Variedades de frijol con resiliencia a las variaciones del ambiente productivo y preferencias de mercado

Bean varieties with resilience to variations in the production environment and to market preferences

Rigoberto Rosales Serna[1], Leslie Carnero Avilés[1*], Saúl Santana Espinoza[2], Mercedes Borja Bravo[3], Nery Cecilia García de la Paz[4], Esteban Salvador Osuna Ceja[3]

[1]INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias)– Campo Experimental Valle del Guadiana. Carr. Durango – El Mezquital km 4.5. Durango, Dgo., México. C. P. 34170.
[2]INIFAP – Campo Experimental La Laguna. Boulevard José Santos Valdéz 1200 Pte. Matamoros, Coah., Méx. C. P. 27440.
[3]INIFAP – Campo Experimental Pabellón. Carretera Aguascalientes-Zacatecas km 32.5. Pabellón de Arteaga, Ags., México. C. P. 20660.
[4]Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FAZ-UJED), Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo km 32, Venecia, Dgo., México, C. P. 35111..

*Autor de correspondencia: carnero.leslie@inifap.gob.mx

RESUMEN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es un cultivo resiliente que ha soportado el desplazamiento a suelos marginales. El objetivo fue evaluar la resiliencia productiva y comercial de variedades de frijol desarrolladas por el INIFAP. Se analizó información de experimentos establecidos en 20 ambientes con Negro San Luis (NSL) y Pinto Saltillo (PTS). Se evaluó el número de días a madurez, reacción a enfermedades, rendimiento y peso de 100 semillas. También, se aplicó una encuesta a 52 productores para saber superficie sembrada, variedad preferida y otras variables. Se consultaron comercializadores de frijol para conocer volumen y proporciones de acopio por variedad. NSL resultó tardío, mostró daño por antracnosis, rendimiento alto (2,417 kg/ha) y tamaño aceptable del grano. PTS tiene madurez intermedia, resiste las enfermedades y rendimiento similar a NSL (2,345 kg/ha). Se identificaron agricultores pequeños (44.2%) y medianos (55.8%): con una proporción alta que siembran entre 5 y más de 20 ha. Los pequeños productores siembran PTS (30.4%) y el 100% utilizan variedades de frijol negro de cosecha propia (74.0%), con dificultades para comercializar el frijol. Los agricultores comercializan frijol en centros federales de acopio (56.5%) y 26.1% con el intermediario rural. Los productores medianos siembran PTS (73.9%), con semilla propia (55.2%) y 27.6% la adquiere localmente. Las variedades predominantes en el comercio de Guadalupe Victoria fueron PTS (36-48%), NSL (14 - 29%) y PID 2 (14 - 24%). En Zacatecas, predominaron NSL (60-80%) y PTS (5-35%). Se observó uso extensivo de las variedades de frijol desarrolladas por el INIFAP.

Palabras clave: *Phaseolus*, variedades, producción, calidad, comercialización.

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is a resilient crop showing tolerance to its displacement to marginal lands. The objective was to evaluate the productive and commercial resilience of common bean varieties developed by INIFAP. Data were analyzed from experiments conducted across 20 environments using the Negro San Luis (NSL) and Pinto Saltillo (PTS) varieties. Evaluations included days to maturity, disease reaction, yield, and 100-seed weight. A survey was applied to 52 producers to obtain information on planted area, preferred varieties, and other variables. Common bean traders were consulted regarding procurement volumes and proportions by variety. NSL proved to be a late-maturing variety; showing anthracnose symptoms, high yield average (2,417 kg/ha) and acceptable seed size. PTS has intermediate maturity, was classified as disease-resistant, and registered a yield average similar to NSL (2,345 kg/ha). The study identified small-scale (44.2%) and medium-scale (55.8%) farmers, with a significant proportion planting between 5 to over 20 hectares. Small producers planted PTS (30.4%) and—in 100% of cases—use black bean varieties by using their own seed (74.0%), while

facing difficulties in marketing their grain production. Farmers sell common bean at federal collection centers (56.5%) or to rural brokers (26.1%). Medium-scale producers mainly planted PTS (73.9%), using their own seed (55.2%) or purchasing it locally (27.6%). The predominant varieties in the Guadalupe Victoria market were PTS (36–48%), NSL (14–29%), and PID 2 (14–24%). In Zacatecas, NSL (60–80%) and PTS (5–35%) predominated. Extensive use of common bean varieties developed by INIFAP was observed.

Key words: *Phaseolus*, varieties, production, quality, marketing.

INTRODUCCIÓN

El frijol común (Phaseolus vulgaris L.) es el cultivo de importancia más alta en algunas áreas del estado de Durango, como la Región de los Llanos. Las clases comerciales más populares para la siembra de frijol son pinto y negro brillante; mientras que, las variedades sobresalientes son Pinto Saltillo (Sánchez et al. 2009) y Negro San Luis (Rosales et al. 2025). Existen otras variedades de frijol pinto, como Pinto Centauro (Rosales et al. 2012) y PID 2 (Rosales et al. 2025a) que son cultivadas en Durango, aunque por cuestiones comerciales se conocen de forma genérica como Pinto Saltillo. De igual manera existen variedades de frijol negro (Negro Querétaro, Negro Rajuela) agrupadas en la denominación de Negro San Luis y la variedad que generó esa denominación, en algunas áreas, es conocida como Negro Bola. Con base en lo anterior, se considera necesario establecer las proporciones de adopción y persistencia de uso de las variedades de frijol desarrolladas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en Durango.

