

# Crecimiento de la Vaina y Semillas del Frijol<sup>1</sup>

F. Diaz M.\*

## ABSTRACT

Four varieties of bean (*Phaseolus vulgaris*) were sown in the greenhouse and in the field to study pod and seed growth and quantify yield. One variety, 'Cacahuete 72', has determinate growth (Type I); the other three, 'Zacatecas 21-1-2', 'Michoacán 12A-3', and 'Chapingo 72', have indeterminate growth (Type II). In the greenhouse, after anthesis (defined as day 0 in pod and seed growth), pod length (cm) and seed length (mm) and fresh and dry weight of pods and of seeds in each pod (mg) were measured in ten pods per variety every three days. In the field, at the time of physiological pod maturity, dry weight of seeds per pod and per plant, number of seeds per pod and per plant, size of seeds (dry weight of 100 seeds), and number of pods per plant were noted for 40 plants per variety. It was found that pods and seeds grow very rapidly in the few days, and that increase of fresh and dry seed weight occurs in the three phases. No relationship was found between rate of pod and seed growth and yield per plant (dry seed weight). Number of seeds per plant appears to be the variable that shows greatest correlation with yield.

## COMPENDIO

Se sembraron plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en el invernadero y en el campo a fin de estudiar el crecimiento de la vaina y de la semilla y cuantificar su rendimiento. Se usaron cuatro variedades: 'Cacahuete 72', 'Zacatecas 21-1-2', 'Michoacán 12A-3' y 'Chapingo 72'; la primera variedad tiene crecimiento determinado (tipo I) y las tres restantes, indeterminado (tipo II). Una vez que se inició la floración en el invernadero, se tomaron 10 vainas por variedad cada tercer día; el momento de la antesis fue definido como el día cero en el crecimiento de la vaina y las semillas. Se midieron la longitud de la vaina (pericarpio) en centímetros y de las semillas en milímetros; el peso fresco y seco de la vaina en miligramos y de las semillas por vaina en miligramos. En la época de madurez fisiológica de las vainas en el campo se tomaron 40 plantas por variedad y se calculó el peso seco de las semillas por vaina y planta; el número de semillas por vaina y planta; el tamaño de las semillas —peso seco de cada cien semillas— y el número de vainas por planta. Se halló que las vainas y las semillas crecen rápidamente en los primeros días y que además las semillas presentan un crecimiento en peso fresco y seco en tres fases. No se encontró relación entre la tasa de crecimiento de las vainas y semillas con el rendimiento por planta —peso seco de las semillas—; aparentemente la variable que presenta mayor relación con el rendimiento es el número de semillas por planta.

## INTRODUCCION

**E**n las angiospermas la fecundación determina el desarrollo de las semillas y del fruto a partir del óvulo en las primeras y de los carpelos en el segundo. Pero, en algunas ocasiones, los sépalos, el receptáculo, las brácteas, el tubo floral, el eje de la inflorescencia y otros pueden formar parte del fruto.

Las características de los frutos han cambiado por la selección y adecuación continuas de los cultivos realizados por el hombre, lo cual ha afectado las peculiaridades de las plantas y de los frutos. Entre las características que el hombre ha tratado de cambiar en el fruto se encuentran: tasa de crecimiento, tamaño, color, olor, sabor, textura y ausencia de semillas.

La formación del fruto es afectada por factores hormonales y ambientales; y el contenido de las hormonas parece disminuir al aproximarse la antesis. Este hecho más la aparición de inhibidores parece que son las causas de la detención del crecimiento del ovario; el cual no se reanuda a menos que se efectúe la polinización o que la flor reciba un estímulo equivalente.

El control del desarrollo del fruto, después de la polinización, lo ejerce la semilla. Aparentemente las semillas inciden fuertemente sobre el desarrollo de los tejidos del fruto y regulan hormonalmente su crecimiento (15).

Frutos diferentes presentan intensidades y curvas de crecimiento también diferentes; la curva de crecimiento de los frutos suculentos es ligeramente sigmoide, mientras que las drupáceas presentan dos fases separadas por un período en el que apenas tiene lugar un leve crecimiento.

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 10 de enero de 1987

\* Departamento de Biología. Universidad del Valle, Cali, Colombia, Sur América.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el crecimiento de la vaina y de las semillas en frijol (*Phaseolus vulgaris*), en condiciones de invernadero y relacionar la tasa de crecimiento de las semillas con el rendimiento de plantas sembradas en el campo.

#### MATERIALES Y METODOS

Para realizar la presente investigación, las plantas de frijol fueron cultivadas en el invernadero y en el campo, en el área de Chapingo, Estado de México, en México.

Se utilizaron cuatro variedades: 'Cacahuate 72', 'Zacatecas 21-1-2', 'Michoacán 12A-3' y 'Chapingo 72'. La primera variedad tiene crecimiento determinado (tipo I). Las tres restantes, con crecimiento indeterminado y guía corta (tipo II). Cada variedad estuvo representada en el invernadero por cuarenta plantas sembradas en macetas con tierra, las que tenían 35 cm de altura por 30 cm de diámetro. Se aplicaron 200 ml de una solución nutritiva de urea, cloruro de potasio y superfosfato en la proporción de 250:250:250 g diluidos en 400 l de agua corriente, cada seis días a cada una de las macetas. El riego diario se hizo con agua corriente.

