiciones de invernadero.	72
16.	Correlación vainas por planta Vrs. temperatura, bajo condiciones de invernadero.	73

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó una caracterización fenológica con ocho variedades de frijol, dos mejoradas y seis criollas; se consideraron dos ambientes (campo e invernadero) ubicados en el CEDA, de la Facultad de Agronomía.

En el campo se realizaron cuatro repeticiones en un diseño de bloques al azar, en el cual se tomaron 192 plantas en total, a las que se les hizo lecturas de crecimiento, desarrollo y rendimiento. Las lecturas de crecimiento fueron tomadas cada 3 días.

En invernadero se utilizaron cinco repeticiones con diseño de bloques al azar, tomándose en total 30 plantas con lectura dos veces por semana. Los parámetros evaluados en la planta fueron: días a germinación, días a floración, días a madurez fisiológica, días a cosecha, rendimiento, No. de vainas/planta, No. de semillas/vaina, 5 daño foliar, población final, No. de ramas/planta, No. de flores/planta, altura de la planta, incremento de área foliar, % de materia seca.

Además durante todo el ciclo de cultivo se llevó un registro climático en los dos ambientes, con instrumentos específicos.

Los resultados de cada ambiente se sometieron a análisis estadístico de varianza, análisis de varianza combinado, pruebas de comparaciones de medias tukey para cada ambiente y combinado, para las variables de desarrollo fisiológico y rendimiento. Además, análisis de correlación múltiple y simples para variables del clima (Temperatura, luz, humedad relativa y humedad del suelo)

en función de parámetros de crecimiento y rendimiento de la planta.

De acuerdo a la interpretación de resultados, se llegó a establecer lo siguiente: en el análisis de varianza para invernadero existe un alto índice de significancia entre variedades con respecto a la variable días a floración, pero esta no influye en el rendimiento de las variedades.

Para el análisis de la varianza para campo, la variable días a floración presentó alto índice de significancia en tres variedades, el comportamiento es similar al observado en invernadero. Existe a nivel de campo, significancia entre variedades con respecto a porcentaje de daño foliar y un alto índice de significancia con respecto a población final; pero esto no repercute en el rendimiento.

En el análisis de varianza combinado se determinó que todas las variables fueron altamente significativas entre ambientes, siendo la mejor condición el ambiente de campo.

Entre variedades; la variable días a germinación fue significativa. Las variables floración, madurez fisiológica y días a cosecha fueron altamente significativas entre variedades. El rendimiento y sus componentes no son significativas entre variedades.

El porcentaje de materia seca, estimado por pruebas de poblaciones normales reportó mayor porcentaje de materia seca en el campo; por esa razón el rendimiento es mayor acá.

Se estableció que tanto en campo como invernadero, la temperatura es la que más influye en la altura de la planta. También en el No. de vainas/planta,

la temperatura tiene un efecto, aunque no en todas las variedades, esto bajo condiciones de campo. Sin embargo, en invernadero, es la humedad del suelo la que determina el aumento del No. de vainas/planta.

01. INTRODUCCION

El cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.), es importante en la dieta alimenticia del guatemalteco, porque contiene un alto porcentaje de proteínas que representa de 20 a 30% de la ingesta total. No obstante, su importancia, el cultivo es seriamente afectado por condiciones ambientales, que merman significativamente los rendimientos a nivel nacional (9).

El estudio fenológico, consiste en determinar el efecto de las condiciones ambientales sobre los procesos morfológicos y fisiológicos de la planta.

En nuestro país, son escasos los estudios relacionados con fenología de la planta, a nivel internacional, el Centro Internacional para la Agricultura Tropical (CIAT), ha desarrollado este tipo de investigación en el cultivo del frijol; debido a que los estudios fenológicos son la base fundamental para determinar la influencia del clima sobre los cultivos.

En el presente estudio, evaluamos el efecto de las condiciones climáticas sobre el desarrollo del frijol, se consideraron dos ambientes diferentes, siendo éstos: Campo e Invernadero con el fin de evaluar el comportamiento de ocho variedades de frijol.

Específicamente la presente investigación se llevó a cabo en el Municipio de Guatemala, ubicado geográficamente entre las coordenadas Latitud Norte: $14^{\circ}35'$; Longitud Oeste: $90^{\circ}31'$; Altitud de 1,500 metros sobre el nivel del mar (22), en base a Holdridge, pertenece a una zona Montano bajo húmedo (26), específicamente en los campos del CEDA de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

De acuerdo al Insivumeh en un registro de 48 años (1,928-1,976), reporta que la temperatura promedio anual es de 18.15° C., la precipitación anual pluvial total es de 1,246.8 m., la humedad relativa promedio anual es de 79%, el viento es de 16.67 Kms/hora (22).

Este ensayo de fenología en frijol, se llevó a cabo a partir del mes de febrero hasta el mes de mayo de 1,983.

02. ANTECEDENTES

La escasez de granos básicos en Guatemala es más evidente en el cultivo del frijol, debido a una deficitaria producción lo que ha obligado desde hace más de diez años a realizar importaciones para completar el abastecimiento interno.

El consumo humano per cápita ha sido en promedio durante los años 1971-1977 de 27.9 gramos, el cual comparado con los requerimientos mínimos de 60 gramos/día que reporta el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), indica que se mantiene un déficit de 42.1 gramos/día (5).

De las investigaciones agrícolas, realizadas por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), el efecto del clima sobre el comportamiento de la planta nunca se ha estimado o sencillamente se ha despreciado, porque simplemente es reportado como un error experimental.

03. DEFINICION DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION

La situación alimenticia, principalmente en legumbres de grano, es crítica en la América Latina porque según la producción de frijol para los años 1975 a 1977 fue de 4.7 millones de toneladas; equivalente al 37% de la producción total (9).

Razón por la cual varios sectores de investigación agrícola, buscan regiones apropiadas de adaptación del cultivo para lograr mejores rendimientos; sin embargo, la falta de introducción e información sobre su cultivo y manejo, ha evitado que se siembre en gran escala y su producto se extienda sobre la economía y bienestar de la sociedad. Debido a esta situación fue necesario un estudio detallado de los factores ambientales, su relación con el desarrollo y producción del cultivo del frijol, o sea el estudio fenológico de la planta. Sabemos que con el presente ensayo se tienen mejores criterios técnicos, para el manejo y aprovechamiento de las plantas, así mismo se orienta en mejor forma las prácticas culturales que se requieren en el proceso productivo del mencionado cultivo.

Es necesario contar con este tipo de estudios, como un aporte a la agricultura nacional para explicar algunos fenómenos relacionados con la adaptación del cultivo a las diferentes regiones del país.

Las condiciones ambientales en el campo son variables y difíciles de medir con exactitud, por esta razón el experimento se realizó en invernadero donde el ambiente se controla con mayor precisión, permitiendo de esta manera trasladar los resultados del estudio a regiones semejantes de Guatemala.

04. OBJETIVOS

a) General:

- Obtener el conocimiento y cuantificación de la duración del ciclo de desarrollo del cultivo de frijol, para establecer la correlación del clima incidente durante este.

b) Específicos:

- Realizar la medición del crecimiento de los órganos vegetativos y reproductivos, así como la materia seca de la planta.
- Determinar cual de las condiciones (campo e invernadero) es la más favorable para el crecimiento, desarrollo y rendimiento del país.
- Determinar el comportamiento de cada una de las variedades de frijol, bajo las condiciones de campo e invernadero.

05. HIPOTESIS

a) Nula (H_0)

- El efecto del clima no influye en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del frijol.

b) Alternativa (H_1 .)

- El efecto del clima influye en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del frijol.

06. REVISION DE LITERATURA

6.1. Concepto de fenología.

Según Martínez y Tico (18), recibe tal nombre, el estudio de la relación entre el clima y los hechos que suceden periódicamente en la vida de los vegetales y animales.

Según Guzmán (16), en la influencia del tiempo atmosférico sobre los cultivos y animales, se deben de distinguir claramente dos procesos, el crecimiento y el desarrollo; el primero consiste en el aumento de materia (tamaño o volumen) en el transcurso de los días y es un objeto de la fenometría. Y el desarrollo, es el paso por las distintas fases o estados hasta concluir el ciclo reproductivo, por ejemplo: la floración, maduración de los frutos, caída de las hojas.

Guzmán (16), define la fenología: Como el estudio de los fenómenos, es decir, es la ciencia que se ocupa del desarrollo de las plantas con respecto al clima del lugar y al tiempo atmosférico a lo largo del año.

6.2. Influencia de la temperatura.

La duración e intensidad de la temperatura influye en los vegetales de manera directa. Para desempeñar la totalidad de sus funciones vitales, las plantas necesitan absorber determinado número de calorías.

Las plantas por sus exigencias térmicas se dividen en: Hekistotérmas: si viven a temperaturas inferiores 0°C . Microtérmas: si viven a temperaturas de 0°C ; en adelante. Mesotérmas: si viven a temperaturas entre 15 y

20°C.; y Megatérmias: cuando viven a temperaturas superiores a 20°C. (18).

Borwell y Jones, citados por Rouseo, Vives y Chacón (23), estiman temperaturas óptimas para el desarrollo vegetativo del frijol entre 18 y 24°C.

Jones citado por Rouseo, et al (23). Indica que a 10°C.; no ocurre crecimiento de la planta de frijol. Mateo citado por Rouseo, Vives y Chacón (23), indica que se necesita como mínimo 8°C. para germinar, 15°C. para florecer y 17°C., para madurar.

García citado por Uzcategua, Vives y Chacón (25), reporta que el frijol se adapta mejor a temperatura media de 19 a 22°C.; máxima y mínima media de 30°C.; y 8.3°C.; respectivamente; sobre la altitud de 500 a 2,600 metros sobre el nivel del mar.

El frijol se adapta a latitudes entre 0 a 9,000 pies sobre el nivel del mar, con temperaturas que oscilan entre 18 a 24°C.; temperatura mayor a 27°C. provoca caída de flores, y bajas temperaturas perjudican el crecimiento (12, 15).

Alvarez y Richardson (2), reportan que el frijol bien crece en regiones de clima moderadamente calientes, en los climas muy cálidos o durante las estaciones calurosas se acorta el período de producción de vainas. Con altas temperaturas o lluvias excesivas pueden caerse las flores o vainas recién formadas.

Barcello et al (6), indican que la semilla solo germina dentro de un

cierto margen de temperatura, si es muy alta o muy baja la germinación, no tiene lugar; aunque las demás condiciones sean favorables.

El Banco de Guatemala (5), informa que desde el punto de vista agronómico, las zonas más apropiadas para producir el frijol, son aquellas temperaturas entre 18 y 27°C.; humedad relativa baja (menos de 70%), suelos arenosos y permeables. Se tiene la región de Chimaltenango, con temperatura media anual de 17°C., la de Huehuetenango con temperatura de 16.9°C., Jutiapa con 22.5°C., y Zacapa con 26.8°C.

Arruda et al (4) señala como límites preliminares para el período de crecimiento una temperatura promedio de 17 a 22°C.

Arruda et al (1,980), realizaron un estudio del efecto de la temperatura promedio diaria del aire en el rendimiento del frijol, el cual se correlacionó linealmente a la temperatura promedio diaria del aire durante diferentes períodos en el ciclo del cultivo así: $Y = m(T-21-7) + 1.213$, donde Y es el rendimiento de grano en Kgs/Ha, T es la temperatura diaria promedio del aire durante un período dado del ciclo del cultivo, m es el coeficiente característico para el período.

Los mejores períodos pronósticos de rendimiento se localizan entre los 10 y 40 días del ciclo del cultivo, las tasas diarias promedio de incremento en el rendimiento de frijol por elevación de 1°C, de la temperatura diaria promedio, variaron a través del ciclo del cultivo; los valores altos se presentaron en el período entre 30-40 días. El umbral térmico del rendimiento fue una temperatura promedio diario del aire de 20°C. para los primeros 50 días del cultivo y 19°C. para el ciclo total.

Montoya, García e Icasa (21), menciona que para la adaptación de frijol común, el rango óptimo para el cultivo en regiones tropicales es de 18 a 24°C. Promedio mensual, para las variedades de latitudes más elevadas, temperaturas de 15.5 a 21.1°C. promedio mensual.

Los límites críticos máximos señalados en base a experimentos de laboratorio reportan valores de 48.8 a 54.4°C. y los mínimos de 2.0 a 3.0°C., bajas temperaturas aumentan la duración de la época de crecimiento en todas las variedades.

Box citado por Montoya, García e Icasa (21), menciona que el límite térmico inferior dentro del cual no ocurre germinación, es de 8°C.

Dalel citado por Montoya, García e Icasa (21), encontró que en plantas de frijol de 15 días de sembrado, los incrementos de temperatura por encima de 25°C. dieron como resultado un mayor número de hojas, así como un incremento de área foliar total de cada planta. La relación área foliar total a 25°C. fue cerca del doble que a 15°C., la temperatura más baja en la cual se presenta floración es 15°C.; y a temperatura entre 24 y 30°C. el frijol no florece.

Stobe citado por Montoya y otros (21), indica que la fructificación de frijol de tipo indeterminado es cíclica y que este tipo de fructificación se incrementa conforme la temperatura nocturna lo hace, se encontró que a temperaturas entre 15.5 y 24°C., no ocurren ciclos evidentes.

El tiempo entre floración y cosecha de vainas es influenciado por la temperatura entre 15.5 y 24°C.; el lapso floración-cosecha se llevó a cabo

en 11 días; mientras que a temperaturas de 21.°C.; el período se redujo a 9 días.

6.3. Influencia de la luz.

Según Martínez y Tico (18), plantas de luz o heliofíticas, tienen tallos y hojas cortas y gruesas, sus flores son grandes y de colores vivos.

Las de sombra o umbrofitas tienen tallos y folíolos largos y delgados, sus flores son pequeñas de colores apagados y de corta duración, el exceso de luz retarda el desarrollo de los órganos vegetativos, pero aumenta las funciones de reproducción.

Cuando la luz es muy intensa da mucho verdor, consistencia a la parte leñosa y activa la absorción radicular; pero priva a tallos de crecimiento ordinario, desarrolla colores y sabores de las plantas y, por ende sus frutos.

Deficiencias luminosas, producen mala formación de tallos, por esa razón las plantas jóvenes tienden a buscar la parte donde la luz es más intensa.

Devlín (10), menciona que las plantas responden a las alteraciones de los períodos de luz y obscuridad de diferente manera. La floración, el crecimiento vegetativo, el alargamiento de los entrenudos, la germinación de la semilla y la caída de las hojas, constituye algunos efectos del foto período que han sido descubiertos en las plantas.

Engleman (11) indica que las variedades de hábito de crecimiento indeterminado tienen más nudos en el tallo principal, que las variedades de

hábito determinado, las que ofrecen mejores posibilidades a la respuesta a la ramificación y área foliar, la cual está muy influenciada por las condiciones ambientales posiblemente luz y agua disponible en el suelo.

6.4. Influencia de la radiación solar.

Un cultivo verde que cubre totalmente el suelo tiene un albedo de 20-25%, la parte infraroja del espectro es reflejada en un 45%, la parte visible en 4.5% y la parte verde en 9%.

En el suelo del cultivo tenemos entonces sólo de 5-10% de la radiación original, consistente casi sólo de rayos infrarojos dando como consecuencia que las hojas inferiores tengan poca participación en la transpiración y asimilación; mientras que la respiración permanece alta por la temperatura, en general pierden más CO_2 por respiración que lo que asimilan (19).

Los factores intensidad, longitud, duración de onda y periodicidad de la luz afectarán la germinación de la semilla, crecimiento, forma y color de las plantas; también la época y abundancia de floración (20).

6.5. Influencia de la humedad del suelo y la lluvia.

La humedad es indispensable para las plantas, porque el agua disuelve los principales minerales del suelo. Antes de poder ser absorbidos por sus raíces, precisarán estos de agua para la formación de sus tejidos e hidratar los compuestos sintéticos que elaboran sus órganos verdes resulta indispensable para la circulación de la savia; de acuerdo al hábito de vida

con respecto a humedad, las plantas se dividen en: Tropófitas si tienen adaptación a períodos alternativos de humedad y sequía, Xerófitas si tienen adaptación o sequedad relativa, Higrófitas si tienen adaptación a la humedad constantes y Acuáticas si tienen adaptación a la vida en el agua (18).

