

Modelos empíricos que explican la dinámica de acumulación de materia seca de la maleza presente en frijol y de su rendimiento en clima templado

ESCALANTE-ESTRADA, José Alberto Salvador`, RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, María Teresa` y ESCALANTE-ESTRADA, Yolanda Isabel`

J. Escalante, M. Rodríguez y Y. Escalante

`Postgrado en Botánica. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Mpio. de Texcoco, Edo. de Méx., México.56230.

`Instituto de Investigación Científica, Área de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, Guerrero, México.

jasee@colpos.mx

D. Sepúlveda, R. Salazar, F. Pérez y J. Rocha (eds.) Ciencias Químicas y Matemáticas-©ECORFAN, Texcoco de Mora-México, 2015.

2 Introducción

Uno de los principales problemas que limitan la producción de frijol es la presencia de maleza. Cuando esta no se controla, ocurren altas reducciones en el rendimiento (RG) y calidad de los cultivos (Serrano et al., 2001; Escalante y Rodríguez, 2007) o cuando su manejo se realiza en forma tardía o deficiente (Bowen y Kratky, 1980), debido a que además de competir por espacio, agua, luz y nutrientes son hospederas de plagas e insectos vectores de enfermedades. Por lo general, se ha determinado que para evitar reducciones en el RG se requiere un período libre de maleza entre un tercio y un cuarto del su ciclo de desarrollo del cultivo (Kasasian y Seeyave, 1969). En frijol, se han encontrado reducciones entre 60 y 80 % en el RG con maleza durante todo el ciclo del cultivo (Woolley et al., 1993). Medrano et al. (1973) señalan que no remover la maleza durante el ciclo del frijol, reduce el rendimiento hasta el 69% y que el período crítico de competencia con la maleza está entre los primeros 20 a 40 días. Asimismo, señalan que la maleza que crece después de los 40 días solamente reducen el rendimiento en 19%. Mondragón et al. (2001) con siembras en Chapingo de los cultivares de frijol Negro Huasteco (hábito determinado Tipo I), Pedigri-341 y Negro San Luis (hábito indeterminado Tipo II y III, respectivamente) a la densidad de 33 plantas m⁻², con aplicación de dos riegos en las etapas iniciales de desarrollo del cultivo, encontraron que a los 44 dds del frijol, una densidad de maleza entre 329 y 411 plantas m⁻² y una producción de MS de 257 a 308 g m⁻². El RG del frijol osciló entre 877 y 1082 g m⁻². Dentro de las especies monocotiledóneas de maleza que se encontraron en el cultivo tenemos a *Eragrostis mexicana*, *Eleusine multiflora* y *Cyperus esculentus*, y dicotiledóneas como *Simsia amplexicaulis*, *Portulaca oleracea*, *Oxalis latifolia*, *Malva parviflora* y *Amaranthus hybridus*. Por otra parte, si se considera que la acumulación de MS en la maleza es a costa de la acumulada en el grano de *Phaseolus*, es de importancia conocer el grado de relación mediante modelos empíricos. El objetivo de este estudio fue determinar: a) el modelo que explica el rendimiento del ayocote y frijol y la producción de materia seca de maleza en función de la densidad de población de maleza; b) sí el tamaño del dosel del frijol influye sobre la densidad, acumulación de materia seca de la maleza, rendimiento del cultivo y el modelo que explique dicha respuesta

2.1 Materiales y métodos

La siembra de los cultivares indicados en el Cuadro 1, se realizó el 19 de junio de 2012, a la densidad de 4.16 plantas por m⁻², en surcos de 80 cm de separación bajo condiciones de lluvias estacionales en Montecillo, Méx. (19°29' N, 98° 45' O, 2 250 m de altitud, clima templado, García, 2004). El suelo fue de tipo Fluvisol arcilloso con pH de 8.0, una conductividad eléctrica (CE) media de 0.76 dS m⁻¹, fertilizado con 100-100-00 de N, P y K. Los cultivares de *Phaseolus* utilizados en el presente estudio así como sus características morfológicas y fenología se presentan en la tabla 2.