Cuando la floración comenzó, se marcaron diariamente las flores abiertas; la antesis representó el día cero en el crecimiento de los frutos y las semillas. A partir del tercer día después de la antesis se tomaron diez frutos por variedad. Este muestreo fue repetido cada tres días hasta cuando las vainas tomaron un color amarillento y las semillas, un color rojo o negro según la variedad; este tiempo se definió como de madurez fisiológica de las vainas y las semillas.

Los frutos fueron separados en vainas (carpelos) y semillas, y se hicieron las siguientes mediciones: promedio en la longitud de las vainas (cm) y de las semillas (mm); promedio en miligramos del peso fresco y seco de las vainas y las semillas por vaina. Para obtener el peso seco se colocaron los materiales en una estufa a 80 °C hasta obtener un peso constante.

En condiciones de campo, las cuatro variedades del frijol se sembraron a una densidad de 8 900 plantas por hectárea, con una temperatura en promedio de 15.5 grados centígrados. El suelo fue fertilizado el día de la siembra con N, P, K, en un equivalente de 40, 40, 10 kilogramos por hectárea. Cada variedad fue sembrada en un área de 150 m<sup>2</sup> según un diseño al azar con cuatro repeticiones. En la madurez fisiológica de las vainas se tomaron diez plantas por repetición y se hicieron las siguientes medidas: número de vainas por planta, semillas por planta, semillas por vaina, peso seco de las semillas por planta y tamaño

de las semillas (peso seco de cien semillas). Para cada una de estas variables se realizó el análisis de variancia y se aplicó la Prueba de Duncan.

#### RESULTADOS

Tanto en el campo como en el invernadero las variedades mostraron diferencias en el lapso de duración del ciclo total e inicio de la floración. En una misma variedad se dio una diferencia pequeña en el tiempo necesario para la floración entre las plantas sembradas en el campo y el invernadero (Cuadro 1).

Cuadro 1. Duración total del ciclo de crecimiento y desarrollo de cuatro variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*).

Variedad	Ciclo total en el campo (días)	Inicio de la floración (d)	
		Campo	Invernadero
'Cacahuate'	91	40	40
'Zacatecas'	121	55	54
'Michoacán'	129	60	59
'Chapingo'	152	72	72

Las plantas sembradas en el invernadero mostraron cambios en su morfología con respecto a las cultivadas en el campo. Las variedades Michoacán y Chapingo presentaron en algunas plantas guías largas, perdiendo por tanto su forma arbustiva típica (tipo II) y dando la apariencia de plantas de crecimiento tipo III. Estos cambios han sido mencionados por algunos autores.

Al remover las vainas para tomar los datos de crecimiento en la variedad de crecimiento determinado ('Cacahuate'), sembrada en el invernadero, presentó como respuesta una segunda fase de floración y se alargó el período vegetativo y aumentó, por lo tanto, la duración del área foliar. En consecuencia las vainas producidas, en este nuevo período, fueron en apariencia más grandes (largas) y, por ende, no fueron consideradas en este estudio.

#### Crecimiento de la Vaina

Las vainas comienzan a crecer en longitud a partir del tercer día después de la antesis hasta los días 12 y 18; desde esa fecha el crecimiento es más lento (Figs. 1 y 2) hasta llegar a la madurez fisiológica cuando el crecimiento prácticamente se detiene.

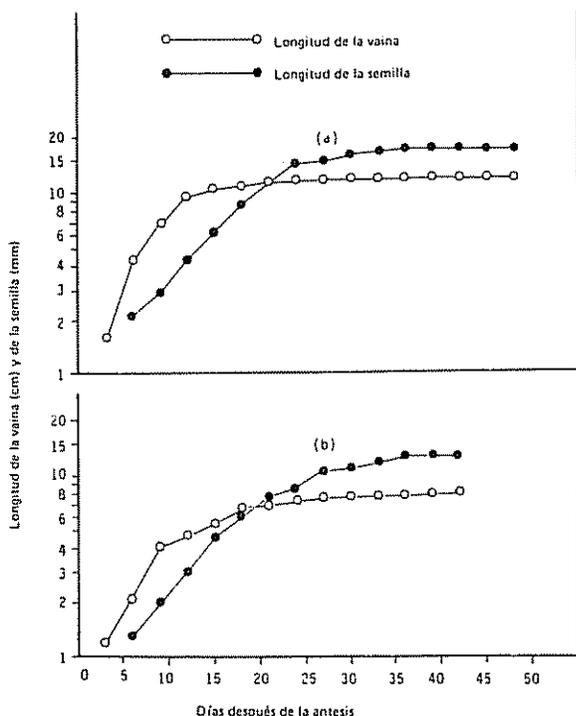


Fig. 1 Crecimiento de la vaina y de la semilla desde la antesis hasta la madurez fisiológica en (a) variedad Cacahuate, (b) variedad Zacatecas (escala logarítmica) en invernadero. Los valores son el promedio de 10 frutos

El peso fresco y seco de la vaina aumenta aceleradamente hasta los 15-18 días después de la antesis. En esa fecha comienza a disminuir la tasa de crecimiento (Figs. 3 y 4) y al final el peso fresco decae. El máximo peso de la vaina se logra cuando todavía las semillas están ganando peso.