Se ha observado que la selección de la variedad que será sembrada por parte de los productores depende del nivel de recursos económicos disponibles, fecha de inicio del periodo de lluvias y accesibilidad a fuentes de semilla de calidad. Con base en ello, el productor se establece la superficie sembrada con frijol y la variedad que será utilizada a nivel parcelario, en un determinado ciclo de siembra. De esta manera, los productores con recursos económicos altos siembran superficies superiores a 100 ha; mientras que, los de bajo nivel económico siembran superficies inferiores a 15 ha. Los productores grandes siembran las variedades que son de su agrado, con base en el nivel de productividad y opciones de venta con los comercializadores, al mayoreo y menudeo, que son sus clientes en forma recurrente. Por su parte, los productores pequeños siembran variedades de frijol proporcionadas dentro de los programas de apoyo federal y estatal, entre las que sobresalen Pinto Saltillo, Negro San Luis (por ejemplo, Plan Frijol en Durango-SADER) y PID 2 (Escuelas de Campo, 2023). En 2026, se implementó el Plan Frijol en Durango, en el cual se entregó semilla certificada con subsidio de la variedad Pinto Saltillo (1,000 toneladas) y habilitada de Negro San Luis (500 toneladas). Con ello, se tiene la expectativa de sembrar 29 mil ha de frijol Pinto Saltillo y 12,500 ha de Negro San Luis. Además, se mencionó que los productores que utilizaron esta semilla en su parcela tendrán oportunidades altas para que su producto sea seleccionado en los programas de acopio de grano 2026-2027, para abastecer la demanda nacional de frijol.

En el Programa de Escuelas de Campo, implementadas por el Gobierno Federal, se proporcionaron 150 kg/productor de semilla de la variedad de frijol PID 2 en varios municipios del área productora de frijol en Durango. Dicha variedad ha mostrado aceptación por productores locales, y es comercializada exitosamente en los mercados del norte de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas). En los últimos años se ha reconocido que la variedad de frijol Pinto Saltillo se convirtió en un éxito productivo y comercial en México, por lo que se busca replicar dichos resultados en otras variedades de frijol generadas por el INIFAP (Rosales et al. 2026). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la adopción y persistencia de variedades de frijol resilientes a las variaciones del ambiente y preferencias de mercado en Durango.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron datos obtenidos en 20 ambientes del área de influencia del Campo Experimental Valle del Guadiana (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). Los tipos de suelo predominantes en los sitios de siembra son Phaeozem, Leptosol y Castañozem (francos, franco-arenosos, franco-arcillosos), con capacidad intermedia para la retención de humedad, profundidad baja, pendiente de 0 a 4 %, pH > 7.9 y son pobres en nutrientes. El clima predominante es el templado semiárido [BS_1 kw (w) (e)], con régimen de lluvias en verano, variación fuerte de temperatura y un valor medio de 17.4 °C (García, 1987). La lluvia acumulada durante el año alcanza un promedio de 476 mm, con valores altos entre junio y septiembre (Medina *et al*., 2005).

Entre 2007 y 2025, se sembraron las variedades Negro San Luis y Pinto Saltillo en un diseño experimental completamente aleatorio, con cinco repeticiones y una parcela experimental de dos surcos de 6.0 m y 0.81 m de separación. La siembra se realizó entre el 23 de junio y 10 de julio y durante la cosecha se utilizó una parcela útil consistente en dos surcos de 5 m de largo y 0.81 m de separación (8.1 m2). Para mantener el cultivo libre de maleza, se realizaron dos escardas, una aplicación de herbicida (fomesafen) y de uno a tres deshierbes manuales. La fertilización se aplicó durante la primera escarda y se utilizó la dosis 35-50-00 (N-P2O5-K2O) recomendada en condiciones de riego.

Se realizó una aplicación de fertilizante foliar UAN 32 (6 L/ha) y Fertigro P (5 L/ha); así como, cuatro a cinco aplicaciones de insecticidas (dimetoato, clorpirifos y spinetoram) para el control de insectos plaga, principalmente conchuela (Epilachna varivestis) y picudo de la vaina (Trichapion godmani). Se aplicó de uno a dos riegos, para evitar el estrés hídrico severo, como el registrado en primavera-verano de 2011.

Variables evaluadas. Se obtuvo información sobre el número de días a inicio de floración y madurez, expresados en días después de la siembra (DDS). En la etapa de llenado de grano (R8) se evaluó la reacción a la incidencia natural de los patógenos causantes de antracnosis (Colletotrichum lindemuthianum), roya (Uromyces appendiculartus var. appendiculatus) y bacteriosis común (Xanthomonas campestris syn. axonopodis var. phaseolicola). La evaluación se realizó con la escala que va del uno al nueve (CIAT 1987), donde los valores entre 1 y 3 se consideran resistentes; 4 a 6 son intermedios y 7 a 9 se consideran susceptibles.

En la etapa de madurez fisiológica se determinó el rendimiento de grano y peso de 100 semillas. Para ello, se cortó manualmente la parcela útil (8.1 m2) y las plantas obtenidas se secaron al sol y se trillaron mecánicamente. El grano se limpió con una sopladora eléctrica y se pesó, para obtener el rendimiento en g/parcela, a partir de ese valor, se estimó la productividad por hectárea. Además, se obtuvo una muestra aleatoria de 100 granos para obtener el peso de 100 semillas, que es una medida estándar para establecer el tamaño del frijol (CIAT 1987).

El análisis estadístico se obtuvo mediante estadística descriptiva y se incluyó el estudio parcial de parámetros de estabilidad para el rendimiento de grano, sustentado con datos de 20 ambientes de cultivo. Este último se obtuvo, para la comparación de la respuesta registrada en las dos variedades más populares para el cultivo y comercialización de frijol en la región de Los Llanos (Negro San Luis y Pinto Saltillo). Lo anterior, mediante el estudio del Índice Ambiental de cada uno de los sitios; así como, el coeficiente de determinación (R2) y pendiente de la ecuación obtenida para la regresión lineal (bi). El programa Excel de Microsoft Office® se utilizó para la obtención de todos los análisis estadísticos y generación de gráficas.

