UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE BIOLOGIA

RELACIONES ENTRE CIERTOS FACTORES CLIMATICOS Y LA DENSIDAD POBLACIONAL EN LA PRODUCTIVIDAD DE *Phaseolus vulgaris* L.

Tesis para optar al título de Licenciada en Biología

NAZIRA GALVEZ HIDALGO

CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO

1984

RELACIONES ENTRE CIERTOS FACTORES CLIMATICOS Y LA DENSIDAD POBLACIONAL EN LA PRODUCTIVIDAD DE *Phaseolus vulgaris* L.

Tesis

Presentada en la

ESCUELA DE BIOLOGIA

Aprobada:

_____ Director de tesis

Luis A. Vives F. Ing. Agr.

María Isabel Morales Z. Director Escuela de Biología

Ramiro Barrantes Dr.

_____ Miembro del tribunal

Eduardo Jiménez S. Ph. D.

_____ Miembro del tribunal

Doris Fernández Lic.

_____ Miembro del tribunal

Luis a Fournier O. Ph. D.

_____ Sustentante

Nazira Gálvez Hidalgo

INDICE

	Página
RESUMEN	vi
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
MATERIALES Y METODOS	14
RESULTADOS Y DISCUSION	20
CONCLUSIONES	53
APENDICE	54
LITERATURA CITADA	68

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el objeto de probar la hipótesis de que el comportamiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es afectado por la temperatura del suelo, la cual varía en función del grado de irradiación solar, la cobertura asociada con distintas densidades poblacionales y la época de cultivo.

En cinco estadios de crecimiento se registró el brillo solar, la humedad absoluta, la temperatura ambiente, la radiación solar y la temperatura del suelo de 0 a 10 cm de profundidad, y se midió la altura, el peso fresco y seco de las plantas "Talamanca", cultivadas de acuerdo a un diseño de parcelas subdivididas, en la Estación Experimental Fabio Baudrit, de la Universidad de Costa Rica, entre los meses de febrero de 1982 y 1983.

Con respecto al clima se observó que la época de cultivo con más radiación solar fue la veraniega (Febrero-Mayo 1983) y en cuanto al brillo solar la época de postrera tardía (Noviembre-Febrero 1983) presentó el mayor valor. La humedad absoluta en la época inverniz (Junio-Agosto 1982) y en la de postrera tardía presentaron los mayores valores.

La temperatura promedio diurna mostró su mayor valor en la época veraniega, fue menor y muy similar en las épocas inverniz y de postrera tardía.

Las temperaturas del suelo a 5 y 10 cm de profundidad indicaron que las densidades poblacionales no lograron modificar el balance energético del suelo, pues sus temperaturas fueron prácticamente idénticas para las diferentes densidades usadas en cada época de cultivo.

Las mayores producciones de "biomasa" y grano por parcela se obtuvieron en la época veraniega, siendo el efecto de la densidad poblacional poco pronunciado sobre la altura, pero evidente en los pesos fresco y seco. La producción de grano, sin embargo, varió en relación inversa con la densidad poblacional, excepto en la época inverniz.

La altura presentó correlación positiva con la temperatura promedio diurna, temperatura promedio mínima y con la temperatura del suelo de 0 a 5 cm de profundidad y negativa con respecto a la humedad absoluta y al brillo solar con menos de 5 horas.

El peso seco de la planta se correlacionó con el brillo solar únicamente y la producción de grano presentó la tendencia de una mayor producción cuando la temperatura de la capa superficial del suelo de 0 a 5 cm de profundidad fue la más baja.

Después de haber analizado los factores atmosféricos que incidieron en el comportamiento del frijol, se concluye que las diferentes densidades de cultivo poblacionales que se usaron no lograron modificar el balance energético del

suelo, medido por medio de su temperatura, por lo que hubo que rechazar la hipótesis del trabajo, exclusivamente en base a estos datos obtenidos, por lo que no se puede descartar del todo.

LISTA DE CUADROS

CUADRO		Página
1	Condiciones climáticas durante el ensayo. Cultivo de frijol Talamanca en seis estadios vegetativos y tres épocas. Feb. 1982-Feb. 1983	21
2	Variación de la temperatura diurna (07 y 17 h) del suelo, en función de la profundidad (0 a 10 cm), densidad poblacional y época de cultivo. Feb. 1982 - Feb. 1983	24
3	Variación de la temperatura diurna (c) de la capa superficial (0 - 5 cm) del suelo, en función de la época de cultivo y la densidad poblacional. Feb. 1982 - Feb. 1983	25
4	Altura (cm), peso fresco y peso seco (g) de la planta, peso del grano (g) del frijol Talamanca, por densidad poblacional en las tres épocas de cultivo. Feb. 1982 - Feb. 1983	26
5	Análisis de varianza de los resultados correspondientes a: altura (cm), peso fresco (g) y peso seco (g) de plantas de frijol Talamanca, en tres épocas de cultivo y densidad. Feb. 1982 - Feb. 1983	27
6	Análisis de varianza. Producción de frijol Talamanca (grano al 12% humedad); según la época de cultivo y la densidad poblacional. Feb. 1982 - Feb. 1983	28

7 Correlaciones entre la altura y peso seco en plantas de frijol Talamanca entre factores atmosféricos por época de cultivo y densidad poblacional. Feb. 1982 - Feb. 1983 41

8 Producción de frijol de Talamanca por densidad y época de cultivo. Feb. 1982 - Feb. 1983 48

9 Correlaciones entre temperatura de suelo a diferentes profundidades y altura y peso seco de plantas de frijol Var. "Talamanca" por densidad y época de siembra. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica, Feb. 1982 - Feb. 1983 50

10 Relación entre la producción de frijol seco y el promedio de la temperatura entre 0 y 5 cm de profundidad. E.E.F.B., Feb. 1982 - Feb. 1983 52

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Resultados del test de Duncan al 5% para la altura de la planta de frijol Talamanca en tres épocas de cultivo. Feb. 1982 - Feb. 1983	30
2	Variación de la altura de la planta en los cinco estadios vegetativos del ciclo de vida de frijol Talamanca para tres épocas de cultivo. Feb. 1982 - Feb. 1983	31
3	Variación del peso fresco en los cinco estadios vegetativos del frijol Talamanca, por época de cultivo (a) y por densidad poblacional (b). Feb. 1982 - Feb. 1983	33
4	Relaciones entre el peso fresco por parcela y la densidad poblacional por época de cultivo, para el frijol Talamanca. Feb. 1982 - Feb. 1983	35
5	Variación del peso seco en los cinco estadios vegetativos del frijol Talamanca, por época de cultivo (a) y por densidad poblacional (b). Feb. 1982 - Feb. 1983	36
6	Relación entre el peso seco de la planta y la densidad poblacional, según la época de cultivo del frijol Talamanca. Feb. 1982 - Feb. 1983	37

7 Resultados del test de Duncan al 5%, peso seco del grano (12% de humedad) "Talamanca", por época de cultivo. Feb. 1982 - Feb. 1983 39

8 Variación de la temperatura del aire promedio diurna (b) y mínima (a) durante el ciclo vegetativo del frijol Talamanca por época de cultivo. Feb. 1982 - Feb. 1983 42

9 Distribución del brillo solar (en porcentaje) durante el ciclo vegetativo del frijol Talamanca (a) 0,1 a 5 horas/día de brillo y (b) más de 5 horas/día en tres épocas de cultivo. Feb. 1982 - Feb. 1983 43

10 Variación de la humedad absoluta promedio del aire nocturno, durante el ciclo vegetativo del frijol Talamanca por época de cultivo. Feb. 1982 - Feb. 1983 44

11 Variación de la temperatura del suelo a 5 cm de profundidad durante el ciclo vegetativo del frijol Talamanca, en tres épocas de cultivo. Feb. 1982 - Feb. 1983 45

INTRODUCCION

Por la gran variedad de usos que ofrecen las leguminosas, éstas constituyen, después de las gramíneas, el grupo de plantas de mayor valor para la agricultura mundial.

Dentro de este grupo de leguminosas se encuentra el frijol (Phaseolus vulgaris L.), grano de gran importancia para Costa Rica porque proporciona gran parte de la proteína de la dieta del costarricense. Sin embargo, su producción está estancada o tiende a disminuir, tanto en este país como también en el resto de los países de América Latina (11).

A pesar de que en Colombia y México han conseguido elevar sus rendimientos por medio de la investigación, produciendo variedades adaptadas a las condiciones ambientales (41), en Brasil, que produce el 54% de frijol para Latinoamérica, tanto su rendimiento como su producción han continuado descendiendo en los últimos años (15).

Este alarmante panorama se ha mantenido en los países latinoamericanos; a pesar de los numerosos trabajos orientados a la obtención de mayores cosechas, existe aún la necesidad de intensificar los estudios que permitan elevar significativamente el rendimiento. Una manera

de lograr este objetivo es considerar el problema de la producción no sólo en el plano agronómico sino también integrándolo al biológico.

Una enorme cantidad de aspectos se han estudiado con respecto al frijol, la mayoría referentes al uso de fertilizantes, densidades de siembra, control de plagas y enfermedades, mejoramiento genético, estudios de variedades, etc. Pero no ha sucedido lo mismo respecto del análisis de las reacciones de esta planta a las variaciones del medio. Se sabe que los seres vivos en su proceso evolutivo han estado influenciados por el ambiente atmosférico al punto de que éste puede ser un factor limitante de su producción. También se sabe que las plantas dependen para su crecimiento y desarrollo, no sólo de su constitución genética sino además de las condiciones ambientales, tanto dentro como sobre el suelo.

Esta investigación trata de aumentar los conocimientos en el campo integral del habitat de este cultivo. Se propone observar si el comportamiento edafotérmico y las variaciones de los distintos factores del medio atmosférico, modifican la producción de biomasa, así como de grano del frijol (Phaseolus vulgaris L.), cultivar Talamanca.

Se define la hipótesis de que la densidad poblacional, al interceptar la radiación solar, y en consecuencia alterar el contenido calórico del suelo, que se estima por medio de su temperatura, afecta el crecimiento y producción de bio-

masa y grano.

Otros factores del medio atmosférico que se analizan son la temperatura y humedad absoluta del aire y el brillo solar.

Con este trabajo se espera contribuir a que en Costa Rica, todavía deficiente en cuanto a su autoabastecimiento de frijol común, aumente el interés por los estudios que integren los aspectos agronómicos del cultivo, con el conocimiento profundo de sus características biológicas, pues aquí puede estar la clave para obtener mayores rendimientos y sobre todo, cosechas seguras para la población costarricense.

REVISION DE LITERATURA

El crecimiento y desarrollo del frijol son afectados sensiblemente por los diferentes factores climáticos y edáficos. La mayoría de los estudios referentes a su clima incluyen el viento, la temperatura del aire y del suelo, la radiación solar, la precipitación pluvial, la duración del día y la humedad relativa. Sin embargo, la literatura sobre el aspecto específico de la relación del clima con el comportamiento del cultivo a través de su ciclo vegetativo es relativamente escasa y muy dispersa.

En América Latina se han realizado varios estudios de zonificación del frijol basándose en las condiciones agrometeorológicas imperantes en las áreas en estudio.

Montoya (26) informa que, en sus estudios de zonas ecológicas del frijol para América Central, las variables climáticas más importantes para la adaptación del cultivo son el brillo solar, la temperatura del aire y la precipitación.

Por otra parte, Pinchinat (32) indica que, como consecuencia de la diversidad de los recursos en la producción del frijol, se hace notable la variedad de sistemas de siembra empleados. La posibilidad de incrementar el rendimiento en la producción, variando la densidad de

siembra, el fertilizante y el combate de plagas y malezas.

En Costa Rica, en la región del Valle Central, se siembra frijol hasta alturas de 1.870 msnm, con temperaturas promedio de 17°C y más de 2.500 mm de precipitación pluvial por año, mientras en la región del Pacífico seco, a una altura casi al nivel del mar, la temperatura pasa de 27°C y la precipitación de 1.850 mm por año. En la vertiente del Atlántico se siembra en zonas donde la pluviosidad anual sobrepasa los 4.200 mm anuales. No obstante, el frijol se siembra con mayor frecuencia en las zonas comprendidas entre los 200 y 1.200 metros de altura, correspondiendo por lo general a climas templados y cálidos, de 20 a 30°C en promedio y con una precipitación pluvial que varía entre 1.000 y 2.000 mm por año (16).

Aguirre y Salas (1) establecen que, para Costa Rica, la provincia de Guanacaste es la que presente las condiciones más adecuadas para la producción de frijol, desde el punto de vista agroclimático.

Investigaciones realizadas por Cárdenas (7), Anderson (2), Box (5), sobre la tolerancia del frijol indican respecto al factor térmico, que la media óptima se da entre 18 y 24°C; temperaturas mayores interfieren en la fructificación y las menores con el desarrollo normal de la planta.

Pero García (15) y Ojeda (28) consideran que la temperatura diaria en buenas épocas de siembra, oscila entre 19

28°C y que en época de baja producción, se registran valores inferiores a 17°C.

Coyne (11) y Singh (37) han reportado que para el período de floración y crecimiento del grano, las condiciones más favorables se dan a temperatura media del aire de 22 a 25°C y que la elevación de dicha temperatura sobre los 30 a 35°C, influye negativamente en el proceso de polinización y formación de semillas.

Moreno (27) y Stobbe (38) encontraron que los ciclos reproductivos dependen de la temperatura ya que esta influye en la duración del período entre la floración y la cosecha. Cuando las plantas se sometieron a temperaturas entre 26,5 y 35,5°C, las vainas presentaron un elevado porcentaje de granos "vanos", además de ser deformes y pequeñas.

Jones (17) comprobó el efecto de la temperatura sobre el crecimiento y encontró que existía una relación lineal entre la tasa relativa de crecimiento de las hojas y la temperatura.

Dale (12) al analizar el efecto de las variaciones térmicas sobre el crecimiento, también llega a la conclusión de que la síntesis y la respiración son mayores en plantas que crecen con pequeños cambios de temperatura, en comparación con las que se desarrollan a temperaturas constantes. Además, que la temperatura influye en el área

foliar producida, ya que en plantas de 15 días de edad, mantenidas a 25°C, tenían áreas foliares de aproximadamente el doble de otras mantenidas a 15°C.

Debido al íntimo contacto entre las raíces y el suelo, las variaciones de temperatura de éste afectan notablemente los procesos fisiológicos que suceden en la parte subterránea de la planta.

La capacidad de modificar la temperatura del suelo es limitada, siendo las coberturas hasta ahora una de las formas más eficaces para lograrlo. La cobertura del cultivo tiene el efecto de reducir la fluctuación diurna y estacional de la temperatura superficial de un suelo; entre más densa sea la vegetación, más pequeñas serán estas fluctuaciones, según Burman (6).

Con respecto a la temperatura del suelo, ésta depende de la cantidad de calor recibida por su superficie y del modo en que se transmite y pierde; también varía de acuerdo a la profundidad y con el transcurso del día. La temperatura de la superficie del suelo, bajo el fenómeno de irradiación solar y radiación terrestre, tanto diurna como nocturna, sufre una variación diaria mucho mayor que la registrada por la temperatura del aire. La época del año influye sobre la variación diaria de la temperatura del suelo; la oscilación entre los valores extremos decrece rápidamente con la profundidad y el momento de la máxima o mínima tem

peratura sufre un retraso con respecto a la del aire a 2 m de altura (8).

Singh (36) y Mack (18) al estudiar el efecto de la temperatura del suelo, encontraron que su fluctuación no afecta el rendimiento del frijol, pero sí el contenido de almidón, fósforo, potasio y magnesio. Apuntan que el peso seco de brotes y raíces, aumentó con altas temperaturas del suelo.

Unger y Danielson (40) determinaron, en solución nutritiva, que a una temperatura de 15°C o menor, las raíces del frijol absorbieron menos agua, en perjuicio de su crecimiento.

MacMillan y Byars (20) indican que altas temperaturas del suelo deterioran las células radicales, pudiendo morir la planta, especialmente en estado de plántula.

Readdich (33) observó que las plantas de frijol aumentan su velocidad de crecimiento desde los 12 a 13°C hasta rangos de 30,5 a 31,5°C de temperatura del suelo; a valores de 35 a 35,5°C su velocidad es mínima y de 38,5 a 39°C no hay crecimiento; el valor óptimo lo determinó en 22°C.

En condiciones de invernadero, Singh y Mack (37) concluyen que el mejor crecimiento y el más alto número de flores y vainas fueron obtenidos con temperaturas del suelo de 24 a 29,5°C.

Las temperaturas promedio extremas a diferentes profun-

didades del suelo, presentan oscilaciones menores durante un período más lluvioso, humedad relativa alta, menor evaporación y pequeña oscilación de la temperatura ambiente durante el año, según Fernández (14).

Respecto de la temperatura del suelo y bajo condiciones ambientales constantes, Pinchinat (31) encontró que a 34°C las plantas de frijol florecieron 11 días más temprano que a 22°C y que las que crecieron en el suelo mantenido a 15°C perecieron. Cuando varió la temperatura del suelo de 17 a 27°C, la absorción de calcio se incrementó y la de fósforo quedó constante. Con 54,4°C en el suelo, los tejidos del tallo se encogieron y la planta se volcó.

La temperatura óptima del suelo para la germinación de la semilla de frijol es de 16 a 22°C y la mínima de 8 a 10°C (5).

Wallace (42) en experimentos con temperatura del suelo a 14,2 y 26°C, encontró que la producción aumentaba a medida que la temperatura del suelo se eleva. El fósforo en la planta tiende a incrementarse con la temperatura del suelo.

Rosemberg (34) indica que el frijol. con un microclima controlado y bajo riego, aumenta su producción y el tamaño de las plantas, cuando la temperatura del aire y del suelo son altas durante el día y bajas en la noche, con una humedad relativa alta durante las 24 horas del día.

El frijol es muy sensible a los excesos de humedad, siendo de vital importancia una precipitación bien distribuida durante su ciclo vegetativo, ya que no tolera períodos de sequía prolongados en ciertas fases de su desarrollo (15).

Davis (13) encontró que la baja humedad relativa asociada con alta temperatura es poco recomendable ya que conduce a la pérdida de las flores.

O'leary (29) al usar 3 niveles de humedad relativa (baja, mediana y alta) señala que no encontró diferencias significativas entre los tratamientos, ni para el crecimiento de las plantas, ni para su rendimiento.

Singh (36) encontró que el contenido de humedad del suelo afecta el metabolismo de las proteínas y minerales, ya que plantas cultivadas en suelos húmedos presentaron cantidades altas de fósforo y potasio, arginina y tirosina; estas últimas no aparecieron en suelos poco húmedos.

El efecto de la radiación solar sobre el crecimiento y producción en frijoles, según Magalhaes y Montojos (19) consiste en que la alta radiación acelera el crecimiento vegetativo y eleva la producción.

Biegel (4) señala que aumentos de energía radiante provocan aumentos en la respuesta morfológica, pero no en razón lineal, sino con el logaritmo de la cantidad de energía incidente.

Ojeda (28) indica que las mejores cosechas de frijol se obtuvieron con más de 300 horas de brillo solar. Uscategui (41) encontró que días con menos de 1 hora hasta 10 horas de brillo solar, favorecen la altura de las plantas en estado vegetativo y no así los días con más de 10 horas.

Ojeda (28) también encontró que la radiación solar se correlaciona directamente con el rendimiento del frijol y que la humedad ambiente ambiental tiene un efecto negativo.