**Crecimiento de las Semillas**

El crecimiento de las semillas en longitud se inicia seis días después de la antesis (Figs 1 y 2); y es acelerado a partir de esa fecha hasta los 21-24 días, cuando ocurre un descenso en la tasa de crecimiento. De aquí en adelante va decayendo poco a poco hasta llegar a ser muy bajo en el estado de madurez fisiológica. Cuando la vaina ha logrado su máxima longitud, las semillas continúan aumentando su tamaño; una situación similar es reportada en soja, pues cuando los carpelos han logrado su longitud final, las semillas continúan creciendo y aumentando su talla (13)

El crecimiento de las semillas en peso fresco y seco, se inicia aceleradamente el sexto día después de la antesis y termina este aceleramiento entre los 18-24 días,

cuando se presenta una disminución en la tasa de crecimiento. Este período tiene muy corta duración. Después comienza un segundo período de crecimiento rápido en el cual decae lentamente y al final el peso fresco disminuye (Figs. 3 y 4). Cuando el peso en la vaina inicia su descenso, las semillas todavía continúan ganando peso. Se reporta que cuando las vainas en soja han logrado su máximo peso, las semillas sólo han podido acumular entre un 15-30 % del peso final y, además, que los carpelos y semillas pierden peso fresco en las etapas finales (5, 6).

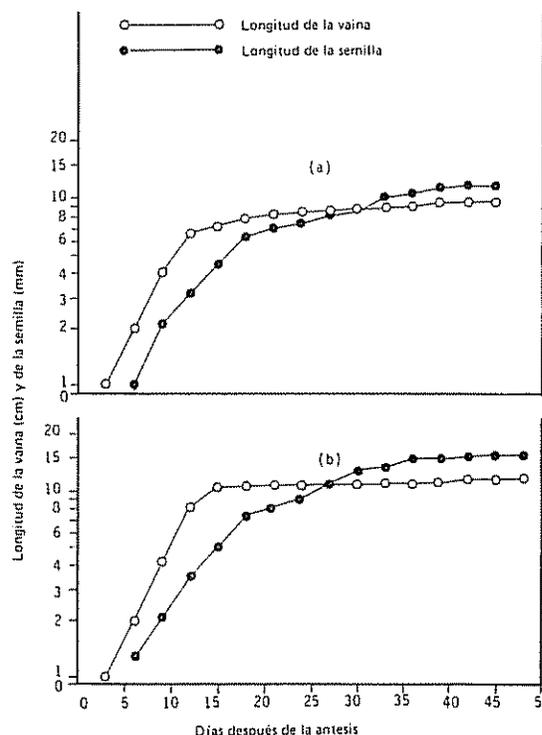


Fig. 2 Crecimiento de la vaina y la semilla desde la antesis hasta la madurez fisiológica en (a) variedad Michoacán, (b) Chapingo (escala logarítmica) en invernadero. Los valores son el promedio de 10 frutos.

Los incrementos en el peso de las semillas se muestran en la Fig. 5; como se puede observar se dan dos fases de crecimiento activo, separadas por un período muy corto en el cual la tasa decae. La primera fase es más corta en tiempo y es menor la materia seca acumulada; en cada una de las fases se junta diferente cantidad de aquella según sea la variedad. La fase de detención parcial y temporal del crecimiento se presenta entre los 21-24 días después de la antesis; Carr y Skene (2) informan para el caso del frijol un período en que el crecimiento de las semillas se detiene o decae temporalmente