Tabla 2 Cultivares de Phaseolus utilizados en el presente estudio. Montecillo Méx

Cultivar	Abreviatura	Hábito de crecimiento	Tipo
Bayomex	BAYO	Determinado	I
Flor de Durazno	FDO	Determinado	I
Ojo de Venado*	OJVE	Indeterminado	II
Ayocote Morado *	AYOM	Indeterminado	II
Ayocote Blanco *	AYOB	Indeterminado	II
Ayocote Negro *	AYON	Indeterminado	II
Pinto Villa	PINVI	Indeterminado	III
Negro Qro.	NQRO	Indeterminado	III

El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Durante el ciclo del cultivo se registró el promedio decenal de la temperatura (°C) máxima (T_{máx}) y mínima (T_{mín}) y la suma decenal y estacional de la precipitación. En el frijol se evaluó la fenología (de acuerdo con el criterio señalado en Escalante y Kohashi (1993) y el rendimiento de grano (RG, MS, g). Se aplicó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey. El cultivo se mantuvo libre de maleza por los primeros 35 días. Después de este período se dejó desarrollar. A la MF del frijol, con un cuadrante de 50 * 50 cm por cada unidad experimental se evaluó el número de especies, la densidad y la producción de materia seca o biomasa (MS), de maleza, reportándose los datos por m². Se calculó el índice de cosecha de cultivo (ICC), mediante la ecuación $ICC = \left\{ \frac{MS \text{ acumulada en el grano del frijol}}{MS \text{ acumulada en el grano del frijol} + \text{Materia seca de la maleza}} \right\} * 100$. Mediante el paquete estadístico Excel, se buscaron los mejores modelos de ajuste para rendimiento de frijol y la materia seca producida por la maleza en función de la densidad de población de maleza.

2.2 Resultados y discusión

Tabla 2.1 Fenología, ancho del dosel a la floración, hábito y tipo de crecimiento de los cultivares de *Phaseolus* utilizados en el presente estudio. Montecillo, México

Cultivar	Abreviatura	Hábito de crecimiento	Tipo	Días a floración (R6)	Días a madurez fisiológica (R9)
Bayomex	BAYO	Determinado	I	45	100
Flor de Durazno	FDO	Determinado	I	46	102
Ojo de Venado*	OJVE	Indeterminado	II	50	100
Ayocote Morado *	AYOM	Indeterminado	II	52	110
Ayocote Blanco *	AYOB	Indeterminado	II	52	112
Ayocote Negro *	AYON	Indeterminado	II	54	112
Pinto Villa	PINVI	Indeterminado	III	45	98
Negro Gro.	NQRO	Indeterminado	III	55	105

Maleza

En el cultivo de frijol las especies de maleza que ocurrieron en orden de mayor densidad y acumulación de MS fueron: *Simsia amplexicaulis* (cav) Pers, *Chenopodium* spp, gramíneas (*Eragrostis mexicana* Hornem (Link), *Eleusine multiflora* Hochst. Ex A.Rich), *Amaranthus hybridus* L., *Oxalis latifolia* Kunt y *Cyperus esculentus* L. Así mismo, se observa que la especie, densidad y materia seca de la maleza (de la siguiente generación después de la eliminación realizada a los 31 dds de la siembra del cultivo), mostró cambios en función del cultivar de *Phaseolus* sembrado. En la siembra con ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) se encontró la más baja densidad y materia seca de maleza (16 a 32 plantas m⁻²; y 216 a 301 g m⁻², respectivamente). El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) presentó la DP y acumulación de MS de maleza más alta que los cultivares de Ayocote (Tabla 2.1). BAYO presentó la mayor densidad y MS de maleza (76 plantas m⁻² y 588 g m⁻², respectivamente), seguido de NQRO, OJVE y PINVI el cual presentó el valor más bajo con 50 plantas m⁻² y 469 g m⁻², respectivamente (Tabla 2.1).

Tabla 2.2 Rendimiento (RG, gm⁻²), ancho del dosel de los cultivares de Phaseolus, materia seca (MS) y densidad de población (DP) de la maleza (g m⁻²), índice de cosecha del cultivo (ICC). Montecillo, México

Cultivar	Abreviatura	Hábito de crecimiento	Tipo	Ancho de dosel a floración (cm)	RG (gm ⁻²)	MS maleza (g m ⁻²)	DP MALEZA (plantas m ⁻²)	ICC (%)
Bayomex	BAYO	Determinado	I	30	20 d	550 a	76 a	4 c
Flor de Durazno	FDO	Determinado	I	40	80 c	489 b	60 b	14 c
Ojo de Venado*	OJVE	Indeterminado	II	40	70 c	419 c	40 d	14 c
Ayocote Morado *	AYOM	Indeterminado	II	60	159 a	288 d	27 e	46 a
Ayocote Blanco *	AYOB	Indeterminado	II	60	128 b	301 d	32 e	30 b
Ayocote Negro *	AYON	Indeterminado	II	60	169 a	216 e	16 f	44 a
Pinto Villa	PINVI	Indeterminado	III	30	40 d	469 b	50 c	8 c
Negro Qro.	NQRO	Indeterminado	III	30	50 d	498 a	66 b	9 c

Rendimiento de grano del ayocote y frijol

Bajo competencia con la maleza después de los 31 dds, *P.coccineus* L. presentó un RG más alto que *P.vulgaris* L. Así, el RG de AYON, AYOM y AYOB fue de 169,159 y 128 g m⁻², respectivamente (Cuadro 3), el cuál superó en 66% a *P.vulgaris* L. El RG más alto del frijol lo presentaron FDO y OJVE con 80 y 70 g m⁻², respectivamente; seguido de NQRO, PINVI y BAYO que presenta el RG más bajo con 20 g m⁻² (Tabla 2.2).