Según Statyer (24), los efectos del estado hídrico interno de las plantas sobre su crecimiento, desarrollo y rendimiento son estudiados en función primero de la aparición de los déficits internos y luego de los diversos procesos fisiológicos de morfogénesis y finalmente del rendimiento en grano; caso particular de los cereales.

Dada la gran diversidad de formas de reacción según las especies, el autor hace dos generalizaciones correspondientes a los efectos del déficit hídrico en el rendimiento de los cereales.

La primera es: en la mayor parte de los cultivos, el crecimiento y desarrollo no se efectúan íntegramente y el rendimiento no es máximo cuando se mantiene un estado hídrico elevado durante todo el ciclo vegetativo. La segunda es: los efectos nocivos de los déficits hídricos son más acusados en los tejidos y órganos que se encuentran en vía de desarrollo y crecimiento rápido.

Aguirre y Salas (1), establecieron que el frijol se desarrolla bien en lugares, donde la precipitación oscila entre 500 y 2,000 mm. anuales.

Cardona et al (8) menciona un valor favorable de 300 a 400 mm. durante el período de maduración.

Se reporta una precipitación diaria de 3 mm.; durante el período de floración como adecuados (9).

Las excesivas lluvias, perjudican el período de fecundación floral (18).

6.6. Efecto de la humedad relativa.

El déficit de saturación de humedad dentro del cultivo es menor, por esto y debido a los débiles movimientos del aire, las hojas inferiores transpiran muy poco; además permanecen más tiempo húmedas, lo que las hace susceptibles al ataque de hongos (19).

6.7. Efecto del viento.

El efecto del viento sobre el comportamiento de una planta es variable y depende de su intensidad; un viento moderado resulta útil para renovar el aire que rodea a las plantas, fortifica sus fibras y ayuda a la fecundación al transportar el pólen (17).

Si el viento sopla constantemente desde una misma dirección puede modificar de manera radical la forma de las plantas, la acción del viento puede producir lesiones en las raíces y luego enfermedades por podredumbre de las raíces. También transporta a largas distancias patógenos e insectos vectores (20).

6.8. Estudios fenológicos.

Guazzelli (14), reporta que las exigencias climáticas del cultivo de frijol para un período vegetativo de 90 días; de 200 a 300 mm. de preci-

pitación son suficientes, la mayor exigencia se encuentra entre la germinación y la floración completa, con una demanda de 110 a 180 mm. períodos secos de 15 días antes de la floración pueden ser críticos para el cultivo, puesto que se traducen en abortos florales, disminución del número de vainas y peso seco del grano. El rendimiento es favorecido con una mínima temperatura diaria mayor a 17°C ., amplitudes diurnas y nocturnas de temperatura menor a 10.5°C ., evaporación diaria menor a 4.7 mm., velocidad del tiempo del viento menor a 11.5 m/seg., humedad relativa mayor de 85.5% y radiación solar menor de $412.8 \text{ cal/m}^2/\text{día}$.

07. MATERIALES Y METODOS

7.1. Localización del área de estudio.

La presente investigación se llevó a cabo en el Municipio de Guatemala ubicada geográficamente entre las coordenadas Latitud Norte: $14^{\circ}35'$; Longitud Oeste: $90^{\circ}31'$; Altitud de 1,500 metros sobre el nivel del mar (22), según Holdridge; pertenece a una zona Montano bajo humedo (26) geográficamente en campos experimentales e invernadero de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

7.2. Condiciones climáticas.

De acuerdo al Insivumeh, en su período de 48 años (1,928 a 1,976), reporta que la temperatura promedio es de 18.15°C. ; la precipitación pluvial anual total es de 1,246.8 mm., la humedad relativa promedio anual es de 79%, el viento es de 16.67 Kms/hora; para el valle de la ciudad de Guatemala (22).

7.3. Materiales genéticos.

Se evaluaron en el estudio de fenología de frijol, ocho variedades provenientes de localidades del Municipio de Jutiapa, siendo las dos primeras mejoradas, y las restantes, materiales criollos. Las variedades se identifican así:

- Suchitán
- Jutiapán
- Jamapa

- Rojo Seda
- Rabia de Gato
- Blanco
- Pata de Zope
- Pecho Amarillo

7.4. Diseño experimental.

Para la distribución de los tratamientos se utilizó el diseño experimental "Bloques al azar", evaluando ocho variedades (tratamientos) de frijol; procediendo de la siguiente manera:

7.4.1. A nivel de campo.

Cuatro surcos de 4 metros de largo, la distancia entre surcos fue de 30 centímetros; colocando 3 semillas por postura. La unidad experimental tuvo un área neta de $6.m^2$; con la cual se obtuvo un 11.0% de coeficiente de variación (C.V.), según Amézquita y Muñoz (3), por efecto de bordos se cosecharon los dos surcos centrales con reducción de 50 centímetros en los extremos de los surcos. Se utilizaron cuatro repeticiones (bloques).

7.4.2. A nivel de invernadero.

La unidad experimental fue una maceta, se utilizaron cinco repeticiones por tratamiento, para tener ocho macetas por bloque.

Para la evaluación de los resultados tanto en campo como invernadero, se utilizó el modelo estadístico (17).

$$Y_{ij} = U + t_i + B_j + E_{ij}.$$

Donde:

Y_{ij} = Valor de i-ésimo tratamiento en el j-ésimo bloque.

U = media general.

t_i = efecto del i-ésimo tratamiento.

B_j = efecto del j-ésimo bloque.

E_{ij} = error experimental asociada a la ij-ésima observación.

Se realizaron tres tipos de análisis de varianza, el primero de resultados de campo, el segundo de resultados de invernadero y tercero un combinado (campo-invernadero).

7.5. Análisis estadístico.

Para el estudio fenológico en ocho variedades de frijol, se utilizó el análisis de regresión múltiple (tiempo temperatura, humedad relativa, luz humedad del suelo Vrs. Altura de la Planta, área foliar. No. de Ramas, No. Flores/Plantas, No. de Vainas/Plantas).

Además el análisis de varianza de la ecuación de regresión y el análisis de varianza para: días a la germinación, días a floración, días a madurez fisiológica, días a cosecha, rendimiento (Kgs/Ha), No. de Vainas/plantas y No. de semillas/vaina, Población final, % de daño foliar. Para % de materia seca se utilizaron las pruebas de medias, en poblaciones normales; también se aplicó, pruebas de tukey, en los casos donde hubo diferencias significativas en los andevas.

7.5.1. Variables a medir.

Durante todo el ciclo del cultivo, tanto en campo como en invern-

dero, se realizaron lecturas a las 7.00 horas; 11.30 horas y 15.00 horas; de las siguientes variables:

a) Temperatura.

Se colocaron termómetros a 1.50 m y 1.00 m., sobre el nivel del suelo, para establecer de esta forma; valores promedios representativos.

b) Intensidad de luz.

Para estimar esta variable, se utilizó el fotómetro, los datos fueron reportados en pie candela.

c) Humedad relativa.

Para estimar esta, se hizo uso del psicrómetro, los datos se reportaron en %.

d) Humedad del suelo.

Se llevó a cabo un control de humedad del suelo, utilizando el método gravimétrico, es decir, se recogieron muestras de suelo en cajas de aluminio, se pesó la tara y 10 gramos de suelo, a las 24 horas de introducidas en un horno regulado a 110°C ; se pesó nuevamente y por diferencia de pesos, se determinó el % de humedad actual del suelo.

En el campo se muestreó en seis puntos al azar, en un área de 240 m^2 ; mientras en invernadero se tomaron 2 muestras representativas de suelo. Estos muestreos se utilizaron dos veces por semana.

Los análisis físicos de las muestras de suelo tanto en campo como en invernadero, fueron utilizados como referencias para control de la humedad del suelo respecto al riego. Se obtuvieron los siguientes datos:

En campo:

Muestra	Profundidad (cms.)	Textura	Dap grs/cc.	% Humedad 1/3 atm.	Suelo 15 atm.
A	0 - 25	Arcilla	1.10	29.65	19.74
B	25 - 100	Arcilla	1.16	43.05	28.36

En Invernadero:

Muestra	Profundidad (cms.)	Textura	Dap grs/cc.	% Humedad 1/3 atm.	Suelo 15 atm.
A	0 - 30	Fco. Arcilla	1.11	32.82	20.13

e) Requerimientos de riego.

Fueron basados en el uso consutivo para las diferentes etapas del ciclo del cultivo del frijol, por las propiedades físicas del suelo y el tiempo de riego para el sistema por aspersión. Estos riegos se aplicaron en las fechas siguientes: Febrero 8, 11, 24; Marzo 3, 17, 24, 31 y Abril 7, 14, 21, 28.

En invernadero, se regó cuando las condiciones de humedad lo ameritaban, se realizó observaciones diarias.

Sin embargo los datos climáticos registrados en el experimento,

fueron comparados con los reportados por el Insivumeh durante todo el ciclo del cultivo.

Para la evaluación de las variables: temperatura, intensidad de luz, humedad relativa y humedad del suelo, se hizo en base a valores parciales cada 3 y 4 días, y a totales acumulados.

7.5.2. Parámetros a evaluar.

- a) Población inicial: se determinó mediante el número de semillas utilizadas para la siembra (por cada unidad experimental).
- b) Días a la germinación se determinó cuando el 75% de la Población había emergido, las observaciones se hicieron en días alternos de la semana.
- c) Días hasta la floración: cuando el 50% de las plantas tienen por lo menos una flor (13), las observaciones fueron todos los días de la semana.
- d) Días hasta la madurez fisiológica: (7) cuando el 90% de las vainas cambian de color verde a morado (de carnosa a coriácea) (13).
- e) Días a cosecha: cuando el 95% de las vainas están secas.
- f) Enfermedades: en base al porcentaje de las plantas dañadas, con observaciones 3 veces por semana.

- g) Longitud de tallo principal: estas lecturas se realizaron dos veces por semana (martes y viernes), se inició 10 días después de la siembra y se concluyó cuando el crecimiento de la planta cesó.
- h) Incremento de área foliar: se determinó a través del foliolo central, hasta el máximo incremento de área foliar, para determinar el área, se midió el largo de hoja (desde el punto de inserción de la lámina foliar con el peciolo hasta el ápice de la misma), y el ancho (de borde a borde de la parte gruesa central); luego el área es igual al largo X ancho X 0.75. Estas Lecturas se realizaron dos veces por semana (martes y viernes).
- i) Número de ramas por Planta: conteos dos veces por semana.
- j) Número de flores/Planta: de igual manera que inciso 9.
- k) Número de vainas/planta: idem inciso 10.
- j) Rendimiento: (7, 13).
- Número de vainas/planta.
 - Número de semillas/vaina.
 - Peso de la semilla: (al 12.5% de humedad de grano).
- m) Materia seca: que comprendió peso de tallo, peciolo, vainas y semillas.

7.6. Manejo del experimento.

7.6.1. Tratamiento de la semilla.

La semilla fue tratada con desinfectante "Ceresán" utilizando 4 onzas por cada 100 libras de semilla.

7.6.2. Preparación del terreno.

Dos semanas antes de la siembra se realizó un paso de arado a una profundidad de 30 cms., luego una semana antes de la siembra se realizaron dos pasos de rastra; en el segundo se incorporó 150 libras/Mz, de aldrín al 2.5%.

7.6.3. Aplicación de fertilizantes.

Por resultado del análisis de suelo, reportados por laboratorios de suelos del I.C.T.A. únicamente se aplicó nitrógeno en forma de urea (46% N) a razón de 2 qq/Mz, en dos partes: 50% a los 30 días después de la siembra y el resto 20 días después de la primera aplicación.

7.6.4. Control de plagas y enfermedades.

En invernadero a los 45 días después de la siembra, se aplicó insecticida tamarón a razón de 1 medida bayer/bomba de 4 galones de agua; para el contro de chicharritas del frijol (Empoasca sp) y luego una segunda aplicación a los 60 días después de la siembra.

En el campo a los diez y siete días después de la siembra, se aplicó

insecticida DMT a razón de 1 medida bayer/bomba de 4 galones de agua para el control de Epilachna varivestis. Una segunda aplicación se llevó a cabo 25 días después de la primera.

A los 63 días después de la siembra, se aplicó fungicida tilth a razón de 1/4 de medida Bayer más 2 medidas bayer de ditane-45 por bomba de 4 galones de agua; para el control de Roya (Uromyces phaseolus typica) y antracnosis del frijol (Colletotrichum lindemuthianum).

7.6.5. Control de malezas.

Se realizaron 2 limpieas con azadón, la primera a los 25 días de germinadas las plantas. La segunda limpia se realizó a los 20 días respecto a la primera.

08. RESULTADOS Y DISCUSION

CUADRO No. 1. Análisis de varianza para siete variables del ciclo de desarrollo y rendimiento de seis variedades de frijol, bajo condiciones de invernadero.

No.	NOMBRE DE LA VARIABLE	F.C.	PRF.	NS.	MEDIA	C.V.
V ₁ .	Días a germinación	2.540	0.065	NS	5.65	24.59
V ₂ .	Días a floración	9.821	0.000	**	41.58	10.28
V ₃ .	Días a madurez fisiológica	1.005	0.439	NS	69.71	14.26
V ₄ .	Días a cosecha	1.241	0.325	NS	80.12	13.41
V ₅ .	Rendimiento Kgs/Ha.	0.231	0.945	NS	1,701.89	107.53
V ₆ .	Vainas/Planta	0.238	0.941	NS	6.84	79.21
V ₇ .	Semillas/vaina	0.869	0.773	NS	4.33	35.81

8.1. Análisis de varianza para invernadero.

En el presente análisis, se evaluaron seis variedades de ocho sometidas a estudio. Las variedades Jutiapan y Blanco no prosperaron en este ambiente razón por la cual se descartaron del análisis.

La variable días a germinación, no fue significativa entre variedades, se estudió y se estimó en este ambiente una media de 5.62 días.

Se deduce que el efecto del ambiente con respecto a germinación de la planta, no influye sobre comportamiento de los materiales evaluados (Ver cuadro No. 1).

Con respecto a la variable días a floración existe un alto índice de significancia entre variedades, observándose una media de 41.58 días.

Las variables días a madurez fisiológica, días a cosecha, rendimiento, No. de vainas/planta y No. de semillas/vaina; no presentan significancia. Se deduce que la floración tampoco tiene correlación directa con estas.

Los altos índices de coeficientes de variación para las variables días a germinación con 24.59%, rendimiento 197.53%, No. de vainas por planta con 79.21% y No. de semillas/vainas con 35.81%; están relacionados con los bajos valores de F.C. es acá donde se observa ausencia de significancia entre variedades en producción. Tanto materiales mejorados como criollos se comportan de la misma manera.

CUADRO No. 2. Análisis de varianza para nueve variables del ciclo de desarrollo, rendimiento y población, de seis variedades de frijol; bajo condiciones de campo.

No.	NOMBRE DE LA VARIABLE	F.C.	PRF.	NS	MEDIA	C.V.
V ₁ .	Días a germinación	1.218	0.363	NS	8.58	14.42
V ₂ .	Días a floración	9.184	0.000	**	41.74	10.25
V ₃ .	Días a madurez fisiológica	0.959	0.465	NS	70.44	14.09
V ₄ .	Días a cosecha	1.181	0.352	NS	80.73	13.31
V ₅ .	Rendimiento Kgs/Ha	0.294	0.911	NS	1,832.01	99.89
V ₆ .	Vainas/planta	0.295	0.910	NS	7.07	76.64
V ₇ .	Semillas/vaina	0.726	0.611	NS	4.69	33.06
V ₈ .	Daño área foliar	4.430	0.000	*	94.04	6.70
V ₉ .	Población final	6.050	0.000	**	136.58	6.11

8.2. Análisis de varianza para campo.

En el análisis realizado para campo, se evaluaron nueve variables de seis variedades estudiadas.

Las variables días a germinación, días a madurez fisiológica, días a cosecha, rendimiento, No. de vainas/planta y No. de semillas/vaina no mostraron ningún grado de significancia entre variedades. Observándose que las variables analizadas en este ambiente, tienen comportamiento similar al de invernadero, sin embargo, las medias observadas para las anteriores variables son superiores en el campo; deduciéndose de esta manera que es acá donde es mayor el ciclo del cultivo y por ende también el rendimiento.

