

EVALUACIÓN DE CARACTERES RELACIONADOS CON LA MADUREZ FISIOLÓGICA EN FRIJOL COMÚN (*Phaseolus vulgaris* L.) DE GRANO DE COLOR ROJO¹

Berny G. Kopper Z.
Rodolfo Araya V. ²

ABSTRACT

EVALUATION OF TRAITS RELATED TO THE PHYSIOLOGICAL MATURITY OF THE RED COLORED GRAIN COMMON SEAN (*Phaseolus vulgaris* L.). The trial was conducted at the Western Regional Center of the University of Costa Rica, located in 'Tacares de Grecia', Costa Rica.

Besides the weight and the humidity content of the seeds, the evaluation comprised the color changes of the pods (valves, suture and funiculus), the tegument and the area around the hilum. The main objective was to settle a practical method for determining the physiological maturity of the seed on the field.

Only the color changes of the grains and valves correlated graphically to the period of physiological maturity of the seed.

INTRODUCCIÓN

La madurez fisiológica de las semillas es la finalización del proceso reproductivo y el punto de máxima acumulación de materia seca.

La determinación de este estado fisiológico es importante en la caracterización de los cultivares, para anticipar la cosecha y evitar daños patológicos y de plagas que pueden afectar la calidad de las semillas. Sin embargo, en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) su reconocimiento se dificulta en el campo, debido a las diversas características de madurez entre los cultivares.

¹ Extracto de parte de la tesis de Ing. Agr. presentada por el primer autor al Centro Universitario de Occidente, División Tacares, Universidad de Costa Rica.

² Programa de Investigación en Leguminosas de Grano, Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno.

En la mayoría de los cultivos, la recolección de la cosecha está generalmente basada en la duración promedio del ciclo vegetativo, pero este método tiene grandes variaciones que dependen del material cultivado y de las condiciones ambientales existentes en las diferentes localidades (Gilmore; Rogers, 1958), por lo que es necesario el desarrollo de métodos prácticos para determinar la madurez fisiológica de las semillas a nivel de campo.

Cada cultivar de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) presenta diversos cambios en la coloración de la vaina según su madurez fisiológica: de un color verde claro a verde oscuro, de blanco rojizo a morado. Los cambios en la coloración de las semillas constituyen un criterio importante para conocer el estado fisiológico y con un patrón de comparación indicativo de la viabilidad de la semilla, tal como el porcentaje de germinación, se puede conocer el punto óptimo de madurez fisiológica (Tapia, 1983, comunicación personal, 29 Reunión Anual PCCMCA, Panamá).

Este ensayo tuvo como objetivo establecer un método práctico para determinar la madurez fisiológica de la semilla de frijol común en el campo y conocer la relación entre los estados de madurez fisiológica de la semilla y su viabilidad, en condiciones de "secado en vainas".

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en los terrenos del Centro Regional de occidente, universidad de Costa Rica, localizado en Tacares de Grecia, Alajuela, a 860 msnm; que tiene una precipitación anual de 2.200 mm y una temperatura media anual de 23,7 °C.

El suelo pertenece a la Serie Alajuela Plano (Pérez; et al.) y se clasificó como Inceptisol Ustic Dystrandeps; las características físico-químicas del suelo aparecen en el Cuadro 1.

Se plantó el 29 de setiembre de 1986; se usó como material experimental los cultivares de frijol común Huetar y Chorotega, ambos de color rojo. Se utilizó una distancia de 0,60 m entre hileras y 0,80 m entre plantas.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en parcelas divididas con seis repeticiones; la parcela grande la constituyeron los cultivares y las subparcelas las épocas de evaluación de la madurez fisiológica. Cada parcela grande tuvo doce surcos de seis metros de largo y las subparcelas de dos surcos de un metro de largo. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante pruebas de correlación por medio de gráficos.

CUADRO 1. Análisis físico-químico del suelo donde se realizó el ensayo, Alajuela. 1983.

Característica	Valor/cualidad
pH	3
Al	0,55 meq/100 ml suelo
Ca	4,0 meq/100 ml suelo
Mg	1,2 meq/100 ml suelo
K	0,18 meq/100 ml suelo
P	2,00 ppm
Zn	3,8 ppm
Mn	9,0 ppm
Cu	13,0 ppm
Fe	Trazas
Materia orgánica	12,3%
Nombre textural	franco

FUENTE: Unidad de Suelos del Ministerio Agricultura y Ganadería.

Las épocas de evaluación se efectuaron cada tres días a partir del día veinteavo después de la floración. Uno de los surcos de cada subparcela se cosechó y se desvainó para determinar los cambios en la coloración de las estructuras de las vainas (valvas, sutura y funículo), los cambios en la coloración del tegumento y del área alrededor del hilium, así como el peso y porcentaje de humedad de los granos.

Para la determinación de las coloraciones se utilizó la tabla de colores de Munsell (Cuadro 2) (Munsell Color Company 1966). El contenido de humedad y de materia seca de los granos cosechados se determinó en un horno Frías 625 en las condiciones de secado recomendadas (AACC, 1976).

De otro surco de cada subparcela se cosechó y los granos se almacenaron en vaina a temperatura ambiente (Cuadro 3), hasta 70 días después de finalizado el ensayo. Así, hubo diferencias en el periodo de almacenamiento, lo cual dependió del grado de madurez en que se cosechó. Luego de este periodo se efectuaron las pruebas de germinación y vigor.

Con base en la curva de acúmulo de materia seca en los granos, se determinó el periodo de madurez fisiológica y mediante correlación por medio de gráficos se ubicaron los cambios de coloración de las vainas y granos en relación al estado fisiológico de las semillas.

Cuadro 2. Nombres que se asignó a la notación de colores usada.