Modelos de la dinámica del rendimiento en grano y materia seca de la maleza en función de la densidad de población de maleza

En la Figura 1 que presenta la dinámica del RG y de la MS de la maleza en función de la DP de la maleza, se observa que el RG de Phaseolus disminuyó; mientras que la acumulación de MS se incrementó conforme su DP fue más alta. El modelo que explica ambas dinámicas fue del tipo logarítmico. Esto indica que un aumento en DP de maleza, conduce a una reducción en el RG del frijol en beneficio de una acumulación de MS más alta de la maleza, observando una relación lineal negativa entre ambas variables como se presenta en la Figura 2.1.

Figura 2 Dinámica de acumulación de materia seca en el grano de frijol (RG) y en la materia seca (MS) de la maleza que ocurre en el cultivo en función de la densidad de plantas (DP) de maleza. Montecillo, Edo. de México

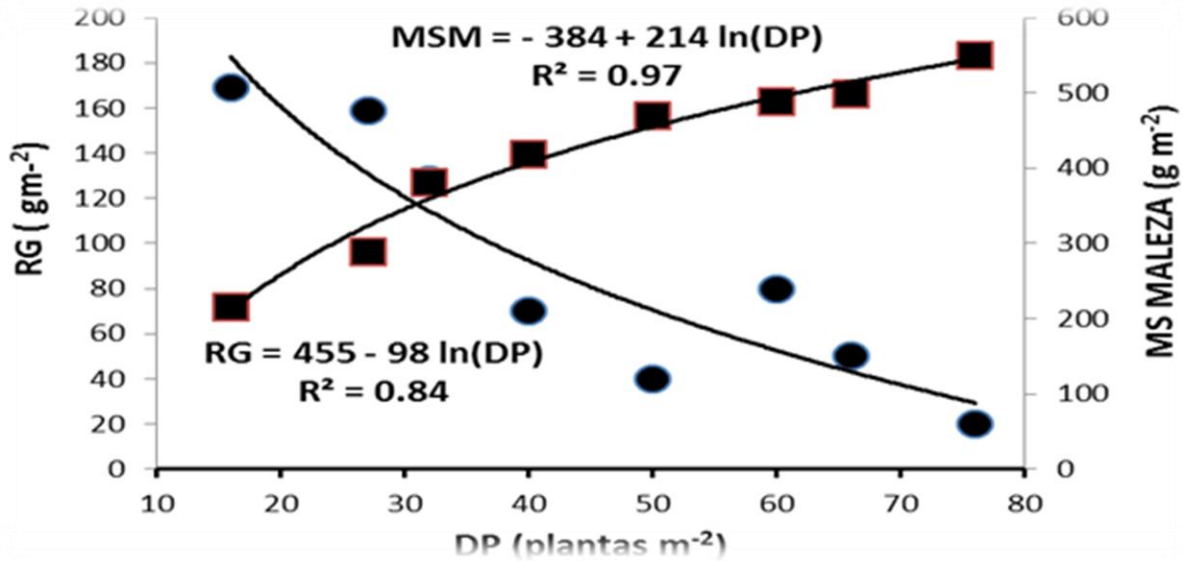
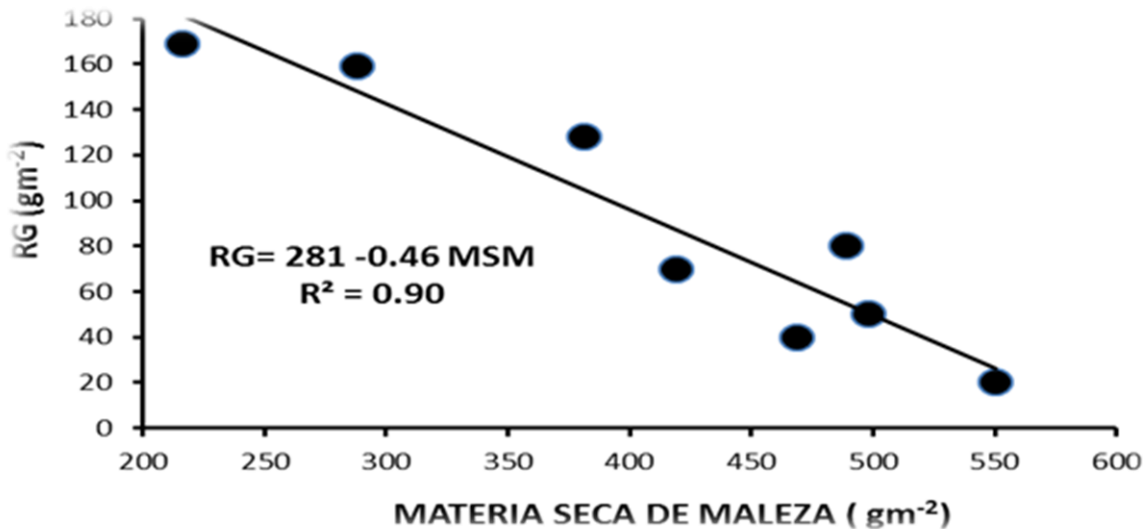