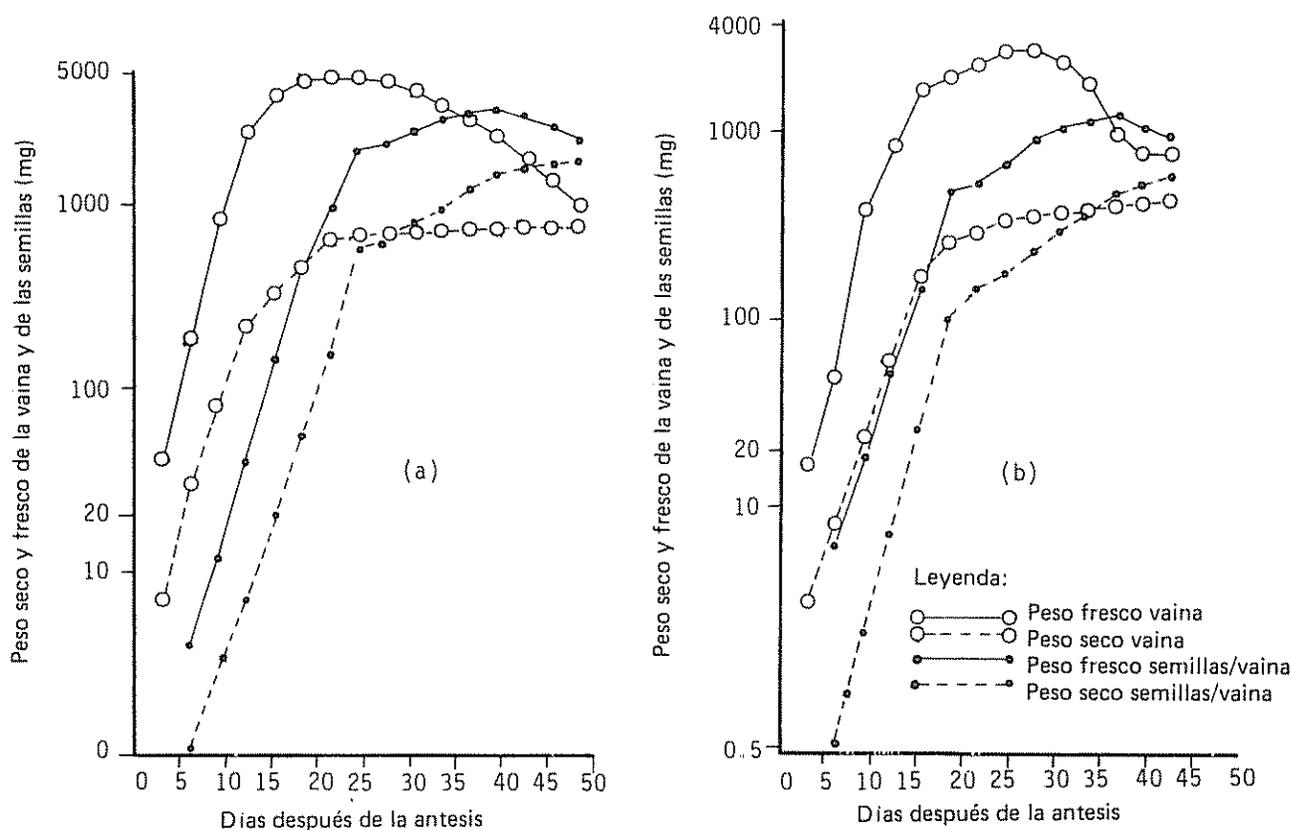


Fig 3 Crecimiento de la vaina y de las semillas en dos variedades de frijol, (a) "Cacahuate", (b) "Zacatecas", expresado en peso fresco y seco desde la antesis hasta la madurez fisiológica, (escala logarítmica). Los valores son el promedio de 10 frutos de plantas crecidas en el invernadero.

En el Cuadro 2 se muestran los pesos finales de las vainas, el promedio de peso de las semillas por vaina, al igual que el incremento en promedio diario del peso de las vainas y semillas. El mayor incremento diario lo logró la variedad Cacahuate, sin embargo esta variedad no logró el mayor rendimiento (ver Cuadro 3).

El inicio de la floración y llenado de las vainas varía de acuerdo con la variedad. El segundo principió cuando las plantas habían completado más o menos la mitad del ciclo total; sin embargo, las vainas experimentaron diferentes tiempos relativos en madurar, desde un 52.7 % del lapso total en la variedad de crecimiento determinado ('Cacahuate') hasta un 31.5 % en la variedad Chapingo.

Cuadro 2. Tamaño final en peso —fresco y seco— de la vaina y de las semillas por vaina, incremento diario en peso seco de la vaina y de las semillas en cuatro variedades de frijol en condiciones de invernadero.

Variedad	Peso fresco (mg)		Peso seco (mg)		Incremento diario (mg)*	
	Vaina	Semillas	Vaina	Semillas	Vaina	Semillas
'Cacahuate'	953.1	2 260.3	757.0	1 736.0	15.8	36.2
'Zacatecas'	786.7	953.2	442.8	619.8	10.5	14.7
'Michoacán'	825.4	1 615.6	508.6	1 240.9	11.3	27.6
'Chapingo'	866.0	1 315.9	591.4	1 258.9	12.3	26.2

\* Incremento en peso seco

El contenido de agua en el pericarpio (vaina) y en las semillas de las cuatro variedades de frijol, aumenta a diferentes tasas y en cantidades variables según la variedad (Fig 6). A partir del sexto día después de la antesis el pericarpio comienza a acumular agua, lle-

gando a su máximo punto alrededor de los 24-27 días, o sea, hacia la mitad del período de crecimiento. A partir de entonces se da un descenso rápido que llega a valores mínimos en la época de madurez fisiológica de las vainas