Sáenz (35) considera que excesos de radiación solar en plantas muy jóvenes afectan las hojas, tallos y brotes, produciendo quemaduras. Una radiación solar de 41,3 cal/ cm^2/h se establece como valor óptimo en cosechas de buena producción.

Trabajos hechos en Costa Rica, con el fin de determinar la época más adecuada de siembra, indican un primer ciclo de siembra que va desde el 20 de enero al 10 de febrero, un segundo del 15 de mayo al 15 de junio y un tercero del 15 de setiembre al 6 de octubre (21).

Sáenz (35) en un experimento de épocas de cultivo que variaron entre abril y setiembre, encontró para Alajuela que los mayores rendimientos ocurrían en mayo y cuando se presenta el menor ataque de plagas y enfermedades.

Trabajos realizados en Turrialba por Miranda (22, 23) demuestran que la distancia óptima es de 40 cm entre surcos, y que el rendimiento fue mayor debido a la mayor den

sidad poblacional. Esta distancia entre surcos a 40 cm, sin embargo, no es recomendable para el cultivo mecanizado, donde lo más conveniente es sembrar a 60 cm entre surcos.

El C.I.A.T., Colombia, también ha tratado de encontrar las densidades más adecuadas. Las diferencias de desarrollo atribuibles a variedad (tipo de planta, altura, etc.) y a los factores del ambiente (suelo, pluviosidad, etc.) hacen que los márgenes de variación puedan ser amplios. Las distancias entre surcos recomendadas pueden ser de 40, 50, 60, 70, 80 y 100 cm y de 2,5, 5, 7,5, 10 y 20 cm para la distancia entre plantas (9).

Thompson y Taylor (39) en un ensayo de densidad y fecha de siembra encontraron que la producción por unidad de área es resultado de la producción por planta y ésta del número de semillas por planta, la que se afecta ligeramente con la densidad de población; además informan que la baja producción de muchos sembradíos comerciales se debe a la selección inadecuada de la fecha de siembra o a la baja densidad de población.

Cárdenas (7) recomienda que las variedades arbustivas se siembren de 40 a 60 cm entre surcos y de 5 a 10 cm entre plantas, en suelos con fertilidad media.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Miranda (24), en el Valle de Chimaltenango, Guatemala, cuando se disminuye el espaciamiento de 60 a 40 cm entre surcos, se incrementa significativamente el rendimiento; cuando se siembra a 40

cm entre surcor y con una población de 150 a 250 plantas por hectárea, el rendimiento fue mayor que cuando se duplicó la densidad.

Viera y otros (43) hallaron que el número de semillas disminuye cuando se reduce el espaciamiento entre plantas desde 10 hasta 2,5 cm, pero anotan que la reducción del espaciamiento facilita el combate de malezas. Menciona que en estudios anteriores habían encontrado que el mejor espaciamiento entre surcos fue de 40 a 60 cm.

Ascencio (3) concluye que la distancia entre hileras y la densidad aparecen como los factores determinantes de la producción por planta por hectárea; cuando sembró a 20 cm entre hileras obtuvo la más baja producción de grano por planta (5,7 g), pero la más alta producción por hectárea (2.644 kg). Para los tratamientos de 100 cm entre hileras obtuvieron la más alta producción de granos por planta (10,6 g), pero debido a la baja población de plantas la producción por hectárea fue significativamente baja (1.747 kg).

Ziver (44) recomienda una distancia de 50 cm y 200 kilogramos de semilla por hectárea, pero Montalva (25) aconseja una distancia de 40 cm, cuando el cultivo se realiza a mano y 60 cm cuando es mecanizado, en ambos casos a 10 cm entre plantas.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo abarca diferentes épocas de cultivo del frijol común y se hizo entre 1982 y 1983, en la Estación Experimental Fabio Baudrit M., de la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. Esta se halla a 10° 01' latitud norte y 84° 10' longitud oeste y a 840 msnm. La primera siembra se hizo en época seca (el 25 de febrero); la segunda en la estación lluviosa (el 16 de junio) y la tercera de postrera tardía (21 24 de noviembre).

Se utilizó semilla de frijol de la línea N 205 (1-M-3)-44-M(1) conocida como ICACOL 10103 o "Talamanca", procedente del Instituto Colombiano de Agricultura, de grano negro y hábito de crecimiento II A (arbustivo determinado, con guía corta); el ciclo vegetativo es de 82 días y florece entre 36 y 40 días, en Alajuela.

Se usó el diseño de parcelas divididas en bloques al azar con tres repeticiones.

Los tratamientos mayores consistieron en tres épocas de cultivo y tres densidades de siembra. Las densidades se obtuvieron variando sólo las distancias entre surcos, que fueron de 30, 40 y 60 cm en las densidades I, II y III, respectivamente. La distancia entre plantas fue de 10 cm.

Se usó un campo rectangular de 14 x 64 m, el cual se

dividió en 27 parcelas de 3 x 6 m, con una separación de 1 m entre ellas. Para la toma de muestras se eliminaron bordes de 0,5 m en los lados de cada parcela quedando un área efectiva de 2 x 5 m.

Cada parcela se subdividió en seis partes iguales, a efecto de tomar muestras en seis estadios: cinco vegetativos y uno reproductivo. En los cinco primeros se midió la altura, el peso fresco y el peso seco de las plantas; en el último estadio (madurez fisiológica) se estimó la producción de grano.

SIEMBRA

La siembra se hizo manualmente, en surcos. En el fondo del surco se colocó fertilizante 10-30-10 a razón de 320 kg/ha y Thimet. Se sembró 2 semillas por golpe cada 10 cm; a los 15 días se raleó dejando 16, 29 y 25, respectivamente en las densidades I, II y III.

La semilla fue tratada previamente con Captán (Orthocide) para evitar el ataque de hongos.

Mediante una mezcla de 55 g de Captán, 40 g de PCNB 75% y 10 g de Lannate por bomba de 16 litros, se controló el mal del talluelo (Rhizoctonia) y el ataque de insectos.

Para las infecciones provocadas por bacterias y roya se hicieron aplicaciones mensuales de Dithane M-45, a una dosis de 30 g por 16 litros de agua.

El ensayo se desyerbó manualmente cada 40 días aproximadamente. En los ensayos hechos en época seca fue necesario aplicar riego superficial cada 8 días; el agua se llevó a las parcelas mediante canales conectados por medio de sifones a una fuente.

OBSERVACIONES BIOLOGICAS

Se determinó la altura de la planta, el peso fresco y seco de la biomasa (parte aérea y subterránea) en cinco estadios vegetativos, cuyas características principales se describen a continuación:

1. Crecimiento inicial, que termina con la expansión del tercer trifolio.
2. Prefloración, es la fase de activo crecimiento y concluye con la aparición de las primeras yemas florales en un 5% de las plantas.
3. Floración incipiente o estado de "piedrita"; se caracteriza porque el 50% de las plantas presentan yemas florales bien formadas y algunas plantas comienzan a florecer.
4. Plena floración, más del 50% de las plantas presentan flores; algunas plantas presentan vainas de unos 2 cm de largo.
5. Fructificación, más del 50% de las plantas presentan vainas bien formadas y prácticamente ha terminado la floración.

La altura de la planta se midió desde la cicatriz cotiledonar hasta el ápice del tallo principal. Para determinar el peso fresco de la biomasa, las muestras se pesaron inmediatamente; para obtener el peso seco, las muestras se pusieron en una estufa a 60°C hasta alcanzar peso constante.

Para calcular la cosecha se halló el peso seco (12% de humedad), con base en el peso fresco de la semilla y la fórmula siguiente:

$$P\,E = Po \; \frac{100 - Ho}{88} \text{ , donde}$$

P E = peso de la semilla con 12% de humedad.

Po = peso de la semilla al momento de la cosecha.

Ho = porcentaje de humedad de la semilla al momento de la cosecha.

88 = constante (100 - 12)

OBSERVACIONES CLIMATOLOGICAS

Para los distintos estadios vegetativos y en cada época de cultivo se registraron valores para los siguientes factores ambientales.

1.

Variación de la temperatura del suelo en función de la profundidad y la hora del día:

- Diariamente, a las 07, 10, 13 y 17 horas se midió la temperatura del suelo a 0, 5, 10 cm de profundidad. Para ello se instalaron una serie de celdillas termopares

(Sailtes) las cuales se colocaron al azar en las parcelas experimentales.

2.

Observaciones de la atmósfera sobre el cultivo:

- Temperatura ambiente bihoraria, diurna y nocturna: máxima, mínima y su oscilación (máxima - mínima).

La temperatura del aire se midió con un hidrotermógrafo y las extremas así: con un termómetro de mercurio, la máxima y uno de alcohol, la mínima.

- Variación del brillo solar, con frecuencias de días con horas 0 de 0,1 a 5 y de 5,1 a 10 hr. y más de 10 horas de brillo solar. Para ello se usó el heliógrafo Campbell-Stokes.
- Variación de la intensidad de la Radiación solar, en cal/cm^2. Se usó un actinógrafo bimetálico.
- Variación de la humedad absoluta bihoraria, se calculó con base en la humedad relativa. Se utilizó un hidrotermógrafo.

Con excepción de la temperatura del suelo que fue tomada en el lugar del experimento, la información adicional se obtuvo de la Estación Agrometeorológica, situada a 500 m.

El análisis estadístico se hizo en el Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica y comprendió los siguientes análisis:

- Análisis de varianza de altura de la planta, peso fres-

co y seco de la planta en las tres épocas y densidades de siembra y en los cinco estadios vegetativos. Se analizó también la variación de la producción (peso seco del grano) en función de las diferentes épocas y densidades de siembra.

- Prueba de Duncan para la altura de la planta en las tres épocas de cultivo.

- Prueba de Duncan para la producción, según la época de cultivo.
- Correlación entre factores climáticos y factores biológicos para los cinco estadios vegetativos en que se subdividió el ciclo del cultivo.
- Interpretación gráfica de algunas relaciones entre planta y ambiente.

RESULTADOS Y DISCUSION

CLIMA PREVALECIENTE DURANTE EL ENSAYO

En el Cuadro 1 se resumen las condiciones climáticas durante las tres épocas de cultivo y estadios vegetativos del frijol Talamanca; al respecto se destacan los hechos siguientes:

La época con más radiación solar fue la veraniega, con un total de 560 cal/cm ^{2}, siguiéndole la "postrera" con 492 cal/cm ^{2}. En cuanto a brillo solar, fue esta última la que presentó el valor más alto promedio de 9,1 horas/día . Esta condición de mayor horas de brillo solar y menor radiación solar en la época de "postrera" se da posiblemente a la alta humedad atmosférica, los días más cortos y una caída de los rayos solares con ángulos de mayor incidencia.

Los promedios bihorarios de la humedad absoluta del aire a 2 m sobre el suelo, presentaron coeficientes de variación en general menores del 10% durante el período nocturno, especialmente de las 22 a las 06 horas; no así para la fase diurna donde fueron mayores, aunque no sobrepasaron el 30%. Para los promedios de las 08 a las 18 horas, los coeficientes de variación normalmente fueron menores que para el resto del día. Los mayores valores de humedad absoluta ocurrieron de junio a agosto del 82 (época inverniz) y de noviembre

Cuadro 1. Condiciones climáticas durante el ensayo. Cultivo del frijol Talamanca en seis estadios vegetativos y tres épocas. Estación Experimental Fabio Baudrit M. Feb. 1982 - Feb. 1983

Estadio vegetativo	Radiación solar total cal cm⁻²			Brillo solar Frecuencia duración diaria (hr)												Temperatura promedio del aire a 2 m de altura (°C)						Temperatura del aire extremos (°C)									Humedad absoluta del aire (g/m³ de aire)					
	Siembra			Siembra I				Siembra II				Siembra III				Siembra I		Siembra II		Siembra III		Siembra I			Siembra II			Siembra III			Siembra I		Siembra II		Siembra III	
	I	II	III	0	01-5	5.1-10	+10	0	01-5	5.1-10	+10	0	01-5	5.1-10	+10	Diurna	Nocturna	Diurna	Nocturna	Diurna	Nocturna	Max.	Min.	Osc.	Max.	Min.	Osc.	Max.	Min.	Osc.	Diurna	Nocturna	Diurna	Nocturna	Diurna	Nocturna
1	546	403	476	0	1	7	5	0	6	6	0	0	1	14	5	26,9	20,2	24,4	19,8	25,6	19,3	29,7	18,1	11,6	27,3	18,3	8,9	29,3	18,1	11,1	10,8	12,1	18,2	16,5	14,1	14,1
2	690	405	466	0	0	9	5	0	6	5	0	0	0	6	3	27,1	19,8	24,9	20,7	22,6	19,9	30,2	17,8	12,4	28,5	19,5	9,0	18,7	19,0	9,6	10,7	12,1	16,5	15,5	15,9	14,5
3	601	439	488	0	0	3	6	1	1	8	0	1	0	4	2	28,0	19,9	25,4	20,6	24,2	19,3	31,2	17,6	13,5	28,7	19,0	9,6	29,0	17,8	11,1	10,5	12,1	16,0	15,9	13,6	13,7
4	497	420	508	0	1	10	0	2	6	7	0	0	0	6	7	27,3	20,1	24,4	19,9	26,3	19,8	31,0	17,9	13,1	27,8	19,0	8,8	29,7	19,0	10,6	13,0	13,8	16,3	15,4	13,3	14,2
5	538	468	530	0	2	5	3	1	4	6	1	0	0	1	6	27,0	30,3	25,5	20,5	25,7	20,1	30,2	17,7	12,5	29,2	18,9	10,2	29,2	19,4	9,8	14,1	15,0	15,5	15,4	14,3	14,3
6	487	544	522	0	2	21	0	1	8	13	0	0	1	5	14	26,2	20,5	25,0	20,9	26,9	19,2	30,2	18,6	11,5	29,5	19,5	9,9	30,0	17,6	13,2	16,7	15,6	16,0	15,8	14,0	14,5
$\bar{X}$	560	447	492	0	2	9,2	3,2	0,8	5,2	7,5	0,2	0,2	0,3	6	6,2	27,0		24,5		24,0		30,4	17,9	12,4	28,5	19,1	9,4	27,3	18,1	10,5	12,1	13,2	16,2	15,1	14,0	15,0

Nota: La descripción de cada estado vegetativo se presentó en Materiales y Métodos.

a febrero del 83 (época de "postrera"), con valores de 16 g/m^3 y 15 g/m^3 de aire, respectivamente.

Los promedios bihorarios de la temperatura del aire a 2 m sobre el suelo, presentaron coeficientes de variación menores del 15% para el período diurno; en la mayoría de los datos los mayores valores promedio de esta temperatura se presentaron entre las 12 y 14 horas del día.

Para la fase nocturna, los coeficientes son todavía más pequeños, no sobrepasan al 10%, y los valores promedio de esta temperatura se mantuvieron muy constantes durante la noche en las tres épocas de cultivo, a diferencia de la temperatura diurna.

Con respecto a la temperatura del aire promedio diurna, la época veraniega presentó un valor de 27°C, mientras que en la inverniz y la "postrera" los valores fueron similares a 24°C.

Para la temperatura del aire promedio nocturna los valores se dieron entre 19,6 y 20°C para las tres épocas de cultivo.

Las mayores oscilaciones se presentaron en la época veraniega, cuya fluctuación fue de 12,4°C con una máxima de 30,4°C, y una mínima de 17,9°C. La época inverniz tuvo una oscilación de 9,4°C con una máxima de 28°C y una mínima de 19°C y la época de "postrera" con una oscilación de 10,5°C una máxima de 27,3°C y una mínima de 18,1°C.

El análisis de las temperaturas registradas a diferentes profundidades en el suelo, entre las 07 y las 17 horas y durante las tres épocas de cultivo, aparecen en el Cuadro 2. Sus promedios horarios tienen coeficientes de variación menores del 7% para las profundidades de 5 y 10 cm. Las menores corresponden a 10 cm bajo el suelo y aumentan conforme disminuye la profundidad. Consecuentemente, los valores promedio de temperatura para el período diurno a 5 y 10 cm de profundidad, son aceptables estadísticamente, pues en general sus coeficientes de variación son menores del 10%.

Las temperaturas del suelo a 5 y 10 cm de profundidad (Cuadro 2), indican que las densidades poblacionales no lograron modificar el balance energético del suelo, pues sus temperaturas fueron prácticamente idénticas para las diferentes densidades usadas en cada época de cultivo.

Sin embargo, si se toman las lecturas de las temperaturas a los 0 cm sobre el suelo, que es en donde se registran más rápida e intensamente las variaciones del balance de radiación, y se promedian con las de 5 cm de profundidad, con el fin de analizar la capa que alberga mayor porcentaje de raíces de frijol, se notaron ciertas tendencias interesantes (Cuadro 3). La temperatura del suelo mostró la tendencia de ir aumentando conforme disminuyó la densidad poblacional en la época veraniega y en la postrera tardía, pero se mantuvieron casi similares para las tres densidades en la

Cuadro 2. Variación de la temperatura diurna (07 a 17 h) del suelo, en función de la profundidad (0 a 10 cm), densidad poblacional (25, 29 y 46 pl/m^2) y época de cultivo (veraniega, inverniz y postrera tardía). Estación Experimental Agrícola "FABIO BAUDRIT M."

Profundidad del suelo (cm)		EPOCA Y DENSIDAD									Media de la "Profundidad" (independiente de densidad media y época)
		Veraniega			Inverniz			Postrera tardía			
		25	29	46	25	29	46	25	29	46	
0		27,0	25,6	25,4	29,4	26,9	28,8	32,4	29,2	25,8	27,8 °C
5		22,1	23,2	22,7	23,9	24,3	23,6	21,7	21,1	22,1	22,7 °C
10		22,2	21,7	22,5	23,2	23,2	22,3	22,3	22,8	23,2	22,4 °C
"Densidades"	Media	23,8	23,5	23,5	25,5	24,1	24,9	25,5	24,4	23,7	
"Epocas"	Media	23,6°C			24,8°C			24,5°C			

época inverniz, lo que podría indicar que el efecto de cobertura fue más difícil de lograr en este período del año.

Cuadro 3. Variación de la temperatura diurna (°C) de la capa superficial (0-5 cm) del suelo, en función de la época de cultivo y la densidad poblacional del frijol Talamanca. Feb. 1982 - Feb. 1983

Densidad (pl/m^2)	Epoca de cultivo		
	Veraniega	Inverniz	Postrera tardía
25	24,6	26,7	27,1
29	24,4	25,6	25,2
46	24,1	26,2	24,0
VALOR $\overline{X}$	24,3	26,3	25,4

OBSERVACIONES BIOLOGICAS

En el Cuadro 4 aparecen los resultados de la altura de la planta, el peso fresco y seco de la biomasa, así como la producción de grano seco al 12% de humedad por parcela experimental. En los cuadros 5 y 6 se resumen los análisis estadísticos.

