

Fenología y acumulación de materia seca en variedades de frijol arbustivo de diferente hábito de crecimiento

Iris Etelvina Chavarín Espinoza¹, Rogelio Lépiz Ildefonso² y José de Jesús López Alcocer³

¹Estudiante de Licenciatura, ²Profesor Investigador, ³Graduado de Maestría. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, UDG. Km 15.5 Car. Guadalajara-Nogales, Las Agujas, Zapopan, Jalisco. rlepiz@cucba.udg.mx.

Introducción

Las variedades de frijol domesticado para siembras en unicultivo que no requieren de un soporte para guiar y producir, se identifican como de hábito arbustivo (Debouck e Hidalgo 1985). Dentro de este grupo, el hábito se subdivide en determinadas e indeterminadas. Las variedades determinadas identificadas como tipo I, el tallo y ramas terminan en una inflorescencia; en las indeterminadas, las ramas y tallo terminan en una yema vegetativa que produce una guía de diferente longitud. Por su parte, las variedades arbustivas de hábito indeterminado, se subdividen en dos grupos, dependiendo del tipo de tallo. Las de tallos fuertes y erectos, se conocen como arbustivas indeterminadas erectas tipo II y las variedades de tallos débiles y postrados, se conocen como arbustivas indeterminadas postradas tipo III.

Adicionalmente, como grupo las variedades de hábito determinado tipo I, son de pocos entrenudos (8 a 10), precoces, de bajo número de ramas, de hojas, vainas y granos grandes, vainas elevadas, insensibles al fotoperiodo, la mayoría pertenecientes al grupo genético andino raza Nueva Granada (Singh et al. 1991). Por la estructura de la planta y precocidad, tienden a ser de bajo potencial de rendimiento.

Igualmente, el grupo de variedades arbustivas indeterminadas y erectas tipo II, son de tallos fuertes y erectos, de mayor número de entrenudos (12 a 15) y pueden desarrollar o no, una guía pequeña. Las vainas se ubican en los nudos intermedios y producen un mayor número de vainas; son de hojas, vainas y granos pequeños, insensibles a fotoperiodo, de ciclo intermedio y la mayoría pertenecen a grupo genético Mesoamérica (Singh et al. 1991). Este grupo es de amplia adaptación y sus representados de alto potencial de rendimiento.

Por su parte, las variedades de hábito arbustivo indeterminado y postrado tipo III pueden tener de 12 a 15 entrenudos; son de tallos débiles y postrados, vainas ubicadas en los primeros entrenudos, de hojas, vainas y granos de tamaño medio, de ciclo precoz o intermedio, sensibles a fotoperiodo y pueden pertenecer a la raza Durango (Singh et al. 1991). Las variedades de este grupo son de mayor número de vainas y de mayor potencial de rendimiento entre los cultivares arbustivos.

Durante el desarrollo de la planta de frijol ocurren cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de base para identificar las fases o etapas por las que transita el cultivo desde siembra a cosecha. En genotipos de diferente hábito y ciclo biológico, una etapa determinada puede ocurrir en diferente tiempo. Por lo anterior, referirse a una etapa de desarrollo para la realización de una práctica o la aplicación de un

tratamiento al cultivo, es de mayor precisión, que referirse a los días después de la siembra.

El ciclo biológico de la planta de frijol se divide en dos fases sucesivas principales: fase vegetativa y fase reproductiva. La fase vegetativa se inicia con la germinación de la semilla y termina con la aparición de los primeros botones florales. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa (hojas, tallos, nudos, ramas, complejos axilares) necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta. Por su parte, la fase reproductiva da inicio con la aparición de los botones florales, hasta la madurez de cosecha (Fernández et al. 1991). En las plantas de hábito indeterminado continúa la formación de estructuras vegetativas, aun en presencia de órganos reproductivos; es decir, en una planta de este tipo, podemos encontrar formación simultánea de hojas, tallos, ramas, flores y vainas

De acuerdo con Fernández et al. (1991), en frijol se identifican 10 etapas de desarrollo o fenológicas. Las primeras cinco correspondientes a la etapa vegetativa: germinación (V0), emergencia (V1), hojas primarias (V2), primera hoja trifoliada (V3) y tercera hoja trifoliada (V4); las cinco etapas restantes, a la etapa reproductiva: prefloración (R5), floración (R6), formación de vainas (R7), llenado de vainas (R8) y madurez fisiológica (R9).