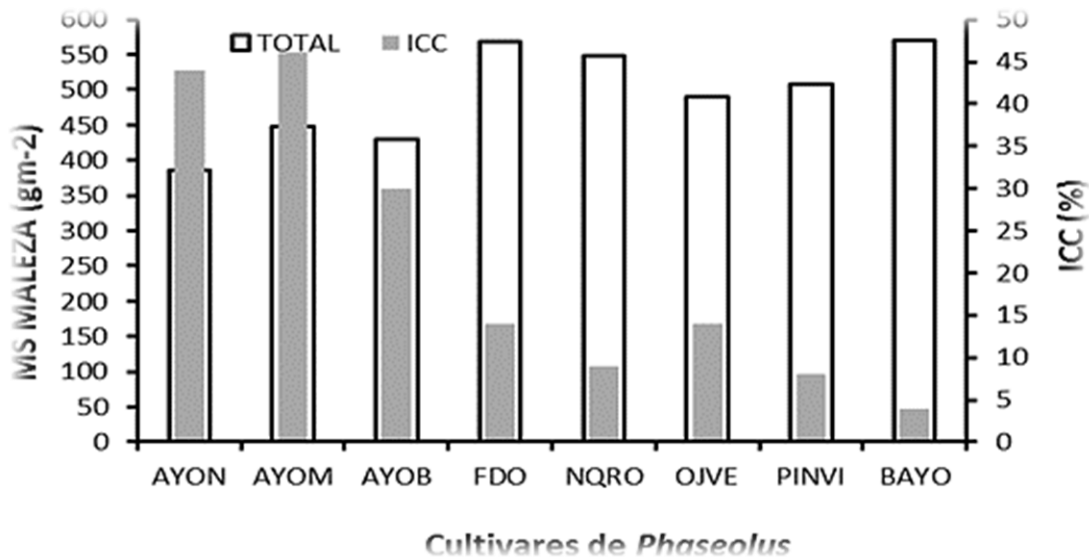
Figura 2.1 Relación materia seca acumulada en el grano del frijol y acumulada en la maleza que ocurre en el cultivo. Montecillo, Edo. de México



Índice de cosecha del cultivo (ICC)

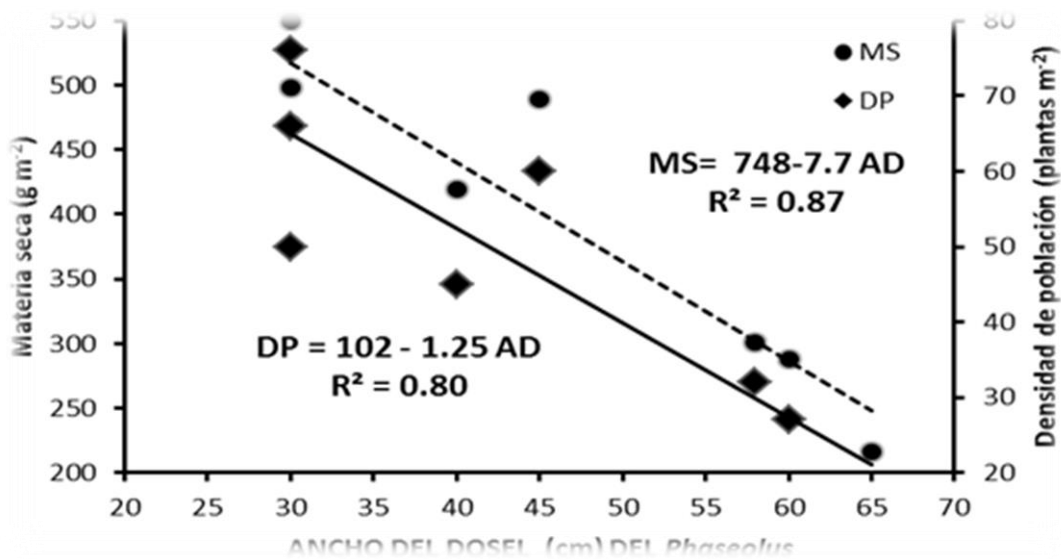
El índice de cosecha del cultivo (ICC), de *P. coccineus* L. fue más alto que en *P. vulgaris* L., lo que indica una mayor eficiencia en la acumulación de MS hacia el cultivo de interés agrícola con la siembra de ayocote, en relación a la siembra de frijol. Así, el ICC del Ayocote fue del orden de 30 a 46%; mientras que el frijol fue de 4 a 14%. En *P. coccineus* L., el ICC más alto se observó en AYON y AYOM; mientras que en frijol el ICC más alto correspondió a FDO y OJVE y el más bajo a BAYO (Tabla 2.2 y Figura 2.1).