Cuadro 4. Altura (cm) peso fresco y seco (g) de la planta, peso seco del grano (g) del frijol Talamanca, por densidad poblacional en las tres épocas de cultivo. Feb. 1982 - Feb. 1983. Los datos son $\bar{X}$ de tres repeticiones por época

Densidad poblacional (pl/m2)	Estadio vegetativo	Altura de la planta (cm)			Peso fresco (g)			Peso Seco (g)			Peso seco del grano (g)		
		Epoca de cultivo			Epoca de cultivo			Epoca de cultivo			Epoca de cultivo		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
46	1	5,8	5,0	8,5	6,9	5,0	7,2	1,1	0,6	1,4			
	2	13,7	11,7	16,4	16,5	6,6	7,8	2,7	1,2	1,8			
	3	24,6	18,7	20,7	29,2	17,5	11,6	7,2	2,5	2,6			
	4	51,6	27,1	25,0	35,6	28,5	20,1	8,1	4,3	3,1			
	5	55,2	30,8	27,0	56,6	32,5	22,7	15,6	6,1	4,3			
	6										1169,3	497,2	231,7
29	1	5,4	6,2	9,0	4,8	6,8	6,1	0,6	0,8	1,4			
	2	13,3	17,1	16,5	13,5	12,1	7,0	2,0	2,0	1,8			
	3	21,1	27,8	20,6	26,9	18,5	14,0	6,8	3,2	2,6			
	4	50,2	33,6	25,6	35,2	31,7	17,3	11,5	5,6	3,5			
	5	53,6	37,6	27,5	57,7	36,2	31,2	19,6	8,1	5,5			
	6										967,3	626,0	180,0
25	1	5,7	6,1	7,6	4,4	6,0	3,8	1,1	0,8	1,1			
	2	13,6	14,6	15,5	10,3	8,9	6,6	2,7	1,0	1,4			
	3	24,5	22,5	20,5	30,7	29,5	9,9	9,1	3,7	2,1			
	4	50,4	37,1	23,1	52,4	55,6	11,5	15,5	9,2	2,9			
	5	53,7	40,9	26,7	69,2	59,5	17,5	21,0	11,7	4,3			
	6										842,7	731,7	118,0

Cuadro 5. Análisis de varianza de los resultados correspondientes a: altura (cm), peso fresco (g) y peso seco (g) de plantas de frijol Talamanca, cultivados en tres épocas y densidades. E.E.F.B.(*) Feb. 1982 - Feb. 1983

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios		
		Altura de la planta (cm)	Peso húmedo (g/parcela)	Peso seco (g/parcela)
Epocas de cultivo	2	18,96**	64,33**	35,87**
Densidad poblacional	2	1,30	18,43**	40,27**
Error (a)	4	12,7	16,0	2,9
Estadios vegetativos	4	17,39**	10,50**	13,17**
Estadio x densidad	8	3,5	9,46**	9,8**
Error (b)	24	5,4	5,0	0,9

(*) E.E.F.B. Estación Experimental Fabio Baudrit.

(**) Significativo al 1%.

Cuadro 6. Análisis de varianza. Producción de frijol Talamanca (grano al 12% de humedad), según la época de cultivo y la densidad poblacional. E.E.F.B. Feb. 1982 - Feb. 1983

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios
		Peso del grano al 12% humedad (g)
Epoca de cultivo	2	24,92**
Densidad poblacional	2	4,60
Epoca x densidad	4	10,50
Error	8	-

(**) Significativo al 1%.

ALTURA DE LA PLANTA

La altura de la planta presentó diferencias altamente significativas en las tres épocas de cultivo y por estadio de crecimiento (Cuadro 5)

Al comparar la altura de la planta en las tres épocas de cultivo (Fig. 1), se observó que la mayor altura se obtuvo en la época veraniega, que va del 25 de febrero al 15 de mayo de 1982. En la inverniz y de postrera tardía, no hubo diferencias significativas al 5%, por lo que se promedió su valor medio para efecto de la representación gráfica (Fig. 2).

La variación de la altura de la planta en función del estadio vegetativo del frijol y de la época de cultivo, se ilustra en el Fig. 2. El incremento de la altura a través de cada estadio vegetativo mostró diferencias que son producto lógico del crecimiento natural del cultivo, su comportamiento fue similar en las tres épocas de cultivo hasta el tercer estadio vegetativo, el de floración incipiente, con diferencias marcadas; de ahí en adelante hasta el quinto estadio, el de fructificación. Así las plantas de la época veraniega desarrollaron la altura mayor de 54,20 cm, a diferencia de las otras épocas la inverniz y de postrera tardía, cuyos valores fueron de 36,30 y 24,10 cm respectivamente.

La interacción estadio vegetativo por densidad poblacional no fue significativa, lo cual es difícil de explicar

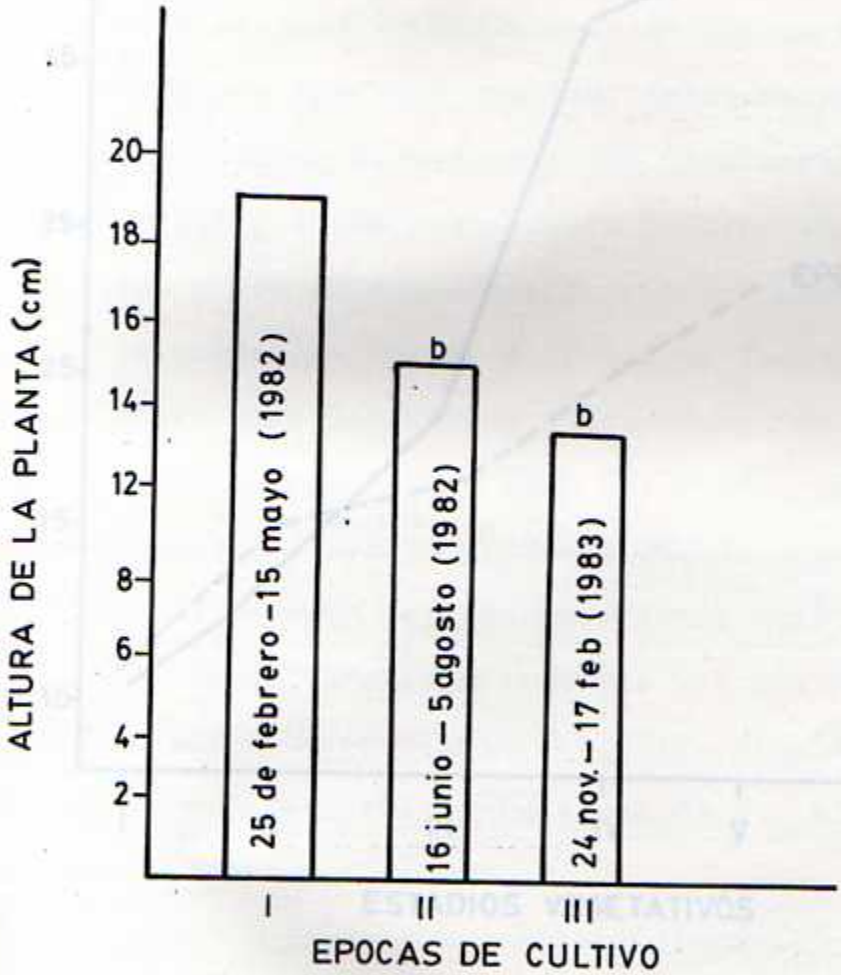


FIG. 1

RESULTADOS DEL TEST DE DUNCAN AL 5% PARA LA ALTURA DE LA PLANTA DE FRIJOL TALAMANCA EN LAS TRES EPOCAS DE CULTIVO COLUMNAS CON LA LETRA NO DIFIEREN ESTADISTICAMENTE
ESTACION EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT.
ALAJUELA, COSTA RICA.
FEBRERO 1982 – FEBRERO 1983

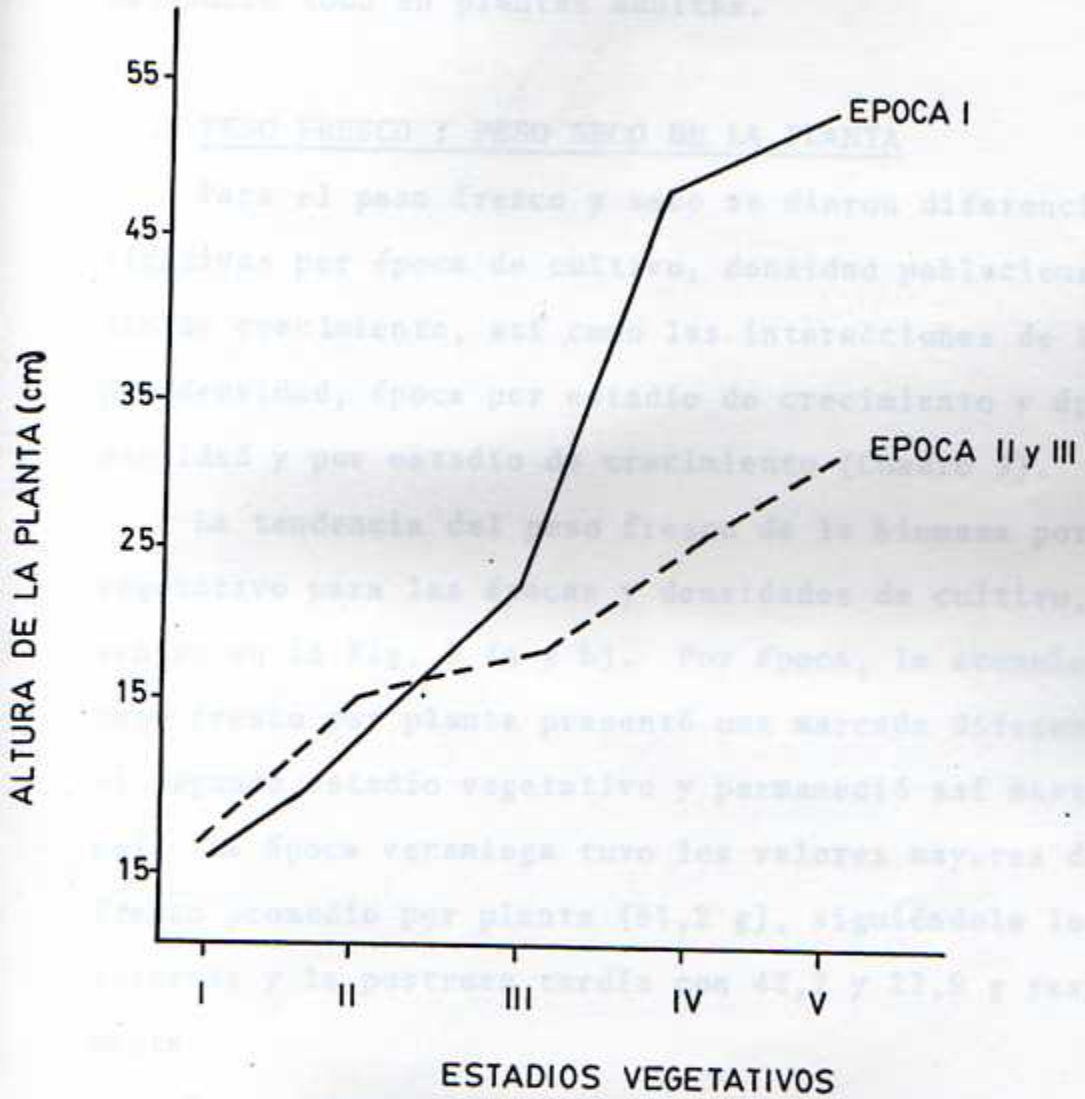


FIG.2 VARIACION DE LA ALTURA DE LA PLANTA EN LOS CINCO ESTADIOS VEGETATIVOS DEL FRIJOL TALAMANCA PARA LAS TRES EPOCAS DE CULTIVO. ESTACION EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT. ALAJUELA, COSTA RICA FEBRERO 1982 - FEBRERO 1983

pues por lo general, la altura aumenta con la mayor densidad sobre todo en plantas adultas.

PESO FRESCO Y PESO SECO DE LA PLANTA

Para el peso fresco y seco se dieron diferencias significativas por época de cultivo, densidad poblacional y estadio de crecimiento, así como las interacciones de la época por densidad, época por estadio de crecimiento y época por densidad y por estadio de crecimiento (Cuadro 5).

La tendencia del peso fresco de la biomasa por estadio vegetativo para las épocas y densidades de cultivo, se representan en la Fig. 3 (a y b). Por época, la acumulación del peso fresco por planta presentó una marcada diferencia desde el segundo estadio vegetativo y permaneció así hasta el final. La época veraniega tuvo los valores mayores de peso fresco promedio por planta (61,2 g), siguiéndole los de la inverniz y la postrera tardía con 42,7 y 22,9 g respectivamente.

Si se compara el valor promedio del peso fresco según la densidad poblacional y por estadio vegetativo (Fig. 3-b) no se observan diferencias, sino a partir del tercer estadio: en el cuarto y quinto estadio vegetativo las plantas sembradas a una densidad de 25 pl/m^2, lograron un mayor peso fresco que las de 29 pl/m^2 y 46 pl/m^2, cuyos valores fueron muy semejantes entre sí.

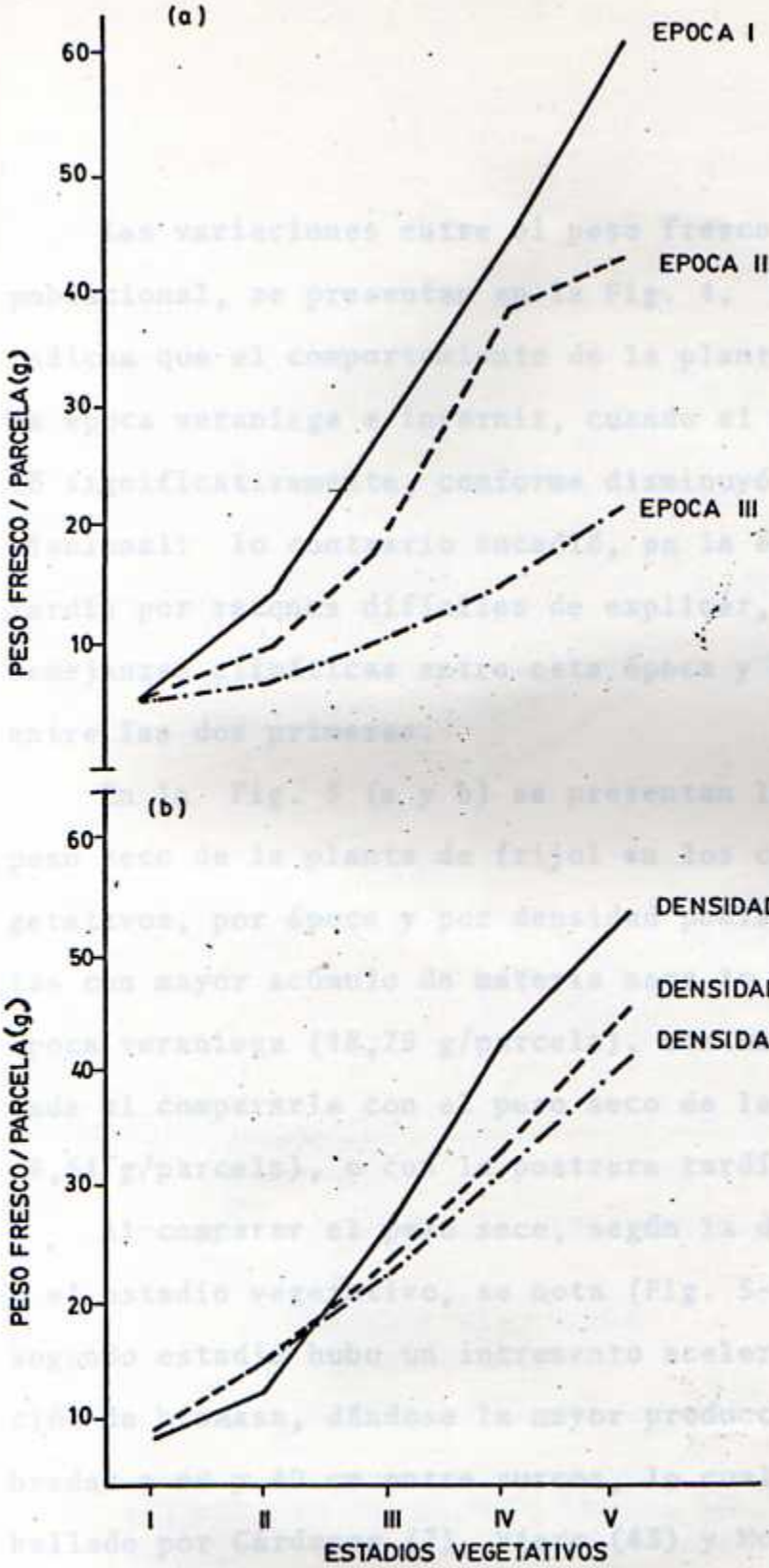


FIG. 3

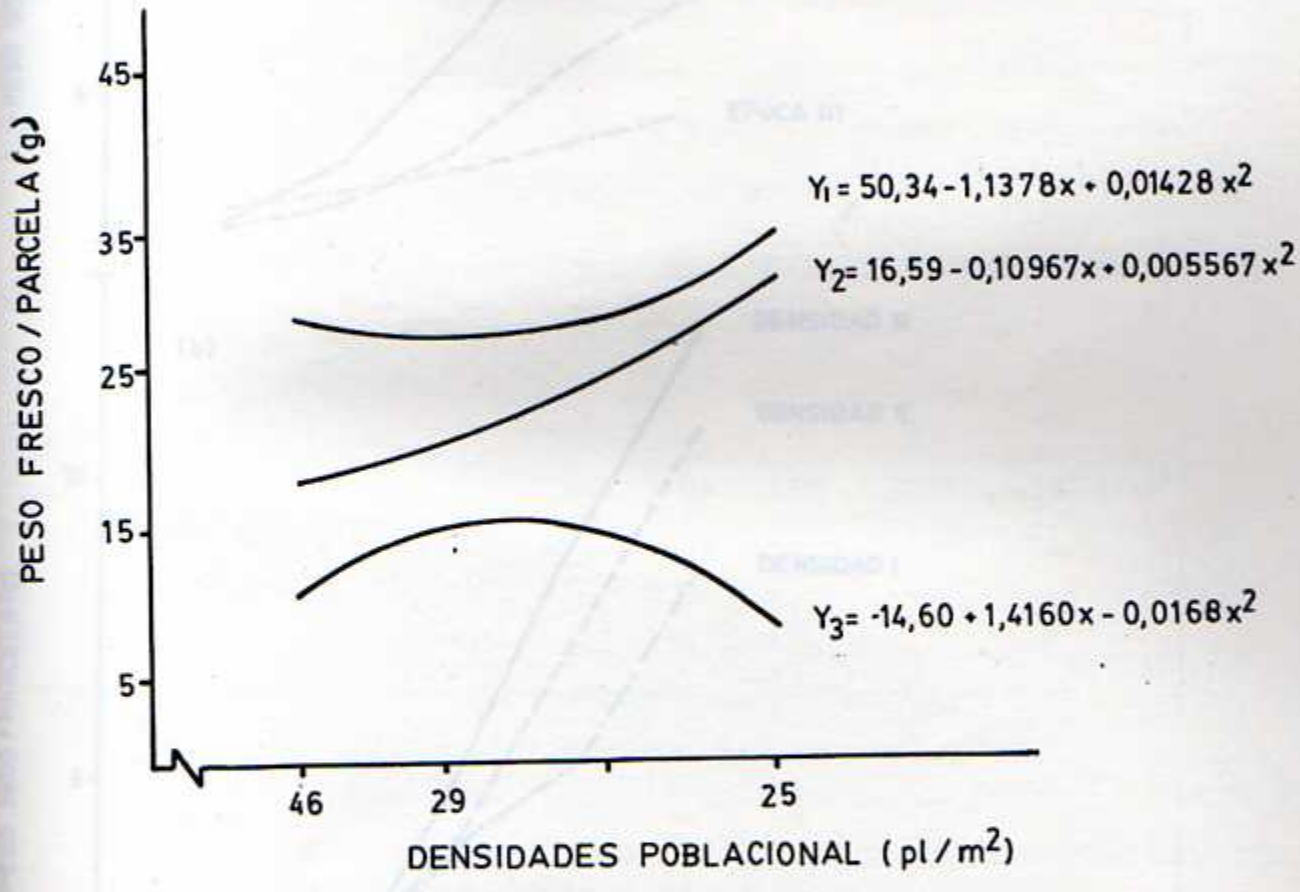
VARIACION DEL PESO FRESCO EN LOS CINCO ESTADIOS VEGETATIVOS DEL FRIJOL TALAMANCA, POR EPOCA DE CULTIVO (a) Y DENSIDAD POBLACIONAL (b)
ESTACION EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT
ALAJUELA, COSTA RICA.
FEBRERO 1982 – FEBRERO 1983

Las variaciones entre el peso fresco y la densidad poblacional, se presentan en la Fig. 4. Estos resultados indican que el comportamiento de la planta fue similar en la época veraniega e inverniz, cuando el peso fresco aumentó significativamente, conforme disminuyó la densidad poblacional: lo contrario sucedió, en la época de postrera tardía por razones difíciles de explicar, ya que hubo más semejanzas climáticas entre esta época y la veraniega, que entre las dos primeras.