La planta de frijol produce y distribuye materia seca en diferentes partes y órganos, según la etapa de desarrollo en proceso; los órganos compiten entre sí, por nutrimentos y agua, elementos que casi siempre están en cantidades limitadas (White 1991). Los órganos compiten por estos recursos y se definen prioridades; los tejidos reproductivos (flores y vainas), tienen prioridad máxima; les siguen hojas y raíces y finalmente los tallos. Bajo condiciones de alta demanda, puede ocurrir translocación de nutrimentos de un órgano a otro, por ejemplo, la movilización de carbohidratos de los tallos a las vainas.

La manera como se producen, acumulan y distribuyen los fotosintatos entre las diferentes partes de la planta, es de gran importancia para la mejora genética y producción de grano de un cultivo. Las hojas son el principal órgano de producción o fuente de fotosintatos; en contraste, las raíces, tallos, flores y vainas, son los órganos de demanda y acumulación de los productos de la fotosíntesis (White e Izquierdo 1991). En frijol, generalmente la demanda de fotosintatos por los órganos de acumulación (vainas), es mayor que la fuente; en consecuencia, se producirá un aborto de flores y frutos.

La literatura menciona a una serie de características de la planta que en conjunto contribuyen a la producción, por lo que se identifican como componentes del rendimiento. Tales características son: número de vainas por planta, número de semillas por vaina y peso de semilla. La investigación ha mostrado que al incrementarse uno de los componentes, tiene efectos negativos sobre otro. Este efecto de correlación negativa, se conoce como efecto de compensación; es decir, que al seleccionar para altos niveles de un componente, probablemente se traducirá en bajos niveles de otro y no resultará en un incremento en rendimiento (White e Izquierdo 1991). No obstante el fenómeno de compensación, no se elimina la posibilidad de identificar una combinación óptima entre los componentes y deja abierta la posibilidad de seleccionar líneas de alto rendimiento.

Una estrategia para incrementar el potencial de rendimiento en frijol se basan en un incremento de la biomasa (fuente), apoyada en resultados que muestran una asociación estrecha entre producción de biomasa y rendimiento. Entre los componentes del rendimiento, el número de vainas es el más afectado por la reducción en la producción de fotosintatos. La reducción del rendimiento por efecto de sombreado y el incremento del mismo mediante la fertilización con CO₂, soportan la suposición de que la fuente es la limitante. Una manera simple de incrementar la fuente, es incrementar el ciclo de crecimiento del cultivo (White e Izquierdo 1991).

Considerando lo anterior y tomando en cuenta que el proyecto de desarrollo de variedades de frijol del CUCBA tiene nuevas líneas y variedades de alto valor agronómico para Jalisco, se hizo necesario determinar las etapas de desarrollo y acumulación de materia seca en variedades representativas pertenecientes a cada uno de los hábitos de crecimiento comunes de frijol arbustivo.

Materiales y métodos

En terrenos del Campo Experimental “Las Agujas” del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, en verano de 2008 se realizó un ensayo para determinar las etapas fenológicas y acumulación de materia seca de tres variedades de frijol cultivado de diferente hábito de crecimiento. Las variedades fueron Peruano Mostaza de hábito determinado arbustivo tipo I y grano grande tipo peruano; Vista de hábito indeterminado arbustivo erecto tipo II y grano blanco pequeño; Azufrado Tapatío de hábito indeterminado arbustivo postrado tipo III y grano bayo azufrado tamaño medio.

Las variedades se sembraron en parcelas de cuatro surcos de 5 m de longitud y 70 cm entre surcos, en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones; se fertilizó a la siembra y se dieron los cuidados necesarios durante el cultivo. Durante el desarrollo de la planta se registraron datos fenológicos y de materia seca en las etapas de primera hoja trifoliada (V3), tercera hoja trifoliada (V4), prefloración (R5), floración (R6), formación de vainas (R7), llenado de vainas (R8) y madurez fisiológica (R9). En cada muestreo para materia seca, se extrajeron 10 plantas al azar por parcela, se deshidrataron en invernadero y se llevaron a materia seca en estufa eléctrica a 60° C. Adicionalmente, se registraron variables consideradas componentes del rendimiento.

Resultados y discusión

Los resultados de la evaluación fenológica de las tres variedades de frijol de diferente hábito de crecimiento, se muestran en el Cuadro 1. El número que aparece en cada etapa de desarrollo, se refiere al número de días después de la siembra en que cada una de las variedades alcanzó la etapa fenológica señalada. Se aprecia que las tres variedades alcanzaron la madurez fisiológica entre los 88 y 93 días después de la siembra; es decir, la diferencia es pequeña y no corresponde a lo esperado según lo consignado en la literatura, que señala un gradiente general de precocidad entre hábitos de crecimiento, donde las variedades de hábito tipo I son más precoces, intermedias las de hábito II e intermedias o tardías las de hábito III (Fernández et al. 1991). Este resultado muestra por una parte la variabilidad genética que existe en precocidad entre hábitos de crecimiento y posiblemente, el efecto de la selección para el sitio de Zapopan, donde los genotipos deben ajustarse a la estación de crecimiento

que termina alrededor del 15 de octubre, por la presencia de días cortos (sensibilidad a fotoperiodo) y la finalización del ciclo de lluvias.