Se diseñó y aplicó una encuesta estructurada a los productores asesorados por el personal técnico encargado de las Escuelas de Campo (ECAs) en la Región de Los Llanos de Durango, principalmente en el sur de Cuencamé. Se realizó una entrevista a 52 productores de frijol que participaron en dicho programa federal en diversas localidades de la región de Los Llanos. La selección de los encuestados se basó en el muestreo no probabilístico por conveniencia, a partir de su disposición y aceptación para contestar la entrevista. Las variables que se incluyeron en el instrumento para recolecta de la información fueron: superficie sembrada, variedad preferida, fuente de semilla, nivel de facilidad para comercializar el grano, canales de comercialización y sitios principales para la venta del producto. Las encuestas se aplicaron en los meses de marzo y abril

de 2026 y los datos fueron capturados en una base de datos del programa Excel®.

El análisis estadístico de los datos se realizó con técnicas de la estadística multivariada, obtenida con el software SPSS 27.0 para Windows (IBM 2022) y Minitab 15. Primero se utilizó el Análisis de Conglomerados (AC) jerárquico para identificar el número de grupos de productores de forma gráfica (dendrograma), basado en el algoritmo de Ward. Posteriormente, el estudio se complementó con el análisis de conglomerados K-medias, para obtener una mejor identificación de los grupos. Finalmente, se evaluó la clasificación y asignación de cada individuo al grupo formado con un Análisis Discriminante y con ello, comprobar y validar los resultados obtenidos con K-medias (Díaz 1998, Borja et al. 2025). En el Análisis Discriminante, se incluyeron las variables independientes que más favorecieron la diferenciación de cada grupo y se verificó que la conformación de conglomerados fuera robusta.

En el Análisis Discriminante, se utilizó el método de selección de variables mediante la regresión por pasos (stepwise). Para seleccionar las variables, se utilizó el estadístico Lambda de Wilk, considerando que, si su valor era cercano a cero, la variabilidad total se debió a las diferencias entre grupos. Por su parte, si el valor era próximo a uno, los grupos estaban mezclados y el conjunto de variables independientes era inadecuado para construir las funciones discriminantes (Vivanco et al. 2010).

Se solicitó información a acopiadores y comercializadores al mayoreo de Guadalupe Victoria, Dgo., que es el centro más importante para el acopio y comercilización hacia mercados externos en la Región de los Llanos. Además, se investigó en el área del semidesierto Duranguense (Símon Bolívar y San Juan de Guadalupe) donde se considera que existe déficit de frijol y se consume parte de la producción de la región de Los Llanos de Durango y norte de Zacatecas. También, se trabajó con empresas y centros de acopio externos, del estado de Zacatecas, donde los productores de la región de Los Llanos acuden a comercializar su producto. Se visitaron acopiadores que trabajan en el área del sur de Cuencamé, Juan Aldama, Sombrerete, Fresnillo, Miguel Auza, Río Grande y Sain Alto. La información solicitada incluyó los volumenes de acopio por variedad y la proporción con respecto al volumen total acopiado por cada empresa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción en Ambientes Variables. En la variedad Negro San Luis el promedio para el número de días a floración fue 50 días después de la siembra (DDS) (Cuadro 1), con variaciones entre 44 hasta 60 DDS, mientras que, en Pinto Saltillo el promedio fue de 43 DDS y fluctuaciones entre 35 a 48 DDS. Lo anterior, demostró la floración tardía de Negro San Luis y esto influyó en el retraso de la madurez; así como, en el incremento de las posibilidades de daño por heladas tempranas. La mayoría de los años se observó ausencia de síntomas de antracnosis y roya; únicamente en Nombre de Dios 2019 y Durango 2021, se registraron valores débiles (3) a intermedios (5) de antracnosis (CIAT 1987) en Negro San Luis. En ambas variedades se registraron valores moderados (4) a generalizados (6) de bacteriosis común, similares a los que se encuentran en la mayoría de las variedades de frijol cultivadas en Durango. Lo anterior, se debió a la carencia de fuentes confiables de resistencia para el patógeno causante de dicha enfermedad, derivada de la variación en los niveles de incidencia y severidad; así como, a la herencia cuantativa del caracter (Foucher et al. 2020, Yang et al. 2022). La variedad Negro San Luis mostró un periodo mayor entre la siembra y floración, lo que favoreció el crecimiento vegetativo y aunque la mayoría de los años “escapó” al ataque de antracnosis, algunos años mostró susceptibilidad intermedia a esta enfermedad.

La madurez fisiológica de Negro San Luis fue tardía y se alcanzó en promedio a los 110 días después de la siembra (DDS), con niveles máximos de 120 DDS. Con ello, se puede establecer que, se incrementan las posibilidades de sufrir daños por estrés hídrico y heladas tempranas registradas, en Durango, a partir del mes de octubre (Medina et al. 2011). En Pinto Saltillo, el número promedio de días a madurez fisiológica fue 96 DDS (madurez intermedia), lo que favoreció su resiliencia y adaptabilidad en los ambientes variables observados en el Altiplano Semiárido de México. Otras características morfo-agronómicas (Cuadro 1) mostraron contraste entre las dos variedades incluidas en el estudio. Por ejemplo, Negro San Luis tiene hipocotilo, tallos y guías de color morado; mientras que, en Pinto Saltillo es verde y sin coloración antocianínica (UPOV 2012). Las flores de Negro San Luis son de color morado (alas y estandarte); mientras que, en Pinto Saltillo son blancas. Otras características que

serán utilizadas durante el registro legal de la variedad Negro San Luis se muestran en el Cuadro 1.

