

Fecha de siembra y rendimiento potencial del frijol bajo régimen de lluvia

Data de sementeira e rendimento potencial do feijão em regime de chuvas

Sowing date and potential yield of beans under rainfall regime

DOI: 10.34188/bjaerv9n1-069

Submitted: Jan 5th, 2026

Approved: Feb 4 th, 2026

José Alberto Salvador Escalante Estrada

Doctor Ingeniero Agrónomo

Postgrado en Botánica, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo
México

Yolanda Isabel Escalante Estrada

Maestra en Ciencias

Instituto de Investigación Científica área de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de
Guerrero
Guerrero, México

Luis Enrique Escalante Estrada

Maestro en Ciencias

Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero. Iguala Gro.
Guerrero, México

E-mail: leescalante2003@yahoo.com.mx

RESUMEN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo de importancia que se siembra en todo México principalmente de régimen de lluvia (temporal). Sus propiedades nutricionales y medicinales lo hace un cultivo básico para la dieta alimenticia. Se considera “rendimiento potencial” el que se genera cuando todos los órganos reproductivos formados llegará al final de su ciclo como vainas con grano. El “rendimiento real” es el que se obtiene bajo las condiciones del agricultor. Así, el objetivo del presente estudio fue determinar el crecimiento, rendimiento real y potencial del frijol de diferente hábito y ciclo de crecimiento en siembras tardías de régimen de lluvia (temporal). El estudio se realizó en Iguala, Gro., de clima cálido subhúmedo de 731 msnm de altitud. Los cultivares de frijol Canario 107 de hábito determinado, grano claro y Michoacán 12-A-3 de hábito indeterminado arbustivo de grano negro, se sembraron el 30 de junio, 15 y 30 de julio, a una densidad de 13.3 plantas m⁻². La fertilización 40-40-00 de NPK aplicada antes de la siembra. El diseño experimental fue bloques al azar con arreglo de parcelas divididas. La parcela mayor el cultivar (CV) y la menor la fecha de siembra (FS) con cinco repeticiones. A la cosecha, por m², la biomasa (g de materia seca, MS), rendimiento (MS en grano, g), el número de semillas y vainas normales, el tamaño del grano (peso medio del grano (mg)). Se aplicó un análisis de varianza, correlación y regresión por SAS. Los resultados indican que la siembra de temporal posterior al 30 de junio presenta reducciones en el crecimiento, rendimiento y componentes del frijol que se relacionan con la menor precipitación pluvial. Dicha reducción fue más drástica en el frijol Michoacán de hábito de crecimiento indeterminado. En la siembra del 15 de julio el rendimiento de Michoacán superó al de Canario. Los componentes más asociados con el rendimiento fueron el número de granos, vainas y racimos. Además el modelo de predicción involucra el tamaño del grano.

Palabras clave: biomasa, rendimiento en grano, número de vainas, número de granos,

RESUMO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma importante cultura cultivada em todo o México, principalmente em regime de sequeiro. Suas propriedades nutricionais e medicinais o tornam um alimento básico. O "rendimento potencial" é considerado o rendimento gerado quando todos os órgãos reprodutivos atingem o final do seu ciclo como vagens com sementes. O "rendimento real" é o rendimento obtido nas condições do agricultor. Assim, o objetivo deste estudo foi determinar o crescimento, o rendimento real e o rendimento potencial do feijão comum com diferentes hábitos e ciclos de crescimento em cultivos de plantio tardio em regime de sequeiro. O estudo foi conduzido em Iguala, Guerrero, uma região de clima quente e subúmido a uma altitude de 731 metros acima do nível do mar. As cultivares de feijão Canario 107 (hábito determinado, grãos claros) e Michoacán 12-A-3 (hábito indeterminado, grãos pretos) foram semeadas em 30 de junho, 15 de julho e 30 de julho, na densidade de 13,3 plantas m⁻². A adubação com NPK 40-40-00 foi realizada antes da semeadura. O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos com parcelas subdivididas. A parcela maior representou a cultivar (CV) e a parcela menor representou a data de semeadura (DS), com cinco repetições. Na colheita, por m², foram mensurados: biomassa (g de matéria seca, MS), produtividade (g de MS de grãos), número de grãos e vagens normais e tamanho de grãos (peso médio de grãos, mg). Análises de variância, correlação e regressão foram realizadas utilizando o programa SAS. Os resultados indicam que o plantio em regime de sequeiro após 30 de junho apresenta reduções no crescimento, na produtividade e nos componentes do feijão, relacionadas à menor precipitação. Essa redução foi mais drástica na variedade de feijão Michoacán, de hábito de crescimento indeterminado. No plantio de 15 de julho, a produtividade da variedade Michoacán superou a da variedade Canario. Os componentes mais associados à produtividade foram o número de grãos, vagens e cachos. Além disso, o modelo de predição inclui o tamanho do grão.