En la Fig. 5 (a y b) se presentan los promedios del peso seco de la planta de frijol en los cinco estadios vegetativos, por época y por densidad poblacional. Las plantas con mayor acúmulo de materia seca lo fueron las de la época veraniega (18,79 g/parcela), con una diferencia marcada al compararla con el peso seco de la época inverniz (8,64 g/parcela), o con la postrera tardía (4,75 g/parcela).

Al comparar el peso seco, según la densidad poblacional y el estadio vegetativo, se nota (Fig. 5-b) que a partir del segundo estadio hubo un incremento acelerado en la acumulación de biomasa, dándose la mayor producción en plantas sembradas a 60 y 40 cm entre surcos, lo cual concuerda con lo hallado por Cárdenas (7), Viera (43) y Montalva (25).

Finalmente, cabe anotar que la variación del peso seco de la planta en las tres épocas de cultivo (Fig. 6), mostró un comportamiento muy similar al del peso fresco (Fig. 4).



Y_1= I EPOCA, VERANIEGA
Y_2=II EPOCA, INVERNIZ
Y_3=III EPOCA, POSTRERA TARDIA

FIG.4 RELACION ENTRE EL PESO FRESCO DE LA PLANTA Y LA DENSIDAD POBLACIONAL SEGUN LA EPOCA DE CULTIVO PARA EL FRIJOL TALAMANCA. ESTACION EPERIMENTAL FABIO BAUDRIT. ALAJUELA, COSTA RICA. FEBRERO 1982-FEBRERO 1983

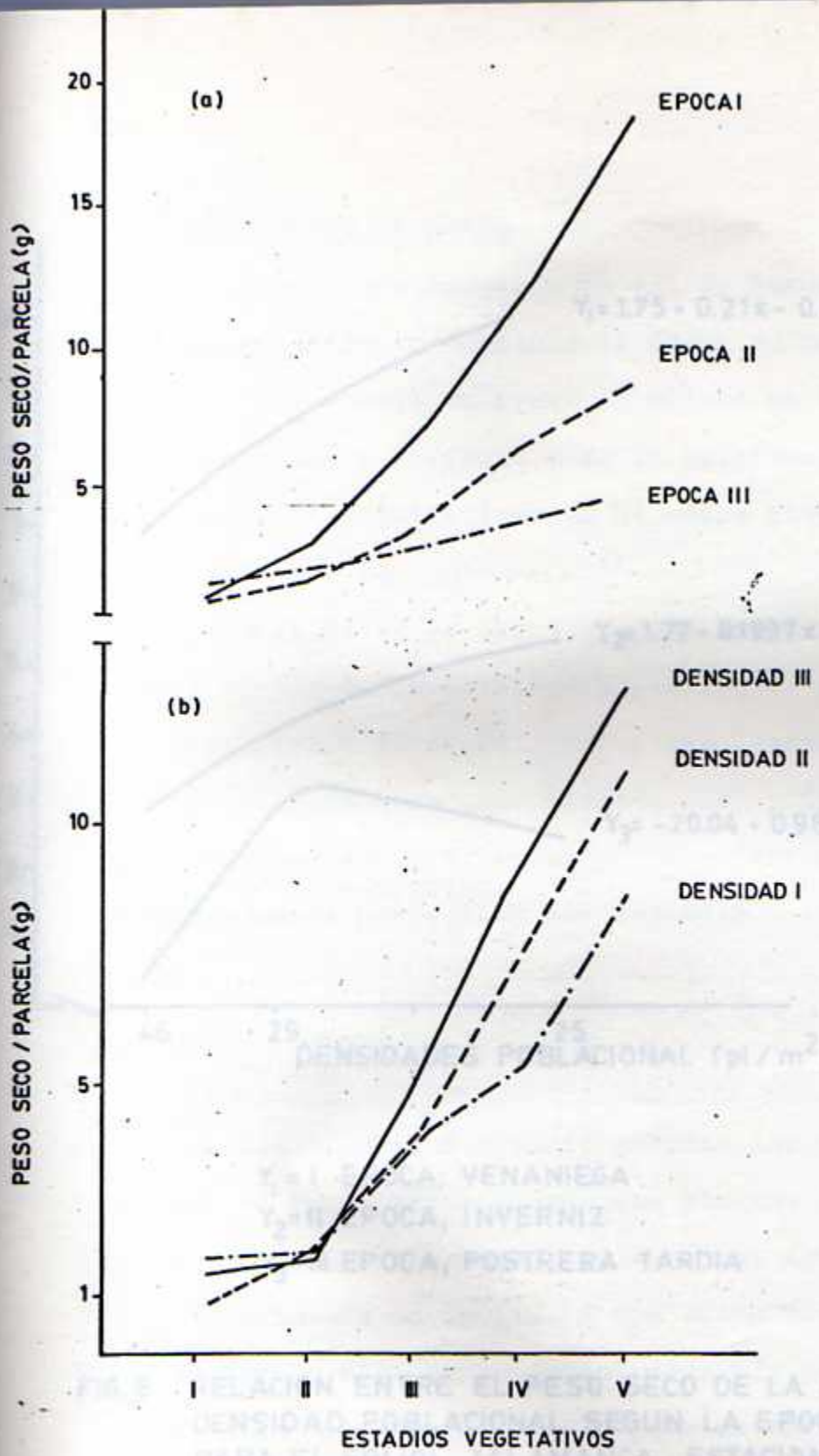
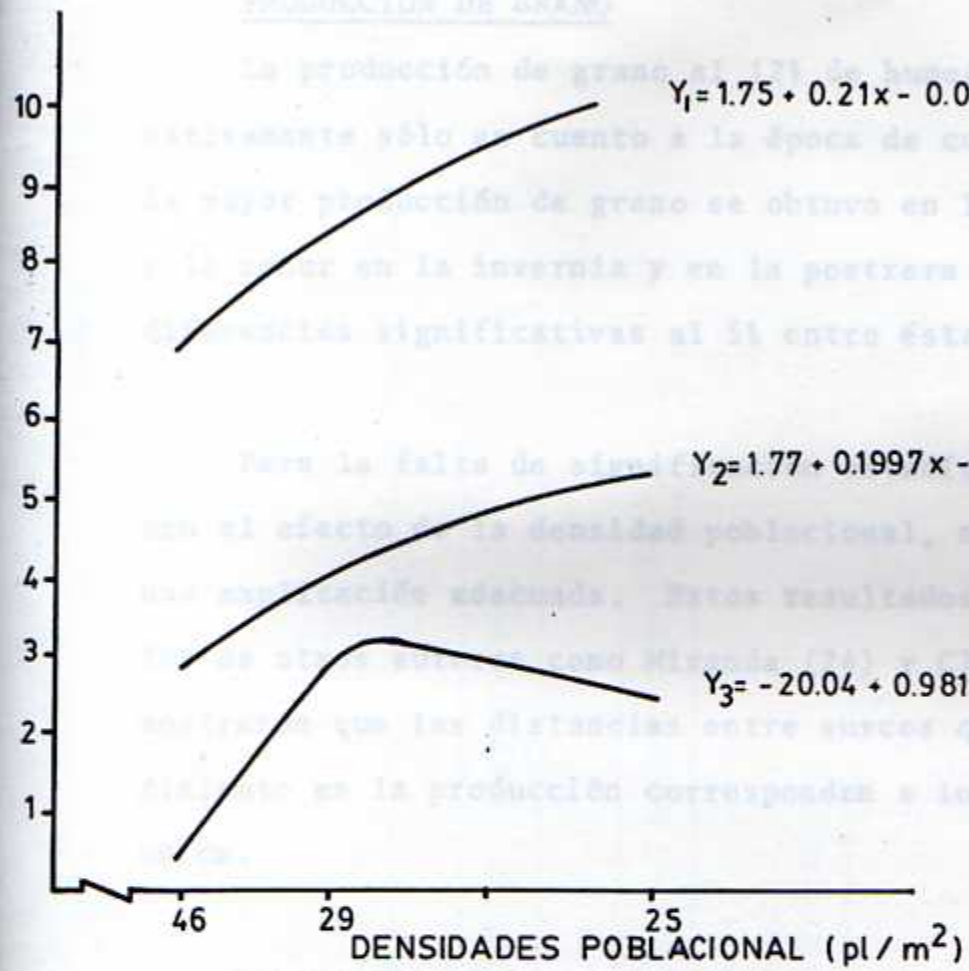


FIG.5 VARIACION DEL PESO SECO EN LOS CINCO ESTADIOS VEGETATIVOS DEL FRIJOL TALAMANCA, POR EPOCA DE CULTIVO (a), Y POR DENSIDAD POBLACIONAL (b).
ESTACION EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT. ALAJUELA, COSTA RICA.
FEBRERO 1982- FEBRERO 1983



Y_1 = I EPOCA, VENANIEGA
Y_2 = II EPOCA, INVERNIZ
Y_3 = III EPOCA, POSTRERA TARDIA

FIG. 6 RELACION ENTRE EL PESO SECO DE LA PLANTA Y LA DENSIDAD POBLACIONAL SEGUN LA EPOCA DE CULTIVO PARA EL FRIJOL TALAMANCA. ESTACION EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT. ALAJUELA, COSTA RICA FEBRERO 1982 – FEBRERO 1983

PRODUCCION DE GRANO

La producción de grano al 12% de humedad varió significativamente sólo en cuanto a la época de cultivo (Cuadro 6). La mayor producción de grano se obtuvo en la época veraniega y la menor en la inverniz y en la postrera tardía, pero sin diferencias significativas al 5% entre éstas. (Fig. 7).

Para la falta de significación estadística en relación con el efecto de la densidad poblacional, no se cuenta con una explicación adecuada. Estos resultados contrastan con los de otros autores como Miranda (24) y CIAT (9), que demostraron que las distancias entre surcos que dan mayor rendimiento en la producción corresponden a los 40 cm y a los 60 cm.

RELACIONES DE LAS CARACTERISTICAS DEL FRIJOL CON EL CLIMA

En las Figuras 8 a 11 se resumen las variaciones climáticas que se registraron cuando las plantas se hallaban en los cinco estadios vegetativos, en las tres épocas de cultivo.

Es evidente en la Fig. 8 que en la época veraniega las noches fueron más frescas y los días más calurosos que durante el resto del año (II y III época de cultivo). En general, puede afirmarse que la temperatura ambiente fue favorable para el cultivo de Talamanca durante todo el año.

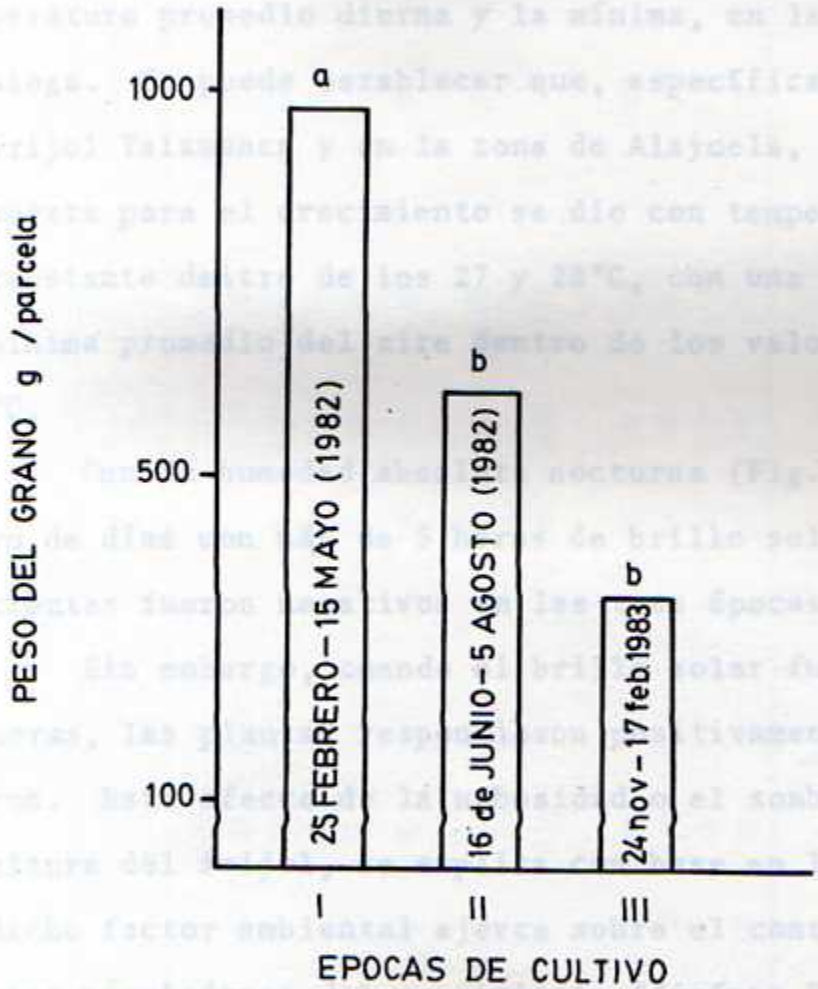


FIG 7 RESULTADOS DEL TEST DE DUNCAN AL 5% PESO SECO DEL GRANO (12% DE HUMEDAD) TALAMANCA, POR EPOCA DE CULTIVO. COLUMNAS CON LA MISMA LETRA NO DIFIEREN ESTADISTICAMENTE ESTACION EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT. ALAJUELA, COSTA RICA FEBRERO 1982— FEBRERO 1983

Al correlacionar los cambios de temperatura ambiente con la altura de la planta (Cuadro 7), se encontró coeficientes positivos y significativos, únicamente con la temperatura promedio diurna y la mínima, en la siembra veraniega. Se puede establecer que, específicamente para el frijol Talamanca y en la zona de Alajuela, la mejor respuesta para el crecimiento se dio con temperatura diurna constante dentro de los 27 y 28°C, con una temperatura mínima promedio del aire dentro de los valores de 17 y 18 °C.

Con la humedad absoluta nocturna (Fig. 10) y el número de días con más de 5 horas de brillo solar, los coeficientes fueron negativos en las tres épocas de cultivo.

Sin embargo, cuando el brillo solar fue inferior a 5 horas, las plantas respondieron positivamente: se alargaron. Este efecto de la nubosidad o el sombreamiento en la altura del frijol, se explica con base en la influencia que dicho factor ambiental ejerce sobre el contenido de sustancias reguladoras del crecimiento (Jiménez E., 1984, comunicación personal).

Por otra parte, el efecto negativo de la humedad absoluta nocturna indicó que los mayores valores de humedad (15,75 g/m^3 de aire), no favorecieron el crecimiento de las plantas y esto concuerda con lo dicho por Singh (37).

El peso fresco y el seco mostraron los mismos resultados estadísticos, lo que demuestra que siempre hay una rela

Cuadro 7. Correlaciones entre los factores atmosféricos y altura y peso seco en plantas de frijol Var. "Talamanca", por época de cultivo y densidad. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit. Alajuela. Febrero 1982 - Febrero 1983

Factores atmosféricos	Altura de la planta (cm)			Peso seco de la planta en gr.								
	Epoca de cultivo			I época de cultivo			II época de cultivo			III época de cultivo		
				Densidad pl/m²			Densidad pl/m²			Densidad pl/m²		
	I	II	III	25	29	46	25	29	46	25	29	46
Temp. X̄ Diurna	0,97	NS	NS	NS	0,92	NS	NS	NS	0,98	NS	NS	NS
Temp. X̄ Nocturna	NS	NS	NS	NS	NS	0,98	NS	0,99	NS	NS	NS	NS
Temp. máxima	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,88	NS	NS	NS	NS
Temp. mínima	0,98	NS	NS	NS	0,94	NS	NS	NS	NS	0,88	NS	NS
Temp. osc. Máx-min.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-0,81	NS	NS
Radiación solar	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Humedad absoluta diurna	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Humedad absoluta nocturna	-0,94	-0,86	-0,99	NS	-0,91	NS	NS	-0,84	NS	NS	NS	NS
Brillo solar												
Días 0 horas	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Días 0.1-5 horas	0,90	0,81	0,91	0,83	0,97	0,90	NS	NS	NS	0,93	0,99	0,86
Días 5.1-10 horas	-0,98	-0,92	-0,93	NS	NS	NS	-0,98	-0,80	-0,99	-0,96	-0,98	-0,84
Días de +10 horas	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

- Correlación negativa
NS No significativa.