El rendimiento promedio de Negro San Luis fue 2,417 kg/ha (460 a 4,142 kg/ha), la variación en el rendimiento se debió principalmente a las diferencias entre los ambientes de evaluación, especialmente en lo que se refiere al suelo y distribución del agua de lluvia y oportunidad del riego. La variedad Pinto Saltillo mostró rendimientos entre 419 a 4,151 kg/ha, con un promedio general de 2,345 kg/ha y un peso de 100 semillas de 33.0 g. Ambas variedades mostraron rendimiento predecible, pero con fluctuación entre ambientes, derivado principalmente de la variación de la disponibilidad hídrica (lluvia y riego), fluctuación de la temperatura y oportunidad del riego. Negro San Luis mostró un peso de 100 semillas promedio de 31.1 g, con fluctuaciones entre 25.9 y 40.1 g100 semillas.

Cuadro 1. Descripción morfo-agronómica de la variedad de frijol Negro San Luis, comparada con Pinto Saltillo.

Característica	Negro San Luis	Pinto Saltillo
Color del hipocótilo-tallo	Morado	Verde
Color de las alas de la flor	Violeta	Blanco
Color del estandarte flor	Violeta	Blanco
Color de las hojas	Verde fuerte	Verde claro
Color de la vaina inmadura	Verde medio	Verde claro sin pigmentación
Color de la vaina cercana a la madurez	Verde débil + violeta	Amarillo con estrías rojas
Días a floración	50	43
Días a madurez fisiológica	110	96
Hábito de crecimiento	Trepador (SNICS, 2017). Indeterminado con guía trepadora (Tipo IV) (CIAT, 1984).	Enrredadera indeterminada, con guías cortas no trepadoras; Indeterminado postrado, tipo III
Color del grano	Negro	Crema claro, con pintas café e hilio amarillo.
Forma de la semilla	Transversalmente elíptica-media y longitudinalmente elíptica truncada	Transversalmente elíptica y longitudinalmente semi-arriñonada
Peso de 100 semillas (g)	31	33
Reacción a antracnosis*	Tolerante	Resistente
Reacción a roya*	Tolerante	Resistente
Reacción a bacteriosis*	Tolerante	Resistencia intermedia

*Evaluadas en condiciones de infestación natural de los patógenos en el campo, en el caso de bacteriosis se observó que en algunos sitios de siembra AD 1 muestra síntomas de la enfermedad.

Las fluctuaciones en el peso del grano se relacionaron con el nivel de rendimiento, déficit hídrico y las temperaturas bajas registradas en Durango al final del ciclo de cultivo (a partir segunda quincena de octubre). Se considera que el grano de tamaño inferior, obtenido en años con periodo de cultivo corto, tiene calidad comercial baja y por ello, es recomendable mejorar las prácticas agronómicas para favorecer este atributo del frijol cultivado en Durango. Se demostró que la variedad nativa Negro San Luis sobresale por su resiliencia, adaptación e influencia en la producción y consumo de frijol en México, por lo que se propondrá su registrony protección legal.

El método parcial de parámetros de estabilidad del rendimiento mostró superioridad de Negro San Luis (Figura 1), en el largo plazo. Se observó que ambas variedades mostaron respuesta similar en el ambiente de cultivo con productividad más baja (Durango, 2011), así como, variación en su respuesta de rendimiento en cada uno de los ambientes de cultivo. El año 2011, fue uno de los que mostraron productividad baja para frijol (promedio estatal de 160 kg/ha) debido a los niveles bajos de precipitación (246 mm) y temperaturas mínimas bajas (promedio 9 °C) a partir de octubre, lo que afectó considerablemente el rendimiento, aún en la condición de riego. La variedad Negro San Luis mostró estabilidad del rendimiento entre ambientes de cultivo, con una pendiente de la curva cercana a la unidad (bi = 1.02) y valor alto para el coeficiente de determinación (R2 = 0.98). Por su parte, Pinto Saltillo registró un valor de bi inferior (bi = 0.97), aunque el valor de R2 fue igual (R2 = 0.98), lo que se relacionó con su adaptación en ambientes específicos, con productividad alta (riego y uso alto de insumos).

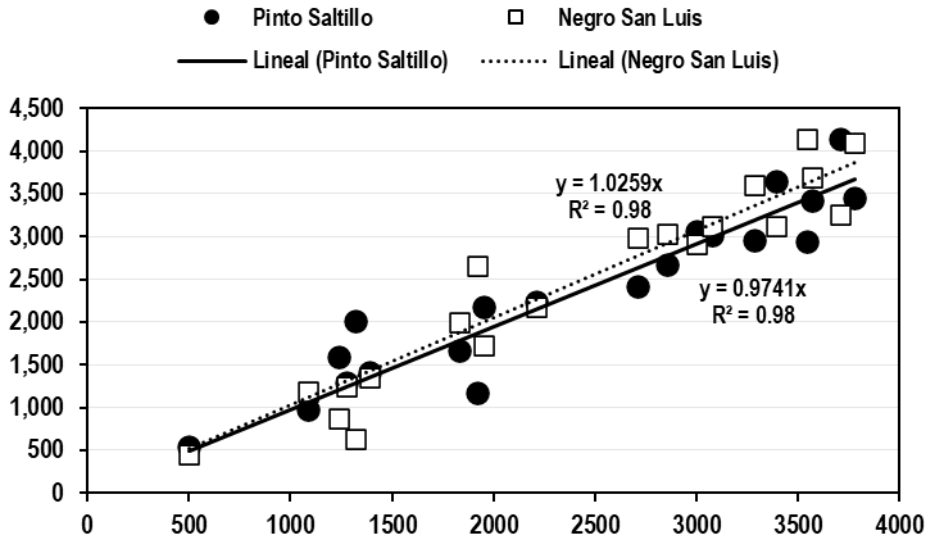


Figura 1. Parámetros de estabilidad de una variedad nativa y otra mejorada de frijol cultivadas en Durango.

