Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria ISSN: 2448-6620

APLICACIÓN FOLIAR DE ÁCIDO GIBERÉLICO COMO ESTRATEGIA PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO DE FRIJOL EN CONDICIONES DE SEQUÍA

Odilón Gayosso-Barragán§[1], José Ángel Marroquín Morales[2], Dreyli M. Hidalgo Ramos[3], Ulises Aranda Lara[4], Juan Samuel Guadalupe Jesús Alcalá Rico[5]

[1]Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Agricultura Familiar-INIFAP, Ojuelos de Jalisco, Jal., México. [2]Campo Experimental Norman E. Borlaug-INIFAP, Obregón, Sonora, México. [3]Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui-TecNM, Bácum, Sonora, México. [4]Campo Experimental Bajío-INIFAP, Celaya, Guanajuato, México. [5]Campo Experimental Las Huastecas-INIFAP, Altamira, Tamaulipas, México. §Autor de correspondencia: gayosso.odilon@inifap.gob.mx

RESUMEN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo estratégico en México, especialmente en regiones semiáridas donde predomina el sistema de temporal. Sin embargo, la baja precipitación y la limitada fertilidad de los suelos reducen su productividad y ponen en riesgo la seguridad alimentaria de los productores. Este estudio se realizó en Ojuelos, Jalisco, durante el ciclo agrícola 2025, con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación foliar de ácido giberélico (AG_3) sobre el rendimiento de variedades de frijol cultivadas en el altiplano semiárido del Centro-Norte de México, como complemento a la fertilización del suelo. Se aplicaron tratamientos de AG_3 y fertilización foliar con urea + ácido fosfórico en etapas críticas de floración y llenado de vaina, registrándose variables de rendimiento de semilla, biomasa total, peso de 100 semillas e índice de cosecha. Los resultados mostraron que ambos tratamientos tuvieron efectos similares sin diferencias significativas, aunque la respuesta fue dependiente del genotipo. Algunas variedades, como Flor de Mayo Eugenia y Flor de Junio León, respondieron mejor al AG_3 con mayores rendimientos y biomasa, mientras que otras, como NSL 22 y Tepehuán RS, destacaron bajo fertilización foliar por su mayor eficiencia fisiológica reflejada en el índice de cosecha. El estudio confirma que la aplicación foliar de bioestimulantes como el ácido giberélico puede ser una estrategia sustentable para mitigar los efectos del déficit hídrico, favoreciendo procesos fisiológicos clave y mejorando la resiliencia del cultivo, asimismo, resalta la importancia de considerar la interacción entre tratamientos y variedades para optimizar el manejo agronómico en ambientes de temporal.

Palabras clave: *Fertilización foliar, prácticas sustentables, frijol de temporal.*

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a strategic crop in Mexico, particularly in semi-arid regions where rainfed systems predominate. However, low rainfall and limited soil fertility reduce its productivity and threaten food security for smallholder farmers. This study was conducted in Ojuelos, Jalisco, during the 2025 growing season, with the objective of evaluating the effect of foliar application of gibberellic acid (GA_3) on the yield of

bean varieties cultivated in the semi-arid highlands of North-Central Mexico, as a complement to soil fertilization. Treatments included GA_3 and foliar fertilization with urea + phosphoric acid applied at critical stages of flowering and pod filling, and yield-related variables were recorded, including seed yield, total biomass, 100-seed weight, and harvest index. Results showed that both treatments had similar effects without significant differences, although responses were genotype-dependent. Some varieties, such as Flor de Mayo Eugenia and Flor de Junio León, responded better to GA_3 with higher yields and biomass, while others, such as NSL 22 and Tepehuán RS, performed better under foliar fertilization due to greater physiological efficiency reflected in the harvest index. The study confirms that foliar application of biostimulants such as gibberellic acid can be a sustainable strategy to mitigate the effects of water deficit, enhancing key physiological processes and improving crop resilience, while also highlighting the importance of considering the interaction between treatments and varieties to optimize agronomic management in rainfed environments.

