

## Maduración y deterioro en el campo de la semilla de frijol (*Vigna unguiculata*) (L.) Walp\*

FRANCISCO OROPEZA\*\*

### RESUMEN

En dos variedades de frijol Magnolia Blackeye (MB) y Bunch Purplehull (BP) se estudió el proceso de maduración del fruto y la semilla, durante el año 1975 en Mississippi State University, USA. La fecha de floración se estableció marcando flores individualmente en el momento de estar completamente desarrolladas, pero antes de la separación de sus pétalos (apertura de la flor), comenzando tres días después de la floración, y cada dos días de intervalo. Posteriormente se hizo un muestreo cosechando los frutos para el análisis de su desarrollo.

Se identificaron cuatro etapas (o grados de crecimiento) diferentes pero superpuestas parcialmente durante la maduración y desarrollo de los frutos y semillas de frijol. Durante el período de 0 a 13 días después de la floración, el tamaño del fruto y de la semilla se incrementó rápidamente, alcanzando su máximo valor. El peso seco se acumuló a una rata moderada. El máximo contenido de humedad se obtuvo de seis a nueve días y posteriormente comenzó a decrecer rápidamente, y un pequeño porcentaje de las semillas (18-50 por ciento) fue capaz de germinar.

La segunda etapa comenzó 11 días después de la floración y terminó al alcanzar la madurez fisiológica a los 17 y 19 días después de la floración. Durante este período el tamaño de fruto y semilla decreció algo y se estabilizó. La materia seca se acumuló a una rata muy rápida hasta que el máximo se alcanzó a los 17 y 19 días después de la floración. El contenido de humedad disminuyó de 80 a 50 por ciento, y se alcanzó el máximo de germinación y vigor.

La tercera etapa comenzó 19 días después de la floración y terminó a los 23 y 25 días. Durante este período, el peso seco permaneció estable, el contenido de humedad decreció desde 50 por ciento hasta 18-20 por ciento y la germinación se redujo por efecto climático de 95 por ciento a 65-75 por ciento.

La etapa final comenzó a los 23 y 25 días y continúa hasta la última cosecha de muestreo a los 41 días después de la floración. Esta etapa se caracterizó notablemente por el efecto climático: germinación y vigor se redujeron a muy bajos niveles.

El resultado de estos estudios hace énfasis sobre el papel crucial del clima durante la post-maduración y el período de pre-cosecha sobre la calidad de la semilla.

---

\* Recibido para su publicación el 15-6-1979.

\*\* Ing. Agr. M. Sc., Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, LUZ, Maracaibo-Venezuela y Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP).

## ABSTRACT

Seed and pod development and maturation were studied in two varieties of cowpea, Magnolia Blackeye and Bunch Purplehull, at Mississippi State, during the 1975 season. Date of flowering was established by tagging individual blooms when they were fully developed, but before separation of the petals. Beginning on the third day after flowering, pods were harvested every two days for analysis of development.

Much of the work on seed development and maturation in cowpea has been done from a food technology perspective. However, several of these food technology oriented studies provide information and base data that are very useful to the seed technologist. Information on flowering was especially useful in the present study.

Four distinct but overlapping stages were evident during pod and seed development and maturation in cowpea. During the period of 0 to 13 days after flowering, pod and seed size increased rapidly and attained maximum values, dry weight accumulated at a moderate rate, moisture content peaked at 6 to 9 days and began to decrease rapidly, and a small percentage of the seed (18-50 per cent) were capable of germination.

The second stage commenced 11 days after flowering and terminated with attainment of physiological maturity at 17 to 19 days. Pod and seed size decreased somewhat and stabilized. Dry matter was accumulated at a very rapid rate until the maximum was reached at 17 to 19 days. Moisture content decreased from 80 to 50 per cent, and maximum germinability and vigor were established.

The third stage began 19 days after flowering and terminated at 23 to 25 days. During this period, dry weight remained stable, moisture content decreased from 50 per cent to 18-20 per cent, and germination was reduced by "weathering" from 95 per cent to 65-75 per cent.

The final stage commenced at 23 to 25 days and continued through the last harvest at 41 days. It was characterized primarily by "weathering" effects: germination and vigor were reduced to very low levels.

The results of these studies emphasize the crucial role of "weathering" during the post-maturation, pre-harvest period on seed quality.

## INTRODUCCION

La producción y suplencia de semillas de frijol enfrenta muchos problemas que deben ser superados, o al menos minimizados, antes de que el frijol pueda hacer su completa contribución al suministro de alimento en el mundo. Las semillas de frijol, son muy susceptibles al efecto climático durante los períodos de maduración y cosecha, que es en general común en las áreas húmedas y calientes donde el cultivo es producido. Un período lluvioso durante la maduración puede reducir la germinación, hasta el punto en que la semilla sea descartable para el propósito de siembra. Las semillas de frijol son también muy susceptibles a los daños mecánicos. El trillado, en consecuencia, es siempre un problema crítico, especialmente cuando la semilla está por debajo del 13 a 14 por ciento de contenido de humedad.

Los problemas del efecto climático y daños mecánicos que rodean la producción de frijoles, pueden ser reducidos por modificaciones en los procedimientos de cosecha. Cosechando los frutos (vainas) cuando el contenido de humedad de la semilla es aún alto (alrededor de 20 por ciento, seguido por secado artificial para reducirlo a un 14-16 por ciento antes de trillar, pueden reducirse simultáneamente, el período

del efecto climático y la severidad de los daños mecánicos. Después del trillado, el contenido de humedad de la semilla puede necesitar ser reducido a un 10 por ciento, para almacenaje. La modificación de procesos de cosecha y trillado, para reducir el efecto climático y daños mecánicos como se discute anteriormente, requieren más información sobre desarrollo y maduración de semillas en frijol, que la disponible actualmente.

De acuerdo con esto, el presente estudio intenta: (1) Establecer puntos de referencia de importancia morfológica y fisiológica en el desarrollo y maduración de las semillas de frijol, y (2) Determinar cómo influye la demora de la cosecha sobre la severidad de los efectos climáticos.

## ANTECEDENTES FLORECIMIENTO Y REPRODUCCION EN FRIJOL

Estudios para el conocimiento del hábito de floración y reproducción en *Vigna* han sido realizados ampliamente por Ojehomon (16, 17, 18, 19), considerando aspectos como producción y abscisión de flores y frutos, y constitución de la inflorescencia, clasificada como un racimo de racimos. Las variedades de frijol pueden producir de 100 a 500 botones florales por planta, de las cuales el 70-88 por ciento se caen antes de que lleguen a su antesis, y del 12-30 por ciento restante abren y forman fruto. Alrededor del 40-50 por ciento de los frutos formados se caen prematuramente, así que el número de frutos maduros por planta es sólo 6-16 por ciento de los botones florales. En consecuencia, diferenció entre flores "útiles" e "inútiles". También concluyó que la disponibilidad de nutrientes, es solamente de secundaria importancia en la cadena de eventos que conducen a la abscisión de frutos, mientras que otros factores internos que controlan el proceso vital envuelto en el desarrollo embrional, parecen ser de primaria y fundamental importancia.

Manohar y Mathur (13) reportaron que los frutos de frijol, se desarrollaron más rápidamente durante los primeros 9 días después de la apertura floral, los cuales posteriormente comenzaron a secarse. Las semillas presentaron germinabilidad dentro de los 6 días después de la apertura de las flores.

## DESARROLLO Y MADURACION DE SEMILLA

De acuerdo a Delouche (5), la maduración de semilla se refiere a los cambios morfológicos, fisiológicos y funcionales, que ocurren desde el tiempo de fertilización hasta que los óvulos maduros (semillas) estén listos para ser cosechados. El efecto de postergar la cosecha después de la maduración es lo mismo que "almacenar" la semilla en el campo, bajo niveles de humedad ambiental y temperatura usualmente desfavorables.

En un sentido amplio, Kizilova (12) concluyó que las características fisiológicas y morfológicas de semillas de cultivo, están influenciadas por condiciones ecológicas, lugar de formación de la semilla sobre la planta, y niveles de biosíntesis de compuestos de reserva durante la maduración de la semilla. Existe una relación entre germinación, vigor, rata inicial de crecimiento de las plántulas, actividad enzimática y rendimientos, los cuales pueden ser obtenidos en base a estos valores.

Mitchell (14) escribió que el desarrollo de la semilla representado en la formación de una nueva generación esporofítica, es uno de los eventos cíclicos en la vida de una planta. Posteriormente a la fertilización del núcleo del saco embrionario, el desarrollo de la semilla ocurre siguiendo un modelo sigmoidal de crecimiento.

Las semillas adquieren la capacidad de convertirse en una nueva planta mucho tiempo antes de que ellas sean clasificadas como maduras. Aunque diferentes autores no coinciden en la "terminología" de lo que es la maduración de la semilla, usan términos tales como: "Maduración Funcional", Delouche (5), "Maduración Morfológica" Anderson (1) y "Maduración Fisiológica" usado por Shaw y Loomis (20). Sin embargo, todos coinciden en definir maduración como el punto al cual es alcanzado primeramente el máximo peso seco de la semilla, antes de considerar el término de contenido de humedad en la semilla, como un índice de la maduración fisiológica.

Muchos de los trabajos efectuados sobre el desarrollo y maduración en *Vigna* han sido desarrollados bajo la perspectiva de la tecnología de alimentos (10, 11 y 21). De manera que muchos de estos estudios a la vez proveen información y datos básicos que son de mucha utilidad para la Tecnología de Semillas.