Los altos coeficientes de variación para las variables rendimiento, No. de vainas/planta y No. de semillas/vaina, están directamente relacionadas con los bajos valores de F.C.; confirmando de esta manera que entre variedades no existe variaciones en su rendimiento.

La variable días a la floración, es altamente significativa entre variedades, se estimó una media general de 41.74 días.

Como se observa el clima influye en la floración de la planta, pero no repercute en el rendimiento de las variedades, dentro del mismo ambiente.

La variable % de daño foliar causado por el viento, es significativa entre variedades, la medida general es de 94.04% de daño, sin embargo, no se traduce en la baja o aumento del rendimiento.

En cuanto a la variable Población final, se observa un alto índice de significancia entre variedades, se estimó una media general de 136.58 plantas, pero no influye en el rendimiento de la planta (Ver cuadro No. 2).

CUADRO No. 3. Análisis de varianza para el combinado de siete variables del ciclo de desarrollo y rendimiento, de seis variedades de frijol.

NOMBRE DE LA VARIABLE	AMBIENTE			VARIEDADES			MEDIA	C.V.
	F.C.	PRF.	NS	F.C.	PRF.	NS		
Días a germinación	68.558	0.000	NS	3.305	0.013	*	7.02	16.28
Días a floración	94.622	0.000	**	50.873	0.000	**	41.58	4.45
Días a madurez fisiológica	248.854	0.000	**	9.033	0.000	**	69.71	4.00
Días a cosecha	364.496	0.000	**	16.133	0.000	**	80.12	3.15
Rendimiento en Kgs/Ha.	173.747	0.000	**	0.855	0.520	NS	1,701.89	36.92
Vainas X planta	92.786	0.000	**	1.294	0.286	NS	6.84	35.42
Semillas X vaina	37.117	0.000	**	2.083	0.088	NS	4.59	20.25

8.3. Análisis de varianza para el combinado.

En el análisis realizado para establecer la relación de campo e invernadero, se evaluaron siete variables con las seis variedades estudiadas, mostrando dichos análisis diferentes índices de significancia (Ver cuadro No. 30).

Entre ambientes todas las variables fueron altamente significativas, debido a lo opuesto de los dos ambientes estudiados.

El ambiente de campo presenta condiciones climáticas más favorables en el comportamiento de la planta.

Entre variedades, la variable días a germinación, fue significativa. Las variables días a floración, días a madurez fisiológica y días a cosecha; fueron altamente significativas entre variedades.

Deduciéndose que la diferencia de rendimiento que se observa en el campo con respecto al invernadero no es debido a las variedades sino al ambiente, en un 100%.

CUADRO No. 4. Comparación de medias "Tukey" para la variable días a floración, bajo condiciones de invernadero.

Significancia = 0.05		$G_1(6,23)$	W = 4.84	
No.	TRATAMIENTO	MEDIA	N	NIVEL
1.	Suchitán	46.38	8	A
2.	Jamapa	44.78	9	AB
5.	Pata de Zope	44.11	9	AB
6.	Pecho Amarillo	42.22	9	AB
3.	Rojos Seda	38.00	9	C
4.	Rabia de Gato	34.56	9	C

8.4. Análisis de tukey para invernadero.

En el análisis de varianza para los dos ambientes y el combinado, fue significativa la variable días a floración, por tal razón las seis variedades fueron sometidas a una comparación de medias en base a las pruebas de "Tukey" con el fin de determinar el grado de variación respecto a las variables; luego así seleccionar los materiales representativos. En base al

cuadro No. 4, se tiene los siguientes resultados: en la prueba Tukey, para días a la floración se detectaron tres niveles; el primero de ellos con una media superior de 46.38 días, correspondiente al tratamiento No. 1, para la variedad Suchitán. El nivel intermedio cuya media es de 44.78 días, corresponde al tratamiento No. 2, para la variedad Jamapa, la cual es representativa para las otras variedades que conforman este nivel; para el tercer nivel se tienen valores de medidas individuales, como dominantes mínimas que corresponden a los tratamientos No. 3 con 38 días, para la variedad Rojo Seda y para la variedad Rabia de Gato.

En la detección de tratamientos diferentes para esta variable basadas en las pruebas "Tukey", se tiene que el tratamiento No. 1 Suchitán no es igual al tratamiento No. 4 Rabia de Gato y al tratamiento No. 3 Rojo Seda.

CUADRO No. 5. Comparación de medias "Tukey" para la variable días a floración; bajo condiciones de campo.

Significancia = 0.05		$G_1(6,23)$		W = 5.41	
No.	TRATAMIENTO	MEDIA	N	NIVEL	
1.	Suchitán	46.57	7	A	
2.	Jamapa	45.50	8	AB	
5.	Pata de Zope	44.38	8	AB	
6.	Pecho Amarillo	42.50	8	AB	
3.	Rojo Seda	38.25	8	C	
4.	Rabia de Gato	34.38	8	C	

8.5. Análisis de tukey para campo.

Para el ambiente de campo, se utilizó las pruebas de medias "Tukey"; siguiendo el mismo método de invernadero. Según (cuadro No. 5). para la variable días a floración, se cuentan con tres niveles, para las medias dominantes, respondió el tratamiento No. 1 con 46.57 días, perteneciente a la variable Suchitán; seguidamente el tratamiento No. 2 con 45.50 días, correspondiente a la variedad Jamapa. De manera que para la dominante inferior se cuenta la media del tratamiento No. 3 con 34.38 días, correspondiente a la variedad Rabia de Gato.

En este ambiente, el comportamiento de las variedades es similar al observado en invernadero; porque la variedad No. 1 Suchitán es diferente a la variedad No. 3 y a la variedad No. 4

CUADRO No. 6. Comparación de medias "Tukey" para la variable % de daño foliar, bajo condiciones de campo.

Significancia = 0.05		$G_1(6,15)$	$W = 8.79$	
No. TRATAMIENTO	MEDIA	N	NIVEL	
4. Rabia de Gato	98.75	4	A	
2. Jamapa	98.75	4	AB	
5. Pata de Zope	97.50	4	AB	
6. Pecho Amarillo	96.25	4	AB	
3. Rojo Seda	91.25	4	AB	
1. Suchitán	81.75	4	C	

Se consideró conveniente estimar en el campo, las variables % de daño foliar por efecto del viento y población final; por la razón de encontrarse fuera de nuestro control y porque son fenómenos que se presentan en el campo. Con respecto al % de daño foliar se presentaron tres niveles de daño, el primer nivel lo representa el tratamiento No. 4 con 98.7%, correspondiente a la variedad Rabia de Gato; seguidamente tenemos el tratamiento No. 2 con similar % de daño, correspondiente a la variedad Jamapa, tal como se observa estas son muy susceptibles al efecto del viento, el nivel inferior de daño foliar lo ocupa el tratamiento No. 1 con 81.75% de daño, correspondiente a la variedad Suchitán, de manera que esta es más tolerante al efecto de viento. En la estimación de medias "Tukey", el tratamiento No. 4 no es igual al tratamiento No. 1 según (cuadro No. 6).

CUADRO No. 7. Comparación de medias "Tukey" para la variable Población final, bajo condiciones de campo.

Significancia = 0.05			
$G_1(6,15)$			
W - 11.63			
No. TRATAMIENTO	MEDIA	N	NIVEL
1. Suchitán	142.50	4	A
4. Rabia de Gato	141.00	4	AB
5. Pata de Zope	140.75	4	AB
3. Rojo Seda	140.00	4	AB
6. Pecho Amarillo	139.50	4	AB
2. Jamapa	115.75	4	C

Según (cuadro No. 7), para la variable Población final, se reportan los

mismos niveles que la anterior variable. En el mismo nivel superior dominante se cuenta el tratamiento No. 1 con 142.50 plantas, correspondientes a la variedad Suchitán; seguidamente el tratamiento No. 4 con 141 plantas, correspondiente a la variedad Rabia de Gato; de manera que el nivel inferior, lo ocupa el tratamiento No. 2 con 115.75 plantas, correspondiente a la variedad Jamapa.

El % de daño foliar está relacionado con el No. de plantas (población final), a mayor porcentaje de daño foliar menos número de plantas y así viceversa. Observamos que el tratamiento No. 1 es diferente al tratamiento No. 2.

CUADRO No. 8. Comparación de medias "Tukey" para el combinado, de la variable días a germinación.

Significancia = 0.05		$G_1 (6,42)$		W = 0.89	
No.	TRATAMIENTO	MEDIA	N	NIVEL	AMBIENTE
1.	Pata de Zope	7.78	9	A	Campo
6.	Pecho Amarillo	7.56	9	AB	Campo
1.	Suchitán	7.38	8	AB	Campo
2.	Jamapa	7.11	9	AB	Campo
3.	Rojo Seda	6.33	9	C	Campo
4.	Rabia de Gato	6.00	9	C	Campo

8.6. Análisis de medias tukey para el combinado.

En el ambiente de invernadero el ciclo del cultivo es menor que en el de campo, pero el rendimiento es mucho menor que el de campo.

Siendo el ambiente significativo, fue necesario obtener pruebas de "Tukey" para determinar el comportamiento de seis variedades en forma conjunta (campo e invernadero).

En base al cuadro No. 8 para la variable días a germinación se encuentran tres niveles, para dominantes superiores, se tienen 7.78 días, correspondiente a la variedad Pata de Zope; seguidamente se cuenta con el tratamiento No. 6 con 7.56 días, correspondiente a la variedad Pecho Amarillo; en el nivel inferior dominante se cuenta el tratamiento No. 3 con 6.33 días, correspondiente a la variedad Roja Seda. Todos estos niveles en el ambiente campo.

Resultaron diferentes en comportamiento la variedad Pata de Zope con Rojo Seda y Rabia de Gato.

CUADRO No. 9. Comparación de medias Tukey para el combinado, de la variable días a floración.

Significancia = 0.05		$G_1 (6,40)$		$W = 2.17$	
No.	TRATAMIENTO	MEDIA	N	NIVEL	AMBIENTE
1.	Suchitán	46.38	8	A	Campo
2.	Jamapa	44.78	9	B	Campo
5.	Pata de Zope	44.11	9	B	Campo
6.	Pecho Amarillo	42.22	9	C	Campo
3.	Rojo Seda	38.00	9	D	Campo
4.	Rabia de Gato	34.56	9	E	Campo

En base al cuadro No. 9 para días a floración se cuenta con cinco niveles en el ambiente dominante campo. Se tiene el tratamiento No. 1 con

46.38 días, correspondiente a la variedad Suchitán; seguidamente el tratamiento Jamapa con 44.78 días; el nivel inferior lo presenta la variedad Rabia de Gato con 34.56 días.

Como se observa las variedades que se atrasaron en germinar no necesariamente retardan su floración. Todas las variedades son distintas.

CUADRO No. 10. Comparación de medias Tukey para el combinado, de la variable días a la madurez fisiológica.

Significancia = 0.05		$G_1 (6,40)$		$W = 2.17$	
No.	TRATAMIENTO	MEDIA	N	NIVEL	AMBIENTE
1.	Suchitán	74.86	7	A	Campo
5.	Pata de Zope	71.38	8	B	campo
2.	Jamapa	70.89	9	B	Campo
6.	Pecho Amarillo	70.56	9	B	Campo
3.	Rojo Seda	66.33	9	C	Campo
4.	Rabia de Gato	65.56	9	C	Campo

En cuanto a días a la madurez fisiológica, siempre en el ambiente campo, se observan tres niveles. Siendo el nivel superior la variedad Suchitán con 74.86 días; seguidamente se cuenta con la variedad Pata de Zope con 71.78; el nivel dominante inferior lo ocupa la variedad Rojo Seda con 66.33 días. El tratamiento No. 1 no es igual al tratamiento 5, 2, 6, 3, y 4; el tratamiento No. 3 es diferente del 1, 3 y 4 (Ver cuadro No. 10).

CUADRO No. 11. Comparación de medias Tukey para el combinado, de la variable días a cosecha.

Significancia = 0.05

$G_1(6,40)$

$W = 1.26$

No. TRATAMIENTO	MEDIA	N	NIVEL	AMBIENTE
1. Suchitán	86.86	7	A	Campo
2. Jamapa	81.67	9	B	Campo
5. Pata de Zope	831.38	8	BC	Campo
6. Pecho Amarillo	80.80	9	C	Campo
3. Rojo Seda	76.11	9	D	campo
4. Rabia de Gato	75.44	9	D	Campo

En base al cuadro No. 11 para la variable días a la cosecha en el ambiente dominante de campo, se obtuvieron cuatro niveles. Para el nivel superior se cuenta la variable Suchitán con 86.86 días; seguidamente se cuenta la variedad Jamapa con 81.67 días; para el tratamiento del nivel dominante inferior se tiene la variedad Rojo Seda con 76.11 días.

El tratamiento No. 1 no es igual al 2, 5, 6, 3 y 4; el tratamiento No. 2 es diferente al 6, 3 y 4; el tratamiento No. 6 del 3 y 4. Las únicas variedades que presentaron un desarrollo sincronizado fueron Rojo Seda y Rabia de Gato.

CUADRO No. 12. Comparación de medias Tukey para el combinado,
variables por ambiente.

Significancia = 0.05

No.	AMBIENTE	MEDIA	VARIABLE	W	q
1.	Invernadero	5.72	Días a Germinación	2.60	(2,42)
2.	Campo	6.58			
1.	Invernadero	39.24	Días a Floración	4.22	(2,42)
2.	Campo	44.42			
1.	Invernadero	63.41	Días a Madurez Fisiológica	6.36	(2,40)
2.	Campo	76.79			
1.	Invernadero	73.33	Días a cosecha	5.78	(2,40)
2.	Campo	87.75			
1.	Invernadero	536.27	Rendimiento Kgs/Ha	1,435.09	(2,40)
2.	Campo	3,013.27			
1.	Invernadero	3.74	Vainas/planta	5.52	(2,40)
2.	Campo	10.32			
1.	Invernadero	3.38	Semillas por vaina	2.13	(2,40)
2.	Campo	5.50			

En el cuadro No. 12 se presenta el resumen de pruebas de medias Tukey, en el cual se observa como las variedades tuvieron un comportamiento similar tanto en campo como en invernadero, en el sentido explícito se tienen los siguientes resultados: en el ambiente con respecto a la variable días a germinación, se tiene para campo una media de 8.58 días, mientras en invernadero 5.72 días; existe por tanto una diferente de 3 días.

Para días a floración: en campo tenemos 44.42 días mientras en invernadero 39.24 días; siendo por tanto más precoz la floración en invernadero. La madurez fisiológica, ocurrió en campo a los 74.79 días y en invernadero a los 63.61 días. La cosecha en el campo ocurrió a los 87.75 días y en invernadero a los 73.33 días.

En conclusión el desarrollo es más tardío en campo.

En cuanto a rendimiento se obtuvo en invernadero 536.27 kilogramos/hectárea, mientras en campo 3013.27 kilogramos/hectárea. El efecto del ambiente es bastante significativo para esta variable, en el campo hay 82% más rendimiento.

Para No. de vainas/planta en campo es de 10.32 mientras en invernadero 3.74, tal como se ve, existe una relación directa de ésta variable con respecto al rendimiento; en campo hubo 5.50 semillas/vaina y en invernadero 3.38 semillas/vaina, esta variable guarda también una relación directa con el rendimiento.

CUADRO No. 13. % de materia seca para seis variedades de frijol, bajo condiciones de campo e invernadero.

T.C. = 5.18	T.t. = 2.02		(1- α) (n-1)	
% MATERIA SECA				
VARIEDAD	INVERNADERO	CAMPO	D	D ²
Suchitán	34.80	90.00	-55.20	3047.04
Jamapa	54.50	83.93	-29.43	855.96
Rojo Seda	24.51	45.36	-20.85	433.68
Rabia de Gato	49.16	65.50	-16.34	267.00
Pata de Zope	28.44	72.22	-43.78	1916.69
Pecho Amarillo	35.35	79.23	-43.88	1925.45
	$\bar{X} = 226.76$	$\bar{X} = 436.24$	$\bar{X} = 209.48$	$\bar{X} = 8445.82$

8.7. Porcentaje de materia seca.

Para determinar el % de materia seca tanto en campo como invernadero, se procedió a realizar una prueba de medias en dos muestras de poblaciones normales, se consideró un 5% de nivel de significancia. Se determinó que la T student calculada tuvo un valor de 2.18, la cual es mayor a la T student tubular cuyo valor es de 2.02; queda demostrado que hay mayor porcentaje de materia seca en el campo, razón por la cual el rendimiento es mayor en este ambiente. Por otro lado, en el ambiente invernadero se observó mayor porcentaje de humedad, que se traduce en el poco rendimiento de la planta (ver cuadro No. 13).