Keywords: *Foliar fertilization, sustainable practices, rainfed bean.*

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa de alta relevancia agroalimentaria, cultivada en más de 36 millones de hectáreas a nivel mundial, con una producción anual de 27.6 millones de toneladas. En México, constituye un cultivo estratégico tanto por su valor nutricional como por su importancia socioeconómica para los productores de temporal (Gayosso-Barragán *et al*., 2025). En 2024, el 87 % de la superficie nacional sembrada (1,503,528 ha) se estableció bajo condiciones de temporal, con un rendimiento promedio de 560 kg ha^{-1}; en el altiplano semiárido del centro-norte del país, que concentra el 70 % de dicha superficie, el rendimiento promedio fue de apenas 434 kg ha^{-1} (SIAP, 2024). Las principales limitantes productivas en esta región son la escasa precipitación y la baja fertilidad del suelo. Aunque el mejoramiento genético ha permitido desarrollar cultivares más tolerantes a la sequía (Domínguez *et al*., 2019), la baja adopción de prácticas de fertilización convencional en zonas de alto riesgo climático limita el aprovechamiento de su potencial productivo. El estrés por sequía es uno de los factores más importantes que limitan el crecimiento y la productividad de los cultivos, en particular de las leguminosas en regiones áridas y semiáridas. Numerosas investigaciones se han centrado en mejorar la tolerancia a la sequía y la producción de frijol común mediante la selección de diversas características fisiológicas y genéticas (Beebe *et al*., 2013). Si bien el cambio climático está afectando negativamente las proyecciones de sequías futuras en muchas áreas, los efectos en la producción y la calidad nutricional del frijol común varían en las regiones más secas del mundo. La producción de frijol en condiciones de sequía requiere un enfoque integral que combine prácticas agronómicas, fisiológicas y de manejo del suelo para mitigar los efectos del estrés hídrico. En este contexto, la aplicación foliar de ácido giberélico (AG_3) se plantea como una estrategia complementaria eficaz, al estimular procesos fisiológicos clave como la elongación

celular, la floración y el desarrollo de frutos, incluso bajo estrés hídrico (Islam *et al*., 2023; Tripathi *et al*., 2025). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de AG_3 sobre el rendimiento de variedades de frijol cultivadas en el altiplano semiárido del Centro-Norte de México, como complemento a la fertilización del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Agricultura Familiar (CENID AF), en Ojuelos, Jalisco (21°33'00'' a 22°02'00'' N; 101°02'30'' a 101°53'00'' O), a una altitud de 2,100 metros, en condiciones de temporal de julio a septiembre de 2025. La preparación del terreno incluyó subsuelo y rastra, durante la siembra se aplicaron al suelo 100 kg ha^{-1} de fosfato diamónico (18-46-00), utilizando una sembradora mecánica en surcos separados a 75 cm, con una distancia promedio de 10 cm entre plantas. Las variedades evaluadas fueron: NSL 22, Flor de Junio León, Flor de Mayo Eugenia, Pinto Salinas, Negro Verdín, Flor de Mayo Dolores, NOD-1, Pinto Saltillo, Tepehuán RS, Pinto Rarámuri, Pinto Centauro y Pinto San Rafael; todas ellas han sido desarrolladas dentro del programa de mejoramiento genético de frijol del INIFAP y han mostrado buen rendimiento y adaptación a las condiciones semiáridas de la región de Ojuelos, Jalisco, donde previamente se han evaluado en condiciones de temporal. La parcela experimental se conformó por ocho surcos de 100 metros de longitud por cada variedad de frijol, estableciéndose un diseño en bloques completos al azar para la aplicación de los tratamientos, con tres repeticiones. Para evaluar el efecto del AG_3, en cada genotipo se aplicó de manera foliar en la etapa de floración y llenado de vaina (35 y 40 días después de la siembra), a una dosis de 10 g ha^{-1} del producto comercial Biogib®, además, se aplicó urea + ácido fosfórico a una dosis de 6 kg ha^{-1} y 3 L ha^{-1}, respectivamente. Durante el desarrollo del cultivo se realizaron las practicas agronómicas recomendadas, enfocadas en el control eficiente de plagas, enfermedades y malezas. A los 90 días después de la siembra, se cosecharon plantas completas en franjas de 100 metros de largo por 6.5 metros de ancho (8 surcos por genotipo). Se registraron las siguientes variables: rendimiento de semilla y biomasa seca aérea, determinados tras la trilla manual de todas las plantas correspondientes a cada unidad experimental y ajustados a un contenido de humedad del 12%, expresados en kg ha^{-1}; peso de 100 semillas (g), obtenido a partir de una submuestra de 100 semillas seleccionadas al azar por genotipo; biomasa seca total, calculada como la suma de la biomasa seca aérea y la biomasa seca de grano y el índice de cosecha. Los datos se analizaron mediante ANOVA y comparación de medias utilizando la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

La distribución de la precipitación acumulada en el ciclo agrícola 2025 se presentó de manera desigual y condicionó el desarrollo del cultivo. La siembra coincidió con un periodo de lluvias relativamente estables (65

mm en la segunda quincena de julio), lo que favoreció la emergencia y el establecimiento inicial. Sin embargo, en agosto las precipitaciones descendieron drásticamente (16.6.mm) generando estrés hídrico durante las etapas críticas de floración y formación de vainas.