Las poblaciones nativas de frijol tienen genes que confieren resistencia y tolerancia a factores adversos de la producción registrados en Durango y en algunos casos, como en Negro San Luis, es posible obtener grano aceptable para el comercio y consumo en México. Por su parte, el mejoramiento genético que incluye la hibridación, selección y la evaluación en ambientes múltiples permitieron el desarrollo de variedades mejoradas de frijol que muestran algo de resiliencia a las variaciones agro-meteorológicas entre los ambientes de cultivo existentes en Durango. Dichas variedades producen también grano preferente y con tiempo de cocción bajo. Lo anterior, se logró mediante la recombinación genética entre variedades de diferentes acervos, razas genéticas y programas de mejoramiento genético de frijol. Además, influyó el uso de ambientes múltiples de cultivo para la selección de variedades sobresalientes por su interacción con el ambiente. En Pinto Saltillo, se observó variabilidad intra-poblacional, derivada de la heterogocidad y vigor generados durante la recombinación genética. A medida que se incrementó el número de autofecundaciones se observó avance de la homogocidad y se favoreció el equilibrio génico de la población esta variedad mejorada. Lo anterior, es importante en poblaciones derivadas de hibridaciones multiples entre acervos y razas genéticas de frijol, como es el caso de Pinto Saltillo.

El mejoramiento genético de frijol ha permitido la generación de líneas y variedades mejoradas resilientes a las variaciones ambientales, derivadas del cultivo en diferentes años en la misma localidad y sitios diferentes durante la misma estación de crecimiento. Además, influyeron las variaciones generadas por el calentamiento global en un mismo ciclo de cultivo, como son irregularidad de las lluvias y modificación constante de los patrones de temperatura. Sobresalió por su interacción genético-ambiental la variedad Pinto Saltillo, la cual mostró niveles altos de rendimiento y peso de 100 semillas aceptable dentro de la clase comercial particular. La variedad Negro San Luis y en menor medida, Pinto Saltillo, mostraron estabilidad del rendimiento debido a la homeostásis presente en sus poblaciones, derivada de su cultivo extensivo y prolongado en ambientes diversos del Altiplano Semiárido de México. Las variedades que han sido cultivadas por décadas en Durango, muestran resiliencia, respuesta estable y poca interacción con el ambiente debido al equilibrio génico intra-poblacional.

Encuesta Específica

Se identificaron dos grupos principales de productores de frijol, los cuales fueron diferenciados de forma gráfica con el análisis de conglomerados obtenido por el método jerárquico (Figura 2). Posteriormente, los agricultores encuestados pudieron tipificarse como pequeños y medianos productores con base en el análisis de conglomerados, generado mediante el método de K-

medias. Los resultados del análisis discriminante mostraron la bondad de ajuste durante la clasificación y con base en ello, se determinó que todos los entrevistados se tipificaron de forma aceptable con base en los parámetros estadísticos. La interpretación del valor del estadístico Lambda de Wilks (0.28), valor cercano a cero, demostró que los grupos formados fueron estadísticamente diferentes.

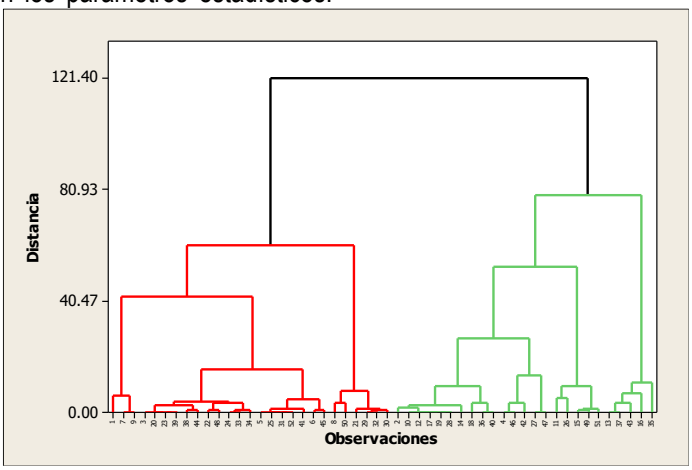


Figura 2. Dendrograma de los tipos de productores de frijol incluidos en el estudio realizado en la Región de Los Llanos de Durango.

Los grupos con separación clara fueron los pequeños y medianos productores, lo que se ha relacionado con la disponibilidad de terrenos de cultivo, uso de variedades y facilidades para la comercialización del frijol. Las variables que contribuyeron mayoritariamente en la separación de grupos de productores fueron la superficie sembrada, siembra de variedades de frijol diferentes a Pinto Saltillo; así como, la fuente de donde obtienen la semilla y el lugar donde se comercializa el grano de frijol producido en su parcela. Estas variables obtuvieron un nivel de $p < 0.05$ y valor de F mayor a 3.84; mientras que, la facilidad de comercialización ($p = 0.270$; $F = 0.954$) y la siembra de Pinto Saltillo ($p = 0.276$; $F = 0.011$) tuvieron aportación pobre a la separación entre los grupos de productores.