Figura 2.2 Índice de cosecha del cultivo (ICC) en una parcela de frijol con maleza. Montecillo, Edo. de Méx. AYON= Ayocote negro, AYOM= Ayocote morado, AYOB = Ayocote blanco, FDO = Flor de durazno, NQRO = Negro Querétaro, OJVE = Ojo de Venado, PINVI = Pinto Villa, BAYO = Bayomex



Finalmente, la densidad de población, acumulación de materia seca en la maleza que ocurre a partir de los 35 días de la siembra del cultivo, y el rendimiento en grano del Ayocote y frijol, puede estar determinado por el tamaño del dosel vegetal como se indica en la Figura 2.3, en donde se observa una reducción en la densidad y acumulación de materia seca de la maleza, conforme el dosel del cultivo es de mayor tamaño. Dicha función responde a un modelo lineal con pendiente negativa.

Figura 2.3 Densidad de población (plantas m⁻², DP) y acumulación de materia seca (gm⁻²) de la maleza presente en función del tamaño del dosel (ancho en cm) del cultivo de Phaseolus. Montecillo, Edo. de México



2.3 Conclusiones

La acumulación de materia seca en el grano de *Phaseolus* y en la maleza como respuesta a la densidad de maleza sigue un patrón logarítmico. Bajo competencia con maleza, en relación a los cultivares de frijol, los de Ayocote presentan mayor rendimiento en grano. La densidad y acumulación de materia seca en la maleza presente en el cultivo de Ayocote es más baja que en frijol. La densidad y acumulación de materia seca en la maleza que se presenta a partir de los 35 días de la siembra del cultivo y el rendimiento en grano de *Phaseolus* están determinados por el tamaño del dosel vegetal.

2.4 Referencias

- Bowen J. E. y B. A. Kratky.(1980). Control de malezas en los trópicos. *Agricultura de las Américas* 29 (6):20.
- Escalante-Estrada J. A. and M. T. Rodríguez G. (2007). Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield reduction based on weed intensity competition. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative* 50:169-170.
- Escalante- Estrada J. A. y J. Kohashi-Shibata. (1993). El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para toma de datos. Colegio de Postgraduados. Montecillo. Mpio. De Texcoco Méx. 84 pág.
- García E. L. (2004). Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen 4a. Ed. UNAM. México, D.F. 217 p.
- Kasasian L. and J. Seeyave. (1969). Critical periods for weed competition. *PANS* 15:208-212.
- Medrano S. C., R. Avila L. y J.T. Villasmil. (1973). Determinación del período crítico de competencia de las malezas en frijol *Vigna unguiculata* (L) Walp. *Revista de la facultad de agronomía (LUZ)* 2 (3):7-13.
- Mondragón-Pedrero G., L M. Serrano C., J. Hernández J y G. Méndez V. (2001). Efecto de diferentes arreglos topológicos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sobre el rendimiento e incidencia de malezas. *Revista Mexicana de la ciencia de la maleza* 1 (1):19-23.
- Serrano C.L.M., G.Mondragón P. y R. Martínez M. (2001). Épocas de deshierbe en siete genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su habilidad competitiva contra la maleza. *Revista Mexicana de la ciencia de la maleza* 1 (1):41-47.
- Woolley B.L., T. E. Michaels, M.R. Hall and C.J. Swanton. (1993). The critical period of weed control in white bean (*Phaseolus vulgaris*). *Weed Sci.*41:180-184.