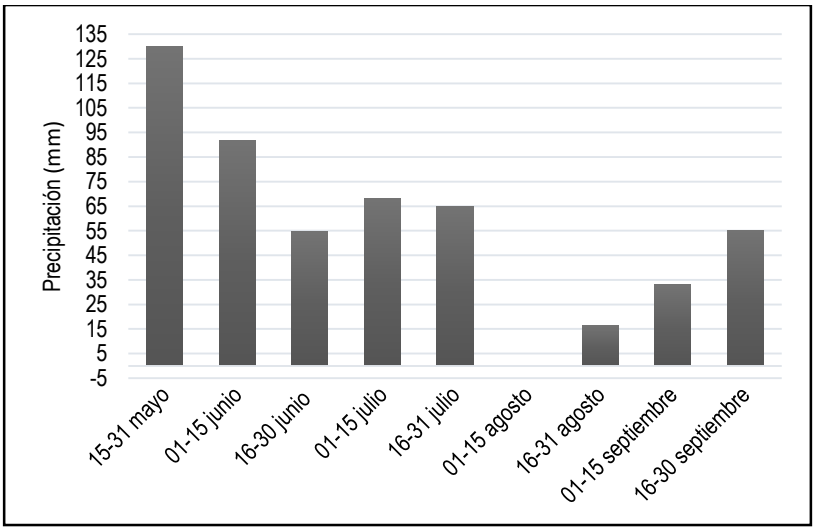

Figura 1. Distribución de la precipitación durante el ciclo agrícola primavera-verano 2025, en el CENID AF.

Respecto al análisis de varianza y comparación de medias, los resultados muestran que tanto la aplicación foliar de urea con ácido fosfórico (FF) como la de ácido giberélico (AG_3) ejercieron efectos similares sobre las variables agronómicas evaluadas bajo condiciones de estrés hídrico (Cuadro 1). El peso de 100 semillas se mantuvo cercano a 29 g en ambos tratamientos, sin diferencias estadísticas significativas. En cuanto al rendimiento de semilla, los valores oscilaron entre 930 y 950 kg ha^{-1}; específicamente, FF alcanzó un promedio de 929.72 kg ha^{-1}, mientras que AG_3 registró 954.49 kg ha^{-1}, lo que representa una diferencia numérica de 24.77 kg ha^{-1} a favor de AG_3, aunque sin significancia estadística. La biomasa total superó los 2,100 kg ha^{-1} en ambos casos, y el índice de cosecha (IC) permaneció constante en 0.46, reflejando una proporción estable de asignación de biomasa hacia el grano. En conjunto, estos resultados sugieren que tanto el ácido giberélico como la fertilización foliar con urea y ácido fosfórico contribuyen de manera equivalente al desempeño agronómico del frijol bajo condiciones de sequía.

Cuadro 1. Valores medios de variables agronómicas en variedades de frijol con la aplicación foliar de ácido giberélico y urea+ácido fosfórico bajo estrés hídrico.

	FF		AG_3		CV	DMS
Peso de 100 semillas (g)	29.08	a	28.61	a	5.14	0.57
Rendimiento semilla (kg ha^{-1})	929.72	a	954.49	a	20.93	77.03
Biomasa total (kg ha^{-1})	213.44	a	2232.13	a	20.88	177.96
IC	0.46	a	0.46	a	8.07	0.01

Los valores en la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, AG_3: Ácido giberélico, FF: fertilización foliar (urea + ácido fosfórico), CV: coeficiente de variación, DMS: Diferencia mínima significativa, IC: índice de cosecha.