Color (basado en el matiz del color)	Notación Munsell ^{1/}
Neutro	N 9,5/
Amarillo A	5Y 9/2
Amarillo B	10Y 9/4
Amarillo C	5Y 8,5/10
Amarillo rojizo A	10YR 7/4
Amarillo rojizo B	10YR 6/6
Amarillo rojizo C	7,5Y4 6/6
Amarillo rojizo D	2,5YR 4/6
Verde amarillento A	5GY 8/4
Verde amarillento B	5GY 7/4
Verde amarillento C	2,5GY 7/6
Verde amarillento D	5GY 7/6
Verde amarillento E	5GY 6/6
Verde amarillento F	7,5 GR 4/4
Rosado rojizo A	7,5 RP 7/6
Rosado rojizo B	7,5 RP 5/6
Rosado rojizo C	10 RP 5/8
Rosado rojizo D	10 RP 4/8
Rojo	2,5 R 4/6
Rosado rojizo E	10 RP 3/8
Morado rojizo A	5 RP 3/2
Morado rojizo B	5 RP 2/6
Morado azuleado	7,5 PB 2/6
Morado negruzco	10 PB 2/1

^{1/} La notación de colores de Munsell es una designación sistémica con letras y números de cada una de las tres diferentes propiedades del color.

FUENTE: Munsell Color Company, 1966.

Cuadro 3. Temperatura promedio en la Estación Experimental Fabio Baudrit M., durante el periodo de estudio. Alajuela, Costa Rica. 1983.

Mes	Año	x Temperatura (°C)
Noviembre	1983	20,8
Diciembre	1983	21.,2
Enero	1984	21,7
Febrero	1984	22,2
Marzo	1984	23,2
Abril	1984	22,4

FUENTE: Estación Experimental Fabio Baudrit, Estación Central en Alajuela, Costa Rica. 1985.

RESULTADOS

En el Cuadro 4 se presentan los días de floración y algunas características de las semillas de los cuatro cultivares evaluados. A continuación se dan los resultados obtenidos en cada cultivar.

Cuadro 4. Días a floración y algunas características de las semillas de cuatro cultivares de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) durante la madurez fisiológica. Grecia, Costa Rica. 1983.

Cultivar	Color de semilla	Floración días después de brotación	MADUREZ FISIOLÓGICA								
			Días después de floración	Materia seca en semilla(g)		% agua en semilla		Largo de semilla (cm)		Ancho de semilla(cm)	
			Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
Huetar	Rojo	34	35 a 41	0,17	0,18	35	40	1,08	1,16	0,60	0,63
Chorotega	Rojo	40	38 a 44	0,19	0,20	32	38	0,98	1,15	0,60	0,61

Cultivar Huetar

Para el cultivar Huetar se pueden observar las características que presentó durante su madurez fisiológica (Figura 1 y 2).

Para el periodo de madurez fisiológica el color predominante en el tegumento de los granos (Figura 3), fue la pigmentación rosada rojiza A; antes de dicho periodo predominó la coloración rosada rojiza C y después fue la coloración roja.

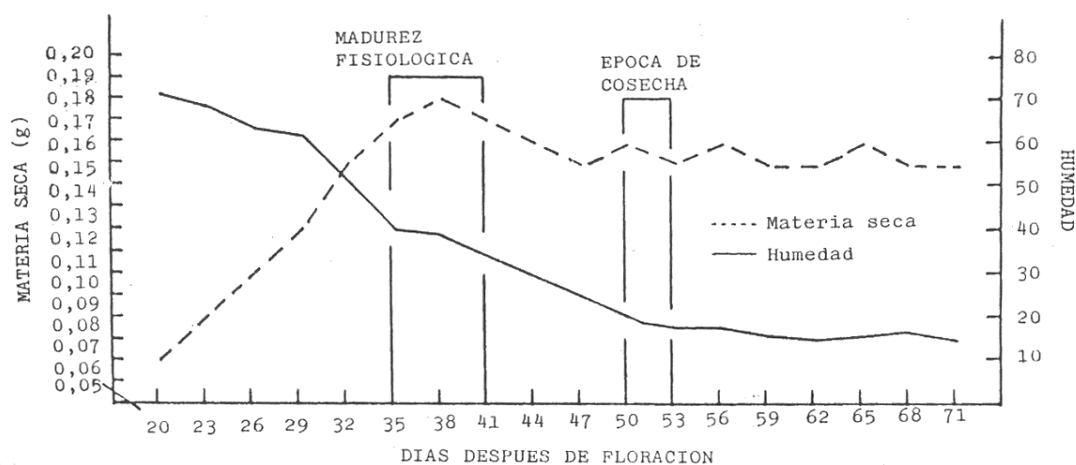


Figura 1. Acúmulo de materia seca y porcentaje de humedad de lbs granos de frijol, del cultivar Huetar. Grecia, Costa Rica. 1983.

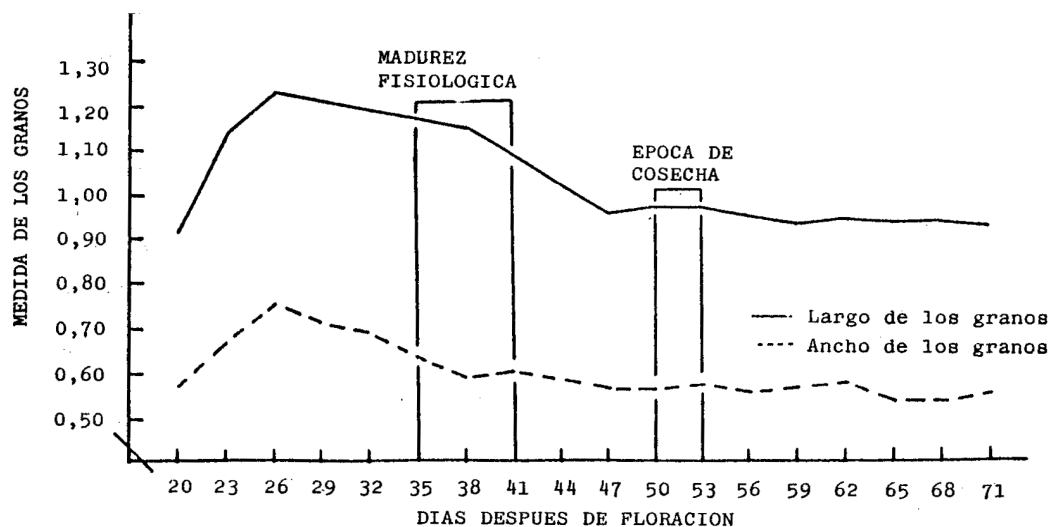


Figura 2. Tamaño de los granos de frijol, del cultivar Huetar. Grecia, Costa Rica. 1983.