### GERMINACION. VIGOR Y DETERIORACION

Considerando la importancia de la exactitud en la determinación de la calidad en la investigación sobre semillas, Delouche y Caldwell (8) establecieron que, "Todo trabajo sobre conservación de semillas bien planificado deberá incorporar algún tipo de "Test" o prueba de vigor como parte integral del plan. Desde un punto de vista amplio, toda investigación en tecnología de semillas que es evaluada finalmente en términos de viabilidad de la semilla, deberá también ser evaluada en términos de vigor. Trabajos sobre daños mecánicos, químicos, términos y de insectos, así como también estudios de maduración deben caer en esta categoría. La inclusión del vigor y también mediciones de viabilidad en tales investigaciones, aseguran la completa significancia del trabajo que se va a realizar".

Después que la semilla alcanza su máximo peso seco o madurez fisiológica, se presenta un proceso degradativo, al cual Delouche (7, 8) considera como progresivo, inexorable e irreversible. El mismo autor enfatiza también la consabida influencia de las condiciones climáticas durante la post-maduración o período de pre-cosecha sobre la calidad de la semilla.

Moore (15) concluyó que la determinación de vida, medida como viabilidad en las semillas no es suficiente para medir la calidad, y a medida que las semillas avanzan en edad, sus funciones totales son dañadas. La germinación decrecerá, así como el período comprendido entre el tiempo requerido para la primera y última semilla en germinar se hace progresivamente más grande. Las plántulas con falta de vigor y crecimiento lento, y en adición las raíces, responden débilmente a la fuerza de gravedad. El porcentaje de plántulas anormales se incrementa y mucha de ellas presentan puntas de raíz que no son capaces de crecer, mientras otras germinan pero sucumben a las enfermedades en estados tempranos del desarrollo de las plántulas.

Grabe (9) cree que los procesos fisiológicos en semillas de bajo vigor, progresan a una proporción lenta en comparación con semillas vigorosas. La rata de respiración es baja, al igual que la actividad enzimática y la germinación, y la rata de crecimiento de la plántula es lenta. Similarmente Barton (4) observó que la primera indicación de deterioración en semillas de caraotas, fué un retraso en la germinación.

### MATERIALES Y METODOS

#### PROCEDIMIENTO DE CAMPO

La semilla fue tratada con Thiram y sembrada en Mayo 26 y 28, 1975. Antes de plantarla, 180 Kg. de fertilizante fórmula 13-13-13 fueron incorporados al suelo. Se efectuó control manual de malezas y se aplicó un insecticida semanalmente para control de insectos.

El proceso de marcaje se realizó por varios días para poder obtener una población suficiente. Se usaron tarjetas de diferentes colores para diferenciar las fechas de marcaje.

TABLA 1. Fechas de marcaje de flores y otras observaciones en las variedades Magnolia Blackeye y Bunch Purplehull.

Fechas de Marcaje	Días después de la primera floración	N° de botones marcados	N° de cosechas	N° de frutos cosechados en cada marcaje
<b>Magnolia Blackeye</b>				
Julio 8	5	300	7	210
12	9	400	9	270
15	12	280	3	90
19	16	380	1	30
<b>Bunch Purplehull</b>				
Julio 13	10	480	15	450
15	12	300	3	90
22	19	320	2	60

Comenzando desde el tercer día después de la floración, se cosecharon 30 frutos de cada variedad para tomar medidas de características del fruto y la semilla. El muestreo fue continuado durante 41 días después de la floración. Los frutos cosechados fueron colocados en cajas de plástico con tapas, poniendo en su interior papel absorbente humedecido para minimizar las pérdidas de humedad durante la cosecha y el transporte al laboratorio.

#### PROCEDIMIENTO DE LABORATORIO

De los 30 frutos de cada variedad fueron seleccionadas al azar dos submuestras de diez frutos cada una. Estas fueron usadas para mediciones de los frutos seleccionados y las propiedades de las semillas. Los frutos restantes fueron secados al aire por 5-7 días en condiciones de laboratorio (23°C) y luego almacenados en sobres de papel en un salón con temperatura de 12°C.

#### MEDICIONES DE LOS FRUTOS

Se determinó el peso fresco en cinco frutos tomados al azar de cada submuestra, inmediatamente después de llevarse las muestras al laboratorio. Los valores fueron promediados para el peso fresco del fruto. Después los mismos frutos se usaron para medir el largo y ancho con un vernier calibrador. De cada submuestra se seleccionaron al azar dos frutos para determinar peso seco y el contenido de humedad. Los frutos fueron pesados para obtener el peso fresco, luego se cortaron en pequeñas fracciones y se secaron a 105°C, determinándose el peso seco después de permanecer en la estufa por 24 horas. El contenido de humedad se calculó de la pérdida de humedad durante el secado en base a peso fresco.

#### MEDICIONES DE LAS SEMILLAS

Los ocho frutos sobrantes de las dos submuestras no usados para determinar peso seco y contenido de humedad, se desgranaron manualmente para obtener las semillas sobre las cuales se hicieron las mediciones que tuvieron inicio al octavo día después de la floración, ya que antes de ese tiempo, las semillas no se encuentran suficientemente desarrolladas para removerlas del fruto sin dañarlas.

Quince semillas seleccionadas al azar de cada submuestra fueron utilizadas para determinar el peso fresco de cada uno de los dos lotes. Las mismas semillas fueron usadas para las mediciones de largo y ancho, siendo luego colocadas en una estufa a 105°C por 24 horas para obtener el peso seco. El contenido de humedad de la semilla, se calculó por la pérdida de humedad durante el secado.

El porcentaje de germinación de la semilla fresca fue determinado por duplicado en pruebas de 20 semillas tomadas al azar de cada submuestra. La temperatura para la germinación fue alternada 20-30°C, como se especifica en las Reglas para Pruebas de Semillas (3). Se efectuaron tres contajes a los 5, 8 y 14 días después de montada la prueba de germinación.

El porcentaje de germinación de las semillas secadas al aire fue determinado en semillas desgranadas de frutos secados en salón con aire acondicionado por 5-7 días y almacenados (luego de desgranado) durante 3 meses. Fueron usadas cuatro repeticiones de 25 semillas cada una. El procedimiento para las pruebas de germinación fue igual a lo descrito para las semillas frescas.

El vigor de las plántulas fue evaluado en dos oportunidades, usando métodos indirectos, tales como la "Prueba del primer contaje" aprovechando la prueba de germinación convencional efectuada sobre las semillas inmediatamente después de cada cosecha.

La segunda serie evaluativa de vigor, se efectuó después de tres meses de almacenamiento en frío, conjuntamente con la respectiva prueba de germinación con el método de estimar la "Rata de crecimiento de la radícula" usando 25 semillas de una de las repeticiones para tal fin, el cual consiste en colocar las semillas a un mismo nivel sobre el papel toalla, marcando ese nivel con una línea trazada con lápiz de grafito, y posteriormente puestas a germinar, colocando el rolo de papel toalla en posición inclinada de unos 45°, lográndose de esta manera que la radícula-hipocotilo se desarrolle independiente y separadamente por efecto del geotropismo, siendo efectuadas las medidas de longitud de la raíz a los cinco días después de montar la prueba.

## RESULTADO Y DISCUSION PESO FRESCO DEL FRUTO

El peso fresco de los frutos de las variedades aumentó lentamente desde 3 a 7 días después de la floración (ddf\*), y luego muy rápidamente a través de 11 a 13 días (Fig 1). Después de este tiempo, el peso fresco decreció aceleradamente hasta 21 ddf, cuando el período de descenso del peso fresco fue completado prácticamente. Estos datos en el cambio del peso fresco son de más interés para el tecnólogo de alimentos que para el de semillas.

## TAMAÑO DE FRUTO Y SEMILLA

Los frutos de ambas variedades incrementaron rápidamente en largo desde 3 hasta 9-11 ddf, luego en forma más sostenida hasta alrededor de los 19 días (Figs 2 y 3). El ancho de los frutos incrementó rápidamente hasta 13 ddf, luego se estabilizó, y entonces decreció algo entre 15 a 19-21 días. (Fig 4 y 5).