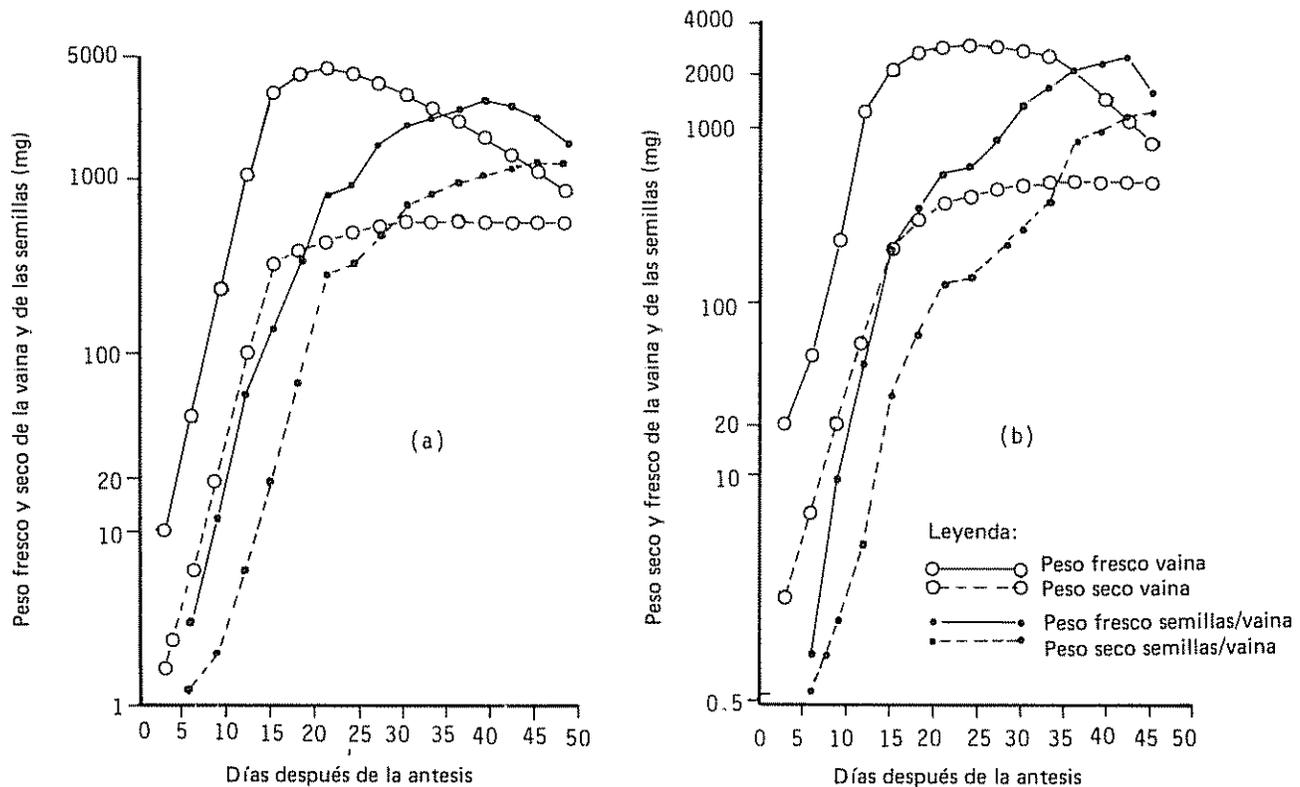


Fig 4 Crecimiento de la vaina y de las semillas en dos variedades de frijol, (a) "Chapingo", (b) "Michoacán", expresado en peso fresco y seco desde la antesis hasta la madurez fisiológica (escala logarítmica). Los valores son el promedio de 10 frutos de plantas crecidas en el invernadero.

Las semillas acumulan agua más lentamente pero la mantienen durante más tiempo; el pico máximo se logra entre los 36-39 días después de la antesis; a partir de ese momento las semillas pierden rápidamente

agua y alcanzan su punto mínimo en la madurez fisiológica. Al final el contenido de agua en las vainas y semillas es más o menos igual. Olikier *et al* (16) informan situaciones similares en frijol.

Cuadro 3. Rendimiento y valores de algunos componentes del rendimiento de cuatro variedades de frijol en condiciones de campo\*.

Variedad	Vainas por planta	Semillas por planta	Semillas por vaina	Tamaño de semillas	Peso seco*** (semilla/planta)
'Cacahuate'	17 0 a**	73 7 a	4.33 a	34 39 a	25 35 a
'Zacatecas'	66 0 b	268.2 b	4 06 a	18 54 b	49 35 b
'Michoacán'	65 0 b	350 3 b	5 38 b	16 24 b	56 90 b
'Chapingo'	87 0 c	455.5 c	5.23 b	17 25 b	78.50 c

\* Densidad de siembra: 8 900 plantas por hectárea.  
 \*\* Medias seguidas de letras iguales no son significativamente diferenciales (Duncan P = 0.05).  
 \*\*\* Semillas por planta.

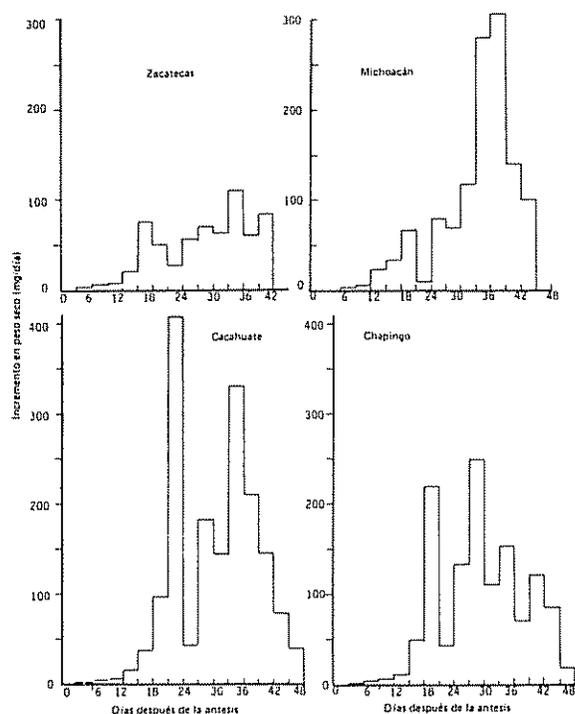


Fig 5. Incremento en peso seco (mg/día) de las semillas por vaina en cuatro variedades de frijol, desde la antesis hasta la madurez fisiológica. Los valores son el promedio de 10 frutos de plantas crecidas en el invernadero.

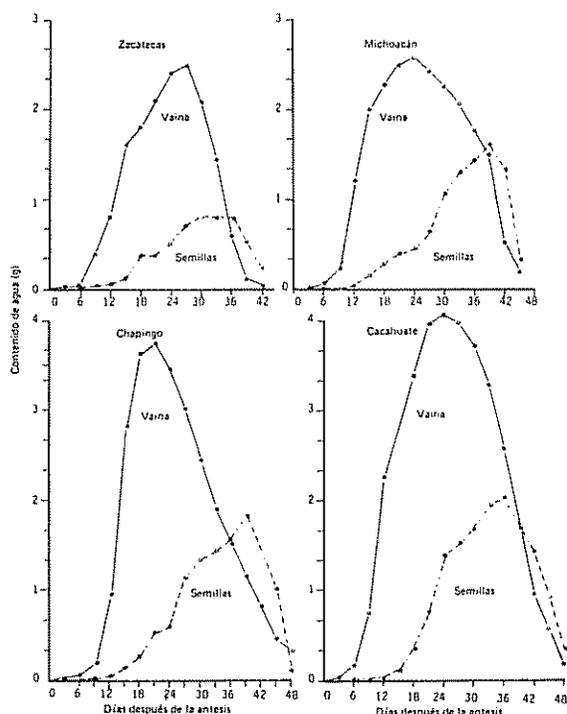


Fig 6. Contenido de agua en gramos, en vainas (pericarpio) y en semillas por vaina en cuatro variedades de frijol, desde la antesis hasta la madurez fisiológica. Los valores son el promedio de 10 frutos de plantas crecidas en el invernadero.