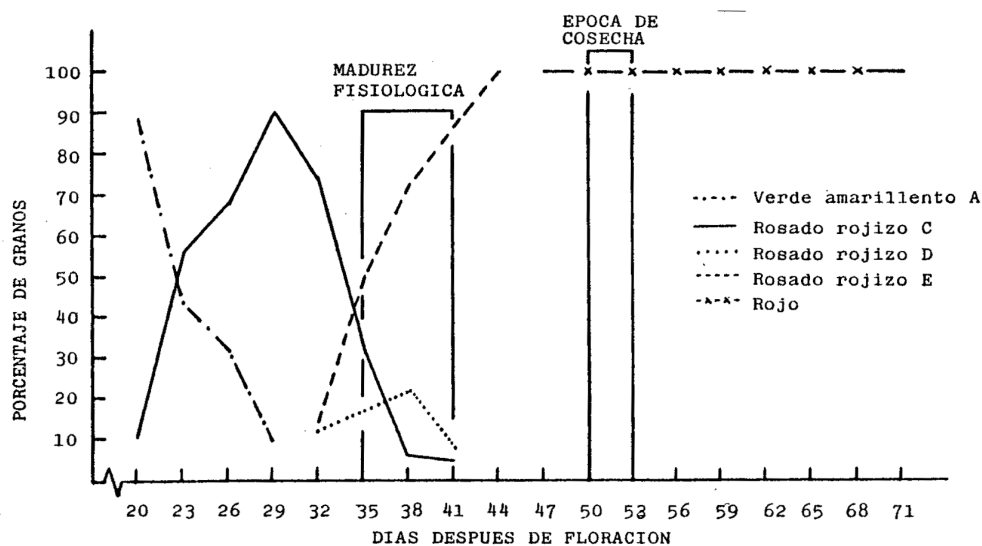


Figura 3. Coloración del tegumento de los granos de frijol, del cultivar. Grecia, Costa Rica. 1983.

Para el color del alo alrededor del hilum (Figura 4) en madurez fisiológica y después de ésta dominó el rojo; antes de ésta dominó la coloración rosada rojiza E.

Las valvas de las vainas presentaron una madurez fisiológica de coloración amarillo rojiza A, como predominante; tal coloración se presentó también luego de la madurez fisiológica hasta el día 47, para luego cambiar a la coloración amarilla rojiza B y antes de ese periodo, la coloración rosada rojiza dominó en las valvas (Figura 5).

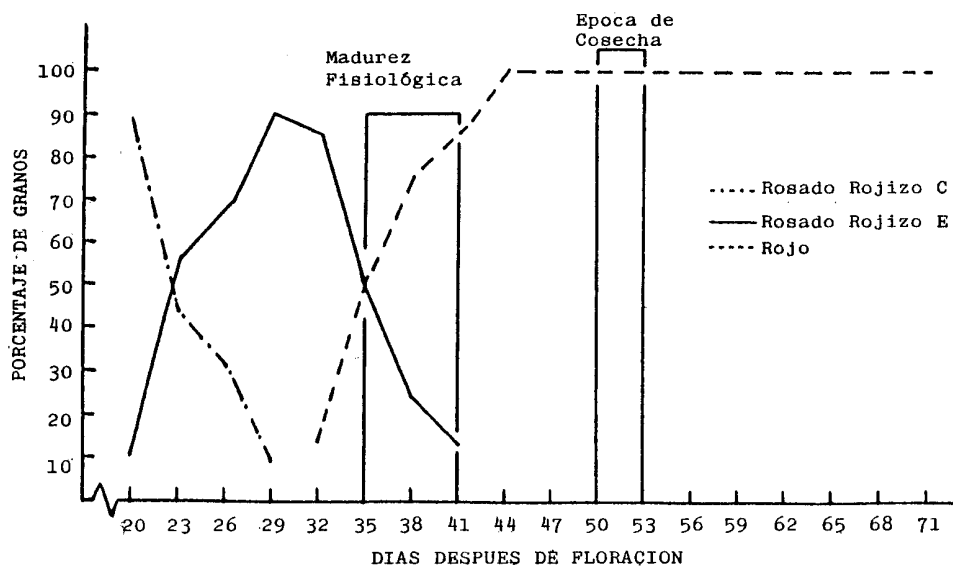


Figura 4. Coloración del alo alrededor del hilum de los granos de frijol, del cultivar Huetar. Grecia, Costa Rica. 1983.

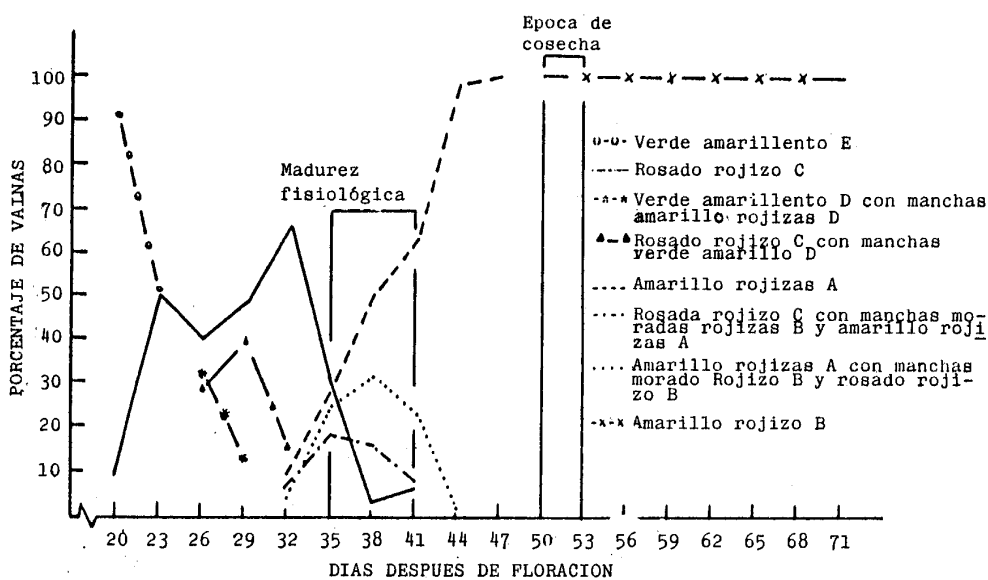


Figura 5. Coloración de las valvas de las vainas de frijol, del cultivar Huetar. Grecia, Costa Rica. 1983.