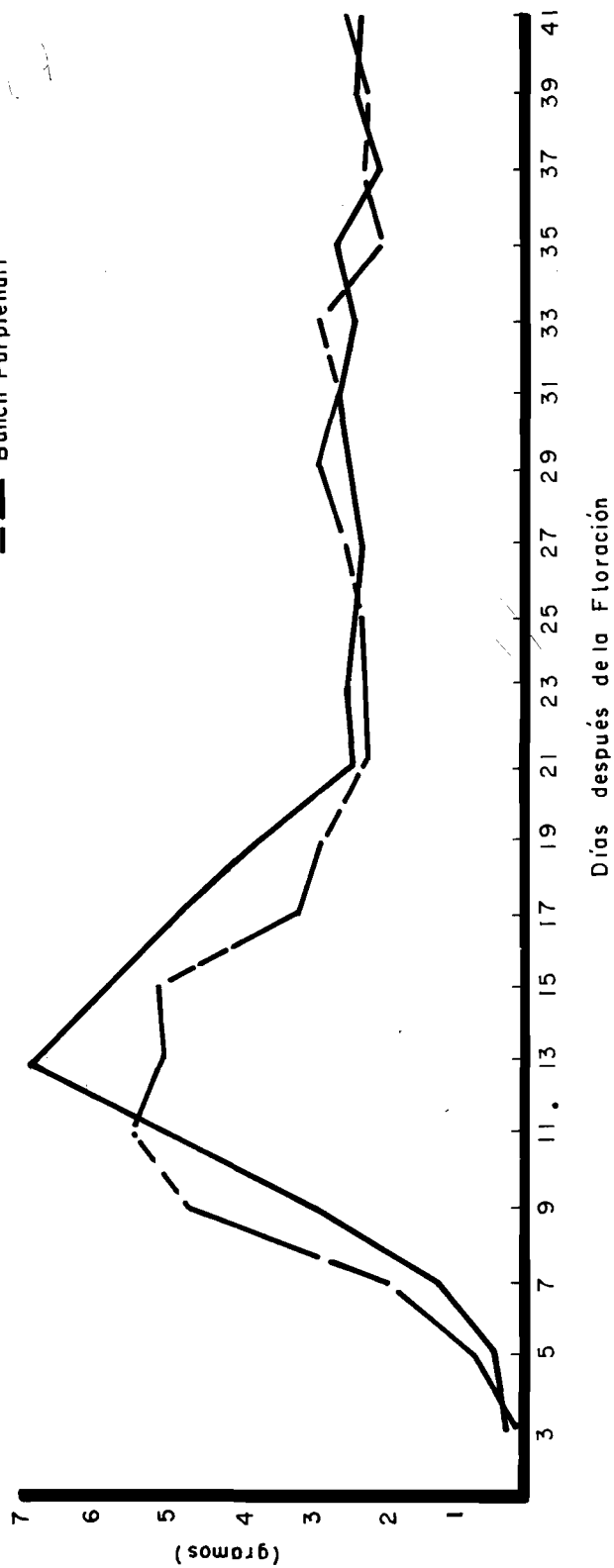
El tamaño de la semilla (largo y ancho) incrementó en forma acelerada desde 7 días hasta 13-15 días (Figs 14 y 15). Posteriormente, el tamaño de la semilla decreció durante el período de secamiento sobre la planta, 21-23 ddf.

---

ddf\* = días después de floración.

**VARIETADES**

- Magnolia Blackeye
- - - Bunch Purplehull



**FIGURA 1.**— Peso fresco de frutos de dos variedades de frijol a intervalos de cada dos días después de la floración

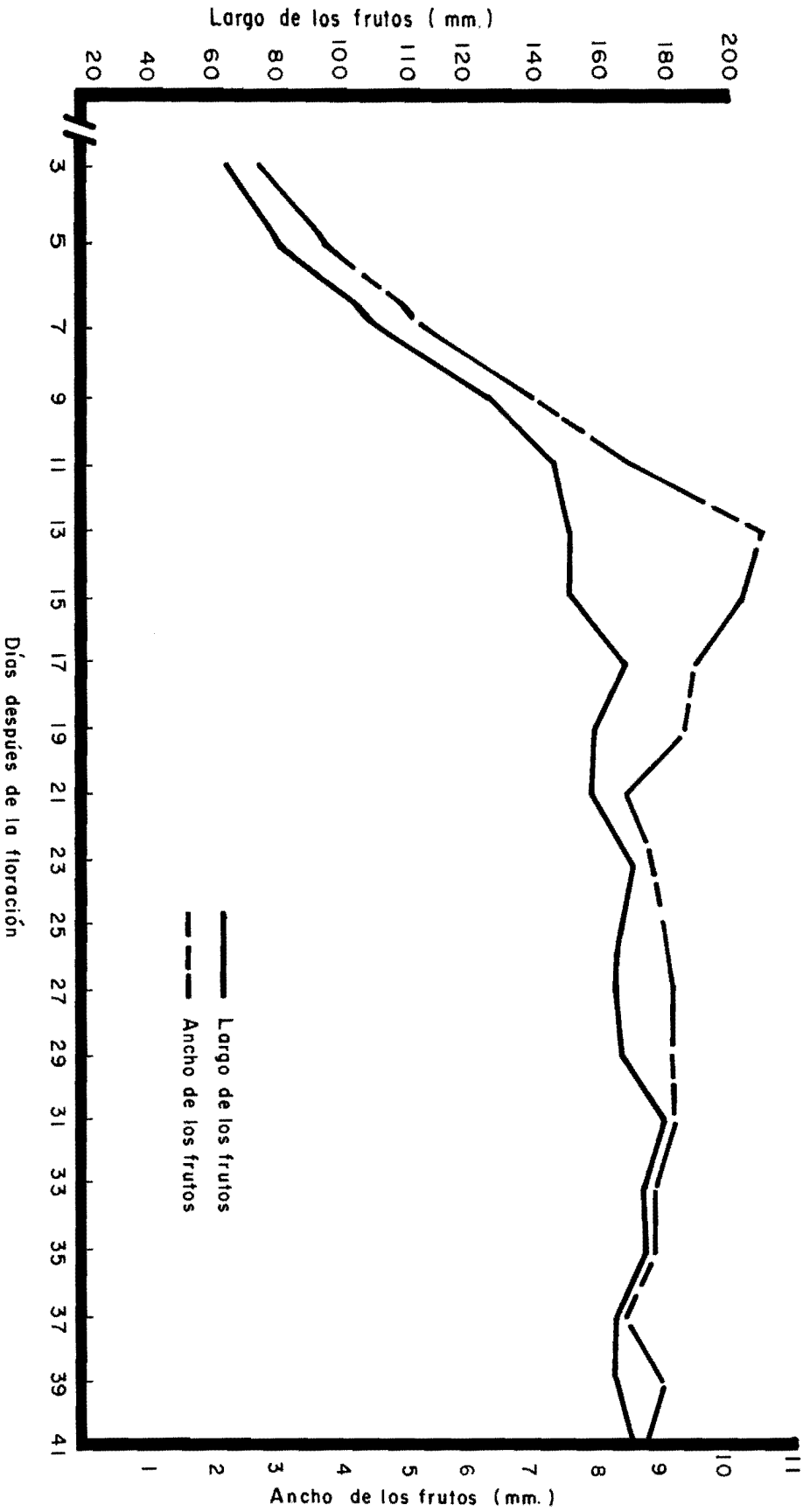


FIGURA 2. — Tamaño de los frutos en la variedad Magnolia Blackeye a intervalos de cada dos días después de la floración



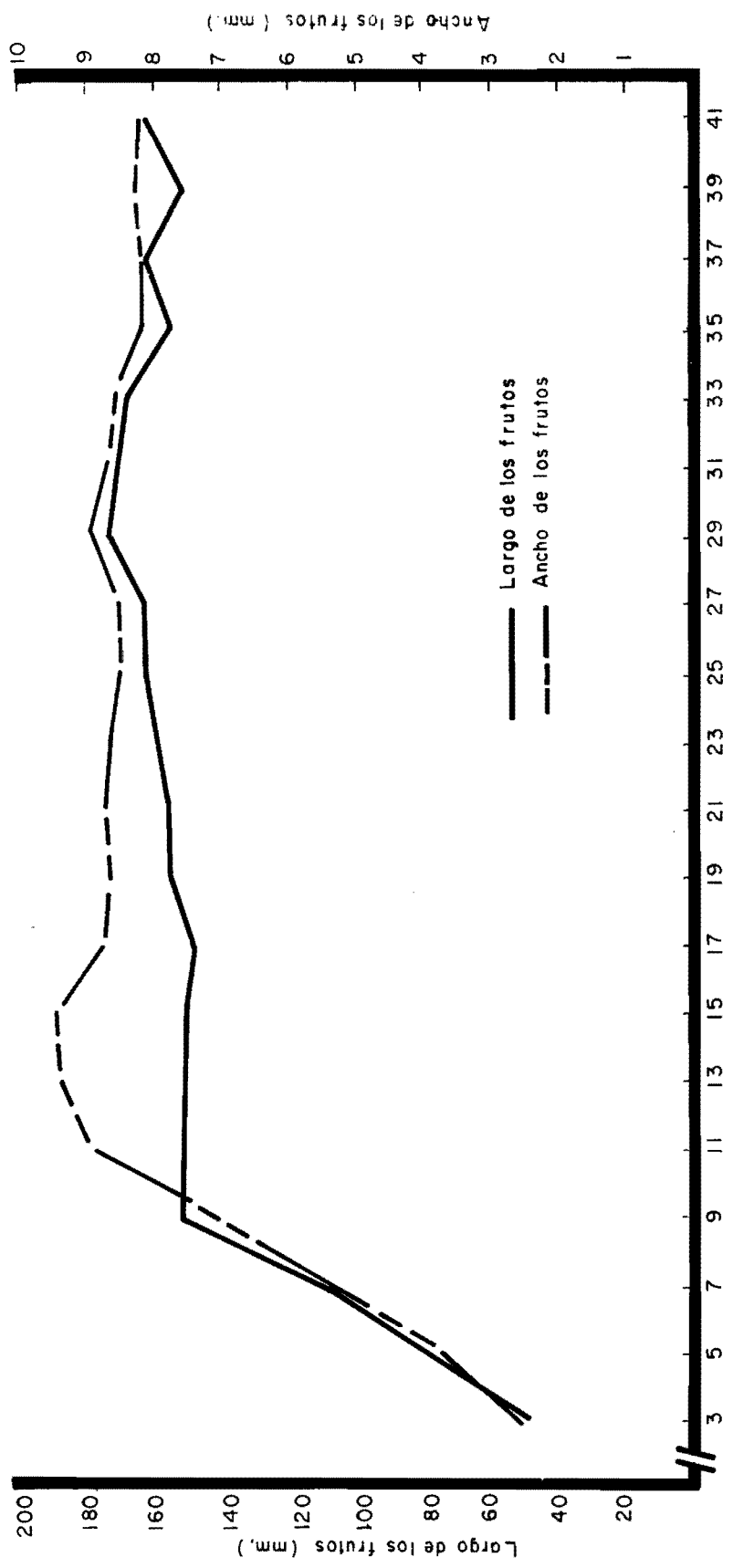


FIGURA 3 .-- Tamaño de frutos en la variedad Bunch Purplehull a intervalos de cada dos días después de la floración