CUADRO No. 14. Resumen de ecuaciones de regresión lineal múltiple, para seis variedades de frijol, bajo condiciones de campo.

VARIABLE RESPUESTA		CONSTANTE	TEMPERA- TURA	HUMEDAD RELATIVA	INTENSIDAD DE LUZ	HUMEDAD DE SUELO		
CAMPO	REGRESION	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Fc.	r
Suchitán	Altura	-104.996	5.351	0.453	0.007	-0.534	3.26*	0.721
	Area foliar	- 95.815	3.182	1.139	0.131	-1.931	1.92NS	0.811
	Ramas	- 61.959	1.669	0.589	0.009	-0.287	1.40NS	0.727
	Flores	- 38.914	-0.945	-0.148	-0.012	0.001	1.87NS	0.888
	Vainas	- 1.107	3.374	-1.076	0.177	-0.021	3.54NS	0.854
Jamapa	Altura	- 98.093	4.650	0.443	0.011	0.462	2.05NS	0.654
	Area foliar	- 49.4545	1.159	0.636	0.084	-1.240	1.46NS	0.770
	Ramas	- 65.434	1.776	0.637	0.005	-0.289	1.74NS	0.763
	Flores	- 16.146	-0.521	0.086	0.011	-0.093	0.36NS	0.750
	Vainas	- 7.811	2.047	-0.611	-0.044	-0.044	4.00NS	0.834
Rojo Seda	Altura	-106.39	4.592	0.606	0.014	-0.484	3.29*	0.738
	Area foliar	- 19.653	2.103	0.140	0.058	-1.107	1.46NS	0.813
	Ramas	- 73.130	1.957	0.807	0.008	-0.451	1.21NS	0.702
	Flores	- 2.220	-0.751	0.259	0.000	-0.003	0.61NS	0.940
	Vainas	60.292	-0.643	-0.411	-0.023	0.086	2.04NS	0.734

Rabia de Gato	Altura	- 85.798	3.760	0.504	0.012	-0.402	4.59*	0.791
	Area foliar	- 16.733	2.871	-0.114	0.052	-0.955	1.57NS	0.822
	ramas	- 70.136	1.554	-0.895	0.004	-0.498	1.92NS	0.778
	Flores	- 10.413	0.240	0.055	0.008	-0.036	0.79NS	0.665
	Vainas	- 15.836	0.081	-0.060	-0.014	-0.043	0.61NS	0.486
Pata de Zope	Altura	-146.735	6.375	0.772	0.013	-0.667	2.32NS	0.676
	Area Foliar	-101.069	4.913	0.467	0.036	-0.364	0.82NS	0.631
	Ramas	- 81.658	2.005	0.877	0.008	-0.404	0.47NS	0.735
	Flores	- 39.686	-2.070	0.166	-0.007	-0.085	0.18NS	0.653
	Vainas	- 33.107	0.999	-0.689	0.004	-0.091	4.39NS	0.863
Pecho Amarillo	Altura	-150.410	7.550	0.632	-0.012	-0.776	2.77NS	0.693
	Area foliar	- 61.887	2.828	0.667	0.097	-1.456	2.08NS	0.822
	Ramas	- 81.992	2.132	0.849	0.006	-0.388	1.44NS	0.732
	Flores	- 8.908	-0.833	0.209	-0.000	-0.000	0.23NS	0.695
	Vainas	- 47.145	0.665	-0.753	-0.001	-0.104	7.26*	0.910

CUADRO No. 15. Resumen de ecuaciones de regresión lineal múltiple para seis variedades de frijol, bajo condiciones de invernadero.

VARIABLE REPUESTA		CONSTANTE	TEMPERA- TURA	HUMEDAD RELATIVA	INTENSIDAD DE LUZ	HUMEDAD DE SUELO		
INVERNA- DERO	REGRESION	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Fc.	r
Suchitán	Altura	-167.860	4.790	1.260	-0.026	-0.108	4.41*	0.771
	Area foliar	-248.303	9.742	0.742	0.325	-0.665	3.89NS	0.969
	Ramas	- 76.464	2.065	0.592	0.036	-0.197	3.96NS	0.872
	Flores	- 13.710	0.541	1.085	-0.125	0.079	4.09NS	0.998
	Vainas	6.354	0.001	-0.004	-0.005	0.031	0.00NS	1.00
Jamapa	Altura	-104.619	6.30	-0.33	0.092	-0.212	2.54NS	0.7282
	Area foliar	-209.978	8.68	0.47	0.520	-0.83	1.58NS	0.929
	Ramas	- 77.309	2.00	0.67	0.025	-0.191	1.70NS	0.759
	Flores	4.943	-0.078	-0.012	0.022	-0.141	488.74NS	1.000
	Vainas	- 16.837	0.407	0.119	0.002	0.89	0.89NS	0.737
Rojo Seda	Altura	-153.579	4.53	1.19	0.024	-0.210	9.91*	0.893
	Area foliar	- 20.923	0.785	0.016	0.539	0.538	1.03NS	0.897
	Ramas	- 85.517	2.887	0.540	0.026	0.218	2.06NS	0.789
	Flores	30.967	0.16	-0.47	0.005	0.020	2.05 X-38NS	1.000
	Vainas	11.782	0.29	0.073	0.007	0.085	8.18*	0.931

Rabia de Gato	Altura	-146.286	4.43	1.10	0.002	-0.160	7.70*	0.840
	Area foliar	-146.393	-2.87	-1.46	0.882	-0.911	1.15NS	0.907
	Ramas	- 60.532	2.01	0.383	0.009	-0.1122	3.95NS	0.871
	Flores	11.188	-0.101	-0.086	-0.000	-0.015	0.32NS	0.549
	Vainas	- 2.742	0.229	-0.038	0.007	0.069	5.11*	0.879
Pata de Zope	Altura	-256.388	7.64	1.79	-0.009	-0.239	7.68*	0.848
	Area foliar	- 28.244	0.588	0.136	0.746	-0.743	1.12NS	0.905
	Ramas	- 52.866	1.88	0.312	0.035	-0.188	2.41NS	0.811
	Flores	- 2.994	0.029	0.045	0.004	-0.004	0.28NS	0.728
	Vainas	- 1.272	0.032	0.055	0.005	-0.008	0.41NS	0.543
Pecho Amarillo	Altura	-247.464	7.535	1.585	0.042	-0.321	14.82*	0.918
	Area foliar	-214.044	6.989	1.08	0.529	-0.685	1.34NS	0.918
	Ramas	- 51.407	1.996	0.294	0.031	-0.219	2.50NS	0.816
	Flores	- 2.108	0.238	-0.042	0.000	0.030	1.00NS	0.894
	Vainas	- 13.631	0.319	0.178	0.007	-0.035	2.34NS	0.837

8.8. Análisis de correlación de seis variedades, bajo condiciones de campo.

Según los resultados obtenidos en el análisis de correlación múltiple, presentado en el cuadro No.14 indica que las variedades del clima influyen directamente en la variable respuesta: Altura de la planta, para las variedades de frijol Suchitán, Rojo Seda y Rabia de Gato; las cuales presentan significancia en la F.C. con valores de 3.26, 3.29, 4.59 y los coeficientes de correlación con valores de 0.721, 0.738 y 0.791. Por esta razón se realizó el análisis de correlación simple, para establecer cual o cuales de las variables del clima influyen positivamente o negativamente al crecimiento y desarrollo de la planta, obteniéndose los siguientes resultados:

CUADRO No. 16. Coeficiente de correlación para temperatura, humedad relativa, intensidad de luz y humedad del suelo, en altura de la planta; bajo condiciones de campo.

VARIEDAD	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	INTENSIDAD LUZ	HUMEDAD SUELO
Suchitán	0.66	0.27	0.16	-0.17
Rojo Seda	0.68	0.37	0.37	-0.09
Rabia de Gato	0.72	0.40	0.40	-0.10

Tal como se ve en el cuadro No. 16, la variable temperatura influye positivamente en mayor proporción al incremento de altura de la planta (ver gráfica No. 1), luego en mediana proporción influyen la intensidad de luz y la humedad relativa (ver gráfica No. 2 y 3), mientras tanto el efecto de humedad de suelo es negativo (ver gráfica No. 4).

Otra variable respuesta que es influenciada por el clima es el No. de vainas/planta, pero solo en la variedad Pecho Amarillo, el cual en el análisis de correlación múltiple la F.C. tiene un valor de 7.26 y el coeficiente de correlación con un valor de 0.910; realizando el análisis simple se obtuvo el siguiente resultado.

CUADRO No. 17. Coeficiente de correlación para temperatura, humedad relativa, intensidad de luz y humedad del suelo, en No. de vainas/planta; bajo condiciones de campo.

VARIEDAD	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	INTENSIDAD LUZ	HUMEDAD SUELO
Pecho Amarillo	0.52	-0.90	-0.58	-0.49

Tal como se ve, existe un efecto mediano positivo de la temperatura con respecto al número de vainas por planta, en dicha variedad (ver gráfica No. 5).

Mientras tanto la humedad relativa, la luz y la humedad del suelo; tienen un efecto negativo en el No. de vainas/planta (ver gráficas Nos. 6, 7 y 8).

8.9. Análisis de correlación de seis variedades, bajo condiciones de invernadero.

Según los resultados obtenidos del análisis de correlación múltiple, presentado en el cuadro No. 15 indica que el clima influye en la variable respuesta altura de la planta para las variedades Suchitán, Rojo Seda, Rabia de Gato, Pata de Zope y Pecho Amarillo; para las cuales presentan

significancia para F.C. con valores de 4.41, 9.91, 7.70, 7.68 y 14.82 y con valores respectivos de coeficientes de correlación de: 0.771, 0.893, 0.840, 0.848 y 0.918. Por esta razón se realizó el análisis de correlación simple, se obtuvo los siguientes resultados:

CUADRO No. 18. Coeficiente de correlación para temperatura, humedad relativa, intensidad de luz y humedad del suelo, en altura de la planta; bajo condiciones de invernadero.

VARIEDAD	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	INTENSIDAD LUZ	HUMEDAD SUELO
Suchitán	0.590	0.55	0.42	0.04
Rojo Seda	0.631	0.73	0.26	-0.03
Rabia de Gato	0.631	0.62	0.56	-0.02
Pata de Zope	0.655	0.59	0.54	0.01
Pecho Amarillo	0.703	0.63	0.26	-0.01

Tal como se ve en el cuadro No. 18, la variable temperatura influye en mayor proporción, al incremento de altura de la planta (ver gráfica No. 9); luego en mediana proporción influyen la intensidad de luz y la humedad relativa (ver gráfica Nos. 10 y 11). El efecto de la humedad del suelo es significativo (ver gráfica No. 12).

Otra variable respuesta al igual que en campo, influenciada por el clima es el No. de vainas/planta, pero solo en las variedades Rojo Seda y Rabia de Gato, el cual en el análisis múltiple la FC, reporta valores de 8.18 y 5.11 con coeficientes de correlación de: 0.931 y 0.879.

Por tal razón fue necesario estimar las correlaciones simples, obteniéndose los siguientes resultados:

CUADRO No. 19. Coeficiente de correlación para temperatura, humedad relativa, intensidad de luz y humedad del suelo, en el No. de vainas/planta; bajo condiciones de invernadero.

VARIEDAD	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	INTENSIDAD LUZ	HUMEDAD SUELO
Rojo Seda	0.40	0.47	0.45	0.73
Rabia de Gato	0.59	0.05	0.35	0.72

Tal como se ve, existe un efecto de la temperatura sobre número de vainas/planta (ver gráfica No. 13), el cual es menor al que provoca la humedad del suelo que tiene el mayor efecto sobre el No. de vainas/planta (ver gráfica No. 14). El efecto de humedad relativa e intensidad de luz es variable (ver gráficas No. 15 y 16).

8.10. Plagas y enfermedades.

8.10.1. A nivel de campo.

En los primeros días del ciclo del cultivo, se detectó la Plaga conchuela del frijol (Epilachna varivestis) presentándose condiciones de temperatura (18°C) y de humedad relativa 58%; un mes después de la siembra se detectó la presencia de tortuguillas (Diabrotica sp), en condiciones casi análogas al ataque de la anterior plaga (ver anexo No. 1).

Se detectaron dos tipos de enfermedades: Roya del frijol (Uromices phaseolus typical) y Antracnósis del frijol (Colletotrichum lindemutianum) que surgió en el período comprendido entre los 56 a 70 días después de la siembra. Para evaluar el daño se estimó el % de infección, la variedad criolla Rabia de Gato fue más susceptible con 37.50% de plantas infectadas; la variedad Pecho Amarillo, fue más resistente con un 5.5% de plantas infectadas. Las condiciones ambientales durante la infección fueron: temperatura de 22 a 24 grados centígrados; humedad relativa de 60 a 71% y la humedad del suelo de 18 a 23%.

8.10.2. A nivel de invernadero.

En el presente ambiente se detectaron plagas comunes al cultivo del frijol siendo éstos: Mosca Blanca (Bemisia tabaci) y Chicharritas (Empoasca sp), en un período casi simultánea comprendido entre los 38 y 42 días del ciclo de cultivo y en condiciones de alta temperatura 23.88^oC. y baja humedad relativa de 63% (ver anexo No. 2).

Respecto a enfermedades se detectaron dos tipos Bacteriosis (Pseudomonas solanacearum), la cual surgió entre un período de 49 a 56 días después de la siembra; las condiciones ambientales presentaban altas temperaturas de 25.65^oC. y una humedad relativa de 74%, condiciones favorables para la infección. Las variedades criollas fueron más susceptibles, mientras las mejoradas más resistentes.

09. CONCLUSIONES

01. En el presente estudio fenológico de ocho variedades de frijol realizado en el campo e invernadero, no prosperó la variedad mejorada Jutiapan y la variedad criolla Blanco, en este último ambiente; debido probablemente a la sensibilidad de éstas, a las condiciones climáticas desfavorables para el crecimiento y desarrollo.

02. En base a los análisis de Varianza tanto para el ambiente invernadero como para el campo, se determinó que la variable días a floración es altamente significativa entre variedades; sin embargo, este fenómeno no altera el rendimiento entre variedades en un mismo ambiente. Indicando que no existe diferencia entre variedades criollas y mejoradas.

De las otras variedades consideradas en el ambiente campo se determinó que el porcentaje de daño foliar causado por el viento es significativo entre variedades. La variedad Rabia de Gato, reportó 98.75%, mientras la variedad Suchitán con 81.75%, sin embargo, el mismo no se traduce en el aumento o disminución del crecimiento, desarrollo y rendimiento de la planta; debido a que el efecto del viento ocurrió antes del período de floración.

Además se estimó que la variable Población final mostró un alto índice de significancia entre variedades. La variedad Suchitán reportó 142.50 plantas, mientras la variedad Jamapa con 115.75 plantas, sin

embargo el rendimiento no es significativo entre variedades, porque el mismo no está en función al número de plantas, sino al número de vainas por planta; el cual no es significativo entre variedades.

En base al análisis de varianza para el combinado, se determinó que todas las variables en estudio, fueron altamente significativas entre ambientes, por lo que se concluye que el clima puede modificar el comportamiento de la planta.

Entre variedades, la variable días a germinación es significativa, deduciéndose que esta situación es debida tanto a factores intrínsecos de las variedades como a condiciones climáticas.

Las variables días a floración, días a madurez fisiológica y días a cosecha; mostraron un alto índice de significancia. Se observa el efecto bien marcado tanto por las características genéticas de las variedades como por el clima.

las variedades de rendimiento y sus componentes no mostraron diferencias significativas entre variedades, determinándose que la diferencia de rendimiento en campo respecto a invernadero es debido únicamente al factor climático.

03. El ciclo de desarrollo del cultivo varía en 11 días, en campo respecto a invernadero; en el primero la temperatura osciló entre 17 a 24°C., mientras que en el segundo la temperatura osciló entre 20 a 27°C. El efecto de temperaturas mayores acorta el ciclo de desarrollo del cultivo de frijol.