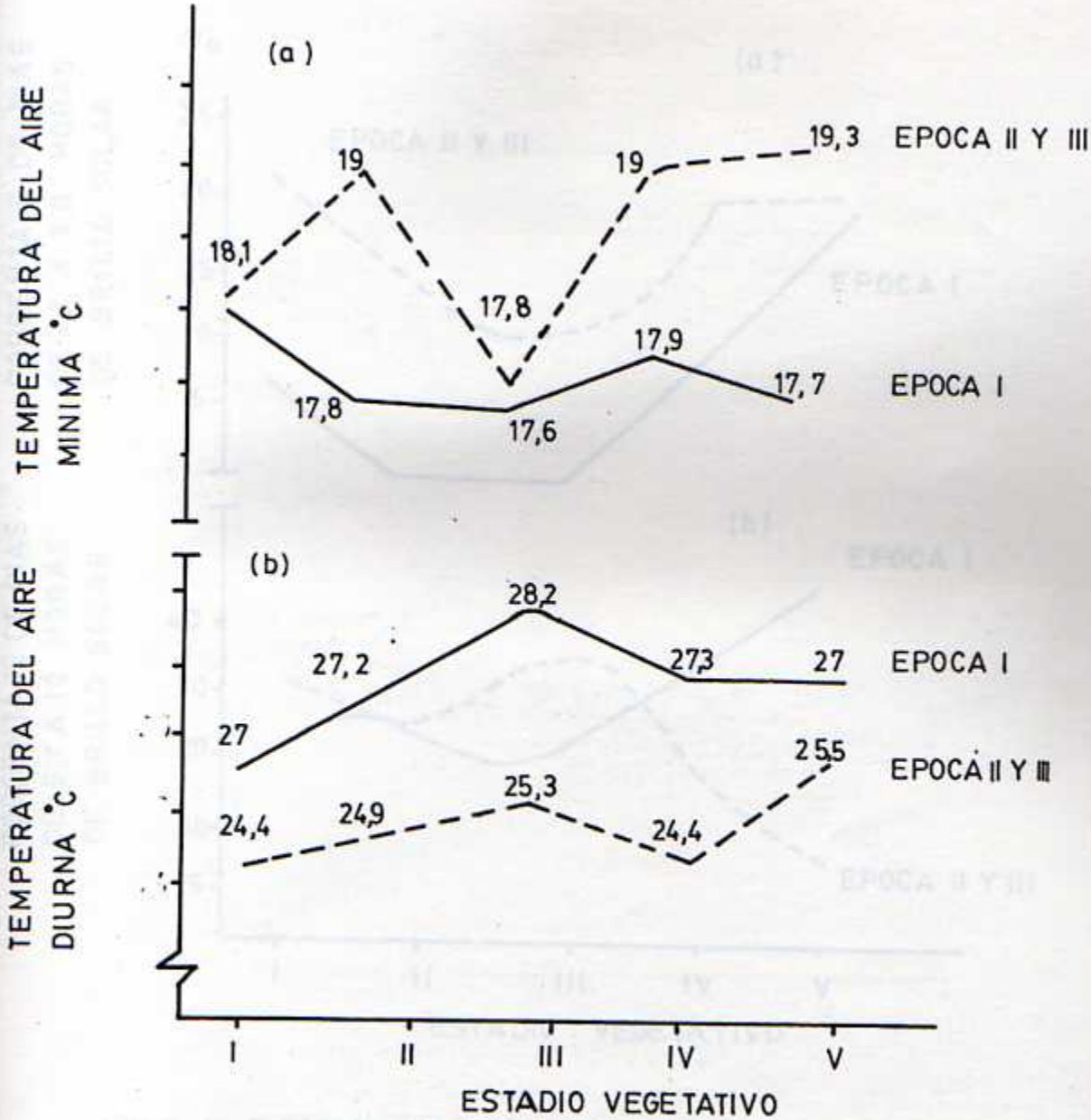


FIG.8 VARIACION DE LA TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO DIURNA (b) Y MINIMA (a) DURANTE EL CICLO VEGETATIVO DEL FRIJOL TALAMCA EN DIFERENTES EPOCAS DE CULTIVO. E.E.F.B.M. FEB. 1982 – FEB. 1983

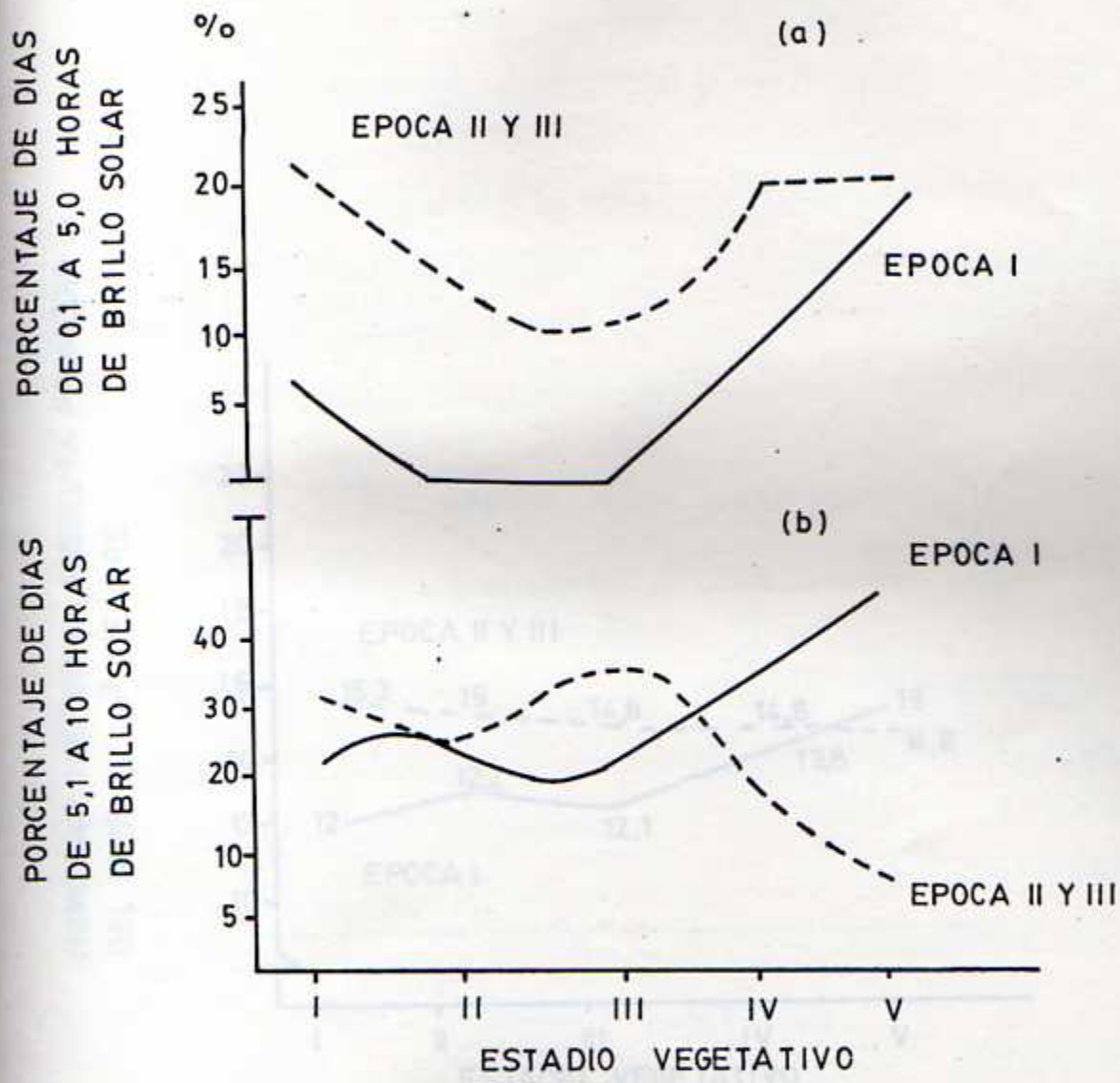


FIG.9 DISTRIBUCION DEL BRILLO SOLAR (EN PORCENTAJE), DURANTE EL CICLO VEGETATIVO DEL FRIJOL TALAMANCA: (a) 0,1 A 5 HORAS/DIA DE BRILLO Y (b) MAS DE 5 HORAS/DIA, EN TRES EPOCAS DE CULTIVO. E.E.F.B.M. FEB. 1982 – FEB. 1983

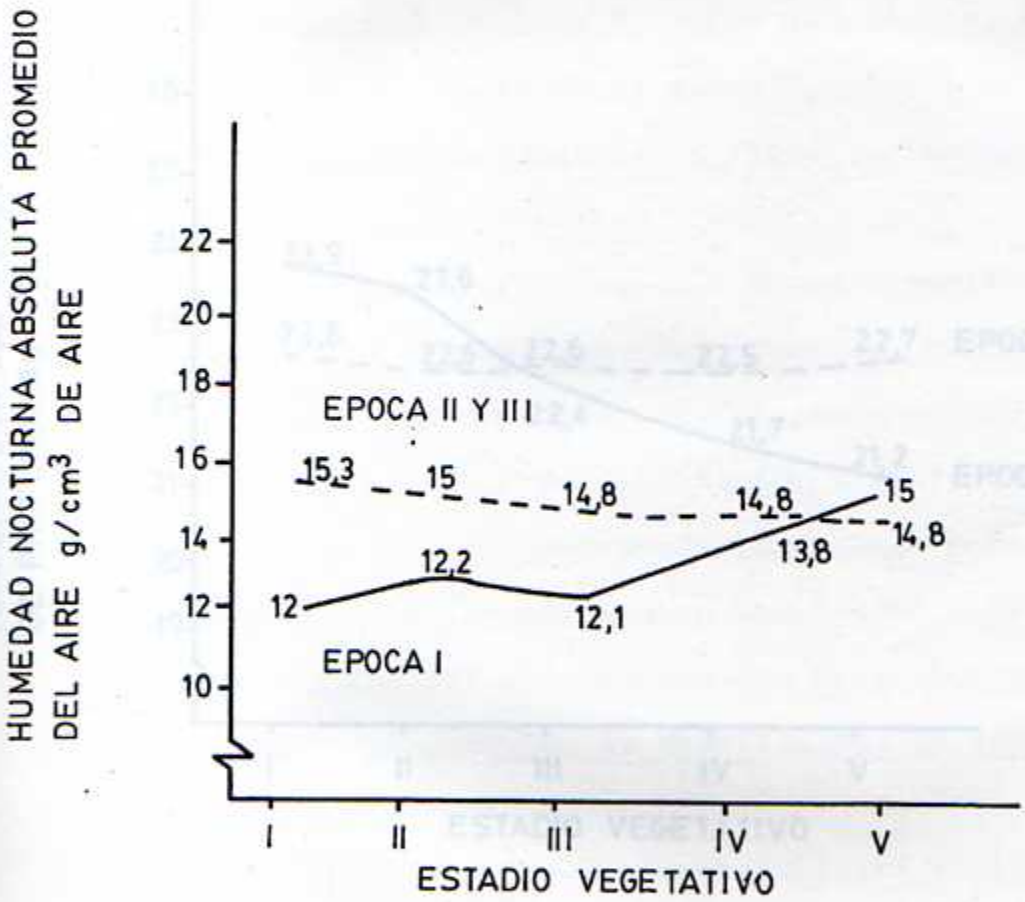


FIG. 10 VARIACION DE LA HUMEDAD ABSOLUTA PROMEDIO DEL AIRE NOCTURNO, DURANTE EL CICLO VEGETATIVO DEL FRIJOL TALAMANCA, POR EPOCA DE CULTIVO. E.E.F.B. FEB.1982 – FEB 1983

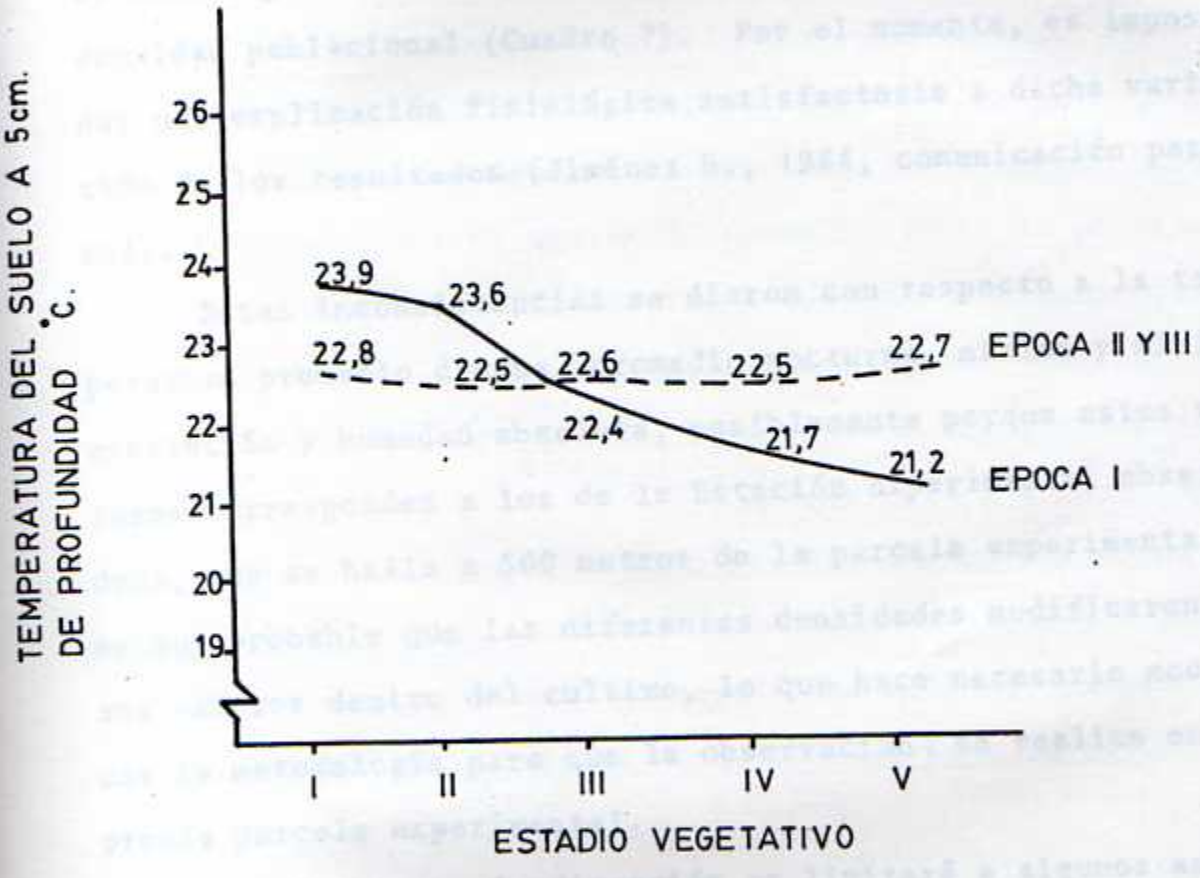


FIG 11 VARIACION DE LA TEMPERATURA DEL SUELO A 5cm. DE PROFUNDIDAD DURANTE EL CICLO VEGETATIVO DEL FRIJOL TALAMANCA, EN TRES EPOCAS DE CULTIVO. E.E.F.B.M. FEB. 1982 — FEB. 1983

ción constante entre ambos pesos, por lo que solo se tomó el peso seco para los estudios de correlación.

En cuanto al peso seco de la planta, las correlaciones con ciertos parámetros climáticos fueron significativas, pero de manera poco regular, en función de la época de cultivo y densidad poblacional (Cuadro 7). Por el momento, es imposible dar una explicación fisiológica satisfactoria a dicha variación de los resultados (Jiménez E., 1984, comunicación personal).

Estas inconsistencias se dieron con respecto a la temperatura promedio diurna, promedio nocturna, máxima y mínima, oscilación y humedad absoluta, posiblemente porque estos valores corresponden a los de la Estación Experimental observadora, que se halla a 500 metros de la parcela experimental y es muy probable que las diferentes densidades modificaron esos valores dentro del cultivo, lo que hace necesario modificar la metodología para que la observación se realice en la propia parcela experimental.

Por lo tanto, la discusión se limitará a algunos aspectos generales más sobresalientes, como por ejemplo, que el rendimiento por parcela fue mayor a altas densidades poblacionales de 46 pl/m^2 y 30 cm entre hileras; lo contrario se dio en las plantas que se sembraron a 60 cm entre surcos, donde la producción de grano por planta fue alta, pero debido a la baja población de 25 pl/m^2, el rendimiento por parce

la disminuyó: aparentemente esto concuerda con las conclusiones de Taylor (39), Davis (13) y Miranda (21), en el sentido de que la distancia entre hileras es un factor determinante en la producción de grano por planta.

Es importante aclarar que esta tendencia se manifestó solo en las épocas veraniega y de postrera tardía. En la época inverniz, la mayor producción de grano por parcela se obtuvo con la mayor densidad poblacional de 25 pl/m^2 (Cuadro 8). Podría suponerse que en la época inverniz la proliferación de plagas se vio favorecida y que esto afectara directamente al cultivo. Sin embargo, no se hicieron observaciones en dicho sentido, por lo cual es imposible afirmar tal suposición.

El único caso que resalta por su uniformidad es el efecto del brillo solar, positivo cuando fue inferior a 5 horas diarias y negativo cuando sobrepasó las 5 horas diarias, lo cual concuerda con lo dicho anteriormente para la altura de la planta.

Cuadro 8. Producción de grano en frijol Talamanca por densidad y época de cultivo. Feb. 1982 - Feb. 1983

Densidad poblacional (pl/m2)	EPOCA DE CULTIVO		
	"Veraniega"	"Inverniz"	"Postrera tardía"
25	84	73	12
29	97	63	18
46	117	50	23
VALOR $\bar{X}$	99,3 g	62,0 g	53 g

RELACIONES DE LAS CARACTERISTICAS DEL FRIJOL CON LA TEMPERATURA DEL SUELO

La temperatura del suelo varió con el tiempo sólo hasta 5 cm de profundidad (Cuadro 3). Las variaciones durante el ciclo vegetativo del frijol Talamanca en las tres épocas de cultivo, se presentaron en la Fig. 11. Puede observarse que únicamente en la época veraniega, la temperatura del suelo descendió ligera, pero constantemente de 23,9 a 21,2°C, según avanzó el ciclo vegetativo (25 de febrero al 15 de mayo). El resto del año se mantuvo a 22,6°C aproximadamente.

Se encontró una correlación positiva y significativa entre la altura de la planta y la temperatura a 5 cm de profundidad en el suelo, en las tres épocas de cultivo (Cuadro 9). En la época veraniega la temperatura a esta profundidad fue de 22,6°C y para las otras épocas de cultivo, se dio un valor promedio constante alrededor de los 22,5°C.

En cuanto al peso seco de la planta en el mismo Cuadro se nota que la correlación fue negativa y aún más estrecha, con la temperatura del suelo a igual profundidad.

Estos resultados concuerdan con los de Singh (37) y Readdich (33), los cuales establecen que el crecimiento de plantas de frijol es óptimo a los 22°C de temperatura del suelo.

Cuadro 9 Correlaciones entre temperatura de suelo a diferentes profundidades y altura y peso seco de plantas de frijol Var. "Talamanca" por densidad y época de siembra. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Alajuela, Costa Rica, Febrero 1982 - Febrero 1983.

Valores medios de la temperatura del suelo (°C)	Altura (cm)			Peso seco de la planta en g								
				I época de cultivo			II época de cultivo			III época de cultivo		
	Epoca de cultivo			Densidad pl/m2			Densidad pl/m2			Densidad pl/m2		
	I	II	III	25	29	46	25	29	46	25	29	46
0 cm a suelo	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
5 cm de profundidad	0,87	0,88	0,89	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-0,98	-0,99	- NS
10 cm de profundidad	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

- Correlación negativa

NS No significativo.

Al comparar la producción de grano y la temperatura diurna de la capa superficial del suelo de 0 a 5 cm de profundidad (Cuadro 10), se encontró que la mayor producción se obtuvo con la temperatura más baja (24,6°C)que corresponde a la época veraniega, mientras que las menores producciónes se dieron en la época inverniz y de "postrera tardía", con temperaturas muy similares entre 25,4 y 26,3°C.

Sería interesante realizar estudios posteriores en este campo, pues con esta investigación es importante aclarar que es prematuro aseverar cualquier resultado en forma definitiva, pues al trabajar en condiciones de campo se dificulta mantener un control estricto de las variables estudiadas, por lo que habría que estudiar esas relaciones bajo condiciones de laboratorio muy controladas, por ejemplo variando la temperatura del suelo y manteniendo constante la densidad poblacional, el brillo solar y otros factores climáticos.

Cuadro 10. Relación entre la producción de frijol seco y el promedio de la temperatura entre 0 y 5 cm de profundidad. E.E.F.B., Feb. 1982 - Feb. 1983

Epoca de cultivo	Temperatura promedio (°C) de 0 a 5 cm de profundidad*	Peso seco del grano (g/parcela)*
Veraniega	24,6	993
Inverniz	26,3	618
Postrera tardía	25,4	177

(*) Promedio de las tres densidades poblacionales.