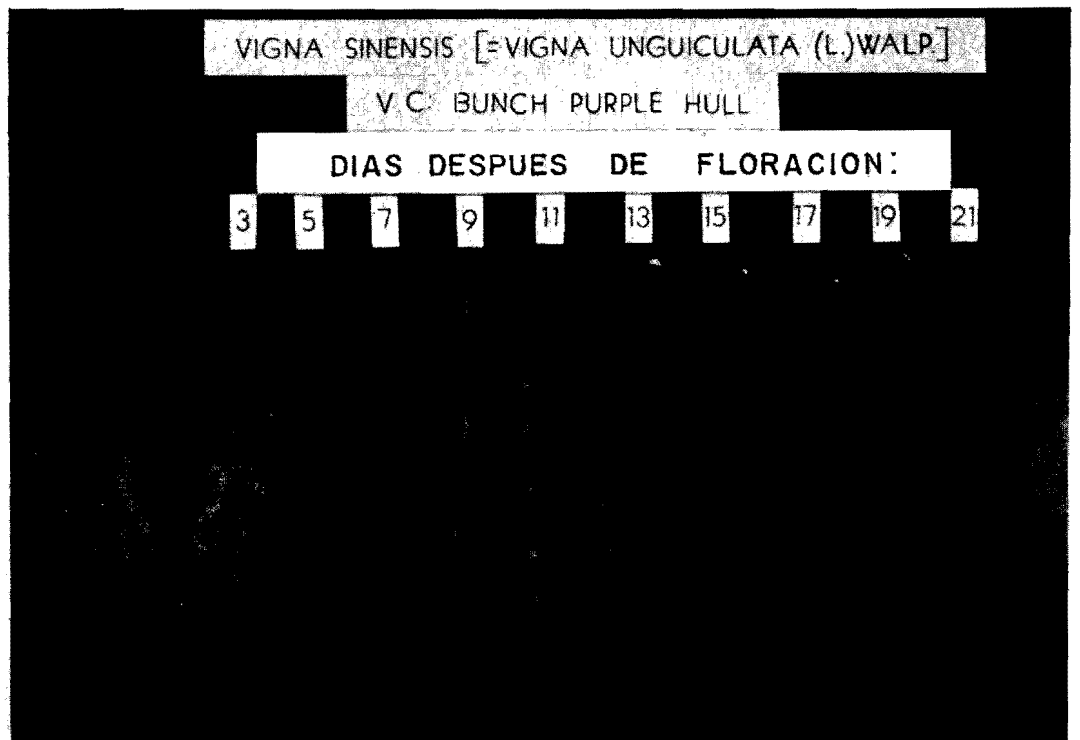
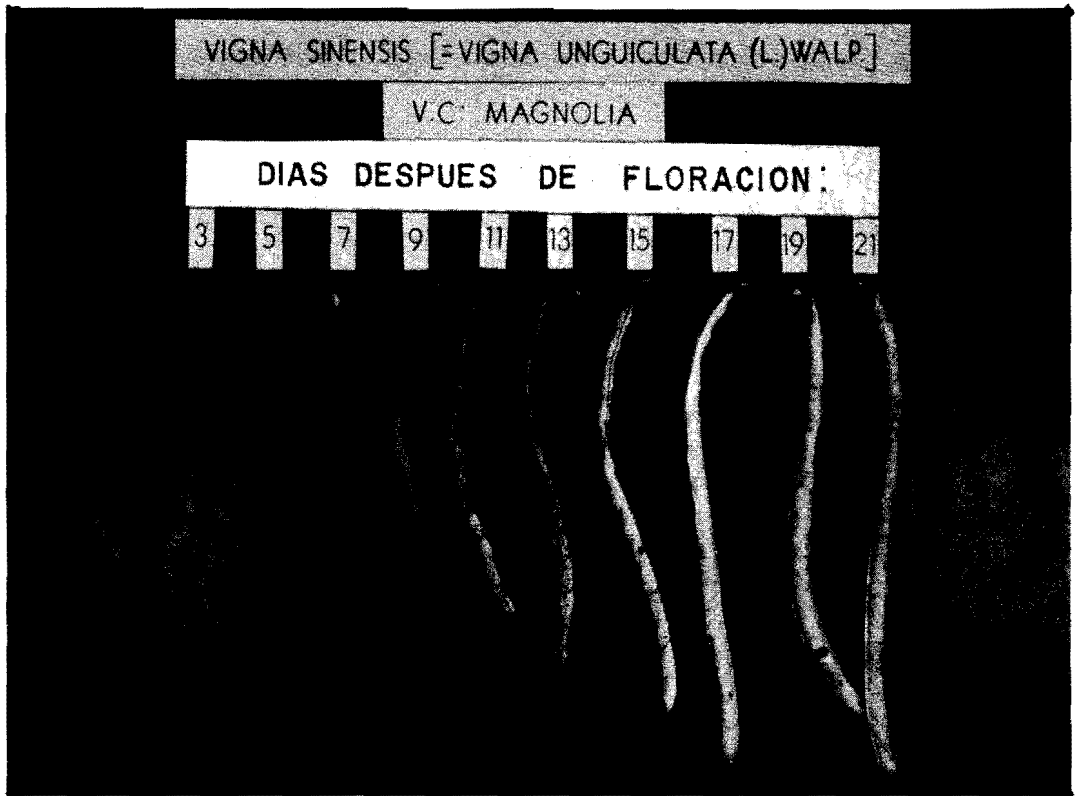


Figura 4. Crecimiento y desarrollo comparativo de frutos de *Vigna* cosechados a intervalos después de la floración.  
 Arriba: Magnolia Blackeye - Abajo: Bunch Purplehull

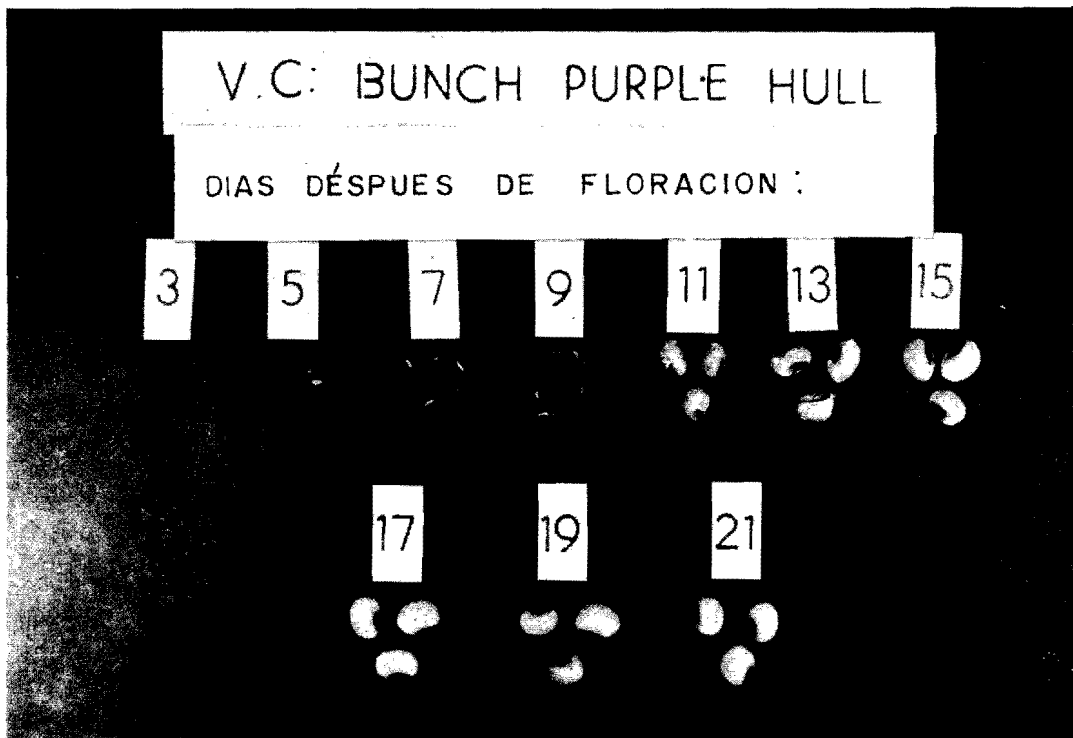
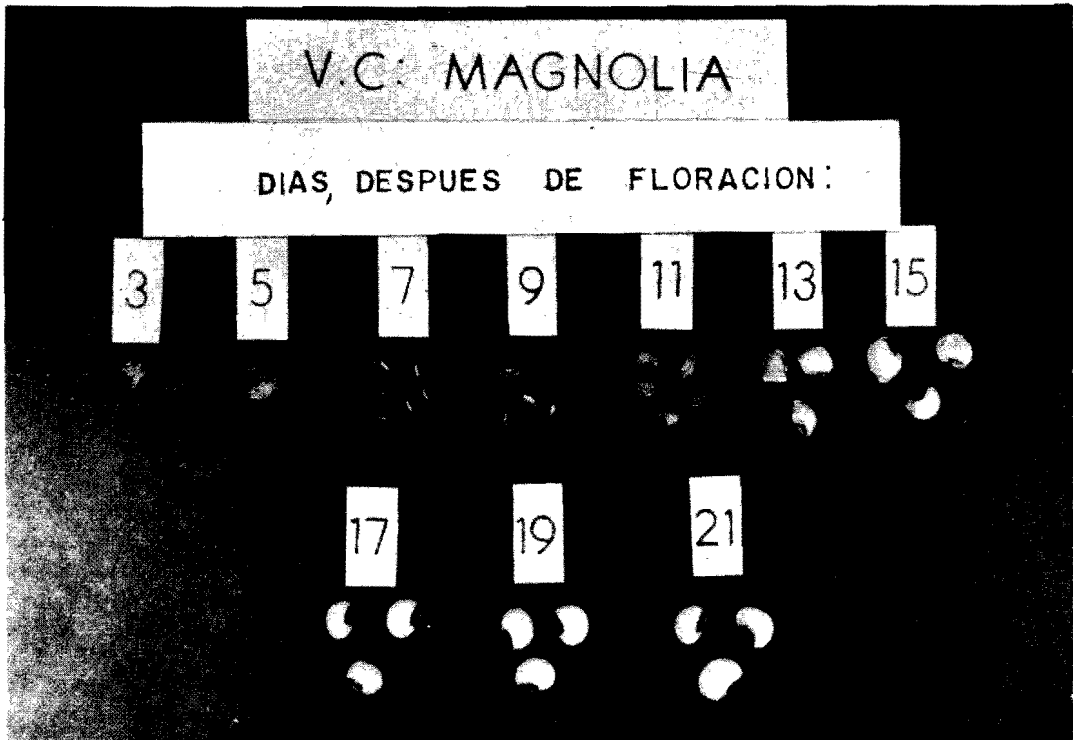