Al observar los días en que las variedades alcanzaron cada una las diferentes etapas de desarrollo, se aprecia que dos variedades Peruano Mostaza de hábito I y Azufrado Tapatío de hábito III, fueron iguales en tiempos fenológicos hasta la formación de la tercera hoja trifoliada (V4); posteriormente Tapatío aceleró su desarrollo, alcanzando la madurez fisiológica a los 90 días después de la siembra, 3 días antes que la variedad Peruano. Por su parte la variedad Vista, retrasada en su ciclo hasta la formación de vainas (R7), aceleró su desarrollo final, alcanzando la madurez a los 88 días, antes que los otros dos cultivares. Al observar la etapa reproductiva de formación de vainas (R7) a madurez (R9), la variedad Vista requirió de 36 días para llegar a R9, en tanto que las otras dos necesitaron de 42 días. Nuevamente este resultado muestra la variabilidad genética existente entre los cultivares y los diferentes mecanismos de ajuste como respuesta a la finalización de la estación de crecimiento.

Cuadro 1. Etapas fenológicas de tres variedades de frijol de diferente hábito de crecimiento. Número de días después de la siembra para alcanzar la etapa de desarrollo.

VAR	V1 Emer- gencia	V2 1ª ho simple	V3 1ª ho trifol	V4 3ª ho trifol	R5 Preflo ración	R6 Flo- ración	R7 Form vaina	R8 Llen vaina	R9 Mad fisiol
Peruano	6	13	21	29	37	41	51	62	93
Vista	7	14	22	30	38	43	53	63	88
Tapatío	6	13	21	29	36	40	48	61	90
Promedio	6	13	21	29	37	41	51	62	90

Por su parte los análisis de varianza para la variable materia seca, detectaron diferencias significativas entre variedades en cada uno de los cinco muestreos practicados (Cuadro 2). El análisis de los promedios graficados en la Figura 1, muestran que las tres variedades incrementaron de manera lineal la biomasa hasta la etapa de formación de vainas (R7), con una diferencia clara entre cultivares. Este resultado es congruente con lo consignado por White e Izquierdo (1991) y Kohashi-Shivata (1991), quienes señalan un incremento sostenido en la acumulación de materia seca en frijol hasta la etapa de llenado de vainas. El decremento de biomasa en Peruano en la etapa de floración (R6), se explica por la pérdida parcial del follaje debido al daño de alternaria (*Alternaria* spp.) en las hojas inferiores; la enfermedad fungosa se presentó por el exceso de lluvias durante R6, afectando de manera significativa a Peruano Mostaza.

En la etapa de prefloración, se observó una diferencia clara en la acumulación de materia seca total entre las variedades utilizadas; Peruano Mostaza alcanzó el valor mayor, en tanto que Azufrado Tapatío registró la menor acumulación de biomasa. Al avanzar el ciclo de floración a llenado de vainas, las tres variedades incrementaron la biomasa como se esperaba (Fernández et al. 1991); en estas dos etapas, Vista fue superior en materia seca acumulada, en relación a Peruano Mostaza y Azufrado Tapatío. Los datos de materia seca en las etapas finales de llenado de

vainas (R8) y madurez fisiológica (R9) actualmente en proceso, permitirán completar las curvas de acumulación de biomasa, caracterizar a los cultivares por esta variable y determinar las diferencias o similitudes entre los diferentes tipos de variedades de frijol estudiadas.

Cuadro 2. Estadísticos de los análisis de varianza de materia seca acumulada en cuatro etapas de desarrollo de tres variedades de frijol.