En la sutura de las vainas en madurez fisiológica y después de ésta, la coloración amarillo rojizo fue el color predominante; antes de tal periodo predominó la coloración verde amarillenta D hasta el día 29 para luego cambiar al color rosado rojizo E (Figura 6).

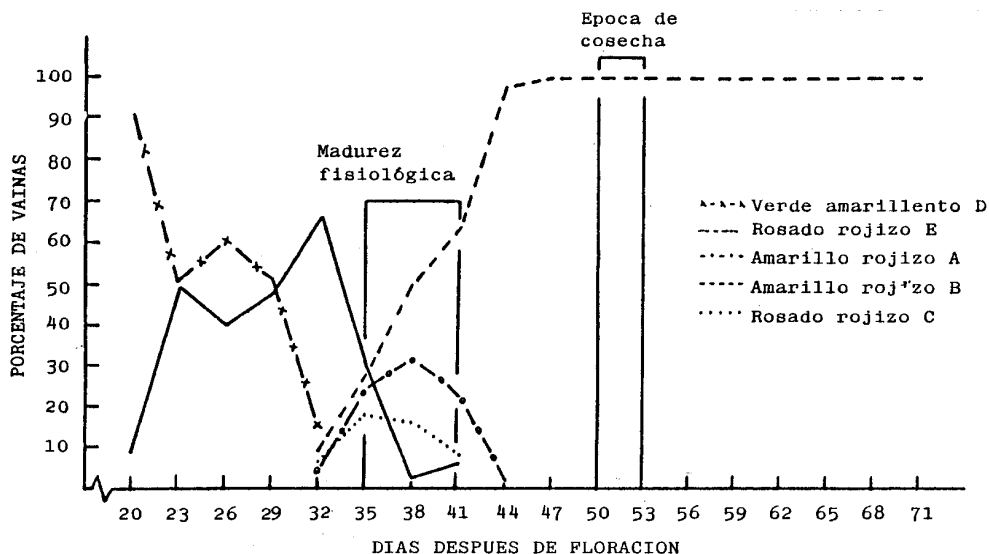


Figura 6. Coloración de la sutura de las vainas de frijol, del cultivar Huetar. Grecia, Costa Rica. 1983.

Para el funículo en madurez fisiológica y después de ésta predominó la coloración rosada rojiza E y antes de tal periodo predominó el color rosado rojizo e (Figura 7).

Para las características de viabilidad en los granos, el porcentaje de germinación mantuvo un carácter similar durante todos los muestreos y el vigor tuvo sus máximos valores en la época de cosecha, mostrando en madurez fisiológica puntos relativamente más bajos que en los demás periodos (Figura 8 y 9).

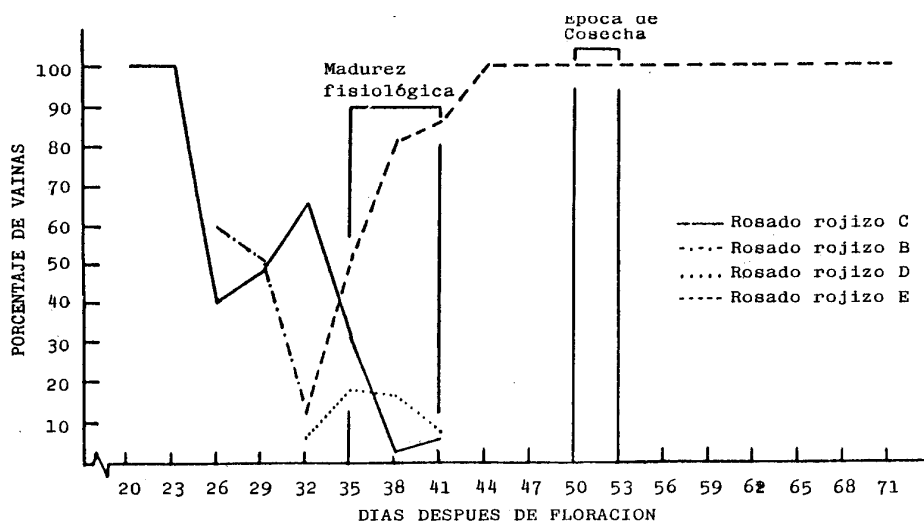


Figura 7. Coloración del funículo de las vainas de frijol, del cultivar Huetar. Grecia, Costa Rica. 1983.

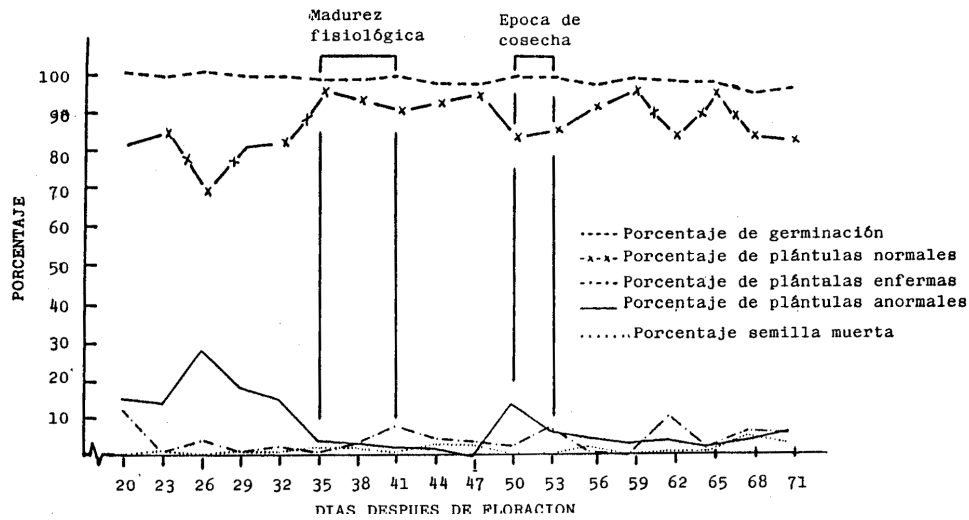


Figura 8. Germinación de los granos de frijol, del cultivar Huetar. Grecia, Costa Rica. 1983.