Figura 5. Desarrollo comparativo de semillas de *Vigna* cosechadas a intervalos después de la floración.  
 Arriba: Magnolia Blackeye - Abajo: Bunch Purplehull

## CONTENIDO DE HUMEDAD

Los cambios en contenido de humedad de los frutos y semilla, siguieron esencialmente el mismo sentido en las dos variedades (Figs 14 y 15). El contenido de humedad del fruto aumentó en el inicio desde 84 a 86 por ciento 3 ddf, hasta ligeramente sobre 90 por ciento, 7-11 ddf. Luego el contenido de humedad decrece rápidamente hasta un 20 por ciento para 25 días en Magnolia Blackeye y 21 días en Bunch Purplehull. Sin embargo, el contenido de humedad fluctuó alrededor de 18-20 por ciento, de acuerdo con las precipitaciones y humedad relativa a lo largo del período de muestreo restante.

Los cambios en contenido de humedad de la semilla fueron casi similares a los del fruto, excepto que en la semilla tendió a ser 4-10 por ciento por debajo del de los frutos hasta los 19 días, cuando se alcanzó 50 por ciento de humedad.

## PESO SECO

El patrón que siguió la materia seca acumulada en los frutos y semillas de las dos variedades se muestra en las Figs 14 y 15. La materia seca se acumuló poco a poco entre 3 y 9 ddf, luego muy rápidamente desde los 9 hasta los 17 días, después la rata de acumulación fue bajando y el peso seco se fué aproximando a su valor máximo.

En ambas variedades, el peso seco máximo de fruto y semilla se alcanzó de 17 a 19 ddf. Esos puntos corresponden a un contenido de humedad de alrededor del 50 por ciento. Después de llegarse al máximo peso seco, éste fluctuó alrededor del máximo nivel a lo largo del período de muestreo.

## GERMINACION Y VIGOR

Algunas de las semillas de la variedad Magnolia Blackeye se encontraban suficientemente desarrolladas para estar en capacidad de germinar a los 13 ddf. Para este tiempo el porcentaje de germinación de semilla cosechada fresca fue 18 por ciento (Fig 14). 19 ddf, el porcentaje de germinación fue esencialmente 100 por ciento. El porcentaje de germinación entonces decreció acerca de 65 por ciento a los 23 días, variando alrededor de este porcentaje entre los 23 y 31 días; luego decreció otra vez a menos de 10 por ciento a los 41 días (Figs 16 y 17).

El porcentaje de germinación de la semilla de Magnolia Blackeye que fué almacenada por 3 meses a 12°C, siguió básicamente el mismo patrón de la semilla cosechada y procesada de inmediato, fresca, para determinar germinación y vigor, con la diferencia de que llegó al máximo cerca de 100 por ciento de germinación a los 17 días, mientras que la semilla fresca, lo alcanzó dos días después. Esta diferencia puede ser probablemente atribuída a pequeña latencia residual en la semilla fresca, lo cual ha sido observado por diferentes investigaciones en otros tipos de semilla (2, 5).

Después de alcanzar el máximo a los 17 días, la germinación de la semilla secada al aire decreció rápidamente alrededor de 42 por ciento a los 25 días, manteniéndose entre 25 a 35 días, fluctuando alrededor de ese porcentaje, luego decreció por debajo de 10 por ciento a los 41 días.

Excepto por un período de muestreo (17 días), los porcentajes de germinación de la semilla secada al aire después de 3 meses de almacenamiento, fueron substancialmente bajos (5-25 por ciento) en comparación con los niveles de la semilla fresca. Estas diferencias pueden ser atribuídas al deterioro posterior de la semilla durante

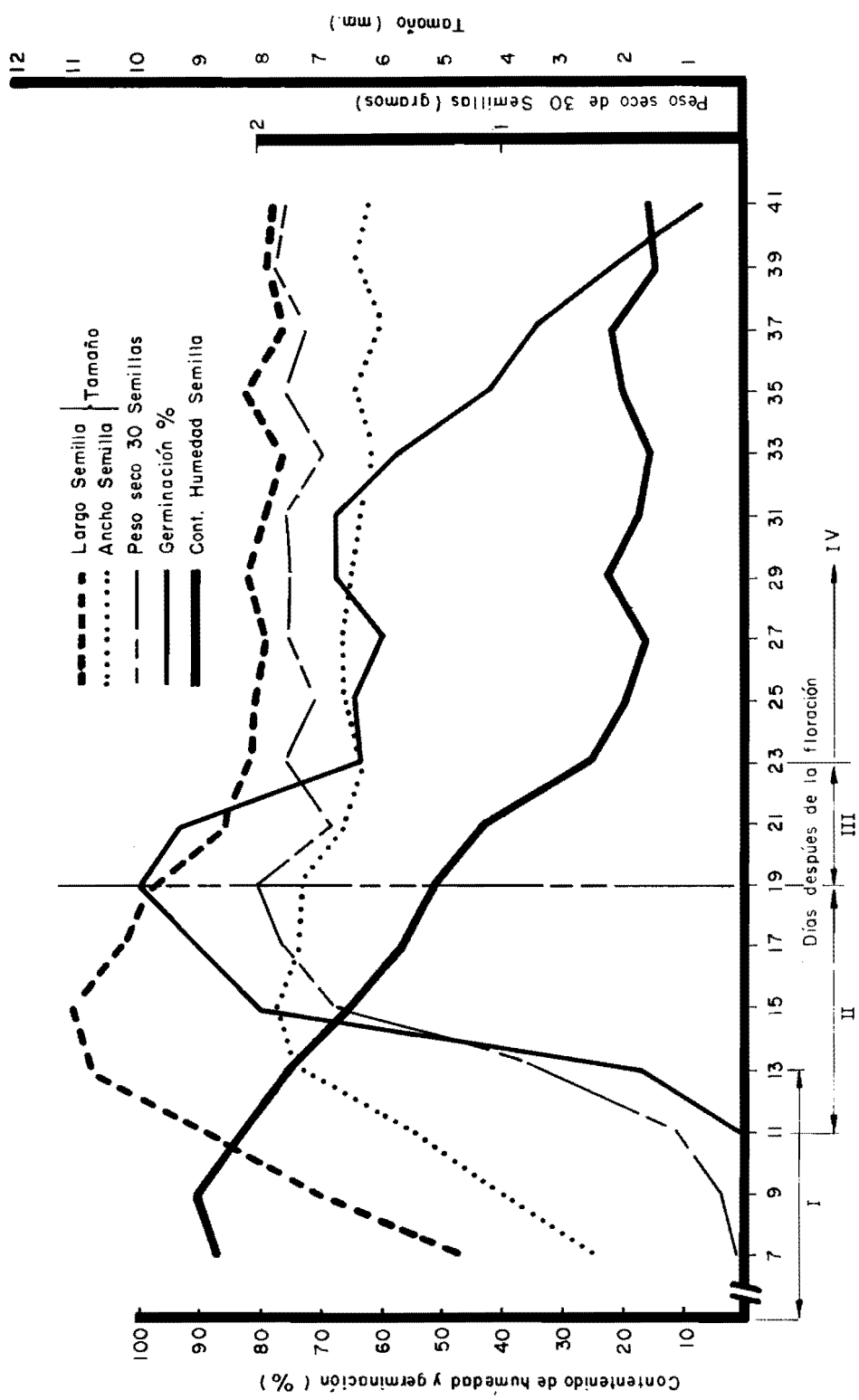


FIGURA 14.— Interrelación de las diferentes propiedades de la Semilla en la variedad Magnolia Blackeye a intervalos de cada dos días después de la floración