Palavras-chave: biomassa, produtividade de grãos, número de vagens, número de grãos

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is an important crop grown throughout Mexico, primarily under rainfed conditions. Its nutritional and medicinal properties make it a staple food. The "potential yield" is considered to be the yield generated when all the reproductive organs reach the end of their cycle as pods with seeds. The "actual yield" is the yield obtained under the farmer's conditions. Thus, the objective of this study was to determine the growth, actual yield, and potential yield of common beans with different growth habits and cycles in late-planted crops under rainfed conditions. The study was conducted in Iguala, Guerrero, a warm, sub-humid climate at an altitude of 731 meters above sea level. The bean cultivars Canario 107 (determinate habit, light-colored grain) and Michoacán 12-A-3 (indeterminate bush habit, black grain) were sown on June 30, July 15, and July 30 at a density of 13.3 plants m⁻². Fertilization with 40-40-00 NPK was applied before sowing. The experimental design was a randomized complete block design with a split-plot arrangement. The larger plot represented the cultivar (CV) and the smaller plot represented the sowing date (SD), with five replications. At harvest, per m², the following were measured: biomass (g of dry matter, DM), yield (g of grain DM), number of seeds and normal pods, and grain size (average grain weight, mg). An analysis of variance, correlation, and regression was applied using SAS. The results indicate that rainfed planting after June 30th shows reductions in growth, yield, and bean components related to lower rainfall. This reduction was more drastic in the Michoacán bean variety with an indeterminate growth habit. In the July 15th planting, the Michoacán yield exceeded that of the Canario variety. The components most associated with yield were the number of grains, pods, and bunches. Furthermore, the prediction model includes grain size.

Keywords: biomass, grain yield, number of pods, number of grains

1 INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo de importancia por sus propiedades nutricionales y medicinales ya que su consumo ayuda a reducir el riesgo de algunas enfermedades (Bennink, 2005), esto lo hace un cultivo básico para la dieta. Se siembra en todo México, principalmente de régimen de lluvia (temporal y depende de la cantidad y distribución de la lluvia, por lo que es importante la siembra oportuna al inicio de las lluvias para asegurar que el cultivo no sufra de un mayor déficit de agua. Un retraso en la fecha de siembra dejaría al cultivo con menor disponibilidad de agua durante su ciclo, lo que se reflejaría en un menor crecimiento y rendimiento. Esto ha sido el motivo del porqué algunos agricultores al pasar las primeras lluvias ya no siembran. Sin embargo, se desconoce el rendimiento que se podría lograr en siembra tardía, bajo estas condiciones la respuesta en el rendimiento podría esperarse que se asociara con la duración del ciclo y hábito de crecimiento del frijol. Se considera “rendimiento potencial” el que se genera cuando todos los órganos reproductivos formados llegaran al final de su ciclo como vainas con grano las cuales presentan una relación alta con el rendimiento en grano (Escalante *et al.*, 2025). Sin embargo, por lo general ocurre caída de éstos debido a que la senescencia foliar, reduce el área de producción de fotosintatos la que no es suficiente para el llenado de éstos. También esta caída es estimulada por factores como temperatura alta, déficit de agua y ,nutrimentos (Escalante *et al.*, 2001). El “rendimiento real” es el que se obtiene bajo las condiciones del agricultor. Así, el objetivo del presente estudio fue determinar el crecimiento y rendimiento real y potencial del frijol de diferente hábito y ciclo de crecimiento en siembras tardías de régimen de lluvia (temporal) en clima cálido.