04. En el ambiente invernadero debido a condiciones de alta temperatura y alta humedad, hubo poca floración y mucha caída de vainas en formación; es acá donde se observa la disminución del 82% del rendimiento en este ambiente con respecto al campo.
05. En el ambiente invernadero hubo menos intensidad de luz, repercutiendo en el proceso fotosintético de la planta, que se produjo por lo tanto en la poca formación de materia seca y por ende en el bajo rendimiento de la planta.
06. En síntesis la interacción de temperatura, luz y humedad influyen en el crecimiento y rendimiento de la planta en diferente grado; debido a que son factores que participan en el proceso fisiológico de la planta.
07. Debido a la variación de condiciones climáticas en ambos ambientes, se detectaron en campo dos tipos de plagas: tortuguillas y diabróticas, además dos tipos de enfermedades: (colletotrichum lindemutianum) y (uromyces phaseolus) en el período de 56 a 70 días del ciclo de desarrollo del cultivo, las condiciones ambientales fueron favorables para el desarrollo de estos organismos.

Mientras en invernadero, se detectaron las plagas como: chicharritas, mosca blanca y la enfermedad bacteriana (Pseudomonas solonacearum) en el período de 49 a 56 días del ciclo del cultivo.

10. RECOMENDACIONES

01. Realizar estudios fenológicos con otras variedades de frijol, de preferencia los que tengan mayor demanda en el mercado; debido a que en el presente ensayo no se consideró este factor.

Estos estudios se deben hacer en diferentes zonas climáticas del País, para obtener así información más amplia y real sobre el comportamiento en desarrollo, crecimiento y rendimiento de la Planta.

02. Investigar otras variables fenológicas del cultivo de frijol, tales como % de germinación, vigor, tipo de crecimiento, color de la hoja, color de la flor, color de semilla, % de nudos, etc. y de esta forma establecer con mayor precisión el efecto del clima sobre el desarrollo, rendimiento, hábito de vida; para así seleccionar las variedades más adecuadas a los diferentes climas de nuestro país.

03. Realizar estudios basados en diferentes épocas de siembra para detectar con mayor precisión el efecto del clima en cuanto al fotoperíodo, estabilidad en el hábito de crecimiento, efecto de altas y bajas temperaturas en la floración, tolerancia a la sequía y tolerancia al exceso de agua.

11. BIBLIOGRAFIA

1. AGUIRRE, J.A. y SALAS, J. Zonificación del cultivo de frijol en Centro América y Panamá. Turrialba 15(4):300-306. 1965.
2. ALVAREZ, E. y RICHARDSON, L.W. Jr. El frijol ejotero. México, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Folleto de Divulgación No. 26. 41 p.
3. AMEZQUITA, M.C. y MUÑOZ, J.E. Manual estadístico para la experimentación en frijol (Phaseolus vulgaris L.). Versión preliminar. Cali, Colombia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1978. p. irr. foto.
4. ARRUDA, F.B., TUBELIS, A. y LINO D., F. 3. Efeito de temperatura media diaria do ar na produtividade do feijoeiro. Pesq. Agrop. Bras. 15(4):413-417. 1980. foto.
5. BANCO DE GUATEMALA. Estudio sobre el frijol. Informe Económico. 24(4):31-32. 1977.
6. BARCELLO C., J. et al. Fisiología vegetal. Madrid, España, Pirámides, 1980. p. 655.
7. BOSQUE M., M.L. Caracterización física, química y nutricional de cinco variedades de frijol común negro (Phaseolus vulgaris L.), recomendados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 29 p.
8. CARDONA, C., CAMACHO, I.M. y OROZOCO, S.M. Variedades mejoradas de frijol, Bogotá, Colombia. Departamento de Investigación Agropecuaria. Boletín de Divulgación No. 18. 1959. 24 p.
9. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Estudio climatológico. Informe anual del programa de frijol. Cali, Colombia, 1980. pp 9-11.
10. DEVLIN, R.M. Fisiología vegetal. 3a. ed. Barcelona, España, Omega, 1976. p. 446.
11. ENGLEMAN E., M. Contribuciones al conocimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.), México, Colegio de Postgraduados, 1972. 139 p.
12. GUATEMALA, DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. Cultivo del frijol. Guatemala. s.f. 16 p.
13. ————. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Guía técnica para investigación agrícola. Guatemala, 1981. Capítulo 3, pp 25-27.

14. GUAZZELLI, R.J. Exigencias climáticas del frijol. Resumen. In Resúmenes analíticos sobre frijol (Phaseolus vulgaris L.). Cali, Colombia. 6: 66. 1981.
15. GUDIEL, V.M. Manual agrícola Superb. Guatemala, SUPERB, 1979, 295 p.
16. GUZMAN L., G.T. Organización de redes fenológicas y manejo de datos. Guatemala, Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e hidrología, 1970. 18 p. mimeo.
17. JACOBO G., A.L. Ensayo de rendimiento y adaptaciones de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en las unidades de riego de Catarina y Nicá del departamento de San Marcos. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1979. 50 p.
18. MARTINEZ P., M y TICO R.L. Agricultura práctica. Barcelona, España, Ramón Sopena, 1974. pp 201-207.
19. EL MICROCLIMA. Folleto. s.d.e. 7 p.
20. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. México, Limusa, 1980. v.l. pp 43-44.
21. MONTOYA M., J. M., GARCIA B., J. e ICASA G., J. Metodología para la zonificación ecológica del frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Centro América. In Reunion Anual del PCCMCA 17a. Panamá, 2-5 mar 1971. Frijol. pp 119-132. Publicaciones miscelánea No. 100.
22. QUIROA N., C.R. Recopilación de la información del sistema de riego por aspersión en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 1982. 25 p.
23. ROSEO M.,H., VIVES F., L.A. y CHACON Z., A. Exigencias climáticas del frijol (Phaseolus vulgaris L.). San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Boletín Técnico 8(2). 1975. 20 p.
24. STATYER, R.C. El efecto del agua interna en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos. Australia, Universidad Nacional de Australia, Escuela de Investigación de Ciencias Agrícolas y Fenológicas, s. f. 19 p.
25. UZCATEGUA O., N.A., VIVES., L.A. y CHACON Z., Z. Exigencias climáticas del frijol (Phaseolus vulgaris L.). San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. Boletín Técnico 7(2). 1974. 46 p.
26. ZONIFICACION CLIMATICA de Guatemala. s. d. e. 6 p. mimeo.

12. ANEXOS

ANEXO No. 1. Resumen de datos climáticos tomados durante el ciclo del cultivo de frijol y su relación Plagas-enfermedades; bajo condiciones de campo.

DIAS	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA %	INTENSIDAD DE LUZ-PIE-CANDELA	HUMEDAD SUELO %	TIPO PLAGAS	TIPO ENFERMEDADES
10	17.92	58.03	377.20	20.48	Epilachan	- - - - -
14	19.56	56.75	207.90	23.26	- - - - -	- - - - -
17	19.36	62.11	116.89	30.75	- - - - -	- - - - -
21	19.08	68.75	201.75	26.54	- - - - -	- - - - -
24	20.67	71.44	465.00	44.69	- - - - -	- - - - -
28	22.33	63.58	361.44	24.90	- - - - -	- - - - -
31	20.07	58.00	349.44	30.16	Diabroticas	- - - - -
35	21.15	69.67	225.67	27.33	- - - - -	- - - - -
38*	18.95	63.44	360.56	18.63	- - - - -	- - - - -
42	22.11	63.78	398.33	26.64	- - - - -	- - - - -
45	22.84	62.89	398.99	18.41	- - - - -	- - - - -
49	21.66	70.33	424.58	27.14	- - - - -	- - - - -
52	23.02	72.44	327.22	43.81	- - - - -	- - - - -
56	22.03	70.58	362.75	17.59	- - - - -	- - - - -
						Colletothichum lindiumuthalium
59	21.38	65.67	357.44	26.07	- - - - -	IDEM
63	22.46	61.50	373.33	23.40	- - - - -	Phaeolus vulgaris
66	21.97	63.00	214.44	19.83	- - - - -	IDEM
70	24.33	59.75	315.83	22.90	- - - - -	IDEM
73	23.39	55.78	241.67	25.16	- - - - -	IDEM
77	22.73	61.33	248.75	23.00	- - - - -	- - - - -
80	22.78	65.56	319.99	21.00	- - - - -	- - - - -
84	23.47	61.11	199.33	14.75	- - - - -	- - - - -
X - 21.51 X = 63.89 X = 311.30 X = 21.91						

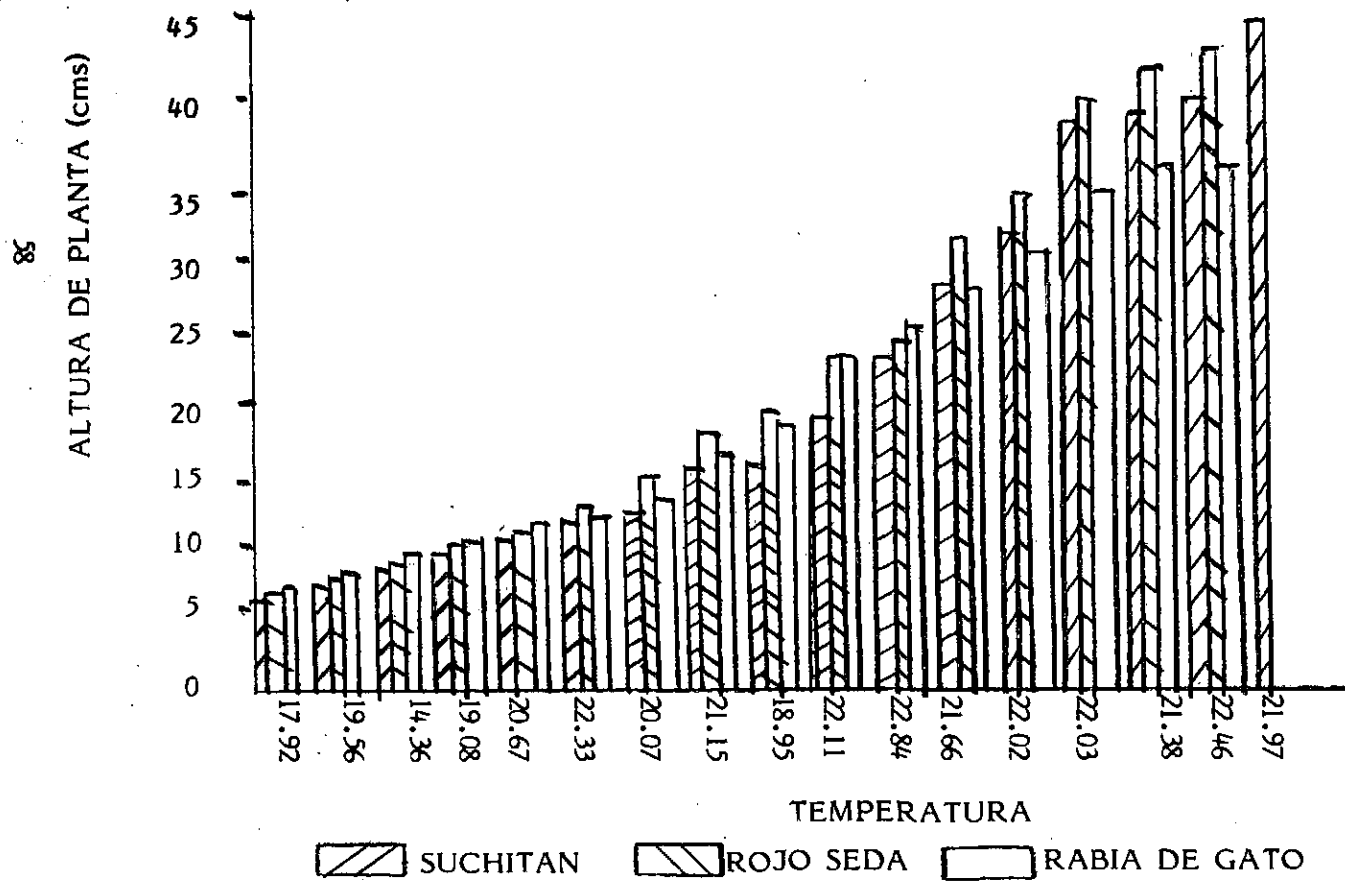
* = efecto de viento huracanado.

ANEXO No. 2. Resumen de datos climáticos tomados durante el ciclo del cultivo de frijol y su relación Plagas-enfermedades; bajo condiciones de invernadero.

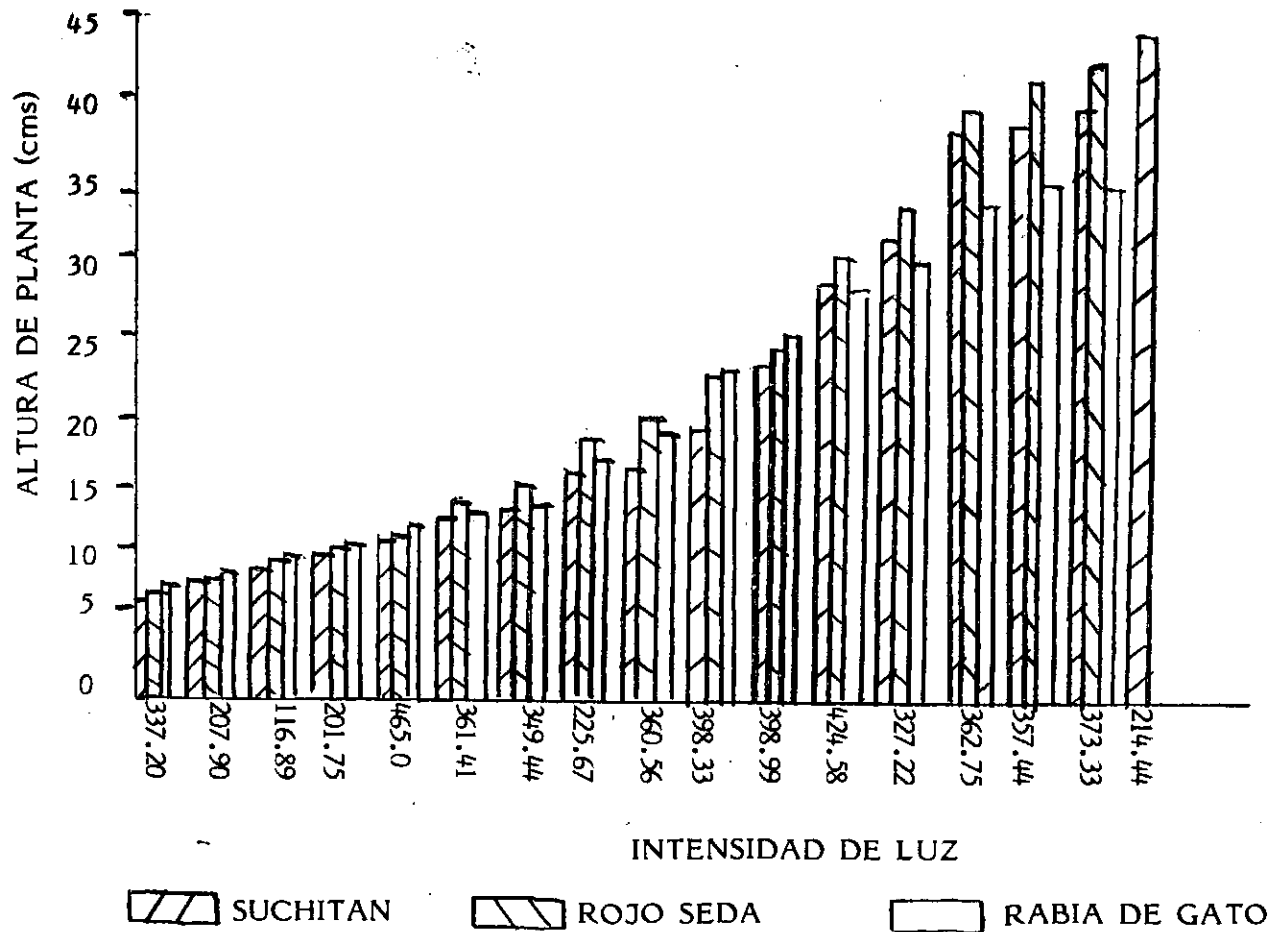
DIAS	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA %	INTENSIDAD DE LUZ-PIE-CANDELA	HUMEDAD SUELO %	TIPO PLAGAS	ENFERMEDADES
10	22.22	57.00	111.00	28.26	- - - - -	- - - - -
14	21.72	63.33	83.75	35.10	- - - - -	- - - - -
17	21.48	65.00	65.00	31.39	- - - - -	- - - - -
21	20.59	66.12	115.58	27.58	- - - - -	- - - - -
24	24.42	66.55	195.11	31.82	- - - - -	- - - - -
28	24.42	60.58	150.58	18.80	- - - - -	- - - - -
31	23.27	65.78	153.67	24.71	- - - - -	- - - - -
35	22.12	70.74	199.17	25.85	- - - - -	- - - - -
38	22.30	65.00	111.78	17.29	Mosca blanca	- - - - -
42	23.88	63.33	194.83	39.86	Enpoasca sp (Chicarritas)	- - - - -
45	25.21	66.44	157.99	18.88	- - - - -	- - - - -
49	22.85	72.33	291.67	40.84	- - - - -	Bacteriosis
52	25.65	74.11	220.22	34.88	- - - - -	- - - - -
56	23.67	76.42	304.83	24.22	- - - - -	Bacteriosis
59	23.79	74.33	137.33	48.14	- - - - -	- - - - -
63	26.77	63.83	195.00	44.10	- - - - -	- - - - -
66	23.40	65.56	89.99	40.34	- - - - -	- - - - -
70	27.82	56.33	132.75	31.28	- - - - -	- - - - -
73	26.53	58.89	126.67	19.30	- - - - -	- - - - -
X = 23.79		X = 64.89	X = 159.87	X = 34.84		