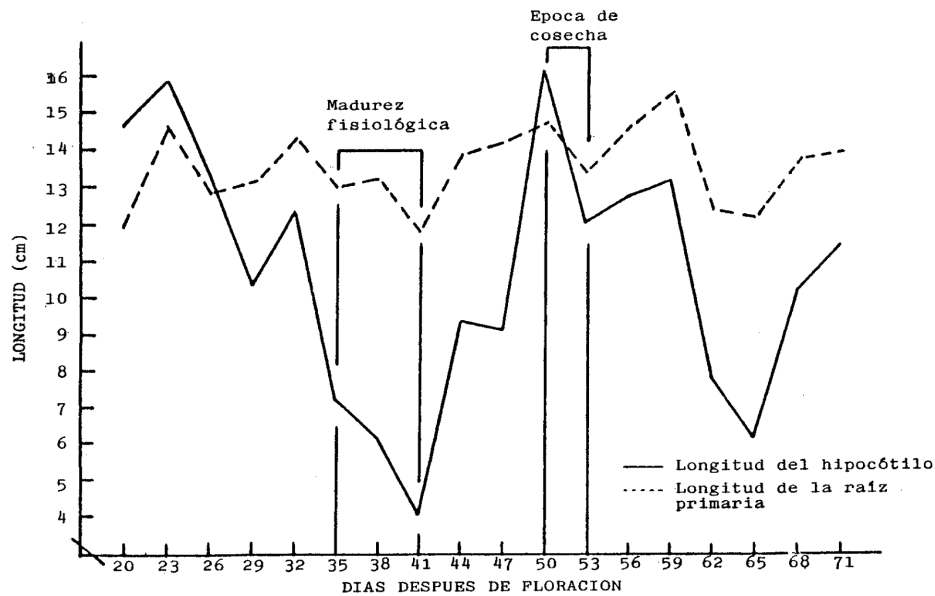


Figura 9. Vigor de los granos de frijol del cultivar Huetar. Grecia, Costa Rica. 1983.

Cultivar Chorotega

Para el cultivar Chorotega, se pueden observar las características que presentó en el periodo de madurez fisiológica (Figuras 10 y 11).

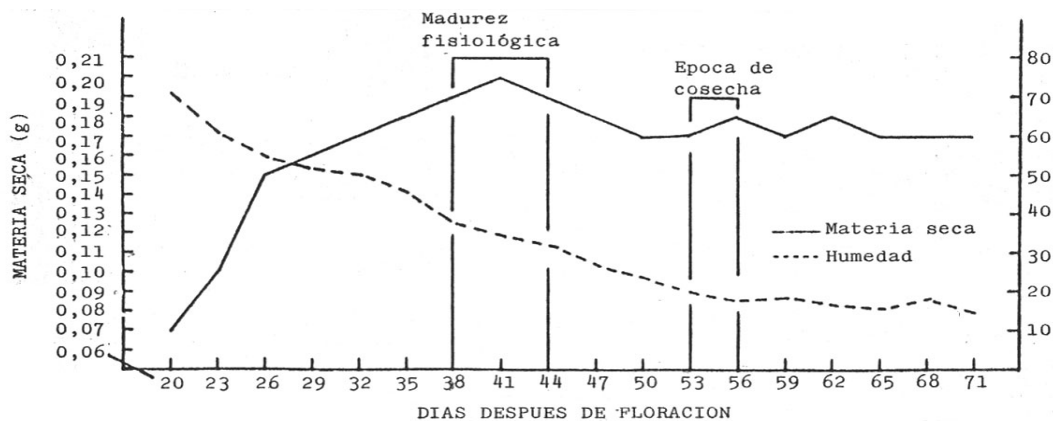


Figura 10. Acúmulo de materia seca y porcentaje de humedad en los granos de frijol del cultivar Chorotega. Grecia, Costa Rica. 1983.

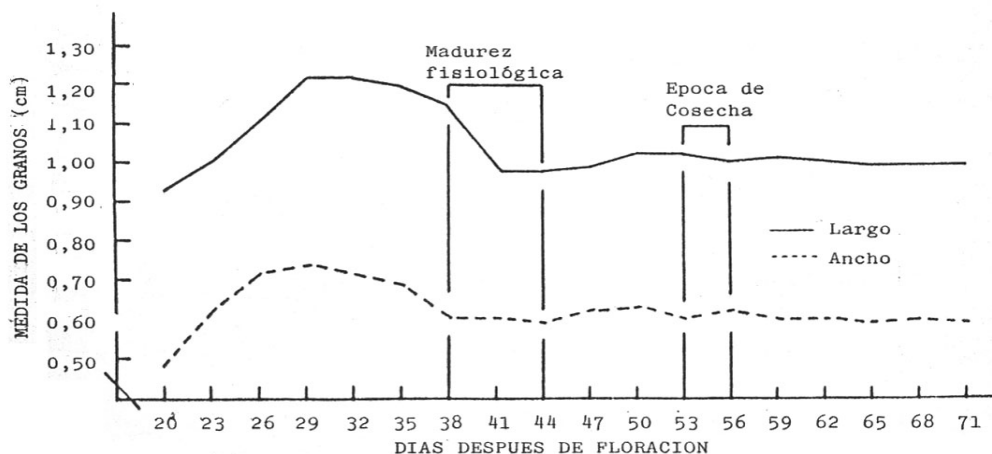


Figura 11. Tamaño de los granos de frijol del cultivar Chorotega. Grecia, Costa Rica. 1983.

La pigmentación predominante en el tegumento de los granos antes de madurez fisiológica para éste cultivar, fue el rosado rojizo D; en madurez fisiológica y después de ésta predominó la pigmentación roja (Figura 12).

Para el periodo antes de madurez fisiológica el color que predominó en el alo alrededor de hilum de los granos (Figura 13), fue el rosado rojizo D hasta el día 26, para que luego dominara el rojo hasta el día 32; finalmente predominó el rosado rojizo E, lo que se manifestó también en madurez fisiológica y después de ésta.