## DISCUSION

Cuando se contaron los días hasta la floración, se halló que dos variedades de crecimiento indeterminado, sembradas en el invernadero, llegaron a esta etapa más rápido que las cultivadas en el campo. Es posible que en el invernadero la cantidad y calidad de luz fueron menores y la temperatura un promedio mayor, e hicieron variar, por ende, las condiciones del ambiente. Olikei *et al* (16), informan que, en frijol, las plantas sembradas en invernadero florecen antes que las cultivadas en el campo.

El cambio en el hábito de las plantas sembradas en el invernadero, fue una característica significativa. Las variedades Michoacán y Chapingo mostraron poca estabilidad en su hábito, ya que son de tipo arbustivo (tipo II); y aparecen plantas con guías (ramas) largas dándoles el aspecto de un crecimiento de tipo III. Solórzano (20) indica variaciones en el hábito de las plantas de frijol por cambios en el ambiente en algunas variedades sembradas en Palmira (Colombia) y en Chapingo e Iguala (México).

La variedad Zacatecas fue muy estable pues su hábito fue similar en el campo y en el invernadero. En la variedad con crecimiento determinado ('Cacahuate'), sembrada en el invernadero, se presentó una segunda floración al removerle los frutos, y se alargó el tiempo en el período vegetativo; en soja se informa que el inicio de la clorosis en la planta, coincide con el máximo crecimiento de las vainas y que además la remoción de los frutos previene la senescencia de las hojas (6, 13); Wien *et al* (23) indican que la remoción de flores en el frijol incrementa el área foliar y la mantiene activa por más tiempo.

El crecimiento de la vaina en longitud parece ser una característica varietal, pues mientras en el presente caso la vaina crece aceleradamente entre el tercer y el decimotercero días después de la antesis, Figueroa (8) encontró en la variedad Porrillo sintético (tipo II), que el crecimiento acelerado en la vaina se da en los primeros nueve días. Carr y Skene (2) informan que la vaina de frijol empieza a crecer el segundo día después de la antesis con una tasa máxima hasta el undécimo día.

La máxima longitud de la semilla se logra hacia la etapa final del crecimiento de la misma y depende de la variedad. Suge y Flórez (21), en una variedad de crecimiento determinado, indican que la longitud de la semilla aumenta gradualmente con el tiempo hasta alcanzar su máximo 30 días después de la antesis. Cuando la vaina ha logrado su máxima longitud las semillas continúan aumentando de tamaño; esto también se nota cuando el crecimiento se mide en peso; este fenómeno también se presenta en la soja (5, 6).

El crecimiento de las semillas en peso fresco y seco muestra dos fases de crecimiento activo, separado por una fase intermedia durante la cual la tasa decae. Carr y Skene (2) señalan que en frijol el peso fresco y seco aumenta exponencialmente entre los 8-20 días; en el vigésimo día la tasa de crecimiento relativo decae durante tres días para luego comenzar un nuevo incremento que llega hasta los 30 días, cuando la tasa decae otra vez.

Oliker *et al* (16) determinaron que el crecimiento global de la semilla de frijol es difásico, pero cuando se mide el crecimiento en cada una de sus partes éste es monofásico en cada una de ellas también. Carr y Skene (2) señalan que la detención parcial del crecimiento de la semilla de frijol puede deberse a efectos mecánicos.

El incremento en el peso de las semillas es una característica de la variedad y, tal vez, esté asociada con el rendimiento. Datos de Egli (5) indican que la tasa de acumulación de peso seco en soja puede ser una característica de la variedad.

Los factores ambientales parecen influir sobre el crecimiento de la vaina y de las semillas de frijol; sin embargo Carr y Skene (2) informan que el crecimiento de estas dos estructuras no es afectado por las condiciones ambientales. Investigaciones sobre soja indican que la radiación lumínica baja, provoca la disminución en la acumulación de peso en las vainas y en las semillas (17); igualmente se afirma que la tasa de crecimiento de los frutos del frijol varía según las condiciones ambientales: el factor que más diferencias causa es la temperatura, especialmente la nocturna (16).

El tiempo demandado por el fruto para crecer con respecto del ciclo total, sería un factor importante, o sea, la floración temprana podría aumentar el tamaño de los frutos. Izquierdo y Hosfield (11) indican que el mayor peso de las semillas se logró con un período más largo para el llenado de los frutos.

Se reconoce que para maximizar el rendimiento en soja se debe incrementar la longitud del período de producción económica y la eficiencia en la interceptación de la energía solar (18). Hanway y Weber (9); Egli y Legget (6) señalan que las diferencias en el rendimiento de soja estuvieron relacionadas con la variación en el período de llenado de los frutos.

Hay bastante evidencia sobre el hecho que las semillas regulan algunos aspectos en el crecimiento del fruto; existe el principio de que las semillas son fuente de sustancias reguladoras del crecimiento de los frutos (15).