CONCLUSIONES

1. Después de haberse analizado los factores atmosféricos que incidieron en el comportamiento del cultivo, se concluye que las diferentes densidades de siembra que se usaron no lograron modificar el balance energético del suelo, medido a través de la temperatura, por lo que no se puede observar el efecto de la temperatura del suelo sobre la producción.

2. La incapacidad para modificar el balance energético del suelo fue consecuencia de una parcela experimental muy pequeña y además que las muestras sucesivas eliminaban la cobertura quedando el suelo desnudo eventualmente en igual grado de exposición directa a los rayos solares y como superficie de irradiación terrestre.

   Lo anterior inhibe la posibilidad del rechazo en forma definitiva de la hipótesis establecida.

3. Se comprobó sin embargo que en algunos casos es posible evaluar y cuantificar el efecto del medio atmosférico, ya que la producción del frijol "Talamanca" varió con las diferentes condiciones climáticas presentes en cada época de cultivo.

APENDICE

Siembra No.	Fecha	Observación No.	No.parcial de días	Promedio horas/día	Frecuencia Duración Brillo Solar 0 0	01-5	5.1-10	+ 10.1	Radiación Solar Total (cal/No. parcial de días 1 / cm 2) *
I	25-2-82 9-3-82	1	13	8,8	0 0	1	7	5	546,0
	10-3-82 23-3-82	2	14	9,5	0	0	9	5	690,0
	24-3-82 1-4-82	3	9	9,9	0	0	3	6	601,0
	2-4-82 12-4-82	4	11	6,9	0	1	10	0	497,0
	13-4-82 22-4-82	5	10	7,2	0	2	5	3	538,0
	23-4-82 15-5-82	6	23	7,0	0	2	21	0	487,0
			80	49,3	0	6	55	19	3359,0
		X	-	8,2	0	2,0	9,2	3,2	560,0
II	16-6-82 27-6-82	1	12	4,6	0	6	6	0	403,0
	28-6-82 8-7-82	2	11	4,5	0	6	5	0	405,0
	9-7-82 18-7-82	3	10	5,8	1	1	8	0	439,9
	19-7-82 2-8-82	4	15	4,7	2	6	7	0	420,0
	3-8-82 14-8-82	5	12	5,7	1	4	6	1	468,0
	15-8-82 5-9-82	6	22	5,4	1	8	13	0	544,0
			82	30,7	5	31	45	1	2081,3
		X	-	5,1	0,8	5,2	7,5	0,2	447,0
III	24-11-82 13-12-82	1	20	8,9	0	1	14	5	476,2
	14-12-82 22-12-82	2	9	9,1	0	0	6	3	466,1
	23-12-82 29-12-82	3	7	7,1	1	0	4	2	448,1
	30-12-82 11-1- 83	4	13	9,2	0	0	6	7	508,5
	12-1- 83 18-1- 83	5	7	10,5	0	0	1	6	530,3
	19-1- 83 7-2- 83	6	20	9,9	0	1	5	14	522,5
			76	54,7	1	2	36	37	2951,7
		X	-	9,1	0.2	0,3	6,0	6,2	492,0

(*) 1 caloría = 4,184 joule.

Cuadro 2

Cuadro 2. Temperatura bihoraria y extremas del aire a 2 m. de altura. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. 1982 - 1983.

Siembra No	Observación No.	No. parcial de días	Fecha	Valores	Diurno 08	10	12	14	16	18	$\bar{X}$	C.V.	Nocturno 20	22	24	02	04	06	$\bar{X}$	C.V.	Extremas Max.	Min.	Osc.
I	1	13	25-2-82	$\bar{X}$	25.46	28.46	29.31	29.06	26.73	22.81	26.97	9.37	21.35	20.70	19.96	19.81	19.15	20.12	20.16	3.77	29.73	18.12	11.61
			9-3-82	C.V.	4.42	6.02	4.49	3.84	5.49	3.53			2.93	4.36	5.16	6.31	5.76	3.82					
	2	14	10-3-82	$\bar{X}$	24.89	28.43	30.16	30.25	26.66	22.50	27.15	11.07	21.14	20.17	19.43	19.39	19.11	19.89	19.86	4.80	30.25	17.82	12.43
			23-3-82	C.V.	3.17	3.64	3.71	3.82	5.53	2.31			2.53	3.61	4.83	3.36	3.79	2.64					
	3	9	24-3-82	$\bar{X}$	25.83	29.11	31.11	30.67	27.76	23.83	28.06	10.06	21.89	20.33	19.94	18.94	19.06	19.67	19.97	7.09	31.17	17.61	13.56
			1-4-82	C.V.	2.90	4.92	3.75	1.63	5.46	4.81			3.36	4.76	3.16	5.67	7.12	6.96					
	4	11	2-4-82	$\bar{X}$	25.50	29.09	30.86	29.23	25.77	23.45	27.32	10.35	22.00	20.77	20.16	19.36	18.64	19.36	20.05	6.81	31.05	17.95	13.10
			12-4-82	C.V.	4.86	4.79	6.72	10.19	13.34	6.06			3.37	3.78	2.0	4.16	3.20	6.84					
	5	10	13-4-82	$\bar{X}$	25.15	28.45	29.70	29.65	26.15	23.05	27.03	10.55	21.60	21.0	20.65	19.65	19.70	19.65	30.25	17.75	30.25	17.75	12.50
			22-4-82	C.V.	4.30	3.04	3.39	4.26	9.67	6.42			3.42	4.63	4.12	5.86	5.36	7.96					
	6	23	23-4-82	$\bar{X}$	26.13	28.96	28.83	26.85	24.02	22.04	26.14	11.75	21.24	20.76	20.26	20.00	19.20	21.00	20.45	6.21	30.02	18.67	11.35
			15-5-82	C.V.	5.51	4.31	4.87	8.76	10.77	6.77			4.81	5.17	5.66	6.70	6.44	3.24					
Siembra Total		80		$\bar{X}$	25.49	28.75	30.00	29.29	26.18	22.95			21.54	20.62	20.07	19.59	19.14	19.95			30.41	17.99	12.42
				C.V.	1.76	1.17	2.96	4.57	4.79	2.81			1.64	1.50	2.02	1.93	1.77	2.86					

Cuadro 2 Continuación...

Siembra No.	Observación No.	No.parcial de días	Fecha	Valores	Diurna 08	10	12	14	16	18	X̄	C.V.	Nocturna 20	22	24	02	04	06	X̄	C.V.	Extremas Máx.	Mín.	Osc.
II	1	12	16-6-82	X̄	23.46	26.21	26.79	25.17	22.96	21.67	24.38	10.93	20.86	20.21	19.79	19.42	19.04	19.42	19.79	4.87	27.33	18.38	8.95
			27-6-82	C.V.	9.42	9.11	8.05	8.49	7.90	4.33			3.84	3.24	3.80	4.06	2.85	5.25					
	2	11	28-6-82	X̄	24.55	26.41	27.00	26.16	23.64	21.91	24.95	10.22	21.36	20.82	20.55	20.27	20.77	20.91	20.76	4.76	28.55	19.55	9.0
			8-7-82	C.V.	8.22	8.87	7.31	6.90	7.57	5.46			5.24	3.44	4.14	5.22	4.61	5.00					
	3	10	9-7-82	X̄	24.60	27.40	27.80	26.00	24.20	22.10	25.35	12.46	21.25	21.25	20.85	20.20	19.55	20.45	20.59	6.82	28.75	19.15	9.6
			18-7-82	C.V.	7.95	8.01	11.51	14.26	10.13	4.75			3.86	5.68	7.15	7.76	6.32	7.15					
	4	15	19-7-82	X̄	23.87	26.47	26.80	25.47	22.70	21.17	24.41	11.71	20.13	19.97	21.10	20.04	19.47	20.20	19.96	6.03	27.87	19.03	8.84
			2-8-82	C.V.	6.31	8.55	8.03	8.96	10.62	7.16			5.51	5.87	5.34	7.38	6.83	5.52					
	5	12	3-8-82	X̄	24.21	27.21	28.04	27.06	24.75	22.17	25.56	11.31	21.13	20.75	20.46	20.04	19.75	20.56	20.45	6.25	29.21	18.96	10.25
			14-8-82	C.V.	8.14	7.89	7.47	7.63	11.21	5.86			4.05	7.44	5.66	6.06	7.67	4.84					
	6	22	15-8-82	X̄	24.82	28.07	28.45	27.07	24.89	22.41	25.95	8.94	21.61	20.96	20.80	20.86	20.73	20.95	20.99	1.52	29.52	19.55	9.97
			5-9-82	C.V.	6.14	8.07	8.47	13.53	11.09	6.39			3.42	4.62	6.45	6.02	6.13	5.51					
Siembra Total		82		X̄	24.25	26.96	27.46	26.16	23.86	21.91			21.06	20.66	20.43	20.14	19.89	20.42			28.54	19.10	9.44
				C.V.	2.11	2.67	2.59	3.02	3.83	2.00			2.46	2.32	2.02	2.30	3.57	2.76					

Cuadro 2 Continuación...

Siembra No.	Observación No.	No.parcial de días	Fecha	Valores	Diurna 08	10	12	14	16	18	X̄	C.V.	Nocturna 20	22	24	02	04	06	X̄	C.V.	Extremas Máx.	Mín.	Osc.
III	1	20	24-11-82	X̄	23.90	27.15	28.55	27.35	25.25	21.63	25.64	10.01	20.38	19.75	19.30	18.93	18.68	18.80	19.30	5.64	29.23	18.10	11.13
			13-12-82	C.V.	3.30	3.49	2.78	5.26	5.62	4.49			3.72	4.89	5.14	5.23	4.86	4.99					
	2	9	14-12-82	X̄	24.28	26.94	27.83	27.40	24.61	21.50	22.60	14.80	20.56	20.26	19.76	19.61	19.44	19.83	19.92	5.83	18.72	19.06	9.66
			22-12-82	C.V.	5.06	2.70	2.69	3.34	4.95	4.19			4.78	4.63	5.67	6.47	6.36	6.55					
	3	7	23-12-82	X̄	23.93	26.29	27.57	27.57	24.36	21.14	24.15	10.35	20.21	19.86	19.36	19.07	18.29	19.00	19.30	6.66	29.00	17.86	11.14
			29-12-82	C.V.	3.06	3.76	3.69	5.56	7.75	5.56			5.50	4.04	5.10	8.35	8.03	5.46					
	4	13	30-12-82	X̄	24.46	27.31	28.81	28.62	26.54	22.27	26.33	9.50	20.86	20.08	19.75	19.38	19.42	19.73	19.87	2.81	29.73	19.06	10.67
			11-1-83	C.V.	2.57	3.22	3.92	3.65	3.65	4.06			4.26	5.65	5.76	7.31	8.33	6.35					
	5	7	12-1-83	X̄	23.71	26.64	28.14	28.00	25.93	21.79	25.70	10.11	20.93	20.36	19.79	19.57	20.07	19.93	20.11	5.53	29.21	19.36	9.85
			18-1-83	C.V.	4.53	2.35	3.93	7.43	4.65	4.37			4.66	6.76	5.99	4.76	4.64	5.31					
	6	20	19-1-83	X̄	23.43	27.85	29.82	29.68	27.68	23.15	26.94	11.00	21.45	20.50	19.20	18.18	18.05	18.00	19.23	9.13	30.93	17.68	13.25
			7-2-83	C.V.	5.15	9.08	4.03	4.17	5.12	4.38			4.27	4.11	7.09	6.39	6.54	7.96					
Siembra Total		76		X̄	23.95	27.03	28.45	28.10	25.73	21.91			20.74	20.14	19.53	19.12	18.99	19.22					
				C.V.	1.56	2.01	2.84	3.23	4.87	3.24			2.17	1.45	1.37	2.80	4.09	3.93					

Cuadro 3. Temperatura de suelo (C) a diferente profundidad por tratamiento. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. 1982 - 1983.

Siembra No.	Profundidad (cm.)	Observación No.	No. parcial de días	Fecha	Valores	Distancia entre surcos 30 cm. Horas 07	10	13	17	X	C.V.	40 cm. Horas 07	10	13	17	X	C.V.	60 cm. Horas 07	10	13	17	X	C.V.
I	0	1	13	25-2-82	X	22.04	38.33	40.61	21.85	30.72	31.60	18.50	36.40	40.41	21.66	29.55	34.74	17.65	37.22	40.11	25.12	30.04	32.46
				9-3-82	C.V.	13.91	15.5	10.56	7.17			7.24	16.93	11.30	6.85			7.71	12.26	10.65	10.21		
		2	14	10-3-82	X	18.85	31.11	37.76	23.04	27.65	33.36	18.33	40.26	42.24	24.74	31.24	34.02	20.75	41.17	41.86	24.07	31.96	31.77
				23-3-82	C.V.	6.84	25.76	21.11	6.80			9.76	9.75	7.07	9.57			11.50	8.53	9.56	8.36		
		3	9	24-3-82	X	17.30	23.9	26.85	22.06	25.54	17.76	17.24	27.32	31.15	20.67	24.10	28.96	17.36	30.56	30.41	32.96	25.16	23.35
				1-4-82	C.V.	4.90	8.08	11.36	6.36			5.07	16.71	4.76	35.83			8.06	4.50	8.82	6.60		
		4	11	2-4-82	X	18.06	24.75	24.41	21.16	22.10	14.16	17.35	24.17	27.53	21.70	22.65	19.85	18.14	27.16	29.16	22.47	24.24	20.70
				12-4-82	C.V.	6.20	6.51	8.75	5.66			5.06	4.80	16.32	9.88			8.53	9.51	12.85	9.26		
		5	10	13-4-82	X	18.45	24.55	25.55	21.12	22.43	14.26	16.95	22.44	23.60	19.95	20.74	13.07	18.11	27.10	26.57	21.34	23.16	16.66
				22-4-82	C.V.	3.45	5.64	9.75	4.11			2.74	3.55	4.83	4.22			3.62	3.16	2.71	4.45		
		6	23	23-4-82	X	21.43	31.83	32.27	22.51	27.01	25.57	19.58	29.90	30.91	20.55	25.16	28.55	21.16	34.25	31.12	22.37	27.23	26.84
				15-5-82	C.V.	10.70	19.31	20.83	6.50			11.86	20.91	20.36	20.21			11.65	17.17	22.10	6.07		
TOTAL			80							25.4	14.06					25.57	15.85					26.97	12.81
I	5	1	13	25-2-82	X	20.66	20.96	23.67	25.43	22.65	11.66	18.98	38.32	25.95	25.12	27.05	28.80	19.65	20.82	23.16	25.04	22.17	11.24
				9-3-82	C.V.	10.47	4.21	8.45	7.57			5.27	16.06	9.21	3.75			5.60	4.65	7.93	5.62		
		2	14	10-3-82	X	20.46	23.81	28.21	26.06	24.64	21.75	19.16	22.82	24.76	25.76	23.12	17.95	19.07	21.75	26.43	25.35	23.17	16.22
				23-3-82	C.V.	6.60	24.35	23.50	10.54			14.00	9.67	6.33				5.65	7.03	15.10	7.27		
		3	9	24-3-82	X	21.66	21.65	25.26	24.94	23.36	12.27	20.06	21.03	23.26	25.05	22.44	9.27	19.15	20.96	22.36	22.77	21.27	7.32
				1-4-82	C.V.	2.35	2.72	17.96	4.90			3.85	1.46	4.08	8.90			3.50	1.10	3.16	3.42		
		4	11	2-4-82	X	21.12	20.62	22.12	23.06	21.73	6.04	20.15	20.81	23.06	24.41	22.12	8.56	19.53	20.83	22.47	22.76	21.4	6.84
				12-4-82	C.V.	8.12	2.21	1.46	2.24			4.00	2.14	3.40	4.05			4.23	1.25	2.95	3.06		
		5	10	13-4-82	X	20.16	20.46	21.16	22.27	21.03	4.24	20.00	20.57	21.99	22.93	21.37	5.75	19.70	20.17	21.93	22.57	21.05	6.05
				22-4-82	C.V.	1.44	1.24	1.94	2.24			1.41	2.15	1.71	1.95			1.61	2.67	2.12	1.75		
		6	23	23-4-82	X	21.43	21.96	23.61	24.35	22.84	6.27	21.00	22.15	24.53	25.07	23.20	7.85	20.86	22.94	25.45	25.47	23.67	9.36
				15-5-82	C.V.	2.42	3.35	3.46	4.32			2.15	2.53	3.81	3.31			2.47	4.00	5.30	5.17		
TOTAL			80							22.71	5.55					23.22	8.60					22.12	4.91
I	10	1	13	25-2-82	X	21.46	21.38	22.05	23.80	22.15	5.96	21.37	21.32	21.79	23.40	22.06	6.56	21.72	22.00	22.64	24.16	22.27	6.62
				9-3-82	C.V.	3.71	4.86	4.48	3.45			4.82	8.06	7.44	3.86			6.91	4.15	3.77	4.70		
		2	14	10-3-82	X	21.99	21.47	21.86	24.14	22.35	6.95	21.51	20.91	21.50	22.96	22.04	6.61	21.55	21.91	21.86	23.84	22.12	6.75
				23-3-82	C.V.	3.84	3.11	8.61	3.70			8.46	3.72	2.35	2.80			6.21	8.57	3.64	3.97		
		3	9	24-3-82	X	22.56	22.26	22.84	24.20	22.26	6.47	21.80	21.65	21.93	22.83	22.05	3.12	22.14	22.20	22.73	23.94	22.75	3.72
				1-4-82	C.V.	1.86	0.95	2.00	1.67			2.22	2.72	2.32	2.35			2.12	0.00	1.96	2.53		
		4	11	2-4-82	X	22.12	22.11	23.63	21.17	22.26	4.57	21.17	21.01	21.59	22.31	21.52	2.79	21.65	21.66	22.25	23.24	22.21	4.20
				12-4-82	C.V.	2.66	0.91	3.56	2.52			2.52	0.96	1.12	1.09			3.41	2.27	3.55	2.95		
		5	10	13-4-82	X	22.35	22.44	22.61	23.55	22.75	3.06	20.80	21.00	20.95	21.76	21.13	2.27	21.50	21.31	21.72	22.50	21.75	3.45
				22-4-82	C.V.	2.42	1.36	2.85	2.35			1.24	1.00	1.15	1.97			2.57	2.47	2.66	3.55		
		6	23	23-4-82	X	22.73	22.86	23.16	23.92	23.15	2.30	21.37	21.37	21.57	22.11	21.61	2.46	21.75	21.89	27.85	27.80	22.32	2.61
				15-5-82	C.V.	2.53	1.72	2.14	2.32			1.92	1.92	2.31	2.07			2.55	2.36	3.54	3.48		
TOTAL			80							22.45	1.72					21.74	1.75					22.24	1.45

Cuadro 3. Continuación...