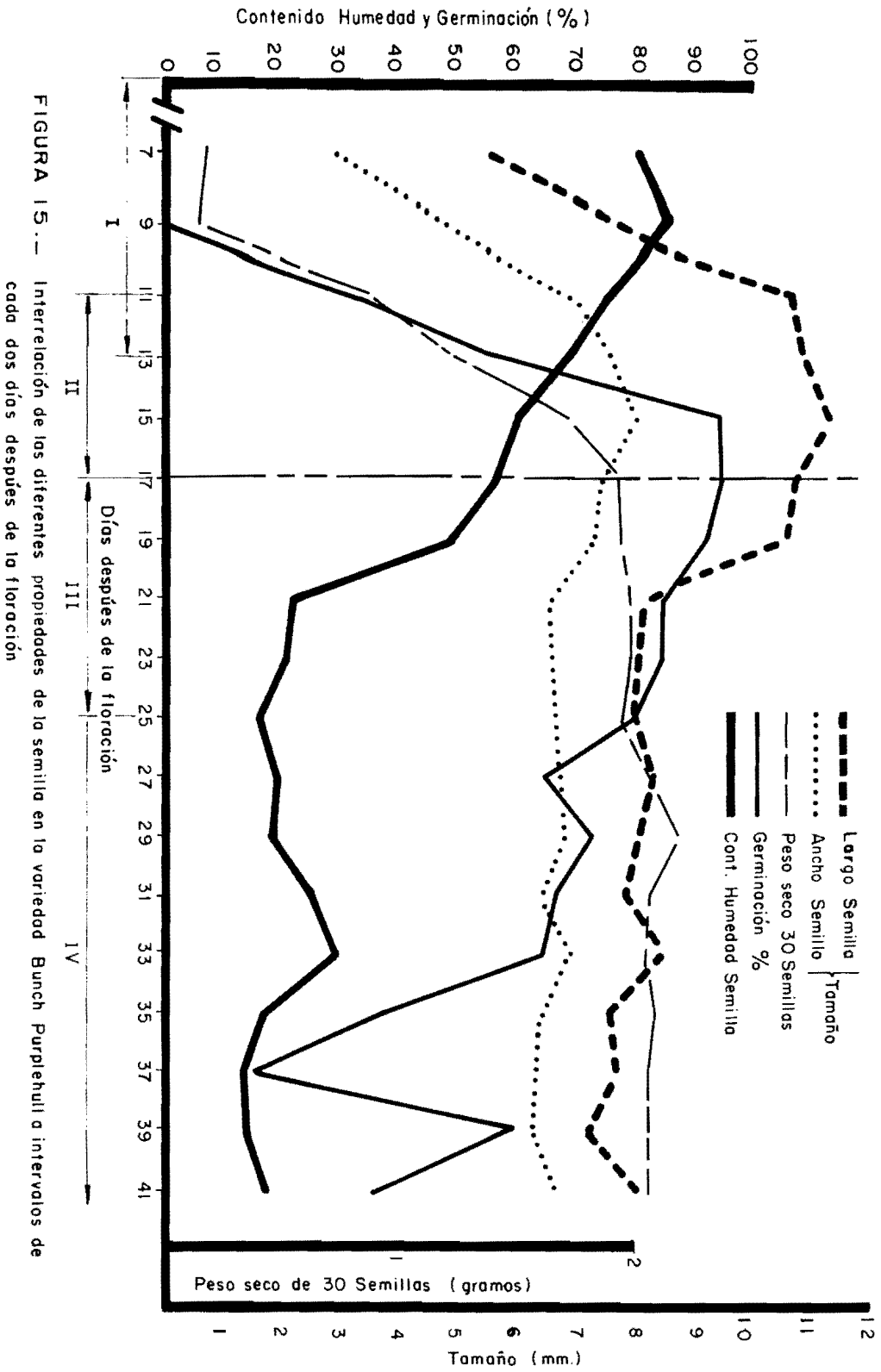
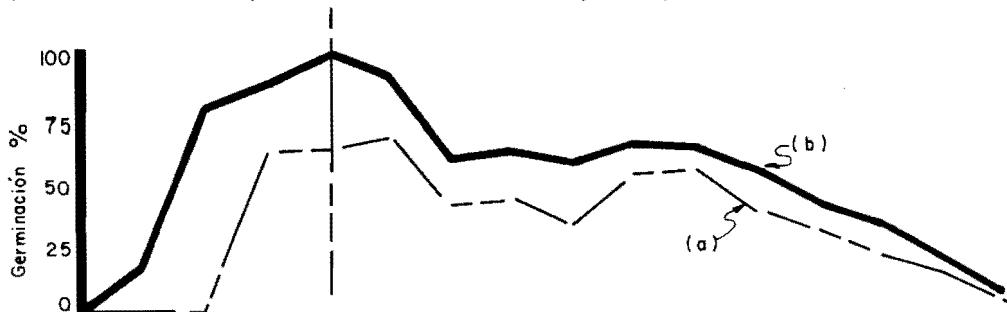


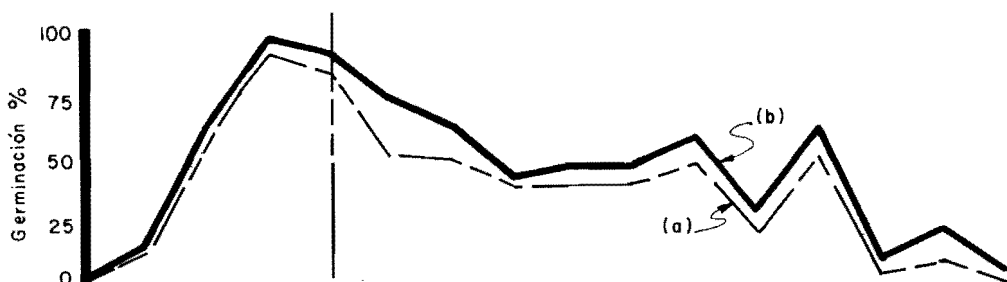
FIGURA 15.— Interrelación de las diferentes propiedades de la semilla en la variedad Bunch Purplehull a intervalos de cada dos días después de la floración

Magnolia Blackeye

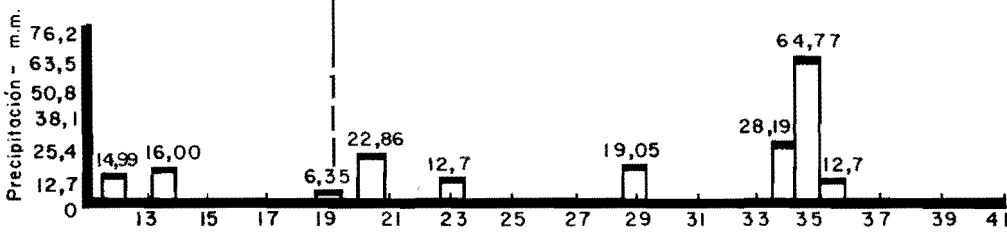
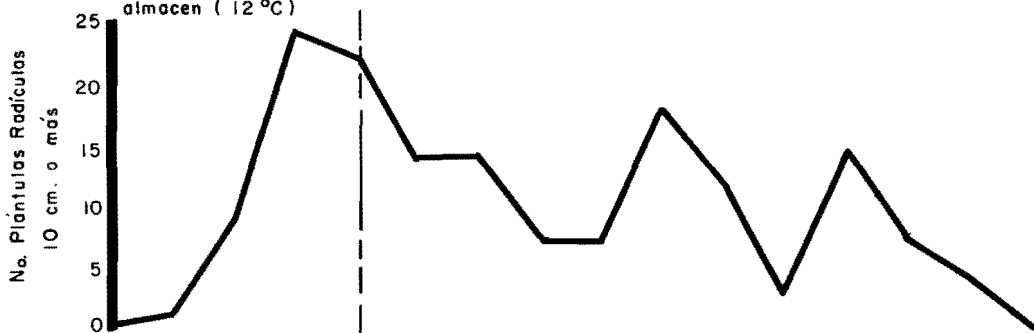
I. Inmediatamente después de cosechar (a) Primer contaje (%), (b) Germin. (%)



II A 3 meses de almacenadas (12 °C) (a) Primer contaje (%), (b) Germinación (%)