Para las variedades evaluadas, los resultados del Cuadro 2 muestran diferencias importantes entre variedades de frijol en cuanto a rendimiento, biomasa seca total e índice de cosecha bajo condiciones de estrés hídrico con aplicación foliar de ácido giberélico. Las variedades NSL 22 y Flor de Junio León destacaron con los mayores rendimientos, alcanzando 1137.57 y 1135.41 kg ha^{-1} respectivamente, mientras que Pinto Centauro y Pinto San Rafael registraron los valores más bajos, con 787.93 y 782.60 kg ha^{-1}. En biomasa seca total, las variedades Flor de Junio León y Flor de Mayo Eugenia sobresalieron con más de 3,100 kg ha^{-1}, en contraste con Tepehuán RS y Pinto San Rafael, que apenas superaron los 1,300 kg ha^{-1}. Respecto al índice de cosecha, Tepehuán RS presentó el valor más alto (0.62), seguido por Pinto San Rafael (0.60), mientras que Flor de Mayo Eugenia mostró el más bajo (0.34). En conjunto, los resultados evidencian una marcada variabilidad entre genotipos: algunos destacan por su mayor rendimiento, otros por su eficiencia en la asignación de biomasa hacia el grano.

Cuadro 2. Valores medios de variables de rendimiento en variedades de frijol con la aplicación foliar de ácido giberélico y urea+ácido fosfórico bajo estrés hídrico.

Variedades	Rendto (kg ha^{-1})		Biomasa/seca/total(kgha^{-1})		Índice/cosecha		P-100 semillas (g)	
NSL 22	1137.57	a	1975.07	bc	0.59	ab	29.43	cd
Flor de Junio León	1135.41	a	3182.29	a	0.36	cd	28.35	d
Flor de Mayo Eugenia	1114.98	ab	3313.42	a	0.34	d	29.72	cd
Pinto Salinas	1057.30	ab	2660.42	ab	0.40	cd	27.25	de
Negro Verdín	938.70	ab	1754.33	c	0.54	b	20.72	f
Flor de Mayo Dolores	904.01	ab	2554.01	ab	0.35	cd	27.90	de
NOD-1	901.60	ab	1634.41	c	0.55	b	18.60	f
Pinto Saltillo	816.20	ab	1966.20	bc	0.42	c	27.75	e
Tepehuán RS	813.62	ab	1304.25	c	0.62	a	25.81	e
Pinto Rarámuri	808.74	ab	1986.87	bc	0.40	cd	34.30	a
Pinto Centauro	787.93	b	2027.00	bc	0.39	cd	31.52	c
Pinto San Rafael	782.60	b	1296.66	c	0.60	ab	31.55	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0.05)

Los resultados obtenidos para el peso de 100 semillas muestran una marcada variabilidad entre las variedades de frijol evaluadas bajo condiciones de estrés hídrico (Tabla 2). Los valores oscilaron entre 18.60 g y 34.30 g, evidenciando diferencias significativas en la capacidad de las variedades para mantener el llenado de semilla. Las variedades con mayor peso fueron Pinto San Rafael (31.55 g), Flor de Mayo Eugenia (31.52 g) y especialmente Pinto Saltillo (34.30 g), que presentó el valor más alto. En contraste, NOD-1 (18.60 g) y Negro Verdín (20.72 g) registraron los valores más bajos. Al respecto, se ha documentado que la sequía ejerce un efecto directo y negativo sobre el peso de 100 semillas de frijol, considerado un componente clave del rendimiento. Bajo déficit hídrico, las plantas reducen su capacidad de asimilación y transporte de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos, lo que limita el llenado de las semillas y provoca una disminución en su tamaño y peso. Estudios realizados en México han demostrado que, en condiciones de sequía, el peso de semilla puede reducirse significativamente en comparación con ambientes de riego, reflejando la sensibilidad de este carácter a la disponibilidad de agua. Además, la clasificación del tamaño de grano en variedades de frijol se realiza principalmente con base en el peso de 100 semillas, un parámetro estándar en la caracterización agronómica.

De acuerdo con la literatura técnica del INIFAP y otros estudios, los rangos más utilizados son los siguientes: Grano pequeño: menos de 25 g por cada 100 semillas, grano mediano: entre 25 y 35 g por cada 100 semillas, grano grande: más de 35 g por cada 100 semillas. Esta clasificación permite diferenciar variedades como Negro Verdín o NOD-1, que suelen ubicarse en la categoría de grano pequeño, frente a materiales como Pinto Saltillo o Flor de Mayo Eugenia, que se acercan al rango de grano mediano a grande.