2 MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se realizó en Iguala, Gro. (18° 25' N, 99° 35' O y 731 msnm de altitud) de clima cálido subhúmedo (Aw, García, <2004) y suelo de textura franco-arcilloso, pH 7.5, sin problemas de salinidad (0.18 dS m⁻¹) y 4% de materia orgánica. Los cultivares de frijol Canario 107 (Canario) de hábito determinado color de flor rosada y grano amarillo y Michoacán 12-A-3 (Michoacán) de hábito indeterminado arbustivo de flor morada y color de grano negro, se sembraron el 30 de junio, 15 y 30 de julio, a una densidad de 13.3 plantas m⁻² en surcos con 75 cm de distancia. La fertilización aplicada antes de la siembra fue 40-40-00 de NPK. El diseño experimental fue bloques al azar con arreglo de parcelas divididas. La parcela mayor correspondió al cultivar (CV) y la menor a la fecha de siembra (FS). El número de repeticiones fue de cinco. La unidad experimental fue de cinco surcos de 4 m de longitud. Se registró los días después de la siembra (dds) a emergencia, a inicio de floración (IF) y madurez fisiológica (MF) de acuerdo con los criterios presentados en Escalante y Kohashi (2024); la temperatura (°C) máxima, mínima, la precipitación (mm) y el fotoperíodo. A la

madurez fisiológica, por unidad de superficie (m^2) la biomasa (g de materia seca, MS), rendimiento (MS en grano, g), el número de semillas y vainas normales, el tamaño del grano (peso medio del grano (mg) (Escalante y Kohashi, 2024). A las variables registradas a la madurez se les aplicó un análisis de varianza, correlación y regresión por SAS.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La media de temperatura máxima ($32\text{--}33^\circ\text{C}$), mínima (19°C) y el fotoperiodo (12 hs) durante el ciclo del cultivo fue similar entre FS y solamente se observaron cambios en la precipitación acumulada (PP). La emergencia en los diferentes tratamientos ocurrió a los 5 dds. En ambos cultivares el IF y la MF se acortaron conforme la FS fue más tardía (Cuadro 1). La PP que fue de 571, 446 y 391 mm para la siembra del 30 de junio, 15 y 30 de julio, respectivamente y se relacionó con la disminución en la producción de biomasa. El CV Michoacán mostró la biomasa más alta con 1770 g m^{-2} en comparación con Canario que mostró 1333 g m^{-2} . El IC fue más alto en Michoacán con 42 % que en Canario que presentó 34% y el RG de 1066 y 474 g m^{-2} , respectivamente (Cuadro 3). En relación al promedio por fecha de siembra, la tendencia fue a disminuir conforme la siembra fue después del 30 de junio (cuadro 3). El efecto de la FS en cada CV fue semejante. Así, la BT, RG e IC disminuyeron conforme la FS fue posterior al 30 de junio (Cuadro 4). Bajo condiciones severas de disponibilidad de agua, Michoacán superó en 85% el rendimiento de Canario. La relación entre la biomasa, el rendimiento con la PP en la mayoría de los casos fue de tipo logarítmico (Figuras 1 y 2). Los cambios en el rendimiento del frijol se relacionaron con cambios en el índice de cosecha, número de vainas, semillas y peso promedio de semilla (Cuadro 2). Estos resultados indican que la menor disponibilidad de agua (hasta de 30%) debido a la siembra tardía en la época de lluvias podría conducir a reducciones en la biomasa, los componentes del rendimiento y en consecuencia hasta del 75% en la producción de frijol en clima cálido. No obstante, el rendimiento de Michoacán (aprox. 0.5 ton ha^{-1}) logrado con la siembra más tardía (30 de julio) podría considerarse como aceptable, lo que sugiere que la siembra de este cultivar puede recomendarse cuando dicha situación ocurra.

Cuadro 1. Fenología del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de diferente hábito de crecimiento en función de la fecha de siembra. Elaboración propia (2026).

	CANARIO		MICHOACÁN	
FECHA DE SIEMBRA	INICIO DE FLORACIÓN	MADUREZ FISIOLÓGICA	INICIO DE FLORACIÓN	MADUREZ FISIOLÓGICA
30 JUNIO	37	84	40	100
15 JULIO	30	79	36	90
30 JULIO	30	77	33	85

Los números para cada etapa son días después de la siembra.

Cuadro 2.- índices .elementos del clima y fechas de siembra. Suma y valores medios del ciclo del cultivo. Iguala Gro. Verano 2018. Elaboración propia (2026).