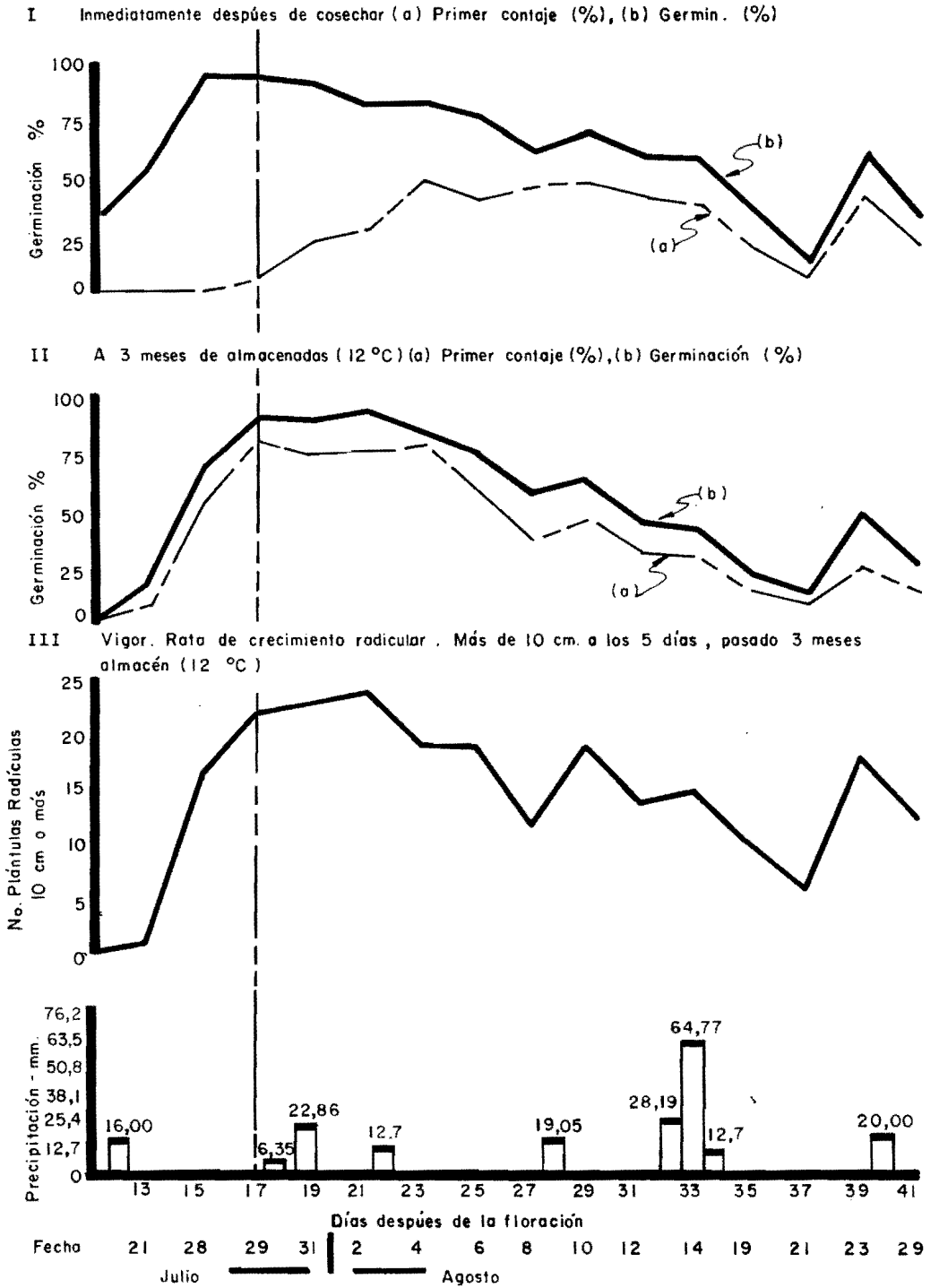
III Vigor. Rata de crecimiento radicular. Más de 10 cm. a los 5 días, pasado 3 meses almacen (12 °C)



Días después de la floración

Fecha: 21 Julio, 28 Julio, 29 Julio, 31 Julio, 2 Agosto, 4 Agosto, 6 Agosto, 8 Agosto, 10 Agosto, 12 Agosto, 14 Agosto, 19 Agosto, 21 Agosto, 23 Agosto, 29 Agosto

Bunch Purplehull





el período de almacenamiento a pesar de que las condiciones de almacenamiento en ese período fueron muy favorables.

La semilla fresca de Bunch Purplehull germinó en un 30 por ciento a los 11 ddf. El porcentaje de germinación incrementó rápidamente y alcanzó 95 por ciento, su máximo, 15 ddf (Fig 17). Después de 15 días, se aprecia un lento pero constante decrecimiento en el porcentaje de germinación hasta alcanzar los 33 días, en ese momento llegó al 65 por ciento. Los porcentajes de germinación de la semilla cosechada en períodos subsecuentes fueron completamente erráticos, probablemente reflejo del muestreo sobre una población crecientemente pequeña de frutos marcados, y el limitado número de semillas usadas para las pruebas de germinación. La semilla cosechada al final del período de muestreo, 41 ddf, germinó por encima de 30 por ciento.

Los porcentajes de germinación de la semilla de Bunch Purplehull secada al aire y almacenada, fueron más bajos que los de la semilla fresca, excepto durante el período de los 17 a los 27 días. Aparentemente, la capacidad de germinación de algunas de las semillas inmaduras, por ejemplo, semilla cosechada 9 a 19 ddf, se perdió durante el proceso de secado y/o durante el almacenamiento.

Los datos de germinación obtenidos muestran claramente el efecto detrimental de postergar la cosecha, tal como el efecto de las condiciones del tiempo, sobre la germinación de semilla de *Vigna*. El máximo de germinación se obtuvo en 15 a 17 días, unos pocos días antes de que el máximo peso seco fuera acumulado. Una vez que el máximo peso seco ha sido acumulado, cualquier retardo en la cosecha es acompañado por una reducción en la germinación. El efecto detrimental de demorar la cosecha y el efecto del tiempo o condiciones climáticas ambientales sobre la calidad de la semilla, ha sido señalada y discutida por Delouche (6, 7) y otros (9).

Las precipitaciones acompañadas de alta humedad relativa y pobres condiciones de secado aparentan ser el mayor factor envuelto en el efecto detrimental del ambiente. Las precipitaciones que ocurren antes del momento en que el máximo peso seco sea alcanzado (17 a 19 días) no tienen efectos sobre la germinación. La reducción en la germinación de semilla, cosechada 21 a 25 ddf parece estar asociada con un período lluvioso en los 18 a 22 ddf para Bunch Purplehull y 19 a 23 ddf para Magnolia Blackeye. Similarmente, el segundo período de reducción rápida en la germinación, comenzando alrededor de 33 ddf para Magnolia Blackeye y 32 a 34 días para Bunch Purplehull.

El vigor de la semilla evaluado en términos de primer conteo (a los 5 días), el porcentaje de germinación y el porcentaje de plántulas con tamaños de la radícula-hipocótilo de 10 cm. o superiores, después de 5 días de siembra, generalmente siguió el mismo patrón que el porcentaje de germinación obtenido en las pruebas "standard" de germinación (Figs 16 y 17)

### MADUREZ FISIOLÓGICA

La interrelación de las diferentes propiedades de la semilla durante el período de desarrollo, maduración y postmaduración, es mostrada gráficamente en las figuras 14 y 15. Puede observarse que para la variedad Magnolia Blackeye, la semilla alcanza la madurez fisiológica 19 ddf. Para este momento el máximo peso seco ha sido acumulado, el porcentaje de germinación fue próximo a 100 por ciento y el contenido de humedad fue justo alrededor del 50 por ciento.

En la variedad Bunch Purplehull, la madurez fisiológica se alcanzó a los 17 días, es decir, 2 días antes que en Magnolia Blackeye. Para ese momento el máximo de

peso seco había sido acumulado, el porcentaje de germinación fue 95 por ciento, el máximo y el contenido de humedad fue de 56 por ciento.

## CONCLUSIONES

- 1.— El desarrollo y maduración de semillas de *Vigna* sigue el mismo patrón que ha sido determinado para otros géneros diferentes de plantas.
- 2.— La maduración fisiológica fué obtenida a los 19 días en Magnolia Blackeye y 17 días en Bunch Purplehull.
- 3.— Las dos variedades usadas fueron drásticamente afectadas por las condiciones climáticas, especialmente la frecuencia y/o prolongación de las precipitaciones, durante el período de post-maduración o pre-cosecha, como resultado de la alternación de secado y humedad de las semillas dentro del fruto.
- 4.— Al alcanzar la semilla su estado de **Maduración Fisiológica**, posteriormente se puede considerar en un sentido práctico que "Se está almacenando en condiciones de campo".

## APENDICE

TABLA 2. Desarrollo de fruto y semilla en variedad Magnolia Blackeye a intervalos después de floración.

Días después de floración	Frutos					Semillas				
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Contenido humedad porcentaje	Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Contenido humedad porcentaje
3	43,9	2,7	0,21	0,03	86,7					
5	59,4	3,7	0,45	0,07	86,1					
7	92,2	5,2	1,22	0,12	89,5	4,7	2,5	0,01	0,001	86,4
9	124,5	6,9	2,98	0,26	90,1	7,0	4,1	0,07	0,004	89,7
11	145,2	8,4	4,97	0,53	90,1	8,8	5,4	0,11	0,01	82,9
13	150,8	10,5	6,85	1,06	84,6	10,6	7,2	0,22	0,03	75,4
15	151,1	10,2	5,87	1,36	75,5	11,1	7,7	0,32	0,06	65,3
17	166,4	9,4	4,86	1,86	66,7	10,2	7,4	0,30	0,06	57,7
19	159,1	9,3	3,73	1,79	54,0	9,9	7,3	0,28	0,07	50,6
21	157,0	8,4	2,40	1,98	40,1	8,6	6,6	0,20	0,06	42,5
23	170,3	8,7	2,45	1,79	31,2	8,2	6,2	0,17	0,06	25,2
25	166,4	9,0	2,28	1,87	17,6	8,1	6,5	0,15	0,06	19,5
27	164,8	9,1	2,29	2,08	17,0	7,8	6,6	0,15	0,06	16,6
29	166,6	9,1	2,44	1,69	23,1	8,2	6,5	0,16	0,06	23,2
31	180,6	9,2	2,61	2,29	18,1	7,9	6,4	0,15	0,06	17,9
33	175,0	8,8	2,42	1,90	15,8	7,6	6,2	0,14	0,06	16,2
35	174,6	8,8	2,65	2,10	20,3	8,2	6,4	0,16	0,06	21,0
37	167,5	8,3	2,06	1,54	22,5	7,5	6,1	0,15	0,06	17,2
39	165,8	9,0	2,30	1,86	14,9	7,8	6,4	0,15	0,06	15,2
41	171,5	8,8	2,44	2,11	15,7	7,7	6,2	0,15	0,06	15,4

TABLA 3. Desarrollo de fruto y semilla en variedad Bunch Purplehull a intervalos después de floración.