La coloración predominante antes de la madurez fisiológica en las valvas fue en un inicio el verde amarillento F con manchas rojas; luego dominó la coloración rosada rojiza C y desde el día 32 durante madurez fisiológica y después de ésta, la coloración amarillo rojiza C (Figura 14).

Por lo que respecta a la sutura de las vainas (Figura 15) en el período de madurez fisiológica y después de éste, predominó la coloración amarilla rojiza A y anteriormente a este periodo predominó la coloración verde amarillenta D.

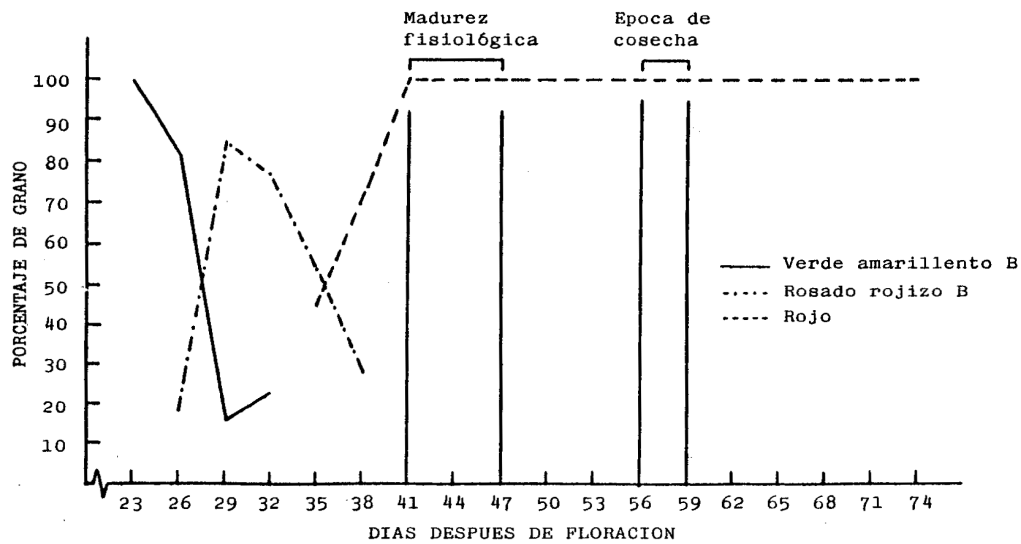


Figura 12. Coloración del tegumento de los granos de frijol del cultivar Chorotega. Grecia, Costa Rica. 1983.

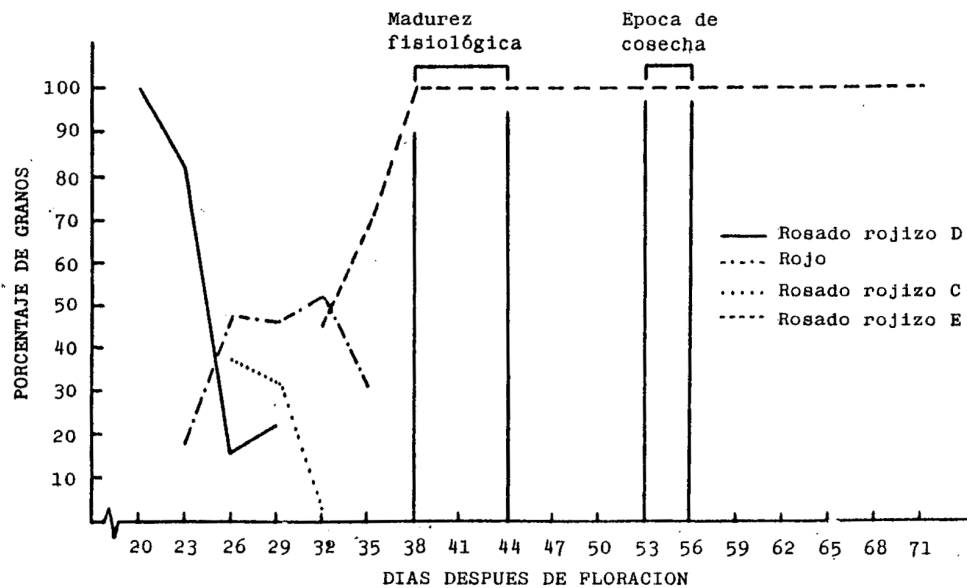


Figura 13. Coloración del alo alrededor del hilum de los granos de frijol, del cultivar Chorotega. Grecia, Costa Rica. 1983.

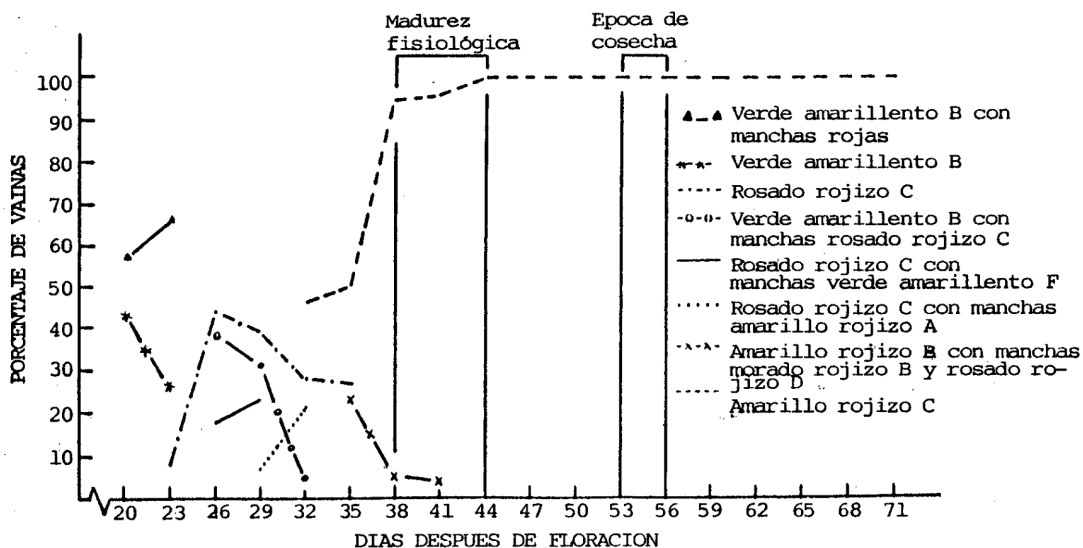


Figura 14. Coloración de las valvas de frijol, del cultivar Chorotega. Grecia, Costa Rica. 1983.