FECHA DE SIEMBRA	PP (mm)	UC (°C d{ia)	Tmáx	Tmín	Fotoperíodo (Horas)
30 JUNIO	509	1347	33	19	13
15 JULIO	421	1258	32	19	12
30 JULIO	391	1196	32	19	12

PP= precipitación pluvial; UC=unidades calor ; Tmáx y Tmín =temperatura máxima y mínima,respectivamente. Respectivamente

Figura 1.-Biomasa, rendimiento en grano (gm^{-2}) e índice de cosecha (IC,%) en dos cultivares de frijol (*P:vulgaris* L.) canario y Michoacán (MICH). Iguala Gro. Verano 2018. Elaboración propia (2026).

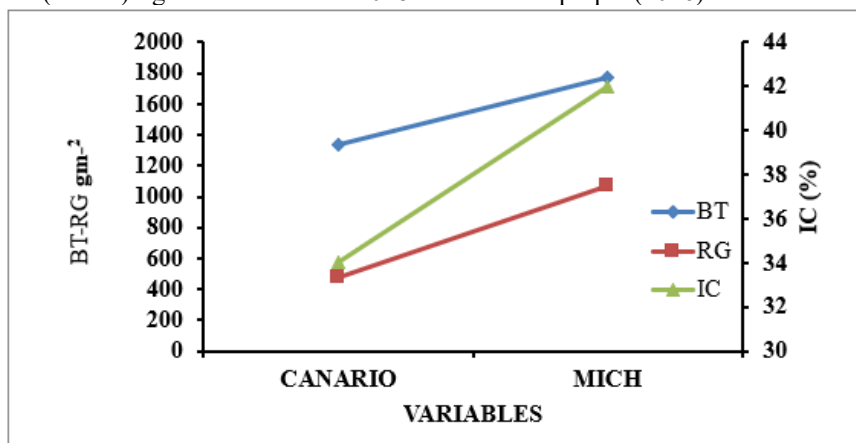
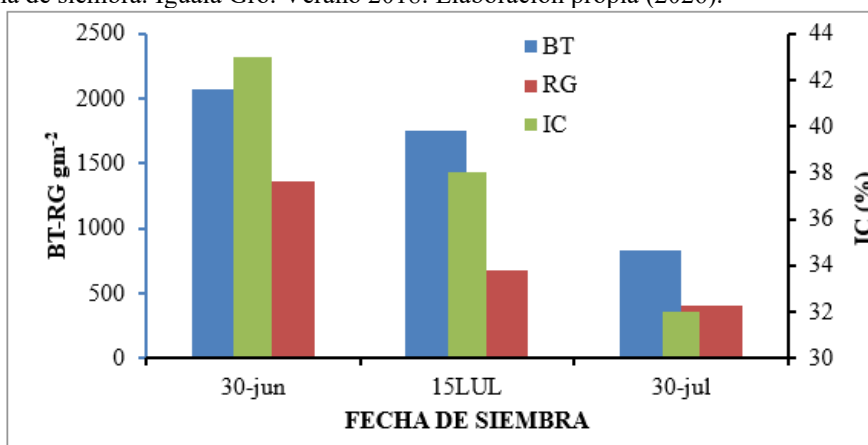


Figura 2.-Biomasa, rendimiento en grano (gm^{-2}) e índice de cosecha (IC,%) de dos cultivares de frijol (*P:vulgaris* L.) .Promedio de fecha de siembra. Iguala Gro. Verano 2018. Elaboración propia (2026).



Cuadro 3. Biomasa, peso seco del grano e índice de cosecha del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de diferente hábito de crecimiento en función de la fecha de siembra. Factores principales cultivar y fecha de siembra. Iguala Gro. Verano 2018. Elaboración propia (2026).

C ULTIVAR	BT	RG	IC
CANARIO	1333b	474b	34b
MICH	1770a	1066a	42a
Tukey0-05	200	250	2
FECHA DE SIEMBRA	BT	RG	IC
30-jun	2075a	1363a	43a
15jul	1750b	676b	38b
30-jul	830c	406c	32c
Tukey0.05	225	230	3