Los resultados de la Tabla 3 muestran una interacción clara entre variedades y tratamientos en el rendimiento y sus componentes bajo condiciones de sequía. Algunas variedades respondieron mejor al ácido giberélico (AG_3), como Flor de Mayo Eugenia (1350.26 kg ha^{-1}) y Flor de Junio León (1338.50 kg ha^{-1}), que alcanzaron los mayores rendimientos y biomasa total, aunque con índices de cosecha relativamente bajos (0.33-0.37). En contraste, otras variedades como NSL 22 y Tepehuán RS destacaron bajo fertilización foliar (FF), mostrando índices de cosecha más altos (0.57–0.64), lo que refleja una mayor eficiencia en la asignación de biomasa hacia el grano, aun con rendimientos moderados. El peso de 100 semillas también evidenció diferencias genotípicas: Pinto Rarámuri (35.80 g con FF y 32.81 g con AG_3) y Pinto San Rafael (32.13 g con AG_3) lograron los valores más altos, mientras que NOD-1 y Negro Verdín registraron los más bajos (18–21 g), independientemente del tratamiento. Esto sugiere que la respuesta al estrés hídrico y a los bioestimulantes depende tanto del genotipo como del tipo de aplicación foliar, con algunas variedades mostrando ventajas en rendimiento, otras en peso de semilla y otras en eficiencia fisiológica.

Los efectos del GA_3 observados en este estudio coinciden con lo reportado por diversos autores, quienes destacan su potencial como bioestimulante en leguminosas sometidas a condiciones de estrés abiótico. Islam *et al*. (2023) documentaron que la aplicación de GA_3 mejora parámetros morfofisiológicos en frijol mungo, incluyendo relaciones hídricas y productividad de biomasa, lo que se traduce en mayor rendimiento e índice de cosecha. De manera similar, Caldas (2022) reportó efectos positivos en frijol canario, donde la aplicación de GA_3 incrementó el número de vainas por planta, el peso de 100 semillas y el rendimiento total, con dosis óptimas entre 100 y 200 mg L^{-1}. Asimismo, Maqueira-López *et al*. (2024) señalaron que el uso de reguladores de crecimiento vegetal puede modular la arquitectura de la planta y favorecer la asignación de biomasa hacia órganos reproductivos, incrementando así la eficiencia fisiológica y la productividad del cultivo. La literatura también resalta la importancia de aplicar GA_3 en etapas fenológicas clave, como la prefloración y el llenado de vaina, para maximizar su efecto sobre el rendimiento. En este sentido, Puspita *et al*. (2024) demostraron que la aplicación conjunta de GA_3 y citoquininas en frijol francés mejoró significativamente el crecimiento vegetativo, el número de vainas y el rendimiento de grano, recomendando ajustar la dosis según el estadio de desarrollo y la respuesta del genotipo.

Cuadro 3. Valores medios de variables de rendimiento en variedades de frijol bajo la interacción de tratamientos foliares con ácido giberélico (GA_3) y urea+ácido fosfórico en condiciones de estrés hídrico.

Variedades	Tratamientos	Rendimiento (kg ha^{-1})		P-100 Semillas (g)		Biomasa total (kg ha^{-1})		Índice de cosecha	
Flor de Mayo Eugenia	GA_3	1350.26	a	30.30	cde	4082.51	a	0.33	d
Flor de Junio León	GA_3	1338.50	ab	28.47	def	3654.12	ab	0.37	d
NSL 22	FF	1223.08	abc	29.23	cdef	22.44.95	cdef	0.57	ab
Pinto Salinas	FF	1115.72	abcd	28.70	def	2790.72	bc	0.40	d
NSL 22	GA_3	1052.07	abcd	29.63	cdef	1705.20	cdef	0.62	ab
Pinto Salinas	GA_3	998.88	abcd	25.79	f	2530.13	bcde	0.40	d
Negro Verdín	GA_3	994.55	abcd	20.25	g	1769.55	cdef	0.56	ab
Pinto Rarámuri	FF	944.46	abcd	35.80	a	2231.96	cdef	0.41	d
Flor de Mayo Dolores	FF	941.97	abcd	27.87	ef	2598.22	bcde	0.36	d
Flor de Junio León	FF	932.33	abcd	28.23	def	2710.45	bc	0.34	d
Tepehuán RS	FF	908.78	abcd	25.98	f	1415.03	ef	0.64	a
NOD-1	GA_3	903.56	abcd	18.de87	g	1631.69	cdef	0.55	ab
NOD-1	FF	899.86	abcd	18.33	g	1637.13	cdef	0.55	ab
Negro Verdín	FF	882.86	abcd	21.21	g	1739.11	cdef	0.53	bc
Flor de Mayo Eugenia	FF	879.69	abcd	29.06	cdef	2545.32	bcde	0.35	d
Pinto San Rafael	GA_3	866.77	abcd	32.13	bcd	1432.40	def	0.61	ab
Flor de Mayo Dolores	GA_3	866.05	abcd	27.93	ef	2509.80	bcde	0.34	d
Pinto Saltillo	GA_3	852.02	abcd	25.72	f	2002.02	cdef	0.43	cd
Pinto Centauro	GA_3	809.03	abcd	31.57	cde	2112.16	cdef	0.38	d
Pinto Saltillo	FF	780.38	cd	25.78	f	1930.38	cdef	0.40	d
Pinto Centauro	FF	766.84	cd	31.46	cde	1941.84	cdef	0.39	d
Tepehuán RS	GA_3	718.46	cd	25.63	f	1193.46	f	0.61	ab
Pinto San Rafael	FF	698.42	cd	30.97	cde	1160.92	f	0.60	ab
Pinto Rarámuri	GA_3	673.02	d	32.81	ab	1741.77	cdef	0.38	d