GRAFICA No. 1

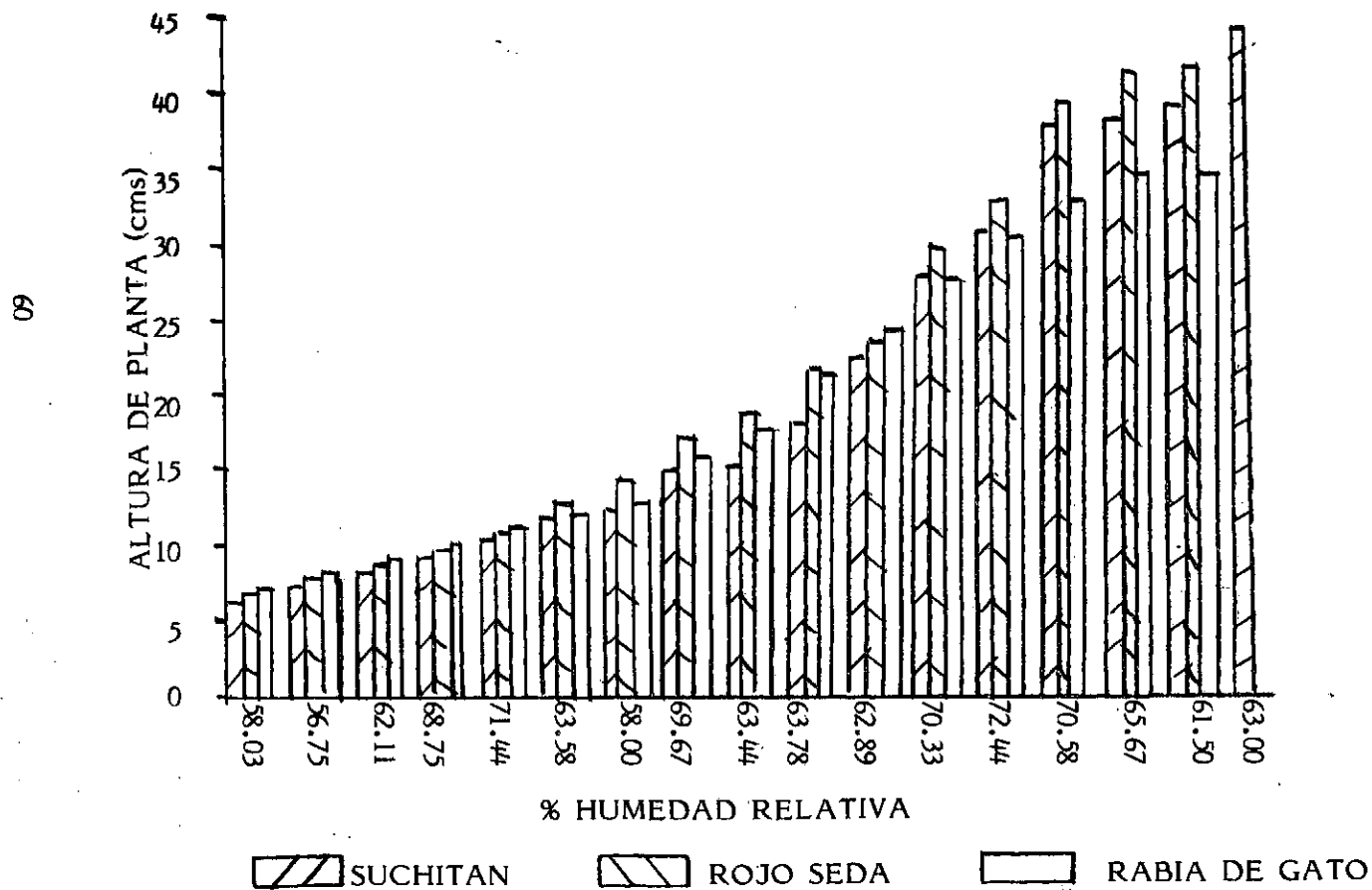
CORRELACION ALTURA DE PLANTA VRS. TEMPERATURA,
BAJO CONDICIONES DE CAMPO



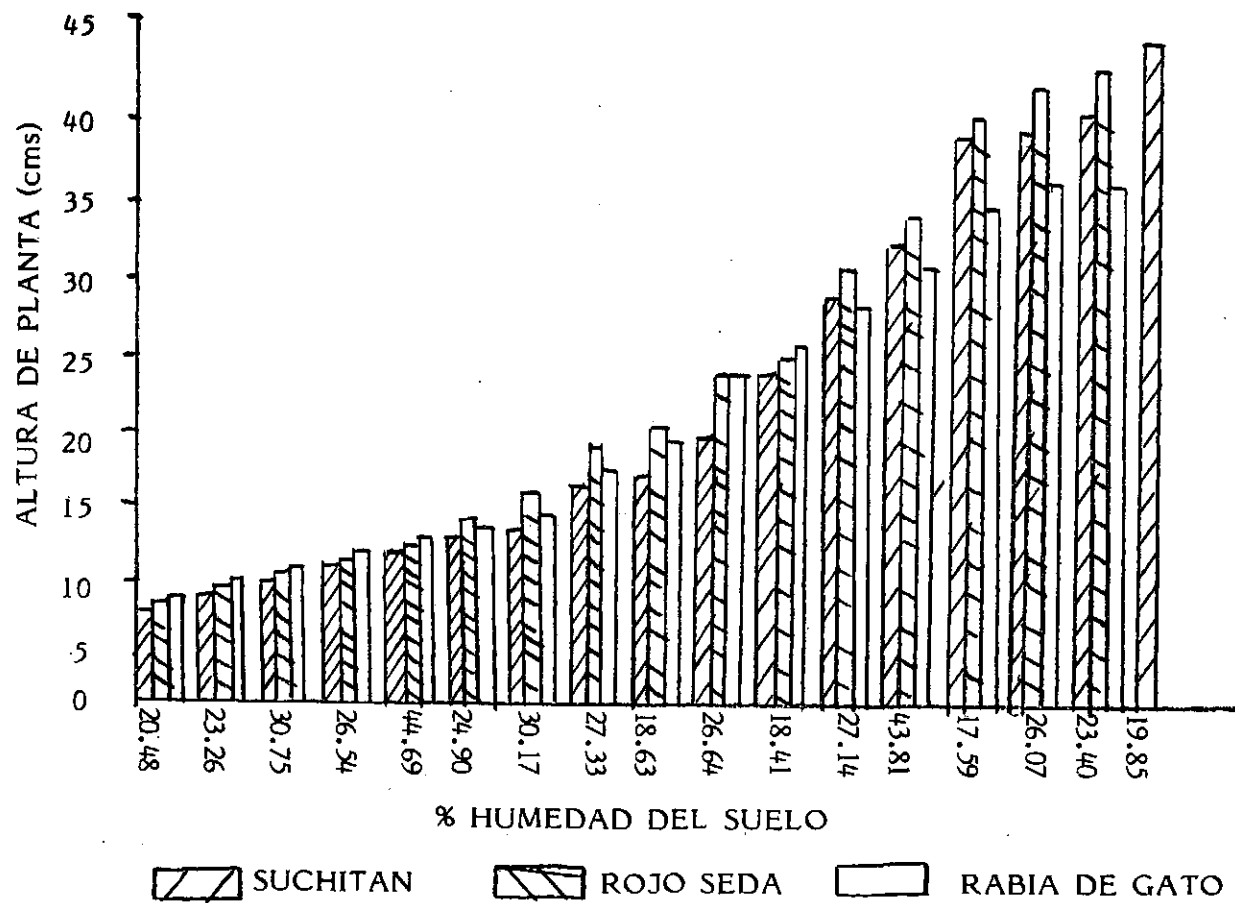
GRAFICA No. 2
CORRELACION ALTURA DE PLANTA VRS. INTENSIDAD DE LUZ,
BAJO CONDICIONES DE CAMPO



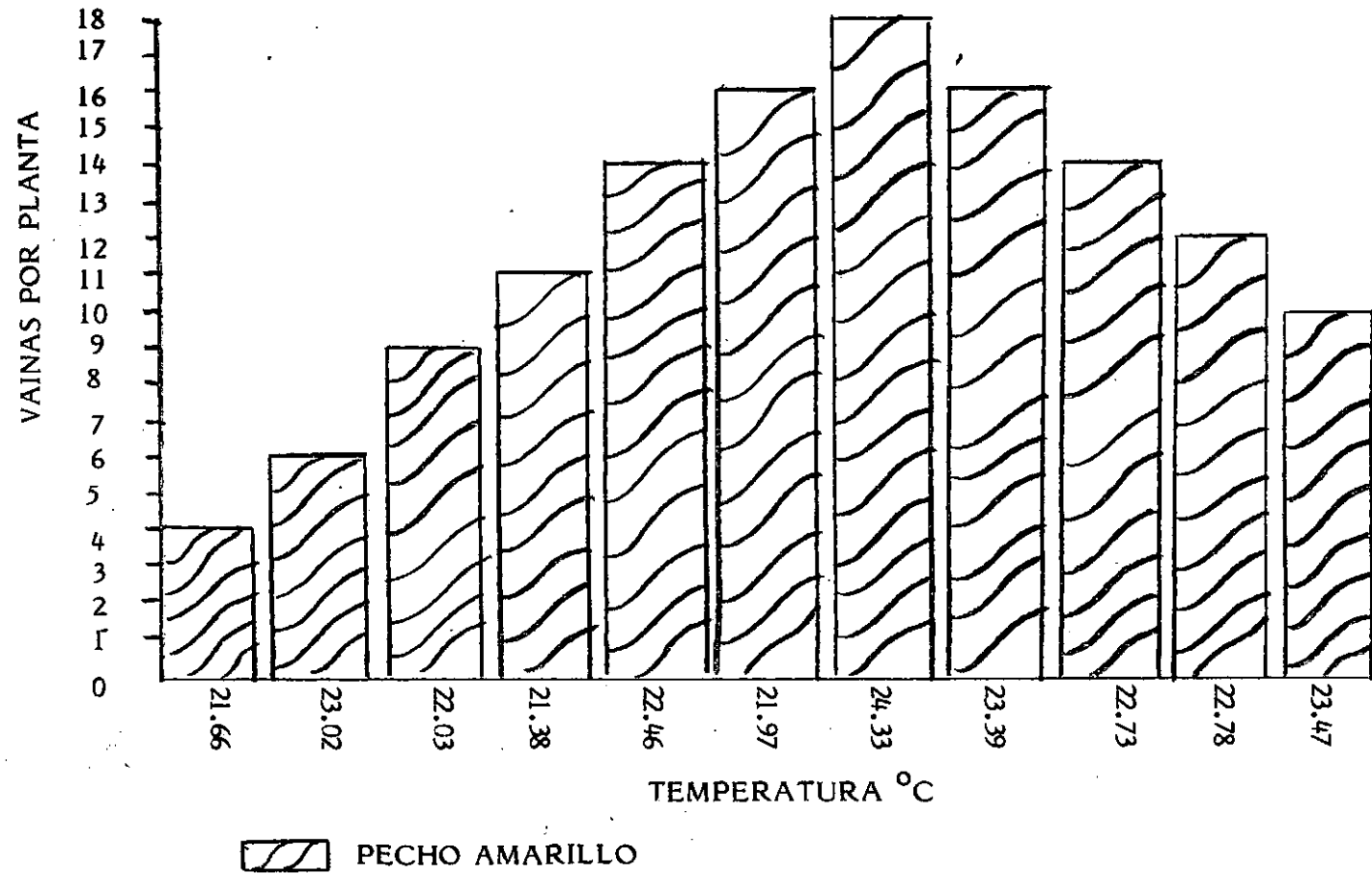
GRAFICA No. 3
CORRELACION ALTURA DE PLANTA VRS. HUMEDAD RELATIVA,
BAJO CONDICIONES DE CAMPO



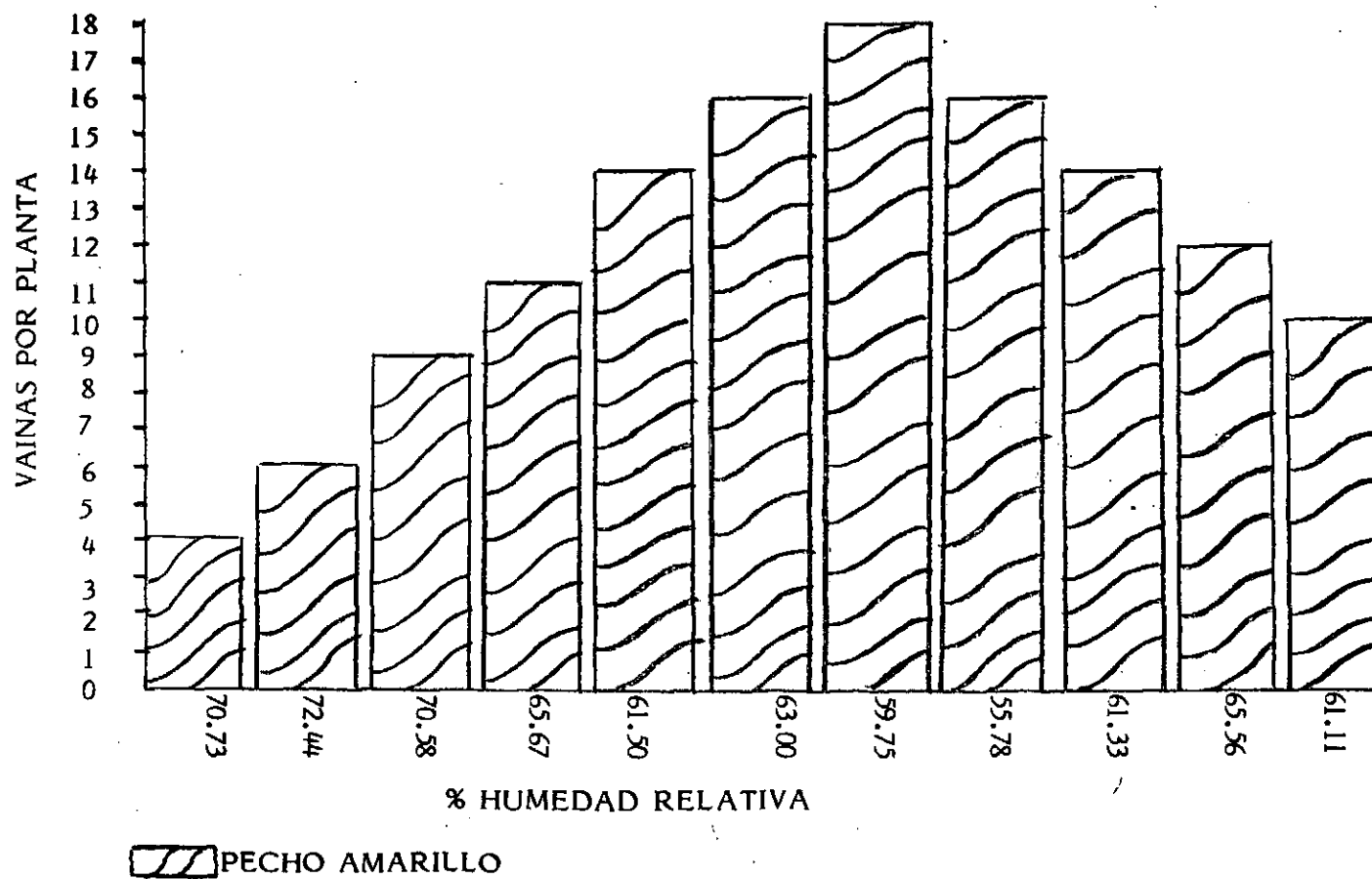
GRAFICA No. 4
CORRELACION ALTURA DE PLANTA VRS. HUMEDAD DEL SUELO,
BAJO CONDICIONES DE CAMPO