Grupo 1: Pequeños productores. Se conformó con el 44.2% de los productores entrevistados y entre ellos, el 47.8% siembran entre 5 a 10 ha; 21.7% de 10 a 15 ha, 17.4% menos de 5 ha y el resto (13.0%) siembra más de 15 ha. Se observó predominancia de las superficies sembradas con valores mayores a 5 ha, con niveles bajos para las superficies mayores a 15 ha. A pesar de lo anterior, existen fuera de este grupo de productores que participan en las Escuelas de Campo, que son agricultores que siembran cientos de hectáreas con frijol, pero evitan su inclusión completa en este tipo de agrupaciones promovidas por el gobierno federal. Se determinó que 30.4% de los entrevistados siembra frijol Pinto Saltillo, pero el 100% de los productores de este grupo siembran variedades de frijol negro, la variedad sobresaliente fue Negro San Luis (69.6%), seguido de Negro Querétaro (17.4%) y la variedad Brujan (13%).

En este grupo, se observó declive de la preferencia por la siembra de Pinto Saltillo, a favor de las variedades que producen grano negro, debido a la dispersión de semilla en los programas de gobierno. Influyó también la demanda ejercida por los comercializadores, programas de acopio gubernamentales y los consumidores de esa clase comercial, en el centro y sur de México. Los productores en pequeño siembran, en su mayoría, semillas de cosecha propia (74%) y en menor proporción (26%) de semillas compradas con productores vecinos. Lo anterior, se relacionó con la facilidad de producir semilla de frijol, proporcionada previamente en los programas gubernamentales, debido a su mecanismo de reproducción sexual (autógama).

Se debe recomendar el uso de semilla de calidad, debido a la omisión generalizada de la limpieza del grano previo a la siembra de frijol en ciclos posteriores de cultivo. Por ello, en 2025-2026 se tuvieron problemas, en los centros de acopio, para la aceptación de grano de frijol por la presencia de variedades similares y contrastantes. Por ello, para el

52.2% de los productores de este grupo le resultó muy difícil comercializar su producto y para el resto (47.8%) les fue medianamente difícil vender el grano de frijol. Los agricultores realizaron la comercialización del frijol principalmente en el centro de acopio de programas federales (56.5%) y otros venden su producto a un intermediario rural ("coyote") (26.1%), comerciantes en la ciudad (8.7%) y en mercados locales (8.7%). El programa de acopio del gobierno federal (Alimentación para el Bienestar) favoreció la comercialización del frijol producido en Durango y Zacatecas. Con ello, mejoró el ingreso económico obtenido por los pequeños productores de frijol en varios municipios del estado de Durango.

Grupo 2: Medianos productores. Este grupo se integró por 55.8% de los productores de frijol incluidos en la encuesta. Se caracterizaron por ser agricultores con superficies más amplias de cultivo, donde el 58.6% siembra más de 20 ha de frijol, 24.1% entre 15 a 20 has, 10.3 % de 10 a 15 ha y 6.9 % de 5 a 10 ha. Este grupo de productores tiene mayor superficie de siembra, con respecto a los pequeños y se registró predominancia de lotes superiores a 15 ha. Se considera que cuentan con disponibilidad de recursos económicos, lo que les proporciona posibilidad para decidir la variedad que sembrarán en cada ciclo de cultivo, dependiendo en forma parcial de los programas de subsidio gubernamental. Por ello, el 73.9% de los productores siembran frijol Pinto Saltillo y para el 20.7% de los productores es la única variedad que siembran.

Una proporción alta (79.3%) de medianos productores combina la producción de Pinto Saltillo con el cultivo de la variedad de frijol Negro San Luis. Se observó nivel alto de adopción de la variedad de frijol Pinto Saltillo, lo cual ha persistido por más de dos décadas, debido a su adaptación, nivel alto de rendimiento y calidad del grano (Rosales et al. 2026). El 55.2% del grupo de productores medianos siembran semilla propia y 27.6% la adquieren con productores vecinos, el resto la adquirieron a través de programas gubernamentales (10.3%) y empresas comercializadoras de semilla (6.3%).

En este grupo se observó una proporción más alta de uso de la variedad de frijol Pinto Saltillo, debido a sus características morfo-agronómicas que la hacen atractiva para productores, comerciantes y consumidores. Este grupo de agricultores visualizan la producción de frijol como una actividad empresarial encaminada al abastecimiento del mercado regional y nacional de frijol. La comercialización es un problema común para ambos tipos de productores (pequeños y medianos), a quienes les resulta difícil vender el frijol, principalmente en la temporada de cosecha. Se observó que una proporción alta (51.7%) de los productores entrevistados venden a los centros de acopio de programas federales, 27.5% a comercios locales, 10.3% a comerciantes de las ciudades (Durango, Dgo.; Torreón, Coah) y 10.3% vende su frijol a intermediarios rurales ("coyotes").

Se comprobó que los programas federales de entrega de semilla y acopio de grano de frijol han beneficiado a pequeños y medianos productores de frijol en la región de Los Llanos de Durango. Con ello, quedó de manifiesto el impacto socio-económico que han tenido este tipo de programas, los cuales despertaron el interés del productor para explorar otras opciones para producir y comercializar su producto. Desde 2024, se inició el cultivo de la variedad PID 2 que resultó del agrado de los productores, debido a la preferencia por esa variedad detectada en los mercados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. En 2026, se entregó semilla de PID 2 en el programa de Escuelas de Campo, por lo que su aceptación masiva desde la producción hasta el consumo deberá corroborarse en 2027.

Entrevista con Actores Clave

En 2026, los comercializadores de frijol mostraron preferencia por Pinto Saltillo, para atender el mercado del norte de México, donde se consume esta clase comercial. En los centros de acopio de Guadalupe Victoria se observó una proporción de entre 36 al 48% de frijol Pinto Saltillo en bodegas, lo que significa que se acopiaron 500 toneladas. Es necesario considerar que algunas variedades (Pinto Centauro, PID 2) son incluidas dentro del tipo Pinto Saltillo, la cual se convirtió en una clase comercial genérica (Cuadro 2). Por su parte Negro San Luis tiene un volumen de entre 200 y 300 t, que alcanza una proporción entre 14 y 29%, con respecto al total acopiado. Sobresalió por su adopción rápida y aceptación preferente la variedad PID 2, la cual se comercializa de manera exitosa en el norte de México (Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas).