Siembra No.	Profundidad (cm.)	Observación No.	No.parcial de días	Fecha	Valores	Distancia entre surcos 30 cm horas 07	10	13	17	X̄	C.V.	40 cm horas 07	10	13	17	X̄	C.V.	60 cm horas 07	10	13	17	X̄	C.V.
II	0	1	12	16-6-82	X̄	21.80	33.52	32.76	21.43	27.36	23.96	21.96	33.24	30.55	21.44	26.80	23.23	22.92	34.96	34.26	22.36	28.63	24.16
				27-6-82	C.V.	7.41	13.43	11.30	6.00			8.76	14.74	14.31	5.56			8.57	14.15	12.29	5.15		
		2	11	28-6-82	X̄	21.41	31.45	32.75	22.12	26.93	23.16	21.05	30.82	30.62	21.50	26.00	22.37	21.74	32.57	34.11	22.72	28.41	23.91
				8-7-82	C.V.	7.52	14.81	13.61	4.66			8.84	14.66	14.43	9.14			9.27	14.69	13.12	10.36		
		3	10	9-7-82	X̄	21.50	40.79	35.22	21.36	29.44	32.30	21.65	36.06	31.84	20.61	27.32	28.81	22.49	39.08	36.49	22.01	29.77	30.66
				18-7-82	C.V.	6.96	9.88	19.97	12.75			9.50	10.65	23.24	10.66			8.35	9.72	19.72	11.97		
		4	15	19-7-82	X̄	21.31	36.07	35.13	21.74	28.66	32.02	20.22	31.30	29.88	19.25	25.16	29.09	21.44	34.36	35.03	20.71	27.89	29.94
				2-8-82	C.V.	9.08	19.74	19.26	29.26			9.97	22.25	21.84	8.56			9.52	18.89	18.59	11.24		
		5	12	3-5-82	X̄	22.58	37.31	35.77	23.74	29.85	27.31	21.80	34.73	31.20	22.07	27.45	26.59	23.79	38.37	36.15	24.35	30.66	26.76
				14-8-82	C.V.	9.60	18.47	15.63	7.76			8.62	20.77	17.43	7.65			9.63	17.86	17.42	7.21		
		6	22	15-8-82	X̄	22.9	38.11	37.47	22.39	30.22	29.11	22.35	36.66	35.01	21.66	28.92	28.67	23.65	38.37	38.41	23.04	30.76	28.16
				5-9-82	C.V.	11.84	17.47	10.52	15.85			11.01	18.81	18.09	13.31			11.21	16.39	10.74	13.86		
TOTAL			82							28.78	4.69					26.94	4.81					29.37	3.79
II	5	1	12	16-6-82	X̄	19.25	23.72	26.73	24.16	23.47	12.93	20.24	25.10	28.00	25.63	24.74	12.61	20.00	24.88	27.69	25.23	24.45	12.44
				27-6-82	C.V.	7.81	7.54	4.84	2.83			2.59	7.81	5.23	3.17			2.22	7.06	4.61	3.23		
		2	11	28-6-82	X̄	18.93	23.33	26.40	23.89	23.14	13.09	20.21	24.50	27.28	24.75	24.15	11.89	19.84	24.25	26.86	24.54	23.87	12.12
				8-7-82	C.V.	2.75	7.04	6.25	5.69			2.97	6.12	6.24	5.22			3.16	6.82	6.27	5.21		
		3	10	9-7-82	X̄	18.57	24.70	27.22	23.85	23.56	16.03	19.36	24.26	26.51	24.67	23.69	13.71	19.42	23.46	26.22	24.33	23.36	13.11
				18-7-82	C.V.	3.26	5.06	11.45	9.16			6.44	4.19	9.73	8.63			1.89	3.75	9.67	8.16		
		4	15	19-7-82	X̄	18.94	23.63	27.08	24.52	23.53	14.37	20.09	23.63	26.22	24.52	23.60	10.91	19.58	23.07	25.45	24.09	22.99	10.82
				2-8-82	C.V.	2.83	6.31	8.81	6.12			2.65	5.03	6.63	4.83			2.56	5.08	6.46	4.09		
		5	12	9-8-82	X̄	19.88	23.37	26.63	24.67	23.64	12.09	20.65	24.01	27.22	25.42	24.32	11.46	19.96	23.26	26.13	24.36	23.45	10.73
				14-8-82	C.V.	3.47	5.54	7.75	5.77			2.78	4.76	7.42	5.85			2.91	4.45	6.16	4.79		
		6	22	15-8-82	X̄	19.86	24.41	28.08	25.56	24.47	13.65	20.60	24.96	28.33	26.00	24.97	12.96	20.16	24.60	27.75	25.55	24.95	12.73
				5-9-82	C.V.	1.86	5.67	7.09	6.86			2.40	5.32	6.00	5.86			2.69	5.67	6.36	7.07		
TOTAL			82							23.66	2.08					24.25	2.27					23.76	2.53
II	10	1	12	16-6-82	X̄	20.35	21.70	23.33	24.14	22.36	7.56	21.26	21.03	23.13	23.86	22.32	6.24	21.14	22.55	24.44	25.25	23.36	7.61
				27.6-82	C.V.	1.52	5.21	4.17	3.51			12.24	3.66	4.11	3.68			2.46	3.31	3.53	3.36		
		2	11	28-6-82	X̄	20.24	21.39	23.45	24.21	22.36	8.03	20.83	20.46	22.73	23.33	21.85	9.37	21.40	22.36	24.35	25.14	23.32	7.96
				8-7-82	C.V.	2.59	3.20	4.08	4.43			13.76	4.05	5.17	4.66			5.98	3.65	4.60	4.59		
		3	10	9-7-82	X̄	19.45	20.94	22.54	24.26	22.63	9.51	18.73	19.71	21.38	23.05	20.72	10.50	21.01	22.04	23.65	24.74	22.91	8.32
				18-7-82	C.V.	6.24	1.75	5.47	8.16			2.01	2.81	4.64	11.45			1.61	1.66	5.10	8.02		
		4	15	19-7-82	X̄	19.86	20.83	22.55	22.99	21.56	6.61	18.96	20.21	21.36	22.06	20.66	6.63	21.34	22.07	23.72	24.22	22.84	5.83
				2-8-82	C.V.	3.42	1.93	2.89	3.42			1.45	13.03	2.76	4.72			1.43	2.36	2.83	3.57		
		5	12	9-8-82	X̄	20.24	20.86	23.01	23.92	22.05	7.63	18.93	19.56	21.49	22.75	21.39	8.96	21.69	22.30	24.18	25.37	23.31	6.86
				14-8-82	C.V.	1.86	1.72	3.44	4.35			1.47	2.24	9.33	5.20			1.00	1.42	3.76	3.59		
		6	22	15-8-82	X̄	21.15	21.65	23.43	24.41	22.66	6.72	18.92	19.63	21.81	22.67	20.76	8.36	21.94	22.64	24.41	25.35	23.55	6.56
				5-9-82	C.V.	4.62	2.35	2.92	3.85			2.86	2.70	4.69	4.34			2.57	2.21	4.12	3.05		
TOTAL										22.3						21.2						23.2	

Cuadro 3. Continuación...

Siembra No	Profundidad (cm.)	Observación No.	No.parcial de días	Fecha	Valores	30 cm horas 07	10	13	17	X̄	C.V.	40 cm horas 07	10	13	17	X̄	C.V.	60 cm horas 07	10	13	17	X̄	C.V.
III	0	1	20	24-11-82	X̄	18.86	39.21	37.62	18.50	28.53	38.08	21.94	35.97	36:85	20.06	28.70	34.03	24.23	41.15	39.37	22.55	30.96	30.60
				13-12-82	C.V.	5.82	12.97	19.39	6.76			6.24	26.80	18.66	7.62			6.14	8.76	14.35	8.14		
		2	9	14-12-82	X̄	16.80	36.23	30.62	17.84	25.36	35.53	20.99	35.80	31.67	20.26	27.17	28.60	22.78	40.23	39.26	22.40	31.17	29.12
				22-12-82	C.V.	5.09	15.17	12.24	3.56			4.61	12.59	13.53	3.70			4.86	9.41	9.67	2.13		
		3	7	23-12-82	X̄	16.42	28.10	30.00	17.86	23.34	28.18	22.30	36.34	35.63	19.69	28.72	29.17	23.23	40.14	41.64	22.21	32.13	30.80
				29-12-82	C.V.	4.03	14.51	8.80	8.63			3.31	16.29	8.10	2.73			7.32	14.86	8.04	3.20		
		4	13	30-12-82	X̄	16.68	27.73	31.75	18.33	23.66	30.33	21.85	37.83	35.14	20.34	28.79	31.17	23.05	40.81	41.55	22.47	31.97	30.63
				11-1-83	C.V.	4.67	17.10	14.66	4.90			6.14	14.39	12.55	3.33			6.09	12.26	7.74	5.74		
		5	7	12-1-83	X̄	16.46	29.13	33.57	19.04	24.55	32.41	21.83	40.86	37.06	20.47	30.05	31.83	22.44	41.80	43.14	23.47	32.71	30.79
				18-1-83	C.V.	3.19	18.20	14.92	2.76			4.07	10.64	9.25	4.36			3.44	7.44	0.96	2.21		
		6	20	19-1-83	X̄	16.24	40.14	40.59	20.92	29.67	38.55	20.03	42.75	23.05	40.04	31.47	36.81	21.76	43.30	42.76	26.55	33.59	32.96
				7-2-83	C.V.	14.53	8.45	10.65	7.24			4.76	3.07	5.67	10.80			3.84	0.0	3.91	5.94		
TOTAL			76							25.8						29.2						32.4	
III	5	1	20	24-11-82	X̄	19.14	21.32	24.59	25.01	22.48	11.03	17.46	18.95	22.14	22.82	20.13	11.93	19.13	20.39	23.02	23.87	21.57	9.20
				13-12-82	C.V.	3.46	2.12	1.35	2.07			8.84	2.83	3.70	2.90			1.33	1.68	2.87	2.26		
		2	9	14-12-82	X̄	19.01	21.12	23.99	24.43	22.14	10.30	17.20	19.01	21.79	22.03	20.01	10.49	18.90	22.37	23.06	22.40	21.69	16.18
				22-12-82	C.V.	1.16	1.85	1.89	2.56			0.0	1.16	2.80	3.78			0.0	25.93	3.63	12.26		
		3	7	23-12-82	X̄	18.90	21.13	23.31	23.87	21.91	9.93	17.44	19.92	23.31	24.34	21.61	12.94	18.90	20.48	23.33	24.41	21.76	11.67
				29-12-82	C.V.	0.0	5.62	3.56	5.70			1.86	2.78	4.56	2.46			0.0	2.06	3.34	2.32		
		4	13	30-12-83	X̄	18.93	20.46	23.63	24.36	21.85		17.55	20.15	23.89	24.13	21.53	13.17	18.98	21.22	23.40	23.91	22.01	11.66
				11-1- 83	C.V.	1.47	2.59	2.46	1.98			1.76	3.66	3.00	3.21			1.70	13.42	3.03	7.59		
		5	7	12-1- 83	X̄	19.33	20.34	23.94	24.50	22.03	10.50	18.23	20.19	23.94	24.03	21.60	11.92	19.34	20.26	22.91	23.86	21.51	9.27
				18-1- 83	C.V.	0.96	2.32	2.73	1.56			1.04	3.58	2.06	1.69			0.91	2.89	2.94	3.95		
		6	20	19-1- 83	X̄	20.57	20.96	23.85	23.93	22.31	13.47	18.13	20.16	24.06	24.46	21.75	12.49	19.79	20.67	22.95	24.37	21.94	8.51
				7-2- 83	C.V.	12.59	1.06	1.03	19.26			1.69	1.95	1.95	2.29			1.46	1.52	1.30	2.56		
TOTAL			76							22.1						21.1						21.7	
III	10	1	20	24-11-82	X̄	22.44	22.36	23.39	24.34	23.12	4.01	21.25	21.49	23.87	25.73	23.04	8.45	21.22	21.25	22.41	23.56	22.11	4.70
				13-12-82	C.V.	1.89	1.45	1.79	2.61			3.31	1.37	3.51	1.99			1.16	1.25	1.31	2.36		
		2	9	14-12-82	X̄	22.27	22.20	23.3	24.4	23.04	4.49	21.04	21.10	23.76	25.07	22.74	8.81	21.10	21.10	22.52	23.81	23.13	5.89
				22-12-82	C.V.	0.90	0.0	0.0	0.0			0.79	0.0	1.54	2.22			0.0	0.0	1.83	1.82		
		3	7	23-12-82	X̄	22.29	22.29	23.07	24.24	22.97	4.75	21.10	21.43	23.64	24.51	22.67	7.35	21.10	21.50	22.46	24.06	22.26	5.91
				29-12-82	C.V.	1.02	1.02	5.18	1.71			0.0	2.06	3.01	2.79			0.0	3.26	1.43	1.73		
		4	13	30-12-82	X̄	22.34	22.34	23.18	24.4	23.07	4.22	21.10	21.25	23.31	24.78	22.61	7.76	21.10	21.10	22.24	23.85	22.07	5.89
				11-1- 83	C.V.	1.16	1.16	1.91	0.0			0.0	2.67	0.97	2.01			0.0	0.0	0.72	0.70		
		5	7	12-1-83	X̄	22.71	22.80	23.30	24.49	23.32	3.43	21.03	21.10	23.30	25.00	22.61	8.46	21.03	20.94	22.63	24.04	22.16	6.23
				18-1-83	C.V.	1.0	0.0	0.0	0.93			0.90	0.0	0.0	0.0			0.90	1.99	3.09	2.20		
		6	20	19-1-83	X̄	22.77	22.71	23.75	24.91	23.54	3.93	21.10	23.30	23.26	24.91	23.15	6.76	21.10	21.31	22.65	24.12	22.30	6.27
				7-2-83	C.V.	0.59	0.97	1.12	0.86			0.0	0.0	0.46	1.16			0.0	1.36	1.16	1.52		
TOTAL			76							23.2						22.8						22.3	

CUADRO 4. Humedad absoluta bihoraria del aire (gr m^3) a 2 m. de altura. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. 1982 - 1983

Siembra No.	Observación No.	No. parcial de días	Fecha	Valores	Diurno 21	22	23	24	25	26			Nocturno 27	28	29	30	31	32		
					08	10	12	14	16	18	$\bar{X}$	C.V.	20	22	24	02	04	06	$\bar{X}$	C.V.
I	1	13	25-2-82	$\bar{X}$	11.00	10.14	10.39	10.64	11.07	12.07	10.88	19.55	11.86	12.38	12.23	11.38	12.23	12.00	12.01	21.31
			9-3-82	C.V.	15.30	18.08	19.53	18.65	21.39	20.92			30.47	21.50	18.93	26.24	12.99	16.32		
	2	14	10-3-82	$\bar{X}$	10.93	9.93	10.00	9.93	11.27	12.27	10.72	19.84	12.93	12.64	12.07	11.79	11.47	11.86	12.12	9.48
			23-3-82	C.V.	12.15	17.21	19.64	22.98	23.83	13.59			10.71	9.10	6.87	6.80	8.64	9.27		
	3	9	24-3-82	$\bar{X}$	9.89	9.10	9.00	10.10	12.10	12.80	10.51	24.83	13.00	12.44	12.11	12.11	12.00	11.11	12.13	18.12
			1-4-82	C.V.	20.50	18.28	15.71	15.79	24.78	24.65			25.51	20.92	18.20	12.69	8.33	17.68		
	4	11	2-4-82	$\bar{X}$	11.82	10.92	10.92	13.73	14.91	16.18	13.01	27.64	16.55	16.00	14.00	12.70	12.00	12.00	13.86	14.45
			12-4-82	C.V.	16.42	21.20	19.32	33.56	25.00	18.91			13.86	13.11	16.29	19.31	20.75	18.63		
	5	10	13-4-82	$\bar{X}$	12.70	11.60	12.30	13.50	17.00	17.80	14.15	23.70	16.70	15.50	15.60	15.10	14.30	13.30	15.08	11.85
			22-4-82	C.V.	13.91	17.81	18.00	24.26	17.97	10.85			8.01	10.64	9.65	10.09	9.35	11.78		
	6	23	23-4-82	$\bar{X}$	14.26	13.96	16.35	19.83	18.43	17.78	16.77	13.99	16.96	16.52	15.91	15.57	14.45	14.57	15.67	12.07
			15-5-82	C.V.	12.72	13.91	15.50	18.23	12.33	8.64			6.77	8.13	10.01	10.40	18.08	9.67		
Siembra Total		80		$\bar{X}$	12.17	10.99	10.71	12.96	14.13	14.81			14.66	14.24	13.65	11.44	12.74	12.47		
				C.V.	19.92	15.62	29.55	29.05												

Cuadro 4. Continuación...

Siembra No.	Observación No.	No.parcial de días	Fecha	Valores	Diurno 08	10	12	14	16	18	X̄	C.V.	Nocturno 20	22	24	02	04	06	X̄	C.V.
II	1	12	16-6-82	X̄	16.17	16.92	18.67	19.50	19.50	18.50	18.21	14.19	17.56	17.08	16.67	16.00	15.67	15.92	16.48	6.41
			27-6-82	C.V.	15.79	9.91	17.60	15.36	8.33	5.41			5.12	3.01	4.67	7.05	4.16	5.42		
	2	11	28-6-82	X̄	15.82	15.36	17.00	17.09	17.09	16.73	16.52	4.50	16.45	16.55	16.45	14.82	13.67	15.64	15.57	17.55
			8-7-82	C.V.	8.86	11.38	19.15	22.43	18.03	11.05			9.56	7.82	4.96	22.75	33.94	8.23		
	3	10	9-7-82	X̄	15.60	15.20	15.00	16.30	17.20	18.00	16.06	14.41	16.70	16.30	15.80	15.60	15.50	15.70	15.93	7.91
			18-7-82	C.V.	15.76	13.45	11.76	31.56	17.72	10.14			9.36	10.45	8.33	6.19	5.48	4.30		
	4	15	19-7-82	X̄	15.13	14.93	15.93	17.80	17.14	17.21	16.34	15.02	16.67	15.94	15.47	15.13	14.93	14.80	15.49	6.83
			2-8-82	C.V.	8.23	11.73	16.34	16.48	17.25	7.95			4.90	5.83	4.14	3.41	8.19	5.82		
	5	12	3-8-82	X̄	15.00	14.00	14.25	15.58	16.50	18.00	15.56	19.80	16.92	15.25	15.25	15.25	14.75	15.00	15.40	5.00
			14-8-82	C.V.	8.04	14.29	21.60	24.54	22.75	12.76			7.33	7.46	7.46	7.97	5.87	8.04		
	6	22	15-8-82	X̄	14.71	13.52	15.73	17.00	17.95	17.68	16.09	23.80	16.86	16.64	15.59	15.23	15.45	15.23	15.83	9.88
			5-9-82	C.V.	11.20	14.26	29.84	28.12	23.15	14.33			12.45	6.57	9.83	8.82	7.92	7.29		
Siembra Total		82		X̄	15.40	14.98	16.09	17.21	17.56	17.68			16.86	16.29	15.27	15.33	14.99	15.38		
				C.V.																

Cuadro 4. Continuación...