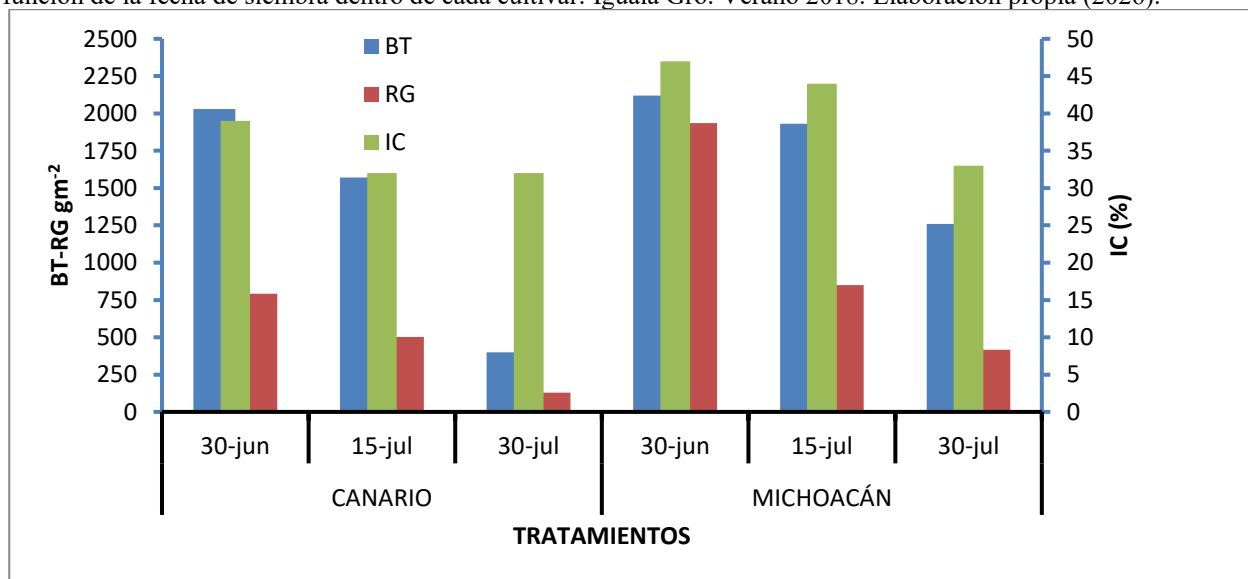
En columnas valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey0.05)

Cuadro 4. Biomasa, peso seco del grano e índice de cosecha del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de diferente hábito de crecimiento en función de la fecha de siembra dentro de cada cultivar Iguala Gro. Verano 2018. Elaboración propia (2026).

CV	FS	BT	RG (g m ⁻²)	IC (%)
CANARIO	30 JUNIO	2030a	792a	39b
	15 JULIO	1570a	503b	32b
	30 JULIO	400b	128c	32b
	MEDIA	1333	474	34
MICHOACÁN	30 JUNIO	2120a	1935a	47a
	15 JULIO	19300b	849b	44a
	30 JULIO	1260c	416c	33b
	MEDIA	1770	1066	42
Media general		1551	753	38

En columnas valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey0.05)

Figura 3.-Biomasa, rendimiento en grano (gm⁻²) e índice de cosecha (IC,%) de dos cultivares de frijol (*P:vulgaris* L.) en función de la fecha de siembra dentro de cada cultivar. Iguala Gro. Verano 2018. Elaboración propia (2026).



Cuadro 4. Componentes del rendimiento del frijol (*P. Vulgaris* L.) de diferente hábito de crecimiento en función de la fecha de siembra. elaboración propia (2026).