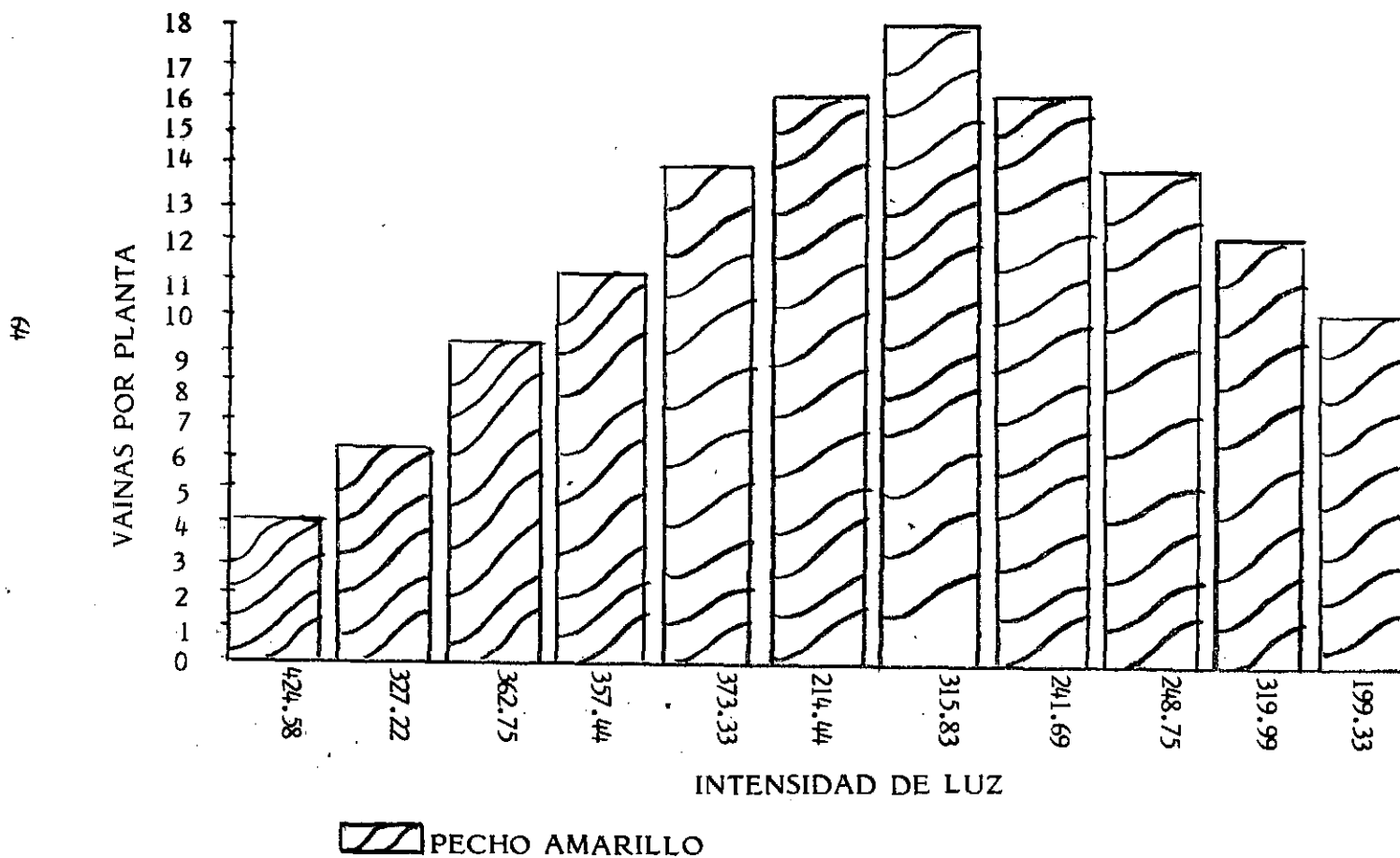
GRAFICA No.5
CORRELACION VAINAS/PLANTA VRS. TEMPERATURA,
BAJO CONDICIONES DE CAMPO



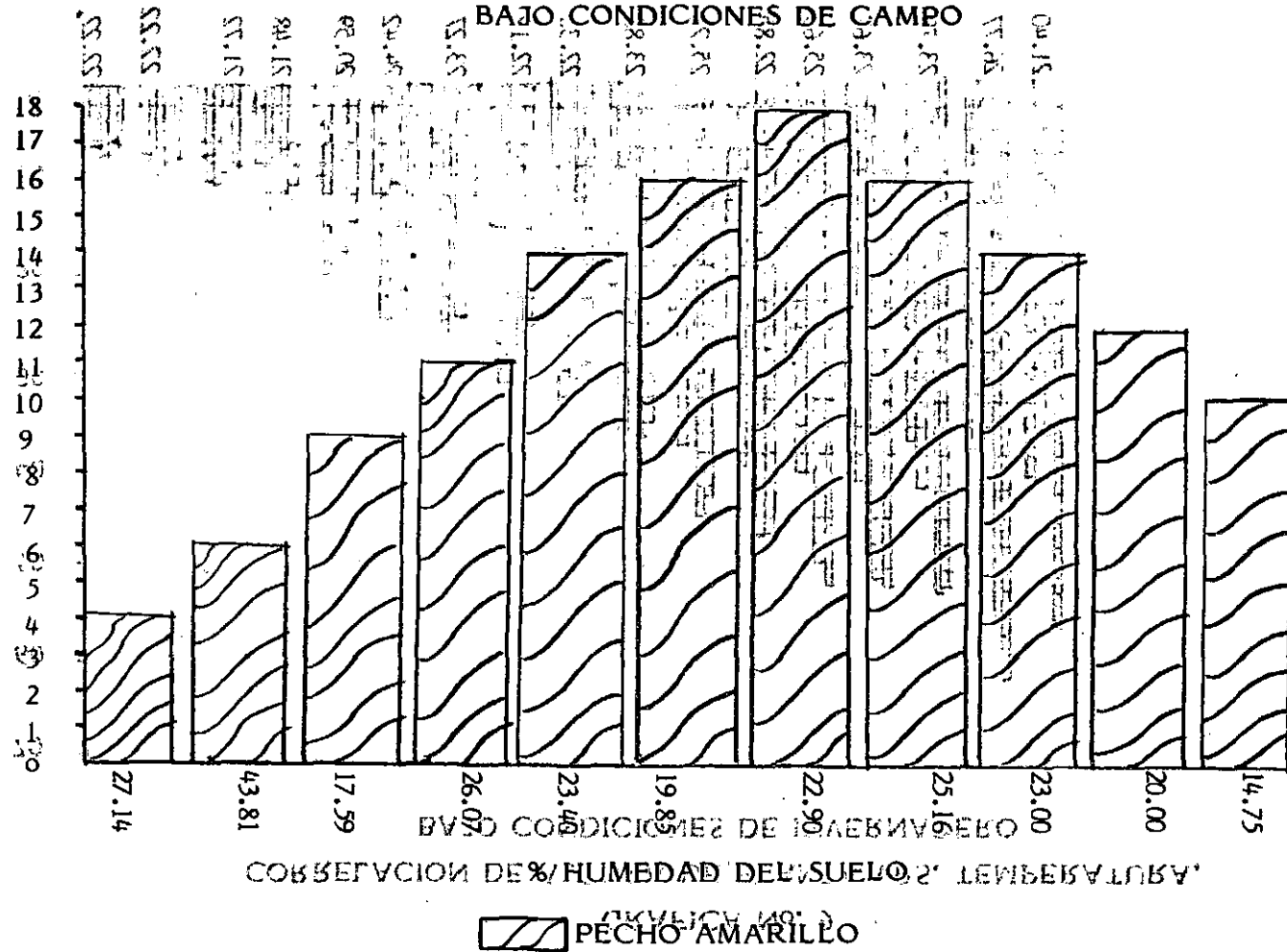
GRAFICA No. 6
CORRELACION VAINAS/PLANTAS VRS. HUMEDAD RELATIVA,
BAJO CONDICIONES DE CAMPO



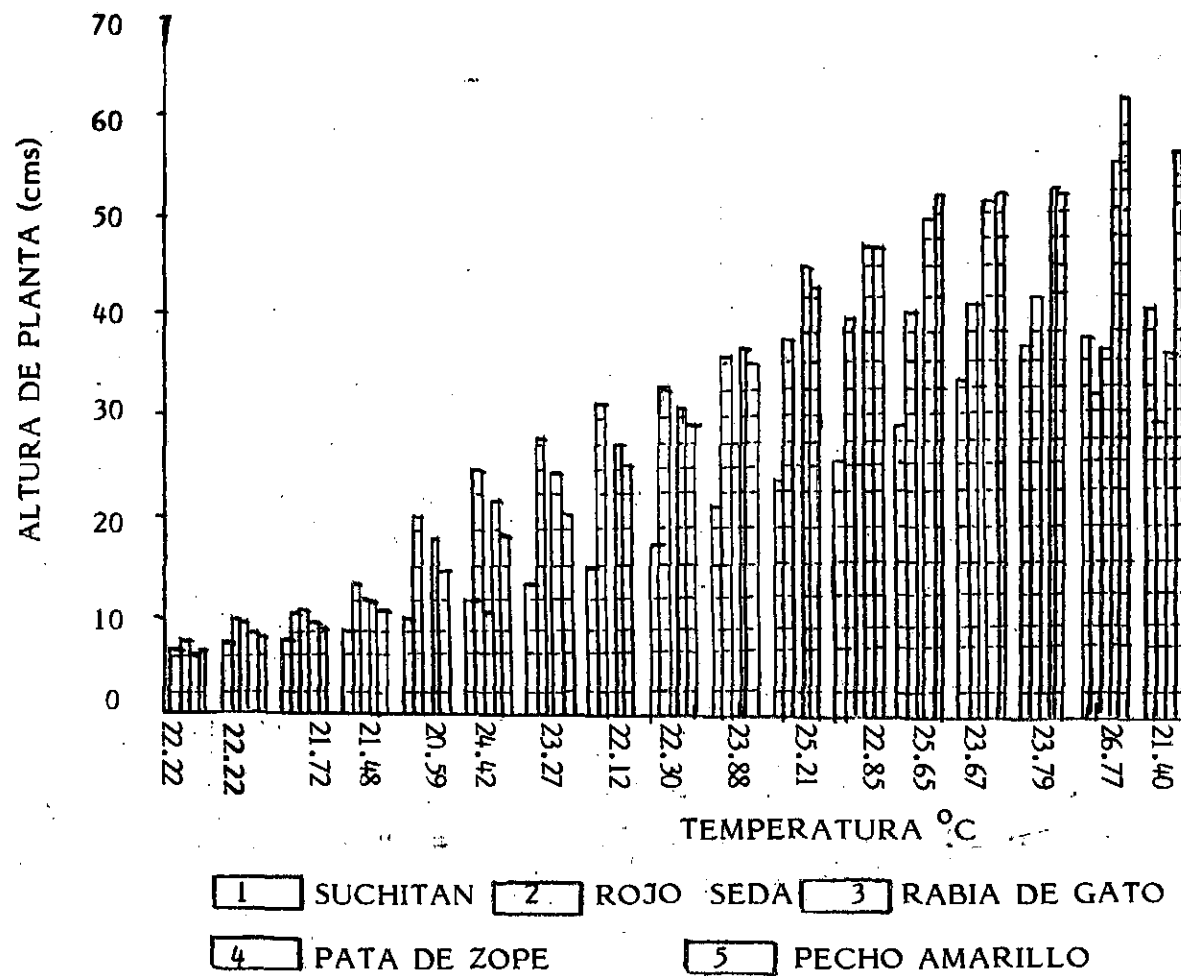
GRAFICA No. 7
CORRELACION VAINAS/PLANTAS VRS. INTENSIDAD DE LUZ
BAJO CONDICIONES DE CAMPO