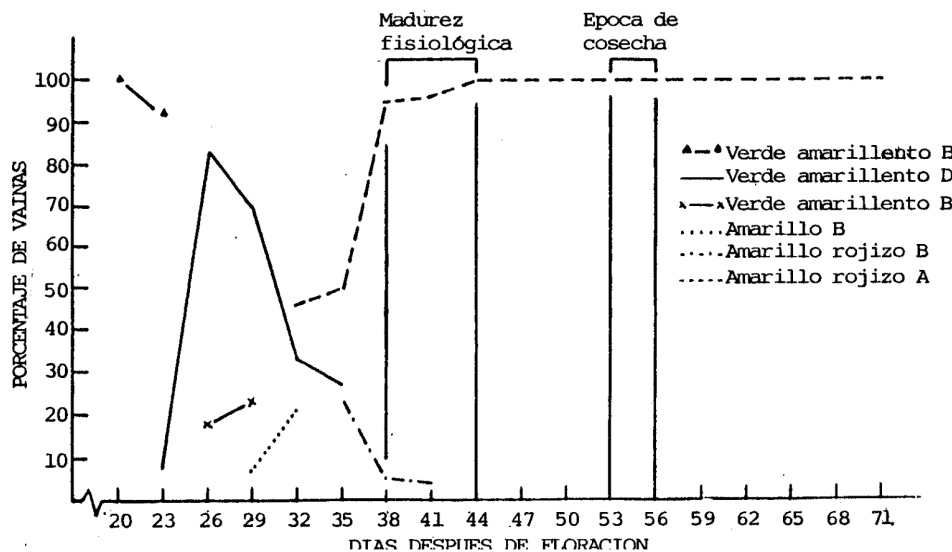


Figura 15. Coloración de la sutura de las vainas de frijol, del cultivar Chorotega. Grecia, Costa Rica. 1983.

En cuanto al funículo, la coloración rosada rojiza E predominó en madurez fisiológica y después de ésta; dominó antes de tal periodo las coloraciones neutro, rosado rojizo A e inclusive la rosada rojiza E (Figura 16). De todas las variables comparadas, esta es la única que los dos cultivares rojos poseen en común en madurez fisiológica.

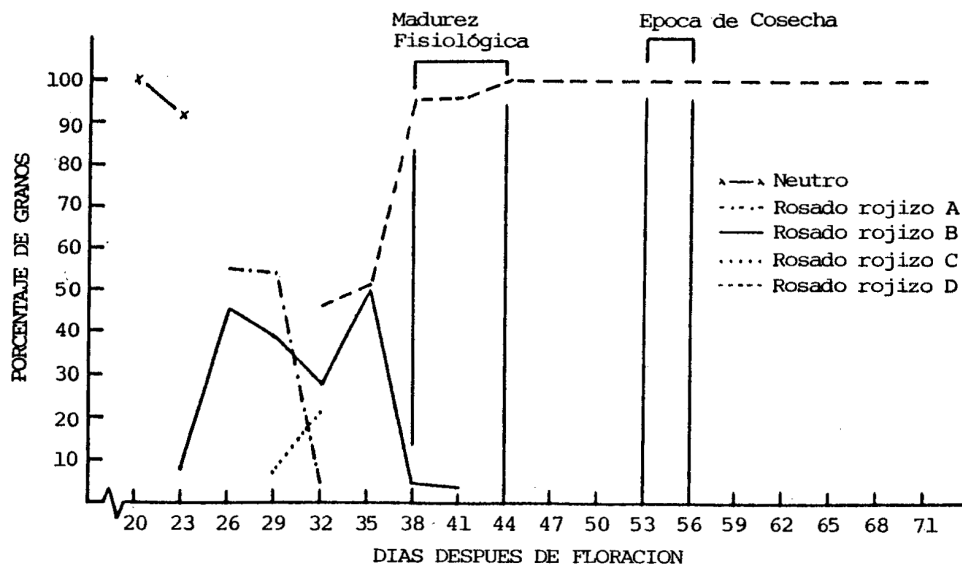


Figura 16. Coloración del funículo de las vainas de frijol, del cultivar Chorotega. Grecia, Costa Rica. 1983.

Las características de viabilidad que presentó este cultivar, poseen un comportamiento similar al del cultivar Huetar con porcentajes de germinación altos durante todas las épocas de muestreo. El vigor también mostró igual tendencia que se obtuvo presentando puntos máximos después de madurez fisiológica (Figuras 17 y 18).

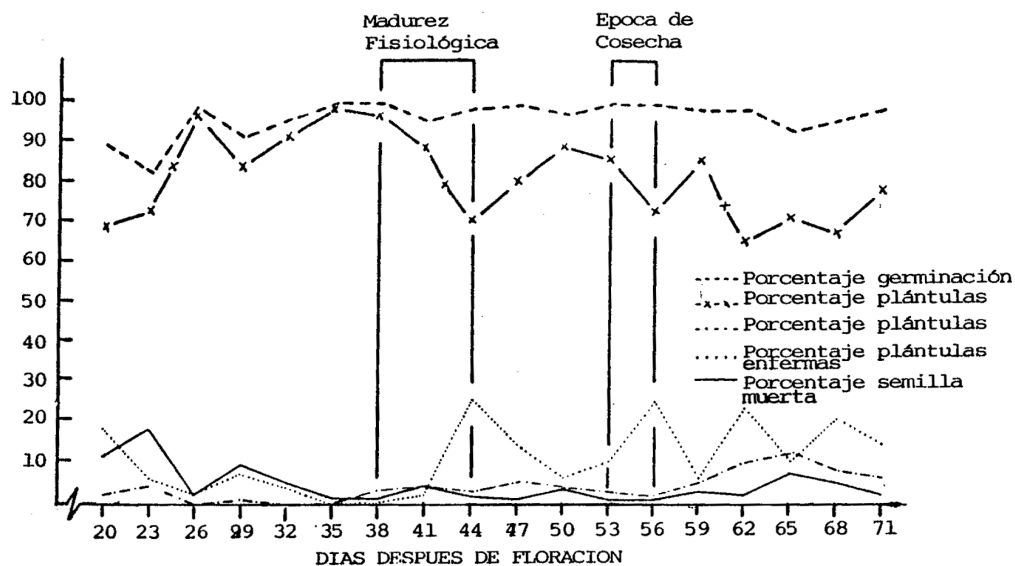


Figura 17. Germinación de los granos de frijol, del cultivar Chorotega. Grecia, Costa Rica. 1983.