Siembra No.	Observación No.	No. parcial de días	Fecha	Valores	Diurno 08	10	12	14	16	18	X̄	C.V.	Nocturno 20	22	24	02	04	06	X̄	C.V.
III	1	20	24-11-82	X̄	12.90	12.15	12.45	15.00	16.30	15.95	14.13	21.67	15.40	14.85	14.30	14.00	13.50	12.95	14.17	6.29
			13-12-82	C.V.	10.64	12.32	11.50	23.40	25.86	13.26			10.82	9.34	10.17	10.62	11.65	8.85		
	2	9	14-12-82	X̄	14.11	13.22	12.89	13.11	14.80	15.44	13.95	11.90	14.56	14.89	14.00	14.56	14.76	14.33	14.52	11.01
			22-12-82	C.V.	6.58	3.33	2.59	12.32	16.49	9.22			6.96	9.16	24.46	6.06	5.64	3.49		
	3	7	23-12-82	X̄	13.94	13.86	13.00	13.29	13.43	14.14	13.61	3.22	14.57	14.14	14.14	14.14	12.71	14.14	13.71	3.56
			29-12-82	C.V.	14.96	4.98	6.26	11.26	21.00	23.95			17.21	11.13	10.35	10.35	32.66	9.51		
	4	13	30-12-82	X̄	13.92	12.85	12.77	12.77	13.36	14.46	13.36	14.53	14.77	14.38	14.29	14.23	13.85	14.00	14.26	10.69
			11-1-83	C.V.	15.08	14.85	12.03	11.60	15.71	14.56			12.71	10.05	10.43	9.56	10.15	11.80		
	5	7	12-1-83	X̄	14.29	13.86	13.86	14.00	10.10	10.18	14.33	7.96	15.29	14.86	13.86	13.71	14.29	13.86	14.31	9.70
			18-1-83	C.V.	5.29	6.49	4.98	1.41	1.53	6.67			9.79	10.59	9.71	6.94	7.79	10.56		
	6	20	19-1-83	X̄	12.85	11.45	12.05	13.89	14.80	16.45	14.05	16.15	16.20	15.60	14.45	14.00	13.85	13.25	14.56	11.57
			7-2-83	C.V.	9.20	16.15	13.67	15.53	17.62	15.71			13.37	10.06	8.83	7.69	5.36	5.94		
Siembra Total		76		X̄	13.66	12.89	12.83	13.67	13.79	14.93			15.13	14.78	14.17	14.10	13.82	13.75		
				C.V.																

Cuadro 5. Altura de la planta (cm), peso seco y húmedo (g) durante el ciclo reproductivo del frijol (Phaseolus vulgaris), en los tratamientos empleados. E.E.A.F.B.M. 1982 - 1983

Epoca de Siembra No	Densidad pl/m2	Observación No.	No. promedio de días	Fecha	I Repetición A	I Repetición B	I Repetición C	II Repetición A	II Repetición B	II Repetición C	III Repetición A	III Repetición B	III Repetición C	X̄ A	X̄ B	X̄ C
I	46	1	13	25-2-82/9-3-82	6.04	6.53	1.04	6.05	6.64	1.19	5.42	7.80	1.11	5.85	6.99	1.11
		2	14	10-3-82/23-3-82	13.94	15.07	2.39	13.95	15.31	2.60	13.30	19.14	3.25	13.73	16.50	2.74
		3	9	24-3-82/1-4-82	23.42	28.89	6.34	25.99	30.23	8.41	24.73	28.75	6.87	24.68	29.29	7.20
		4	11	2-4-82/12-4-82	55.14	30.75	7.45	47.22	38.99	9.18	52.44	37.73	7.92	51.60	35.62	8.16
		5	10	13-4-82/22-4-82	57.47	55.14	12.68	50.69	57.50	17.21	57.47	57.30	17.19	55.21	56.64	15.69
		6	23	23-4-82/15-5-82			1190.0			1067.0			1251.0			1169.3
EPOCA "VERANERA"	29	1	13	25-2-82/9-3-82	5.19	4.66	0.67	6.14	5.64	0.75	4.90	4.11	0.67	5.41	4.80	0.65
		2	14	10-3-82/23-3-82	13.09	17.13	2.02	14.04	12.89	2.05	12.80	10.73	1.97	13.31	13.58	2.01
		3	9	24-3-82/1-4-82	22.13	28.16	7.99	22.56	27.43	7.38	18.73	25.35	5.25	21.14	26.98	6.87
		4	11	2-2-82/12-4-82	50.05	37.03	12.15	47.67	31.64	11.30	52.50	37.10	12.50	50.22	35.25	11.58
		5	10	13-4-82/22-4-82	52.62	58.97	19.34	51.75	50.30	17.90	57.20	64.10	21.60	53.65	57.79	19.61
		6	23	23-4-82/15-5-82			970			990			942			967.3
	25	1	13	25-2-82/9-3-82	6.10	3.78	1.69	6.14	4.06	1.02	5.12	5.43	0.60	5.76	4.42	1.10
		2	14	10-3-82/23-3-82	14.00	8.67	2.32	14.04	9.28	2.90	13.02	13.98	3.10	13.68	10.37	2.77
		3	9	24-3-83/1-4-82	27.85	26.94	10.54	23.70	32.52	8.56	22.22	32.88	8.27	24.58	30.75	9.12
		4	11	2-2-82/12-4-82	52.65	50.33	19.69	48.31	54.50	14.50	50.48	52.50	13.58	50.48	52.44	15.52
		5	10	13-4-82/22-4-82	52.70	63.75	24.95	53.21	78.01	20.96	55.21	65.92	17.21	53.70	69.22	21.04
		6	23	23-4-82/15-5-82			953			875			700			842.7

(A) = X̄ altura del frijol de la cicatriz dejada a la caída de los cotiledones hasta el ápice del tallo principal.
(B) = X̄ peso húmedo en g de biomasa
(C) = X̄ peso seco en g de biomasa, en observación 6 corresponde al peso seco del grano.

Cuadro 5. Continuación ...

Siembra No.	Densidad pl/m2	Observación No.	No.promedio de días	Fecha	I Repetición A	I Repetición B	I Repetición C	II Repetición A	II Repetición B	II Repetición C	III Repetición A	III Repetición B	III Repetición C	X A	X B	X C
II	46	1	12	16-6-82/27-6-82	5.29	4.48	0.67	4.36	4.75	0.64	5.36	5.89	0.77	5.00	5.04	0.65
		2	11	28-6-82/8-7-82	11.19	5.78	1.12	11.42	5.71	1.05	12.52	8.57	1.57	11.71	6.66	1.24
		3	10	9-7-82/18-7-82	18.36	16.28	2.27	16.47	18.11	2.29	21.14	19.38	3.01	18.65	17.52	2.52
		4	15	19-7-82/2-8-82	30.25	39.90	4.77	24.58	22.10	4.20	26.74	24.92	4.20	27.19	28.57	4.39
		5	12	3-8-82/14-8-82	32.58	43.90	5.67	28.05	26.00	5.10	31.77	28.82	7.60	30.80	32.50	6.12
		6	22	15-8-82/5-9-82			551			373			568			497,2
	29	1	12	16-6-82/27-6-82	6.30	6.49	0.77	6.45	7.35	0.87	6.10	6.72	0.85	6.26	6.85	0.83
		2	11	28-6-82/8-7-82	20.56	13.34	2.31	20.10	12.75	2.04	10.81	10.50	1.78	17.15	12.19	2.04
		3	10	9-7-82/18-7-82	34.74	27.93	5.01	32.42	16.53	2.63	16.33	11.20	2.08	27.83	18.55	3.24
		4	15	19-7-82/2-8-82	33.75	32.91	5.90	40.39	39.95	6.79	27.33	22.37	5.07	33.62	31.74	5.65
		5	12	3-8-82/14-8-82	36.45	38.43	8.51	43.86	43.90	7.29	32.33	26.37	8.57	37.54	36.23	8.12
		6	22				659			835			384			626,0
	25	1	12	16-6-82/27-6-82	6.42	7.47	1.08	7.03	7.26	0.93	5.03	3.38	0.58	6.16	6.05	0.86
		2	11	28-6-82/8-7-82	16.25	13.13	1.28	16.67	8.16	1.10	11.58	5.66	0.83	14.63	8.96	1.07
		3	10	9-7-82/8-7-82	23.13	21.37	4.62	28.17	26.33	4.58	16.26	11.06	2.07	22.52	29.58	3.75
		4	15	19-7-82/2-8-82	41.57	60.55	10.39	40.50	53.59	8.41	29.28	52.85	8.88	37.17	55.66	9.22
		5	12	3-8-82/14-8-82	43.57	64.45	13.82	45.40	59.30	11.91	34.01	56.20	9.38	40.59	59.58	11.70
		6	22				875			745			575			731,7

(A) = Altura del frijol de la cicatriz dejada a la caída de los cotiledones hasta el ápice del tallo principal.
(B) = Peso húmedo en g de biomasa
(C) = Peso seco en g de biomasa, en observación 6 corresponde al peso seco del grano.

Cuadro 5 . Continuación...

Epoca de Siembra No.	Densidad pl/m2	Observación No.	No.promedio de días	Fecha	I Repetición A	I Repetición B	I Repetición C	II Repetición A	II Repetición B	II Repetición C	III Repetición A	III Repetición B	III Repetición C	X̄ A	X̄ B	X̄ C
III	46	1	20	24-11-82/13-12-82	8.17	6.97	1.13	8.64	9.32	1.64	8.94	5.35	1.57	8.56	7.21	1.44
		2	9	14-12-82/22-12-82	16.07	7.10	1.58	16.54	10.22	2.05	16.84	6.25	1.97	16.48	7.85	1.86
		3	7	23-12-82/29-12-82	24.67	14.84	3.15	20.41	11.38	2.71	17.15	9.35	2.00	20.74	11.65	2.62
		4	13	30-12-82/11-1-83	25.00	18.10	3.30	25.82	17.96	3.08	24.47	14.07	3.10	25.09	22.74	3.16
		5	7	12-1-83/18-1-83	26.35	22.00	4.20	30.05	19.63	4.14	24.62	18.86	4.84	27.00	20.16	4.35
		6	20	19-1-83/7-2-83			128.50			354			212			231,7
EPOCA "POSTRERA"	29	1	20	24-11-82/13-12-82	8.23	4.51	1.10	9.26	6.54	1.52	9.59	7.27	1.72	9.02	6.10	1.44
		2	9	14-12-82/22-12-82	16.13	5.41	1.50	17.16	7.44	2.02	17.49	8.17	2.12	16.52	7.00	1.88
		3	7	23-12-82/29-12-82	19.36	8.84	1.91	19.97	15.22	2.52	23.36	18.20	3.58	20.69	14.08	2.67
		4	13	30-12-82/11-1-83	25.50	15.16	3.10	21.45	17.20	3.23	30.77	19.60	4.32	25.68	17.32	3.55
		5	7	12-1-83/18-1-83	27.03	36.00	6.53	21.87	33.00	4.90	33.83	24.90	5.21	27.57	31.30	5.54
		6	20	19-1-83/7-2-83			216			155.9			168.0			180,0
	25	1	20	24-11-82/13-12-82	7.07	3.21	1.11	8.61	6.03	1.50	7.28	2.35	0.97	7.65	3.86	1.15
		2	9	14-12-82/22-12-82	14.97	6.60	1.51	16'51	7.10	1.70	15.18	6.35	1.07	15.55	6.66	1.42
		3	7	23-12-82/29-12-82	19.36	8.46	1.80	20.60	9.37	1.94	21.76	12.06	2.64	20.57	9.96	2.12
		4	13	30-12-82/11-1-83	19.60	10.16	4.06	24.00	11.21	2.00	25.75	13.23	2.70	23.11	11.53	2.92
		5	7	12-1-83/18-1-83	24.72	14.24	4.30	27.20	27.69	3.86	28.44	20.19	5.03	26.78	17.57	4.35
		6	20	19-1-83/7-2-83			105			125			123.5			118,0

(A) = Altura del frijol de la cicatriz dejada por la caída de los cotiledones hasta el ápice del tallo principal.
(B) = Peso húmedo en g de biomasa.
(C) = Peso seco en g de biomasa, en observación 6 corresponde al peso seco del grano.

LITERATURA CITADA

1. AGUIRRE, J. A. y SALAS, J. A. Zonificación del frijol en Centroamérica y Panamá. Turrialba 15: 300-306. 1965..

2. ANDERSON, A. L. Dry bean production in the Eastern States. U. S. Department of Agriculture. Farmers' Bulletin No. 2083. 1955, 28 p.

3. ASCENCIO, J. y FARGAS, J. Análisis del crecimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L. var. "Turrialba-4") cultivado en solución nutritiva. Vol. 23, No. 4. Revista Turrialba, octubre-diciembre 1973, pág. 420-428.

4. BIEBEL, J. P. Some effects of radiant energy in relation to etiolation. Plant Physiology. 17(3): 377-396. 1968.

5. BOX, J. M. Leguminosas de grano. Barcelona, Salvat, 1961. 550 p.

6. BURMAN, R. D. y PAINTER, L. I. Influence of soil moisture on leaf color and foliage volumen of beans grow under green-house conditions. Agronomy Journal 56 (4): 420-423. 1964.

7. CARDENAS RAMOS, F. y VELO, F. G. Variedades mejoradas de frijol para el Trópico. In Reunión Centroamericana del Proyecto Cooperativo del mejoramiento del frijol. Antigua, Guatemala. Informe Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1965. 35-38 pp.

8. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Agroambiente Serie Materiales de Enseñanza No. 13. Turrialba, Costa Rica. CATIE, W. K. KELLOGG FOUNDATION. 1982, 280 p.

9. CENTRO INTERAMERICANO DE AGRICULTURA TROPICAL. Seminario sobre el potencial de frijol y otras leguminosas de grano comestible de América Latina. Cali, Colombia, 1973.

10. _____. Hojas de frijol. Cali, Colombia, No. 1, 1979, 5 p.

11. COYNE, D. F. Effect of temperature on pod set of varieties of Phaseolus vulgaris L. In Bean Improvement Cooperative. Annual Report. No. 11, 1968.

12. DALE, J. E. Some effect of alternating temperature on the growth of French bean plants. Anuals of Botany 28 (109): 127-135, 1965.

13. DAVIS, J. F. The effects of some environmental factors on the set of white pea beans. Journal of Agricultural Research 70 (7): 237-249. 1968.

14. FERNANDEZ, H. R. Análisis de las épocas de siembra en la Estación lluviosa. Tesis de grado. Facultad de Agronomía. Universidad de CostaRica. 1971.

15. GARCIA, J. Zonificación de Phaseolus vulgaris en función de su régimen hídrico. Agronomía Tropical 19 (3): 197-203. 1969.

16. GUTIERREZ, G. M. Resumen regional del ensayo comparativo del frijol en 1965. Proyecto Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. XII Reunión Anual, Managua, Nicaragua, marzo 28-abril 2, 1966. Memoria: 63-63. 1966.

17. JONES, P. C. The effect of light, temperature and anaesthetics on ATP levels in the leaves of Chenopodium rubrum and Phaseolus vulgaris Journal of Experimental Botany 21 (66): 50-63, 1970.

18. MACK, H. J. y SINGH, J. N. Effects of high temperature on yield and carbohidrate composite of bush snap beans. Journal of American Society for Horticultural Science. 94(1): 60-65. 1969.

19. MAGALHAES, J. M. y MONTOJOS, J. C. Effects of solar radiation on the growth parameters and yield of two varieties of common beans (Phaseolus vulgaris) Turrialba, Costa Rica 21 (2): 165-168. 1971.

20. McMILLAN, H. G. y BEARS, L. R. Heat injury to beans in Colorado. Phytopathology 10: 365-367. 1960.

21. MIRANDA, M. H. Efecto de la distancia entre surcos sobre el rendimiento en frijol. Proyecto Cooperativo Centroamericano para mejoramiento de cultivos alimenticios. XI Reunión Anual. Panamá 16-19 marzo, 1965. Memoria: 89-91. 1965.

22. _____. Ensayos de frijol en el Istmo Centroamericano para el mejoramiento agrícola. Zona Norte. Guatemala, IICA. Publ. Misc. 61, 1969, 70 p.

23. _____. El Programa Centroamericano de Frijol. In: Primer Seminario sobre la enseñanza de Fitomejoramiento en las Facultades de Agronomía de América Central. San Salvador, 5-11 de mayo de 1968, IICA, 105-68: 81-95, 1969.

24. _____. Estudio sobre fertilización y densidad de Siembra en frijol. Chimaltenango, Guatemala, IICA Publ. Misc. 68:44-48, 1970.

25. MONTALVA, S. R. Densidad de siembra en el cultivo de frijol. In: Reunión Latinoamericana de Fitotecnia. Buenos Aires, 5-8 noviembre, 1961. Buenos Aires, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1962, V. 2, 447 p.

26. MONTOYA, N. J. Zonas ecológicas para frijol en América Central, una metodología. In: Reunión Técnica sobre programación de investigaciones y extensión en frijol y otras leguminosas de grano para América Central. Turrialba, Costa Rica. mayo 20, 1969.

27. MORENO, O. R., TURRENT, A. F. y NUÑEZ, R. E. Las asociaciones de maíz-frijol, una alternativa en el uso de los recursos de los agricultores del Plan Puebla. Agrociencia (México) (14): 103-117, 1973.

28. OJEDA, O. V. Exigencias climáticas de la siembra del Phaseolus vulgaris L. durante abril-julio. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica, 1974.

29. O'LEARY, J. W. y KNECTH, G. N. The effect of relative humidity on growth, yield, and water consumption of bean plants. Journal of the American Society for Horticultural Science. 96(3): 262-265. 1971.

30. ORTEGA, S. Adaptación de caraotas (Phaseolus vulgaris) en Venezuela. Comportamiento de 8 variedades centroamericanas y 12 líneas colombianas. Agronomía Tropical 19(3): 177-187, 1969.

31. PINCHINAT, A. M. Labor realizada por el programa de frijol del año 63 al 68. IICA Publ. Misc. 68: 1. 1970.

32. _____. Factores limitantes en el cultivo del frijol en Centroamérica para el mejoramiento de cultivos alimenticios. Nov. 22 al 28 de 1970. Panamá 1970.

33. READDICH, D. Effect of soils temperature in the growth of beans plants and on their susceptibility to a root parasites. American Journal of Botany, 4(9): 513-519. 1967.

34. ROSEMBERG, N. J. Microclimate, air mixing and physiological regulation of transpiration as influence by wind shelter in a irrigated bean field. Agricultural Meteorology 3 (3-4): 197-224. 1966.

35. SAENZ, A. El frijol común. Curso técnico sinóptico de algunos cultivos en Costa Rica. Ciudad Universitaria. Universidad de Costa Rica. Serie Agronómica No. 4, 1962, 108 p.

36. SINGH, J. N. Effects of modifying the environment on floweing fruiting and biochemical composition of the beans. (Phaseolus vulgaris L.). Dissertation Abstracts 25 (2): 744. 1964.

37. SINGH, J. N. y MACK, H. J. Effects of soils temperature on growth, fruiting and mineral composition of snap beans. America Society for Horticultural Sc. Proccedings 88: 378-383. 1966.

38. STOBBE, E. H., ORMEBOD, P. y WOOLEY, C. J. Blossoming and fruit set patterns in Phaseolus vulgaris L. as influenced by temperature. Canadian Journal of Botany 44 (6): 813-819. 1966.

39. THOMSON, R. and TAYLOR, H. Yield component and cultivar, sowing date and density in field beans. (Vicia faba). Annals off APP. Biol. 86: 313-320. 1977.

40. UNGER, P. W. y DANIELSON, R. E. Water relations and growth of beans (Phaseolus vulgaris) as influenced by nutrient solution temperatures. Agronomy Journal 59 (2): 143-146. 1967.

41. USCATEGUI, N. A. Exigencias climáticas del Phaseolus vulgaris L. durante agosto-diciembre. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1974, 71 p. (Mimeografiadas).

42. WALLACE, A. Effects of soil temperature and zinc application on yields and micronutrients content of four crop species grown together in a glass-house. Agronomy Journal 61 (4); 567-569.

43. VIERA, C. A. A cultura do feijao (Phaseolus vulgaris) Boletin da Agricultura 11 (1-6): 1945. 1962.

44. ZIVER, A. Distancia de siembra y cantidad de semilla *de porotos. Agricultura Técnica. Chile 16 (1):* 36-42. 1965.