La variedad PID 2 alcanzó proporciones de acopio entre 14 y 24%, con volúmenes de compra entre 200 y 250 toneladas, lo cual, tiene expectativa para el incremento en 2026, luego que se obtenga la cosecha de los productores inscritos en las Escuelas de Campo. Se observaron diferentes niveles de

adopción para las variedades de frijol desarrolladas por el Programa de Mejoramiento Genético de frijol del INIFAP, registrándose niveles nulos-bajos hasta muy altos, con persistencia a través de las décadas, como fue el caso de Pinto Saltillo y Pinto Villa con aceptación productiva, comercial y de consumo. Otras variedades generadas por el INIFAP, fueron introducidas del Campo Experimental Celaya y muestran aceptación en Durango (Pinto San Rafael y Pinto Rarámuri).

Cuadro 2. Variedades de frijol acopiadas en Guadalupe Victoria, Durango, para su comercialización en el norte de México.

Comercializador	Variedades	Volumen (t)	Proporción (%)
HM	PT Saltillo	500	48
	NG San Luis	300	29
	PID 2	250	24
	Total	**1050**	
P-HM	PT Saltillo	500	36
	NG San Luis	200	14
	Pinto Villa	100	7
	PT Rarámuri	150	11
	Pinto San Rafael	150	11
	PID 2	200	14
	Otros*	100	7
	Total	**1400**	

*Canario, Querétaro y FM Media Oreja

En los municipios del semidesierto duranguense se observó un volumen acopiado total de 1 560 t, con preferencia por Negro San Luis con 1,248 t y una proporción del 80% del volumen acopiado (Cuadro 3). Otra variedad importante, por si sola, fue Pinto Saltillo con un volumen acopiado de 78 t (5%). Además, se acopian 234 t de grano de variedades nativas, como Bayo Gordo, Alubia (blanquito), Pinto Nacional; hasta alcanzar, una proporción del 15%. Estas últimas clases comerciales se utilizan principalmente para abastecer el mercado local en Simón Bolívar y San Juan de Guadalupe. Dgo. Los excedentes de esta región y la de Los Llanos de Durango se comercializan en acopiadoras de Miguel Auza (IGZ), donde se acopian entre 350,000 y 400,000 t de frijol, principalmente de la variedad Negro San Luis (80%), es decir 280,000 t. La variedad Pinto Saltillo es acopiado en una proporción de 10%, con respecto al volumen total, es decir 35,000 t y en los casos de aceptar la variedad Salinas, ambas variedades se combinan debido a la similitud de su grano en color y tamaño, para alcanzar un total combinado del 15%. Se incluyó también el acopio de Bayo Zacatecas (Bayo Gordo), principalmente para el consumo local y municipal.

Cuadro 3. Variedades de frijol acopiadas en el semidesierto duranguense y norte de Zacatecas.

Comercializador	Variedades	Volumen (t)	Proporción (%)
Semidesierto	NG San Luis	1248	80
	Pinto Saltillo	78	5
	Criollos (Nativas)[1]	234	15
	Total	**1560**	**100**
IGZ	NG San Luis	280,000	80
Sombrerete, Fresnillo,	PT Saltillo	35,000	10
Miguel Auza, Juan Aldama	BY Zacatecas	17,500	5
Río Grande y Sain Alto.	PT Salinas[2]	17,500	5
	Total	**350,000-400,000**	**100**
ALDAMAL	NG San Luis	101,414	60
	Pinto Saltillo	59,158	35
	Salinas, Criollas[3]	8451	5
	Total	**169,024**	**100**

[1]Canario, Querétaro, Flor de Mayo Media Oreja; [2]Bayo Rata, Pinto Nacional y Querétaro. [3]Pinto Salinas se mezcla con Pinto Saltillo, por tener grano similar.

En Juan Aldama, Zac., predominó el acopio de la variedad Negro San Luis (60%), alcanzando volúmenes superiores a 101,000 toneladas. En este sitio se incrementó el volumen (59,158 t) y la proporción de Pinto Saltillo (35%), debido a la cercanía de la región de los Llanos donde se observa una cantidad mayor de terrenos cultivados con dicha variedad. Se detectó una proporción baja de recepción de variedades nativas (criollas) y mejoradas, como el caso de Salinas, que es una variedad de frijol de grano pinto. Se corroboró que existe un nivel alto de adopción y persistencia productiva, mercado y consumo de las variedades de frijol desarrolladas por el Programa de Mejoramiento Genético de Frijol del INIFAP en Durango, Dgo. y Celaya, Gto. En recorridos de campo relizados en 2026 en los municipios de Guadalupe Victoria y Peñón Blanco, se percibe una cantidad alta de terrenos cultivados con Negro San Luis, seguida de Pinto Saltillo y PID 2 (Ignacio Allende y Guadalupe Victoria). Las variaciones de mercado y precio del frijol pagado al productor; así como, el otorgamiento de semilla mediante programas de apoyo al campo (Plan Frijol, Escuelas de Campo, Sembrando Vida, Estrategias de Acompañamiento Técnico) han influido en la modificación de las superficies sembradas con diferentes variedades de frijol.