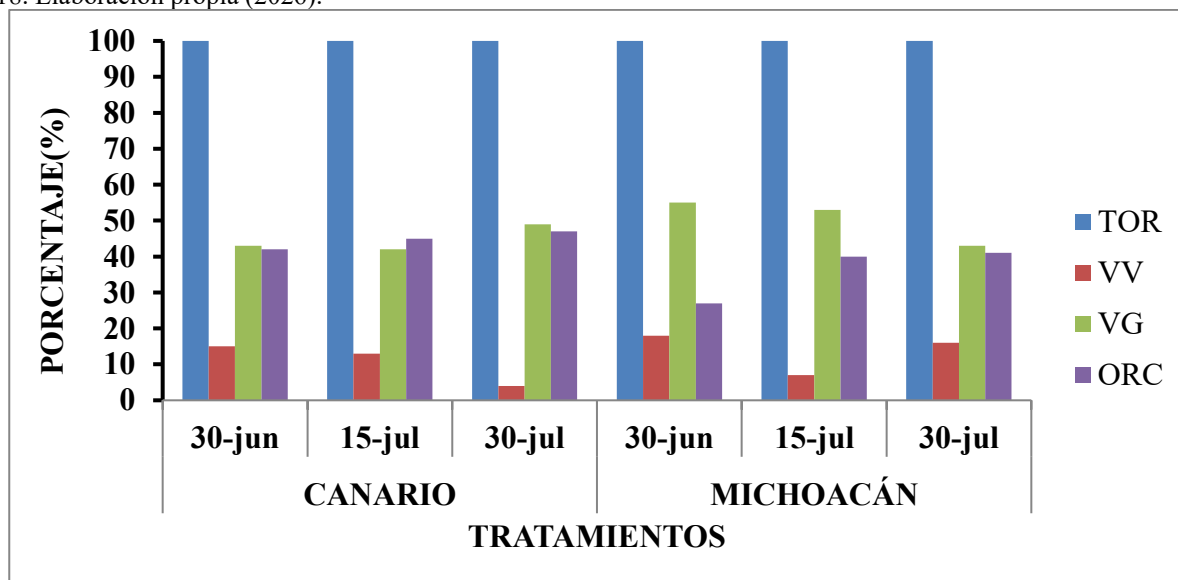
CULTIVAR	FECHA DE SIEMBRA	NG m ⁻²	TG (g)	NV m ⁻²	RV (g)	G/V	NRAC m ⁻²
CANARIO	30 JUNIO	681C	0.46A	161B	1.2B	5A	126C
	15 JULIO	420D	0.45A	140C	0.9C	3B	105D
	30 JULIO	246E	0.4B	82E	1.3B	3B	50E
MICHOACÁN	30 JUNIO	1430A	0.23C	206A	1.85A	5A	262A
	15 JULIO	904B	0.2C	226A	1.4B	4A	167B
	30 JULIO	448D	0.19D	112D	0.92	4A	12F
	MEDIA GENERAL	671	0.321	154	1.3	4	120.3

en columnas valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey0.05)

Cuadro 5. Total de órganos reproductivos por m² formados durante el ciclo en función de la fecha de siembra.. Elaboración propia (2026).

Cultivar	Fecha de sembra	Total de órganos reproductivos	Vainas vanas	Vainas con grano	Órganos reproductivos caídos
CANARIO	30 JUNIO	368	55(15)	161	153(42)
	15 JULIO	331	41(12)	140	150(45)
	30 JULIO	139	27(19)	82	80(57)
MICHOACÁN	30 JUNIO	594	50(8)	206	159(26)
	15 JULIO	424	28(7)	226	171(40)
	30 JULIO	239	28(12)	112	99(41)
				154	

Figura 4.-Porcentaje de vainas vanas, vainas con grano y órganos reproductivos caídos en relación al total de formados en dos cultivares de frijol (*P.vulgaris* L.) en función de la fecha de siembra dentro de cada cultivar. Igualda Gro. Verano 2018. Elaboración propia (2026).