AG_3: Ácido giberélico, FF: fertilización foliar (urea + ácido fosfórico). Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p α0.05).

CONCLUSIONES

La aplicación foliar de ácido giberélico y de urea con ácido fosfórico bajo condiciones de sequía mostró que ambos tratamientos pueden contribuir de manera equivalente al desempeño agronómico del frijol, aunque la respuesta depende en gran medida del genotipo. Se evidenció que las variedades presentan diferencias notables en su capacidad de mantener rendimiento, peso de semilla y eficiencia fisiológica, lo que confirma la importancia de considerar la interacción entre tratamientos y genotipos en ambientes de temporal. El uso de bioestimulantes como el ácido giberélico representa una estrategia complementaria viable para mitigar los efectos del déficit hídrico, favoreciendo procesos fisiológicos clave y ofreciendo alternativas sustentables para mejorar la productividad en regiones semiáridas. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de ajustar las prácticas de manejo según la variedad y las condiciones ambientales, con el fin de optimizar la resiliencia y sostenibilidad del cultivo de frijol.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beebe, S.E.; Rao, I.M.; Blair, M.W.; Acosta-Gallegos, J.A. (2013). Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Front. Physiol.*, *4*, 35. https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00035

Caldas, A. J. (2022). Efecto del ácido giberélico en el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. canario en Irrigación San Felipe, Huaura. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. http://hdl.handle.net/20.500.14067/6022

Domínguez, S.A.; Darias, R.R.; Yordanys, M.D.Y.; Negrin, E.A. (2019). Tolerance of common bean varieties (*Phaseolus vulgaris*) to field drought conditions. *Cent. Agrícola*, 46, 22–29.

Gayosso Barragán, O.; Acosta Gallegos, J. A.; Alcalá Rico, J. S. G. J.; Jiménez Hernández, Y.; Chávez Aguilar, G.; Chávez Díaz, I. F. & Aranda Lara, U. (2025). Genotype × environment interaction and yield stability of "Pinto" Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines in a Semi-arid Region of Mexico. *Agriculture*, 15(20), 2150. https://doi.org/10.3390/agriculture15202150

Islam, M.S.; Hasan, M.K.; Islam, M.R.; Chowdhury, M.K.; Pramanik, M.H.; Iqbal, M.A.; Rajendran, K.; Iqbal, R.; Soufan, W.; Kamran, M.; Liyun, L.; El Sabagh, A. (2023) Water relations and yield characteristics of mungbean as influenced by foliar application of gibberellic acid (GA_3). *Front. Ecol. Evol.* 11:1048768. https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1048768

Maqueira López, L. A.; Roján Herrera, O.; Izquierdo Collazo, A. I.; García Roque, O.; Páez López, A. (2024). Productividad de cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Parte II. Variabilidad del rendimiento en función del crecimiento. *Cultivos Tropicales*, 45(1), https://cu-id.com/2050/v45n1e10

Puspita, D.; Vijay, B.; Samir, E. (2024). Effect of gibberellic acid and cytokinin on growth, quality and yield of french bean (*Phaseolus Vulgaris* L.) Cv. Ellora No. 11. *Journal of Experimental Agriculture International* 46 (5):538–545. https://doi.org/10.9734/jeai/2024/v46i52408.

SIAP. Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural. Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la Producción Anual Agrícola. (2022). Available online: https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/ (consultado 10 marzo 2026).

Tripathi, J. M.; Khan, B. R.; Gaur, R.; Yadav, D.; Verma, K. K.; Gupta, R. (2025). Gibberellic acid improves photosynthetic electron transport and stomatal function in crops that are adversely affected by salinity exposure. *Plants*, 14(21), 3388. https://doi.org/10.3390/plants14213388