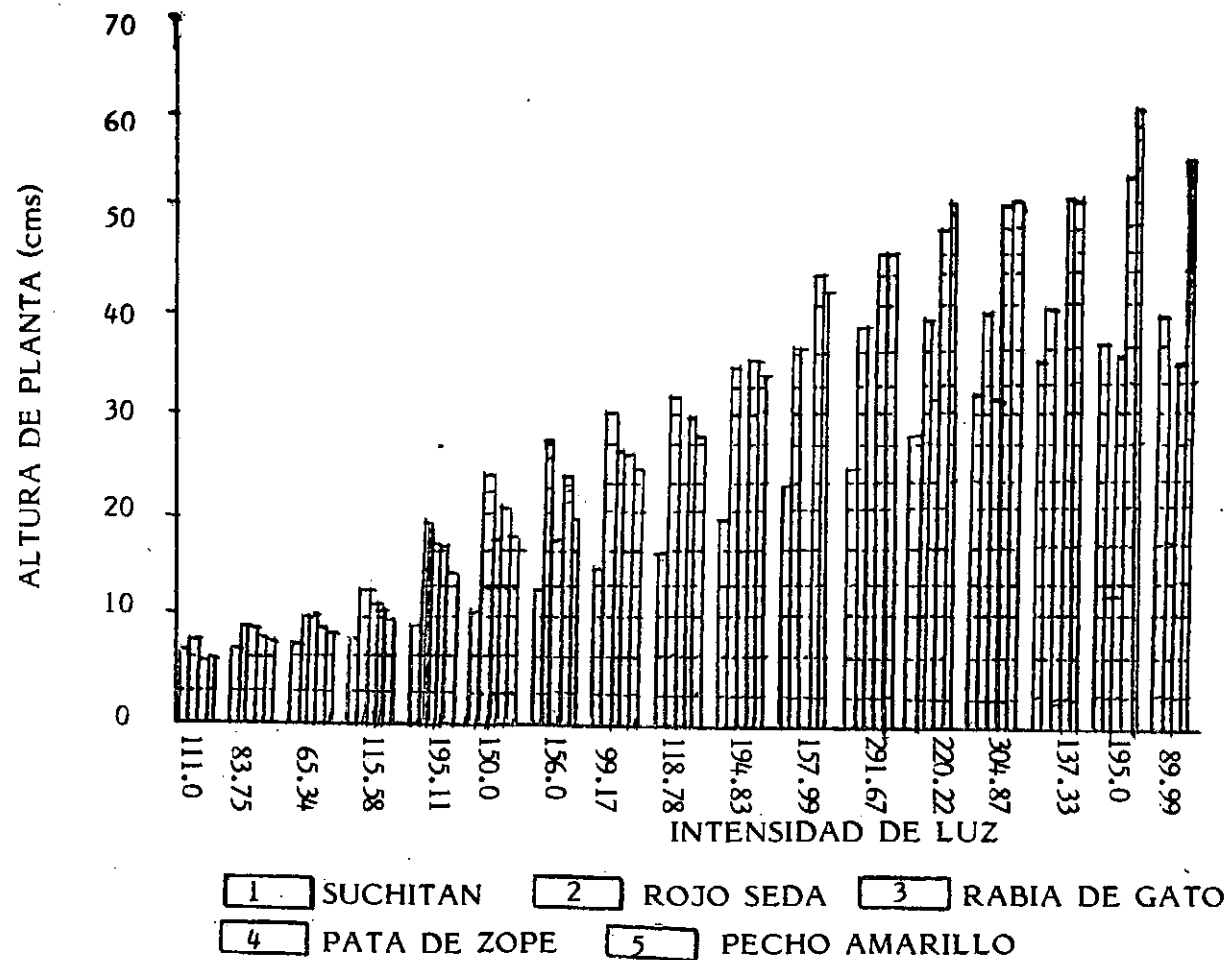
VAINAS POR PLANTA



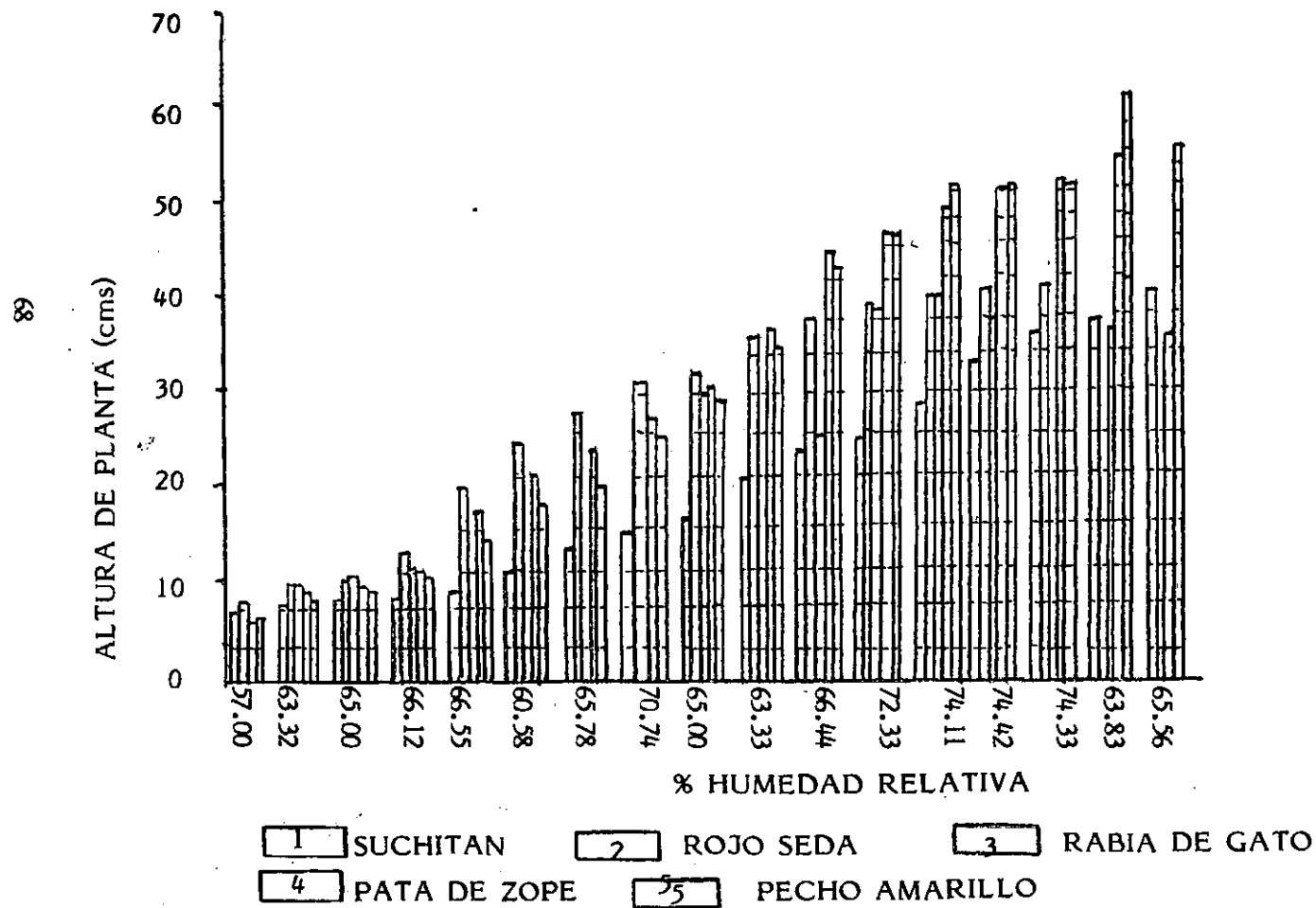
GRAFICA No. 9
CORRELACION DE ALTURA DE PLANTA VRS. TEMPERATURA,
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO



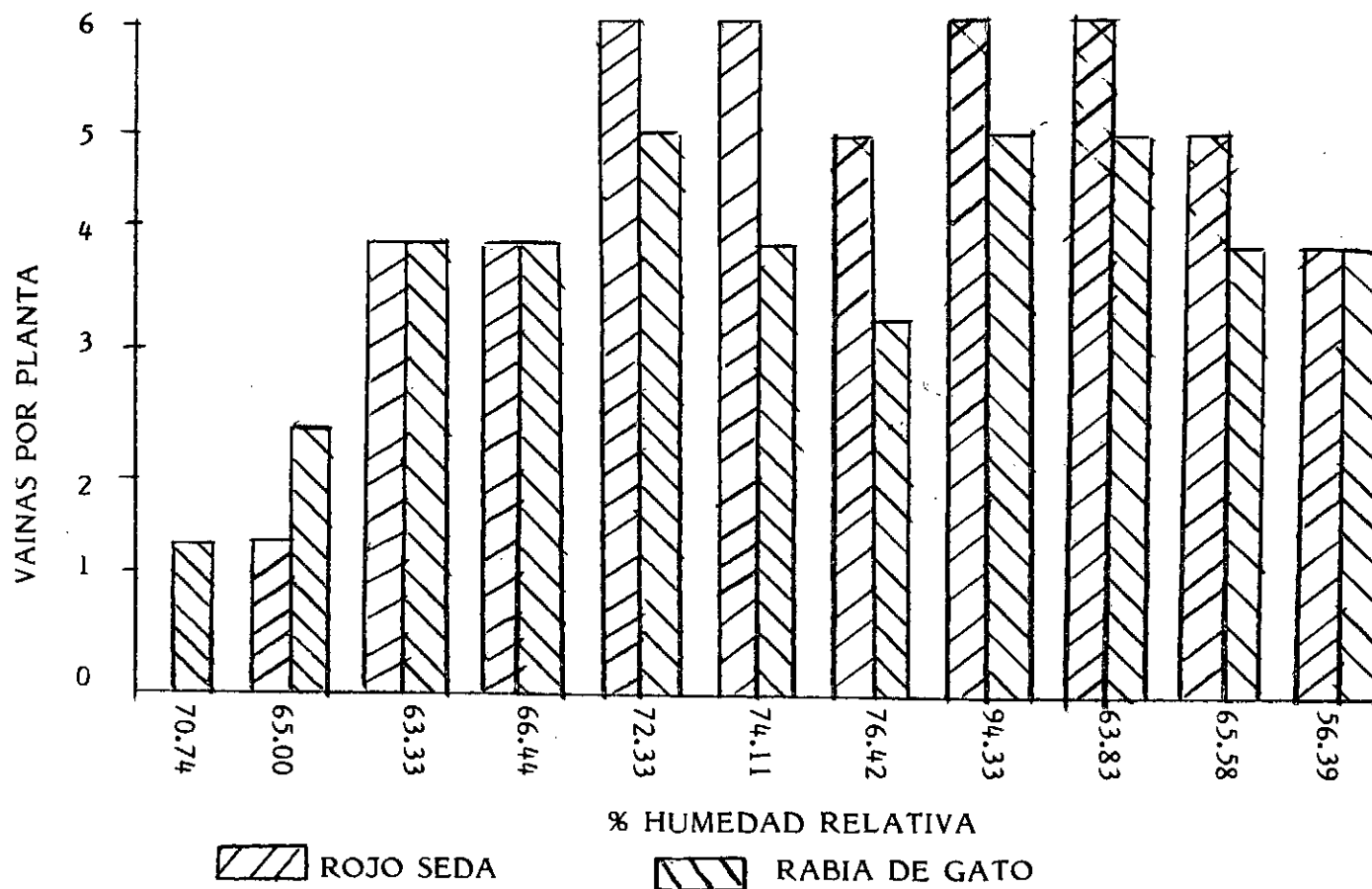
GRAFICA No. 10
CORRELACION ALTURA DE PLANTA VRS. INTENSIDAD DE LUZ,
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO



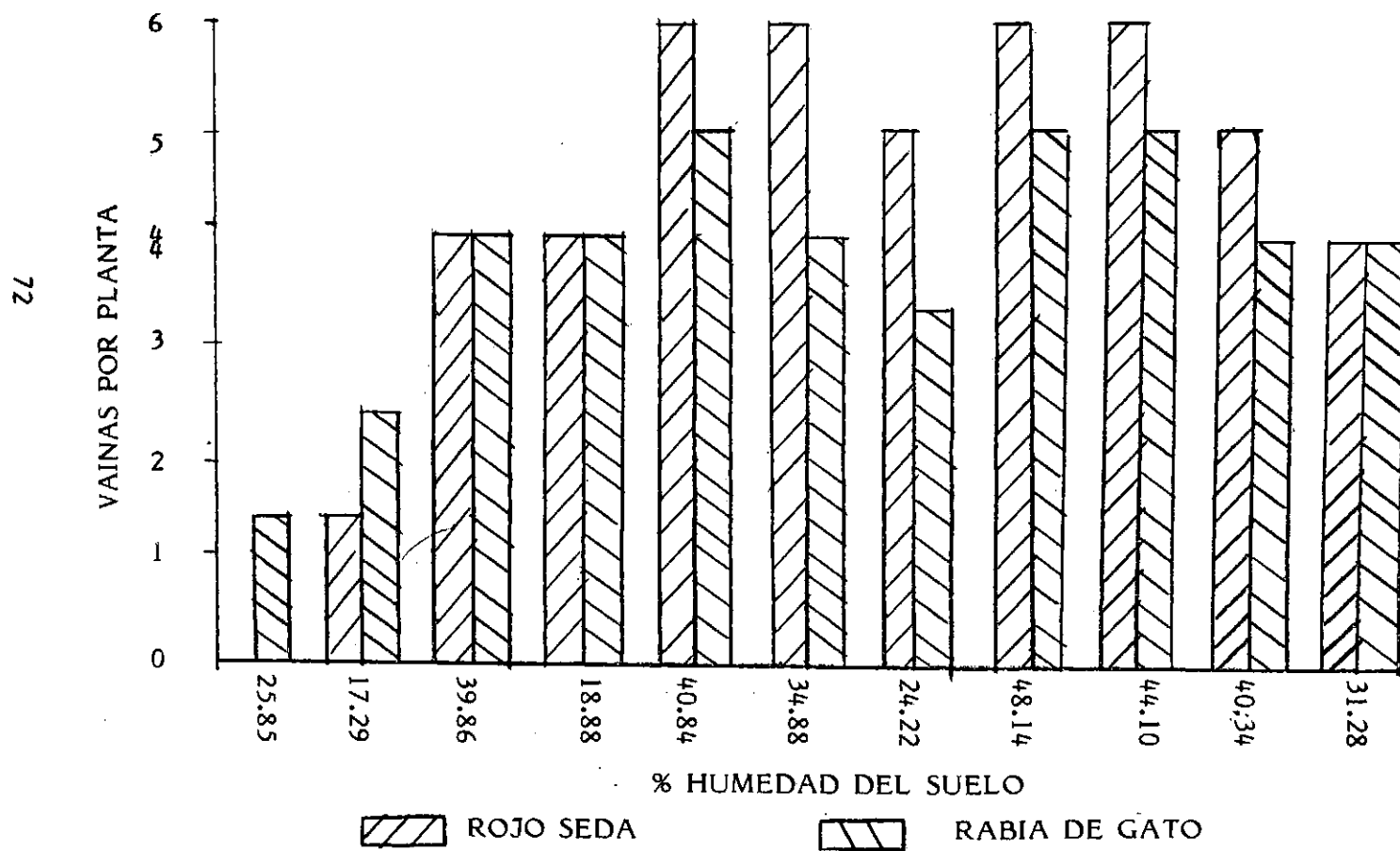
GRAFICA No. 11
CORRELACION ALTURA DE PLANTA VRS. HUMEDAD RELATIVA,
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO



GRAFICA No. 14
CORRELACION VAINAS/PLANTA VRS. HUMEDAD RELATIVA,
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

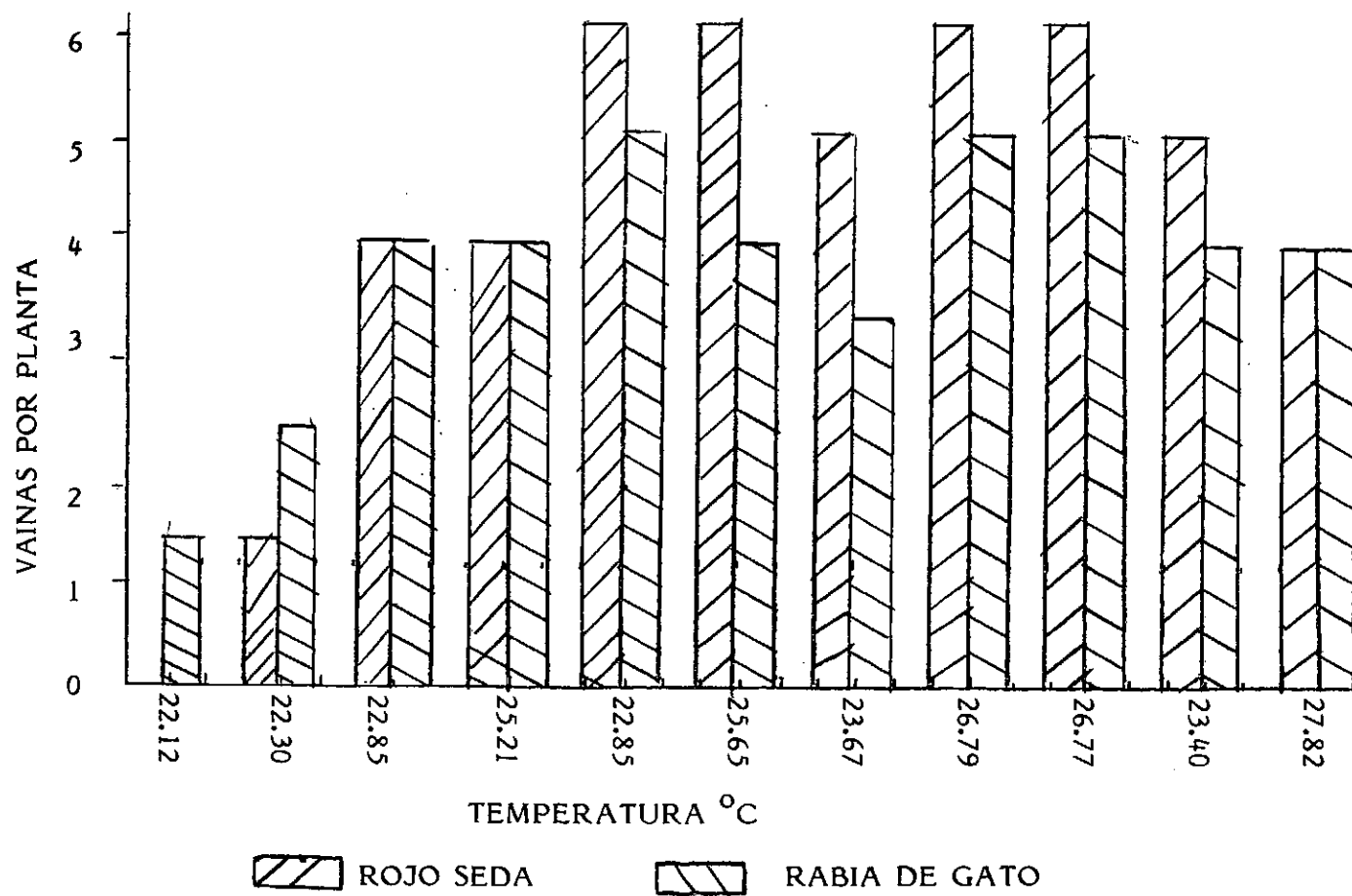


GRAFICA No. 15
CORRELACION VAINAS/PLANTA VRS. HUMEDAD DEL SUELO,
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO



GRAFICA No. 16
CORRELACION VAINAS/PLANTA VRS. TEMPERATURA,
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

73





FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"

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