En el crecimiento del fruto y las semillas de frijol se nota una estrecha relación entre el tamaño final del fruto y el de las semillas (Cuadro 2); aunque esto no se observa entre el número de semillas y el tamaño del fruto. La variedad 'Cacahuaté' presenta un bajo número de semillas por vaina y a la vez mayor tamaño en los frutos (Cuadros 2 y 3). Visser (24) y otros autores señalan una alta correlación entre el número de semillas por fruto y el tamaño del fruto, y sugieren que las semillas son fuente de señales para el crecimiento del fruto.

La ocurrencia de giberelinas en los frutos es más común de lo que se afirma (3, 6) Suge y Flórez (21) encontraron al trabajar en frijoles, que la cantidad absoluta de giberelinas en los frutos llega a su punto máximo veinte días después de la antesis y que éste coincide con la fecha en la cual el fruto logró su mayor peso fresco. Los mismos autores denotan que cuando la vaina no crece normalmente por el aborto de las semillas, la cantidad de giberelinas es muy baja.

Takahashi *et al* (22) analizaron el contenido y tipo de giberelinas en vainas y semillas de frijol en crecimiento, y encontraron diferencias en las dos variables según la edad de los frutos.

La tasa de acumulación de peso en las semillas de soja es un proceso importante en la producción de granos (6, 9). En el trabajo presente no es muy clara la relación entre el peso acumulado diariamente por las semillas y el rendimiento por planta, ya que el mayor rendimiento por planta se presentó en la variedad Chapingo con 78.5 g de peso seco (Cuadro 3) de las semillas, y el más bajo en la variedad Cacahuaté con 25.3 g. Pero las mayores tasas de acumulación de peso fueron en estas variedades, con 36.2 mg/d y 26.2 mg/d, respectivamente (Cuadro 2).

Aparentemente, más que la tasa de acumulación de peso en las semillas, es el número de semillas por vaina y por planta el que influye en el rendimiento; Egli (5) informa que la reducción en el rendimiento de soja se debió a una reducción en el número de semillas y no al descenso en el peso de las mismas. En frijol se advierte una situación similar (1, 7).

Ahora bien, el número total de semillas por planta o por área de cultivo es influido por la cantidad de vainas retenidas y de semillas normales en cada vaina.

El número de vainas por planta parece que es determinado por una competencia entre ellas, que en un momento dado puede reducir el rendimiento. Lindoo y Nooden (13) indican que las plantas de soja raramente abortan frutos cuando se les ha removido las vainas mientras que las plantas normales sin remoción

de vainas, abortan entre un 20-30 %. Egli y Legget (6) afirman que la presencia de frutos desarrollados en plantas de soja, inducen un descenso en el inicio de frutos jóvenes y aumentan el aborto de éstos

La competencia por la fotosíntesis puede presentarse entre las fases vegetativa y reproductiva, o entre las distintas partes de la etapa reproductiva; esto puede afectar el número de vainas por planta. El enriquecimiento con CO<sub>2</sub> en cultivos de soja incrementa el peso de las hojas y de los tallos, lo cual se interpreta como una evidencia de la competencia por fotosíntesis (10). Figueroa (8) encontró en frijol que todas las flores que abren en los primeros cuatro días llegaron a producir vainas que crecieron hasta la madurez fisiológica; mientras que ninguna de las abiertas entre el décimo y el trigésimonoveno días llega a madurar

La competencia que se presenta entre semillas y vainas en crecimiento, puede afectar el número de vainas y semillas. Olikier *et al* (16) indican que en frijol se puede generalizar sobre que el crecimiento de la vaina y las semillas son dos eventos secuenciales y no recurrentes, con lo cual se descarta la competencia entre semillas y pericarpio

Por alguna razón no muy bien explicada al final del período de crecimiento de la planta, el número de vainas y semillas desciende, lo cual hace que el rendimiento disminuya. En apariencia algún factor hormonal o nutricional influye en el aborto de las semillas y en la abscisión de flores y frutos. Suge y Flórez (21) encontraron que el promedio de semillas por vaina en una variedad de frijol, fue de 5.19; sin embargo, algunas fueron abortadas —no desarrolladas—, por lo tanto el promedio real fue de 3.94 semillas fértiles. Estos mismos autores relacionaron el contenido de giberelinas con el crecimiento de las semillas y vainas, y encontraron que las vainas con semillas abortadas presentaron una baja concentración de esta hormona

Skene y Carr (19) indican que en el crecimiento de las semillas de frijol los contenidos de giberelinas aumentan fuertemente en los dos períodos de crecimiento activo; mientras que en la fase de detención parcial del crecimiento estas hormonas descienden en su concentración

La tasa de acumulación de peso seco en las semillas de soja parece no estar relacionada con el rendimiento (5); el número de vainas por planta y el número de semillas por vaina son los factores que más inciden en el rendimiento del frijol (1, 4, 7, 12). Mauck (14) afirma que el riego intensivo disminuye la abscisión de flores y vainas en el frijol; Hardman y Brun (10) señalan que el enriquecimiento del medio ambiente con bióxido de carbono incrementa el rendimiento en soja por el

aumento en el número de vainas retenidas; esto demuestra que la fotosíntesis es uno de los procesos que limita el rendimiento

A partir de esta idea Saterlee y Koller (17) afirman que cuando se reduce la radiación lumínica en soja la tasa de acumulación de peso en las vainas y en las semillas disminuye

Es necesario enfatizar sobre los estudios de las causas que promueven la abscisión de las vainas y flores, lo mismo que de los factores que inducen al aborto de semillas, para entender mejor el proceso de producción en frijol

#### CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos se puede concluir que el crecimiento de la vaina y de las semillas de frijol, en las cuatro variedades, presenta igual tendencia, o sea, un crecimiento rápido en los primeros días y posteriormente uno más lento

El crecimiento de la semilla se puede representar en dos fases de crecimiento activo, separadas por una tercera fase en la cual el crecimiento es mínimo. Esta tercera fase es de muy corta duración, comparada con las dos mencionadas anteriormente

La tasa de crecimiento en la vaina y las semillas de frijol es, aparentemente, una característica del cultivar o variedad y no muestra una relación muy estrecha con el rendimiento, medido éste último como el peso seco de semillas por planta

#### LITERATURA CITADA

- 1 ADAMS, M.W. 1973. Arquitectura vegetal y eficiencia fisiológica en frijol común. In Seminario sobre potenciales del frijol y otras leguminosas comestibles en América Latina. (1973, Cali, Col.) Cali, Colombia 25 p
- 2 CARR, D.J.; SKENE, G.M. 1961. Diauxic growth curves of seeds, with special reference to french beans (*Phaseolus vulgaris*). Australian Journal of Biological Science (A.C.T.) 14:1-11
- 3 DENNIS, E.G. 1965. Apple fruit-set: evidence for a specific role of seeds. Science (EE.UU.) 156:71-73.
- 4 DUARTE, A.R.; ADAMS, M.W. 1972. A path coefficient analysis of some yield component interrelations in field beans (*Phaseolus vulgaris*). Crop Science (EE.UU.) 12:579-582

5. EGLI, D B : 1975. Rate of accumulation of dry weight in seed of soybeans and its relationship to yield. Canadian Journal of Plant Science (Can ) 55:215-219
6. EGLI, D B : LEGGETT, J.F. 1976. Rate of dry matter accumulation in soybean seed with varying source-sink ratios. Agronomy Journal (EE UU.) 68:371-374.
7. ESCALANTE, E L. 1982. Efecto de la densidad de población sobre el rendimiento en grano y sus componentes en dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris*) Tesis Ing. Agr. Iguala, Guerrero, Méx., Instituto Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. 81 p.
8. FIGUEROA, C E. 1975. Reporte del ensayo 7504 Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical 23 p
9. HANWAY, J J : WEBER, C R. 1971. Dry matter accumulation in eight soybean (*Glycine max* (L) Merrill) varieties. Agronomy Journal (EE UU ) 63: 277-280
10. HARDMAN, L.L ; BRUN, W A. 1971. Effect of atmospheric carbon dioxide enrichment at different development stages on growth and yield components of soybeans. Crop Science (EE UU.) 11:886-888
11. IZQUIERDO, J A ; HOSFIELD, G L. 1983. The relationship of seed filling period to yield among dry beans with differing architectural forms. Journal of American Society for Horticultural Science 108:106-111
12. LEAKEY, C L.A. 1972. The effect of plant population and fertility level on yield and its components in two determinate cultivars of *Phaseolus vulgaris*. Journal of Agricultural Science (G B ) 79:259-267
13. LINDOO, S J ; NOODEN, L D. 1976. The interrelation of fruit development and leaf senescence in "Anoka" soybeans. Botanical Gazette (EE UU) 137:218-223
14. MAUCK, C.S. 1982. Influence of irrigation and plant population on yield parameters, flower and pod abscission and photosynthate distribution in snap beans, *Phaseolus vulgaris*. Ph.D. Thesis. Corvallis, EE UU., Oregon State University. 149 p
15. NITSCH, J P. 1952. Plant hormones in the development of fruits. Quarterly Review of Biology (EE UU) 27:33-57.
16. OLIKER, M ; POLJAKOVIĆ-MAYBER, A ; MAYER, A M. 1978. Changes in weight, nitrogen accumulation, respiration and photosynthesis during growth and development of seeds and pods of *Phaseolus vulgaris*. American Journal of Botany (EE UU) 65:366-371
17. SATERLEE, L D ; KOLLER, H.R. 1984. Response of soybean fruit respiration to changes in whole plant light and CO<sub>2</sub> environment. Crop Science (EE UU.) 24:1007-1009
18. SHIBLES, R M ; WEBER, C R. 1967. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. Crop Science (EE UU ) 6:55-59
19. SKENE, K G ; CARR, D J. 1961. A quantitative study of the gibberellin content of seeds of *Phaseolus vulgaris* at different stages in their development. Australian Journal of Biological Science (A.C.T) 14:13-25
20. SOLORZANO, V.R. 1982. Clasificación de hábitos de crecimiento en *Phaseolus vulgaris*. Tesis Mag. Sc. Chapingo, Méx., Colegio de Postgraduados. 72 p
21. SUGE, H ; FLÓREZ, G D.M. 1977. Changes of gibberellins during seed and pericarp development in common bean with special reference to abortion. Japanese Journal of Crop Science (Japón) 46:371-378.
22. TAKAHASHI, N ; MOROI-USHI, N ; YAMANE, H. 1976. Metabolism of gibberellins in maturing and germinating bean seeds. In International Conference on Plant and Growth Substances (9., 1976, Lausanne, Switzerland) Lausanne, Switzerland p 338-385.
23. WIEN, H C ; SANDSTED, R F.; WALLACE, D B. 1973. The influence of flower removal on growth and seed yield of *Phaseolus vulgaris*. Journal of the American Society for Horticultural Science (EE UU ) 98:45-49
24. VISSER, I. 1964. Juvenile phase and growth of apple and pear seedlings. Euphytica (Holanda) 14:125-134