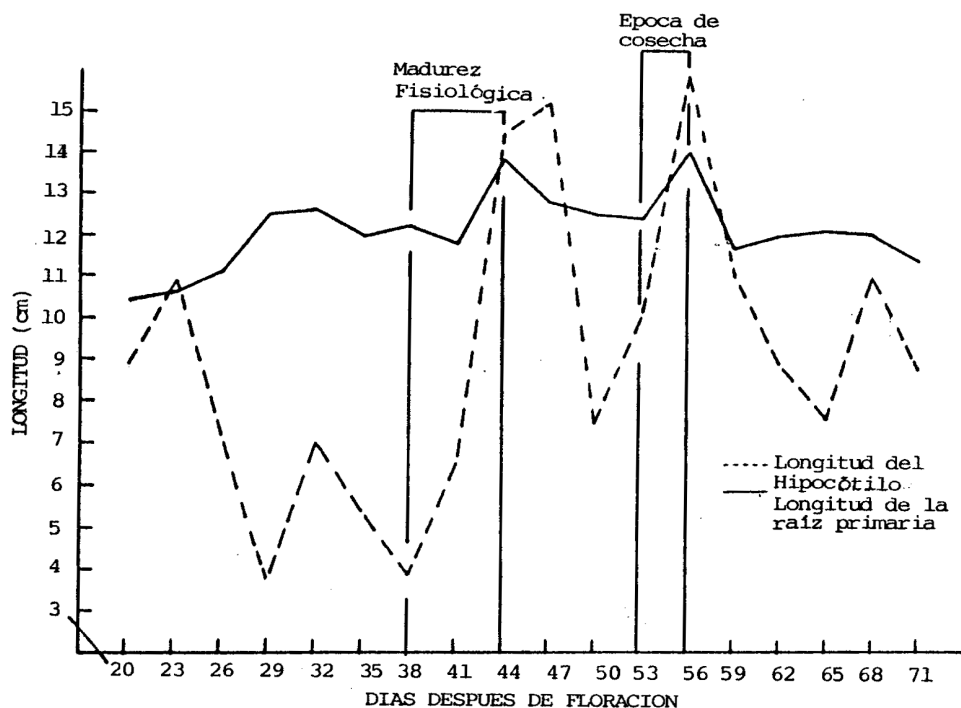


Figura 18. Vigor de los granos de frijol, del cultivar Chorotega. Grecia, Costa Rica. 1983.

DISCUSION

Después del periodo de madurez fisiológica existió una similitud en el comportamiento entre las curvas del acúmulo de materia seca y de humedad en los granos, pues ambas poseen un leve descenso y permanecen constantes después de la época de cosecha. La humedad en los granos se mantuvo cerca del 40% en madurez fisiológica, con excepción del cultivar Chorotega.

Las curvas del tamaño de los granos tuvieron un comportamiento similar a las de materia seca, pero tuvo un aumento para luego descender. Este comportamiento es comprensible basándose en el hecho de que el tamaño va a estar afectado por la materia seca y la humedad del grano.

Los granos con más de una coloración en diferentes etapas, como los presentados por los cultivares antes de madurez fisiológica, es de particular importancia, pues posibilita la distinción de etapas a simple vista, mediante muestreos representativos.

Según la literatura era de esperar que las curvas de germinación y vigor tuvieran un carácter ascendente antes de madurez fisiológica, debido a que en este periodo se han encontrado sus máximos valores y que luego descendiera (Da Silva; Viera; Sediñana, 1975).

Como se pudo notar tal comportamiento no se presentó, lo que se debió principalmente a la maduración poscosecha que indujeron las condiciones de almacenamiento a que se sometieron las semillas.

Los cambios en la coloración de los granos y valvas a diferencia de los cambios en la coloración de las otras variables evaluadas, podrían servir para identificar el periodo de madurez fisiológica y predecir su época de aparición.

Para el cultivar Huetar un 50% de granos color rosado rojizos E, 33% rosado rojizos C y un 17% rosado rojizos D, indicaron madurez fisiológica, pero en Chorotega la indicación estuvo basada en un 100% de granos rojos.

RESUMEN

El experimento se realizó en el Centro Regional de Occidente, universidad de Costa Rica, ubicado en Tacares de Grecia, Alajuela.

Se evaluaron los cambios de coloración de las vainas (valvas, sutura y funículo) del tegumento y del área alrededor del hilum, además del peso y porcentaje de humedad de los granos. El objetivo fue determinar un método práctico para determinar la madurez fisiológica de la semilla a nivel de campo.

Sólo los cambios en la coloración del grano y valvas se correlacionaron gráficamente con el período de madurez fisiológica de la semilla.

LITERATURA CITADA

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). 1976. Approved methods. 9 ed. Sto Paul, Minnesota, AACC, V. 2, p. 45-15.

DA SILVA, C. N; VIEIRA, C.; SEDIYANA, C. S. 1975. Determinação da época adequada de colheita do feijão (*Phaseolus vulgaris*) con base na qualidade fisiológica das sementes. Revista Ceres 22 (122): 264-271.

GILMORE, E. C. i ROGERS, J. S. 1958. Heat units as a method of measuring maturity in corn Agronomy Journal 50: 611-615.

IONSELL COLOR COMPANY. 1966. Munsell Color Chart for plant tissues. 2 ed. Baltimore. 5 p.

PEREZ, S. *et al.* 1978. Costa Rica, mapa de asociación de subgrupos de suelos de Costa Rica. San José, Costa Rica. Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria 1978. Esc. 1:200000. Color.