VARIABLE	CUADRADO MEDIO	VALOR DE F	PROBABILIDAD DE ERROR	COEFICIENTE VARIACIÓN
1ª hoja trifoliada (V3)	48.37	10.28	0.02*	8.78
2ª hoja trifoliada (V4)	132.85	6.25	0.05*	6.98
Prefloración (R5)	5348.92	59.70	0.01**	6.8
Floración (R6)	2598.74	11.58	0.02*	8.90
Formación vainas (R7)	3823.06	12.91	0.01**	7.73

Diferencias significativas al 0.05% de probabilidad de error (*)
Diferencias significativas al 0.01% de probabilidad de error (**)

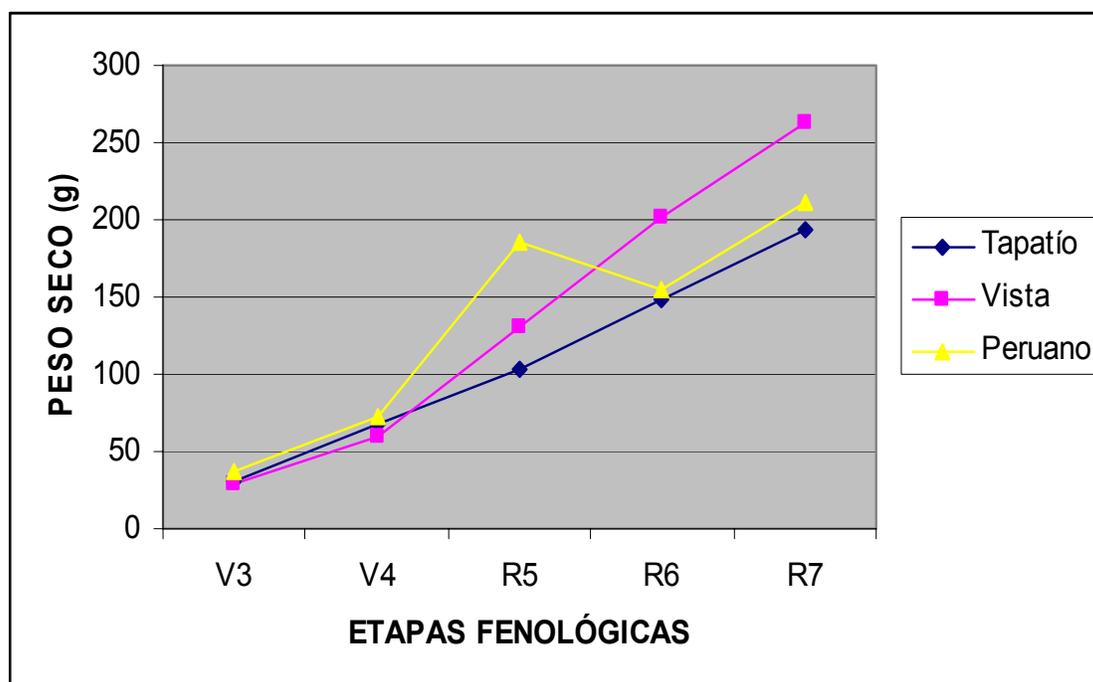


Figura 1. Acumulación de materia seca de tres variedades de frijol de diferente hábito de crecimiento (AT, Azufrado Tapatío; V, Vista; PM, Peruano Mostaza).

Conclusiones parciales

Las variedades de frijol arbustivo Peruano Mostaza, Vista y Azufrado Tapatío, no obstante su hábito de crecimiento diferente, mostraron tiempos similares en alcanzar las distintas etapas fenológicas. La variedad de frijol Vista que mostró un retraso en su desarrollo en las primeras etapas fenológicas, alcanzó la madurez fisiológica antes que las otras dos, debido a la reducción del número de días entre las etapas de llenado de vainas a madurez fisiológica.

En acumulación de materia seca, las tres variedades registraron un crecimiento lineal desde la etapa de primera hoja trifoliada a la formación de vainas. En las etapas de formación de vainas y llenado de vainas, la variedad Vista fue superior en acumulación de biomasa en relación a los otros dos cultivares estudiados.

Bibliografía

- Kohashi-Shivata, J. 1991. Fisiología. En: Contribuciones al conocimiento de frijol (*Phaseolus*) en México. Engleman, M. (ed). pp: 39-58.
- Debouck, D. y R. Hidalgo. 1991. Morfología de la planta de frijol común. En: Frijol: Investigación y Producción. López, M., F. Fernández y A. van Schoonhoven (eds). pp: 7-42.
- Fernández, F., P. Gepts y M. López. 1991. Etapas de desarrollo en la planta de frijol. En: Frijol: Investigación y Producción. López, M., F. Fernández y A. van Schoonhoven (eds). pp: 61-78.
- Singh, S. P., P. Gepts and D. G. Debouck. 1991. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). *Economic Botany* 45(3):379-396.
- White, J. 1991. Conceptos básicos en fisiología de frijol. En: Frijol: Investigación y Producción. López, M., F. Fernández y A. van Schoonhoven (eds). pp: 43-60.
- White, J. and Izquierdo, J. 1989. Physiology of yield potential and stress tolerance. In: Common Bean: Research for Crop Improvement. van Schoonhoven, A. and O. Voysest (eds.). pp: 287-382.