CONCLUSIONES

La variedad de frijol Negro San Luis y Pinto Saltillo muestran resiliencia y esto favorece el potencial alto de rendimiento en áreas de riego y buen temporal (> 450 mm de lluvia) del Altiplano Semiárido de México; así como, capacidad para ajustar su ciclo biológico y producir algo de rendimiento en condiciones de temporal pobre (< 450 mm de lluvia). Negro San Luis mostró rendimiento predecible, similar a Pinto Saltillo y también, muestra vida de anaquel prolongada por el color de sus granos, que pueden permanecer durante años sin perder su presencia comercial. Con base en sus características sobresalientes, se inició el proceso de caracterización de Negro San Luis, para gestionar registro como variedad nativa y con ello, favorecer su protección legal. Además, servirá como base, para futuros programas de cruzamiento encaminados al mejoramiento genético de frijol en Durango y otras entidades del Altiplano de México. La característica más importante en la tipificación de los productores fue la superficie sembrada con frijol,

con base en ello, el grupo de pequeños productores tienden a diversificar las variedades de frijol que producen y resguardan su semilla para siembra; mientras que, los productores medianos centran la producción en Pinto Saltillo y Negro San Luis, mostrando mayor autonomía para la adquisición de la semilla. Ambos grupos poseen dificultades para comercializar su producción de frijol, aunque los grandes productores mostraron tener mayor porcentaje del mercado local, regional e incursionan en el mercado nacional.

Pinto Saltillo es una variedad que se produce para el consumo estatal en Durango y los exedentes se comercializan en otras entidades de México. Por su parte, Negro San Luis se utiliza exclusivamente para abastecer los mercados del centro y sur de México. Ambas variedades mostraron resiliencia de mercado, gracias a la vida de anaquel prolongada y niveles altos de consumo en México. Por ello, se observó también niveles altos de acopio con comercializadores privados, locales y foráneos, que abastecen los mercados locales, nacionales y exportación.

LITERATURA CITADA

Borja B., M., E. Baltazar B. y S. Arellano A. 2025. Tipología de productores de maíz en Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. Agricultura, Sociedad y Desarrollo 22(4): 1-16.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1984. Morfología de la planta de frijol común (Phaseolus vulgaris L.). 2a ed. Cali, Colombia. 56 p.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. In: A. van Shoonhoven y M. A. Pastor- Corrales (comps.). Cali, Colombia. 87 p.

Díaz de R., V. 1998. Diseño de tipologías de consumidores mediante la utilización conjunta del análisis clúster y otras técnicas multivariantes. Economía Agraria (182): 75-104.

Escuelas de Campo. 2023. Escuelas de campo, acompañamiento técnico y capacitación. Disponible en https://www.gob.mx/agricultura/articulos/escuelas-de-campo-inifap-acompanamiento-tecnico-y-capacitacion. Consultado 26/08/2026.

Foucher, J., M. Ruh, A. Préveaux, A. Carrère, S. Pelletier, M. Briand, R. F. Serre, M.-A. Jacques, and N. W. G. Chen. 2020. Common bean resistance to Xanthomonas is associated with upregulation of the salicylic acid pathway and downregulation of photosynthesis. BMC Genomics 21(1): 566, 1-19.

García M., E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Enriqueta García de Miranda. México, D. F. 217 p.

IBM (Corporation). 2022. SPSS (versión 27.0) [software]. https://www.ibm.com/mx-es/analytics/ spss-statistics-software.

Medina G., G., G. Díaz P., J. López H., J. A. Ruiz C., y M. Marín S. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Durango (Periodo 1961- 2003). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., Méx. 224 p.

Medina G., G., J. A. Ruiz C., J. López H., G. Díaz P., V. Serrano A. 2011. Probabilidad de ocurrencia de heladas en el estado de Durango. INIFAP- CIRNOC- Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, México. Libro Técnico No. 8. 224 p.

Rosales S., R., E. I. Cuéllar R., C. A. Nava B., H. González R., F. J. Ibarra P., y J. A. Acosta G. 2012. Pinto Centauro: variedad mejorada de frijol para el estado de Durango. Folleto Técnico Núm. 62. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México. 30 p.

Rosales S., R., C. H. Avendaño A., y D. Sierra Z. 2025. Mejoramiento genético de frijol: sus protagonistas, variedades e impacto para la soberanía alimentaria en México. Libro Técnico Núm. 14. INIFAP-CIRNOC- Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México. 299 p.

Rosales S., R., S. Santana E., e H. Flores G. 2025a. PID 2, variedad de frijol de grano pinto para Durango. Folleto Técnico Núm. 132. INIFAP-CIRNOC-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México. 32 p.

Rosales S., R., C. M. Reyes R., M. Borja B., D. Sierra Z., S. Santana E., I. A. Ortiz S., S. Valdez O., C. A. Nava B., H. D. García S. 2026. Effective adoption of the Pinto Saltillo common bean

variety (Phaseolus vulgaris L.) in Durango and other states of México. Agro Productividad 19(4): 25-38.

Sánchez V., I., J. A. Acosta G., F. J. Ibarra P., R. Rosales S., y E. I. Cuéllar R. 2009. Pinto Saltillo: Variedad Mejorada de frijol para el estado de Durango. Folleto Técnico Núm. 36. INIFAP-Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México. 28 p.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2012. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad, para judía común, alubia, Phaseolus vulgaris. TG/12/9. http://www.upov.int/edocs/tgdocs/es/tg012.pdf

Vivanco, M., F. J. Martínez y I. C. Taddei. 2010. Análisis de la competitividad de cuatro sistemas producto estatales de tilapia en México. Estudios Sociales 18(35): 166-207. https://www.redalyc. org/pdf/417/41712074005.pdf.

Yang, P., Y. Chang, L. Wang, S. Wang, and J. Wu. 2022. Regulatory mechanism of the resistance to common bacterial blight revealed by transcriptomic analysis in common bean (Phaseolus vulgaris L.). Frontiers in Plant Science 12: 800535, 1-12.