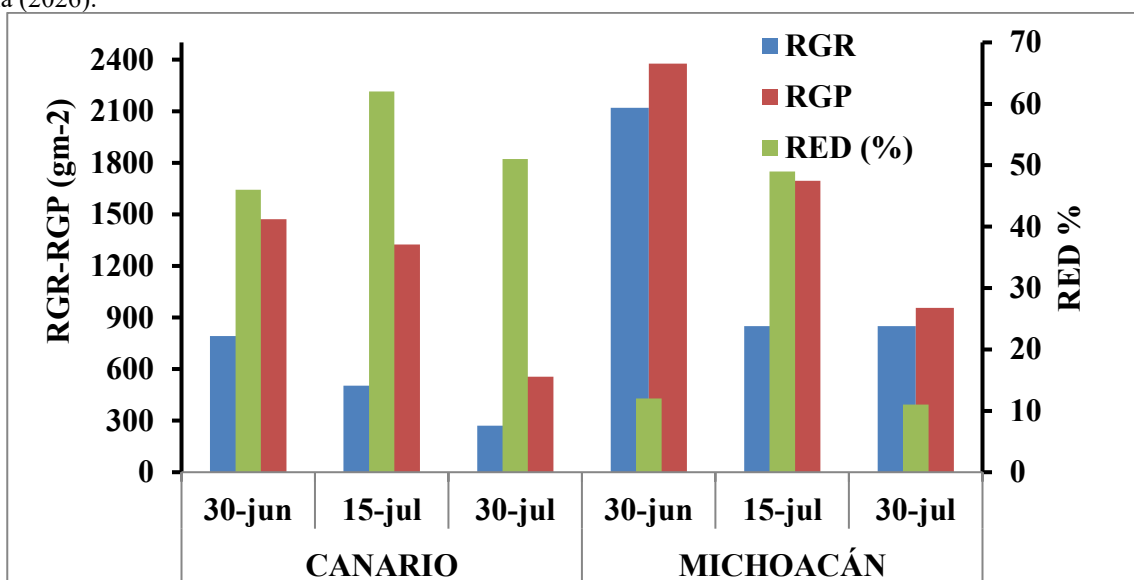


Número dentro del () es el porcentaje del total

Cuadro 5. Total de órganos reproductivos (OR) por m² formados durante el ciclo rendimiento potencial y real del frijol en función de la fecha de siembra. Iguala Gro. Verano 2018. Elaboración propia (2026).

Cultivar	Fecha de siembra	Total de OR	RG (g m ⁻²)	RG potencial (gm ⁻²)	Reducción del RG por caída de OR (gm ⁻²)	Reducción(%)
CANARIO	30 JUNIO	368c	792b	1472b	680b	46b
	15 JULIO	331d	503b	1324c	821a	62a
	30 JULIO	139f	270c	556d	286c	51b
MICHOACÁN	30 JUNIO	594a	2120a	2376a	256c	12c
	15 JULIO	424b	849b	1696b	847a	49b
	30 JULIO	239e	849b	956c	107d	11c

Figura 5 - Rendimiento de grano real (gm-2, RGR), potencial (gm-2, RGP), porcentaje de reducción (en dos cultivares de frijol (*P.vulgaris* L.) en función de la fecha de siembra dentro de cada cultivar. Iguala Gro. Verano 2018. Elaboración propia (2026).



Análisis de correlación de Pearson entre el rendimiento en grano y sus componentes inmediatos. Modelo de estimación del RG

Los componentes de mayor correlación con el RG fueron el NG ($r=0.99^{**}$); NRAC ($r=0.95^{**}$) y NV ($r=0.81$). A su vez el mejor modelo de estimación del RG; fue $RG = -40 + 0.30NG + 140TG - 0.19NV^{**}$. Esto indica que para lograr incrementos en el RG, se debe buscar incrementar el NRAC, NV y NG.

4 CONCLUSIONES

La siembra de temporal posterior al 30 de junio ocasiona reducciones en el crecimiento, rendimiento y componentes del frijol que se relacionan con la menor precipitación pluvial. Dicha reducción es más drástica en el frijol Michoacán de hábito de crecimiento indeterminado. En la siembra del 15 de julio el rendimiento de Michoacán supera al de Canario, por lo que es recomendable la siembra de este cultivar bajo estas condiciones. Los componentes más asociados

con el rendimiento son el número de granos, vainas y racimos. además el modelo de predicción involucra el tamaño del grano. Es necesario buscar estrategias para lograr un mayor “pegue” de vainas para incrementar el rendimiento del frijol. Una alternativa sería probar bioestimulantes. Se recomienda realizar estudios en más cultivares para determinar si esta respuesta es semejante.

REFERENCIAS

Bennink. M. 2005. Eat beans for good health. Annual Report of Bean Improvement Cooperative.48:1-5.

Escalante Estrada J. Alberto, L. Enrique Escalante E. y María Teresa Rodríguez G. 2001. Producción de frijol, en dos épocas de siembra: su relación con la evapotranspiración, unidades calor y radiación solar en clima cálido. Terra 19(4):309-315.

Escalante E.J.A. y J. Kohashi S.2024. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para toma de datos. Colegio de Postgraduados .México.84 p.

Escalante Estrada J. Alberto, Y.I. Escalante Estrada, S.L. Quintero Bastida y E. Cortés Rosales. 2025. Rendimiento de ayocote, frijol y competencia con maleza en suelo alcalino y clima templado. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, .8, (3), p.1-9. DOI: 10.34188/bjaerv8n3-030

García E. 2004. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen.4ª. UNAM. México D.F. 217 p.