Días después de floración	Frutos					Semillas				
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Contenido humedad porcentaje	Largo (mm)	Ancho (mm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	Contenido humedad porcentaje
3	48	2,4	0,19	0,03	84,1					
5	78	3,6	0,67	0,09	86,7					
7	108	5,3	1,83	0,21	88,7	5,5	3,0	0,03	0,006	59,6
9	153	7,1	4,68	0,46	90,1	7,8	4,8	0,07	0,005	85,8
11	150	8,8	5,40	1,03	83,4	10,6	7,0	0,24	0,03	75,9
13	150	9,4	5,05	1,43	75,2	10,9	7,7	0,27	0,04	69,7
15	150	9,4	5,10	1,93	66,8	11,4	8,1	0,29	0,06	60,4
17	145	8,7	3,20	1,44	58,8	10,8	7,5	0,30	0,07	56,1
19	155	8,6	2,83	1,39	50,0	10,6	7,3	0,25	0,07	48,1
21	157	8,7	2,30	1,79	21,5	8,2	6,6	0,17	0,07	21,5
23	159	8,6	2,25	1,88	19,5	8,1	6,6	0,17	0,07	20,5
25	163	8,5	2,26	2,48	16,0	8,0	6,6	0,15	0,07	16,0
27	165	8,5	2,54	2,02	20,0	8,3	6,7	0,17	0,07	18,7
29	174	8,8	2,83	2,01	18,7	8,1	6,8	0,18	0,07	18,5
31	170	8,6	2,56	2,33	16,5	7,8	6,5	0,18	0,07	25,4
33	166	8,5	2,89	1,73	31,3	8,3	6,9	0,20	0,07	30,2
35	157	8,1	2,11	1,68	18,2	7,5	6,5	0,17	0,07	17,4
37	163	8,1	2,27	1,57	21,5	7,7	6,4	0,15	0,07	14,1
39	153	8,4	2,21	2,15	14,7	7,2	6,4	0,15	0,07	14,5
41	163	8,3	2,46	1,75	18,1	8,1	6,6	0,16	0,07	17,7

TABLA 4. Germinación de semillas de la variedad Magnolia Blackeye plantadas inmediatamente después de la cosecha a intervalos después de floración.

Edad de la semilla (días)	Primer contaje Porcentaje	Contaje final Porcentaje	Plántulas anormales Porcentaje	Semillas muertas Porcentaje	Semillas duras Porcentaje
3					
5					
7				100	
9				100	
11			58	42	
13		18	80	2	
15		80	10	10	
17	63	90	10	0	
19	65	100	0	0	
21	70	93	1	0	
23	43	63	13	25	
25	45	65	10	25	
27	35	60	10	30	
29	55	68	8	25	
31	58	68	3	30	
33	40	52	3	40	
35	33	43	5	52	
37	23	35	0	65	
39	15	23	3	75	
41	5	8	0	92	

**TABLA 5.** Germinación de semillas de la variedad Bunch Purplehull plantadas inmediatamente después de la cosecha a intervalos después de floración.

Edad de la semilla (días)	Primer contaje Porcentaje	Contaje final Porcentaje	Plántulas anormales Porcentaje	Semillas muertas Porcentaje	Semillas duras Porcentaje
3					
5					
7				100	
9			5	95	
11	0	33	35	22	10
13	0	55	38	7	
15	0	95	0	5	
17	5	95	3	2	
19	23	93	3	5	
21	28	85	3	12	
23	50	85	0	15	
25	43	80	3	17	
27	48	65	3	32	
29	50	73	10	17	
31	45	68	5	27	
33	40	65	5	30	
35	20	38	10	52	
37	28	15	0	85	
39	43	60	3	37	
41	23	35	8	57	

**TABLA 6.** Germinación de semillas de la variedad Magnolia Blackeye cosechada a intervalos después de floración y almacenadas durante 3 meses a 12°C.

Edad de la semilla (días)	Primer contaje Porcentaje	Contaje final Porcentaje	Plántulas anormales Porcentaje	Semillas muertas Porcentaje	Semillas duras Porcentaje	Crecimiento plántulas (5 días)	
						Largo medio (cm)	Plántulas sobre 10 cm
3							
5							
7				100			
9				100			
11				100			
13	11	13	7	80		0,78	1
15	55	62	8	18	11	6,78	9
17	91	99	1	0		19,68	24
19	85	94	5	1		18,03	22
21	50	73	6	21		12,16	14
23	48	62	19	19		11,64	14
25	38	42	10	39	9	4,88	7
27	38	47	10	42	1	6,46	7
29	40	46	28	26		14,54	18
31	48	57	14	29		11,22	12
33	20	29	19	50	2	2,42	3
35	30	42	9	57	2	11,38	14
37	14	19	19	53	9	6,68	7
39	7	20	8	71	1	4,03	4
41	0	4	4	89	3	0	0

TABLA 7. Germinación de semillas de la variedad Bunch Purplehull cosechada a intervalos después de floración y almacenadas durante 3 meses a 12°C.

Edad de la semilla (días)	Primer conteaje Porcentaje	Contaje final Porcentaje	Plántulas anormales Porcentaje	Semillas muertas Porcentaje	Semillas duras Porcentaje	Crecimiento plántulas (5 días)	
						Largo medio (cm)	Plántulas sobre 10 cm
3							
5							
7				100			
9				100			
11				100			
13	9	17	10	7		0,96	1
15	53	70	6	20	4	10,95	16
17	84	93	3	4		14,58	22
19	77	92	8	0		16,96	23
21	78	96	2	2		17,51	24
23	82	88	1	11		14,25	19
25	62	79	11	10		12,46	19
27	39	61	6	32	1	8,44	12
29	48	66	12	18	4	13,86	19
31	34	47	15	38		10,44	14
33	32	45	31	23	1	9,05	15
35	16	25	25	46	4	7,31	10
37	11	16	12	71	1	5,18	6
39	26	51	13	36		10,72	18
41	16	28	19	52	11	7,69	13

### LITERATURA CITADA

1. ANDERSON, S.R. Development of pods and seeds of birdsfoot trefoil, *Lotus corniculatus* L. as related to maturity and to seed yields. (*Agronomy Journal*. 47: 483-487. 1955.
2. ANDREWS, C.H. Some aspects of pod and seed development in Lee soybeans. Dissertation (Ph. D.), Mississippi State University, Mississippi State, Mississippi. 1966.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Rules for testing seeds. *Proceeding of the Association of Official Seed Analysts*. 60: 1-116. 1970.
4. BARTON, L.V. Effect of storage conditions on the viability of bean seeds. *Contributions from Boyce Thompson Institute for Plant Research*. 23: 281-284. 1967.
5. DELOUCHE, J.C. Germination of Kentucky Bluegrass harvested at different stages of maturity. *Proceeding of the Association of Official Seed Analysts*. 48: 81-84. 1958.
6. DELOUCHE, J.C. Observations on seed deterioration. *Proceeding 1964 Mississippi Short Course for Seedsmen. Seed Technology Laboratory, Mississippi State University, Mississippi State, Mississippi*. pp. 103-108. 1964.
7. DELOUCHE, J.C. Planting seed quality. *Proceeding Beltwide Cotton Production-Mechanization Conference National Cotton Council, Memphis, Tennessee*. pp. 16-18. 1969.
8. DELOUCHE, J.C. & CALDWELL, W.P. Seed vigor and vigor tests. *Proceeding of the Association of Official Seed Analysts*. 50: 124-129. 1960.
9. GRABE, D.F. Low seed vigor-hidden threat to crop yields. *Crops and Soils*. 19: 11-13. 1967.
10. HOOVER, M.W. & DENNISON, R.A. The correlation of stages of maturity with certain physical measurements in the Southern Pea *Vigna sinensis*. *Proceeding American Society for Horticultural Science*. 62: 391-396. 1953.
11. HOOVER, M.W. A study of certain biochemical changes occurring in the Southern Pea, *Vigna sinensis*, at six stages of maturity. *Proceeding American Society for Horticultural Science*. 63: 402-408. 1954.

12. KIZILOVA, E.G. Differences in seed quality, its nature and plant productivity. *FiziologoBiokhimicheskie Problemy Semenovedeniya i Semenovodstvo*. Irkustsk, URSS. 93-99. 1973. (In Russian with English summary).
13. MANOHAR, M.S. & MATHUR, M.K. Pod development and germination studies on cowpea (*Vigna sinensis* Savi). *Seed Research* 3(1): 29-33. Udaipur University, India. 1975.
14. MITCHELL, R.L. *Crop growth and culture*. The Iowa University Press, Ames, Iowa. 197 pp. 1970.
15. MOORE, R.P. How alive are live seeds? *Seedsmen's Digest*. 6: 12-13/37. 1955.
16. OJEHOMON, O.O. Flowering, fruit production and abscission in cowpea. *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Journal of the West African Science Association*. 13(2): 227-234. 1968.
17. OJEHOMON, O.O. The development of the inflorescence and extra-floral nectaries of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Journal of the West African Science Association*. 13: 92-110. 1968.
18. OJEHOMON, O.O. Fruit abscission in cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Journal of Experimental Botany*. 23: 751-761. 1972.
19. OJEHOMON, O.O & SANYALOU, M.O. Ovule formation, and embryo development in persisting and abortive fruits of the cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Nigerian Journal of Science*. 4(1): 31-40. 1970.
20. SHAW, R.H. & LOOMIS, W.E. Bases for the prediction of corn yields. *Plant Physiology*. 25: 225-234. 1950.
21. SISTRUNK, W.A., BAILEY, F.L. & KATTAN, A.A.A. Influence of maturity on yield and quality of fresh and canned southern peas. *Proceeding American Society for Horticultural Science*. 86: 491-7. 1965.