

# Journal of Agricultural Sciences Research

Acceptance date: 21/10/2024

## **VARIEDADES RESISTENTES Y MANEJO AGROECOLÓGICO, ELEMENTOS DE RESILIENCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE FRIJOL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA MIXTECA DE OAXACA**

---

*Leodegario Osorio Alcalá*

Programa trigo y avena, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca, México

*Rafael Rodríguez Hernández*

Programa de Socioeconomía, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca, México

ORCID: 0000-0003-2723-0781

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



**Resumen:** El frijol es un alimento básico para la población, ya que posee cualidades nutritivas sobresalientes que hacen benéfico y recomendable su consumo, sin embargo, la producción de este grano enfrenta limitantes como la sequía que particularmente en la región Mixteca del estado de Oaxaca ha sido catalogada como severa, por lo que ante esta situación el componente genético complementado con labranza reducida del suelo y nutrición agroecológica con bioinsumos pueden proporcionar resiliencia y competitividad a la producción. El objetivo de este trabajo fue evaluar la rentabilidad y la competitividad de dos variedades mejoradas (negro 8025 y negro Otomí) y una variedad local sobresaliente (negro Tiltepec) cultivadas con labranza de conservación y nutrición combinada de fertilizantes químicos y bioinsumos como lixivados de lombriz y microorganismos de montaña, para ello, en el ciclo primavera-verano 2023 se estableció una parcela de evaluación en el Sitio Experimental Mixteca del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Se utilizaron indicadores económicos preliminares como ingreso total, costo total, ganancia neta y relación beneficio costo; mientras que la competitividad se determinó mediante el indicador Relación de Costo Privado (RCP). Los resultados indicaron que las variedades evaluadas generaron los mejores indicadores básicos y de competitividad económica en comparación con la variedad y tecnología de manejo convencional del productor. La variedad Tiltepec generó una ganancia neta por hectárea de \$8,779.03 y una RCP de 0.42. Se concluye que las variedades mejoradas en combinación con labranza reducida y nutrición agroecológica hacen competitivo el cultivo de frijol aun en condiciones drásticas de sequía.

**Palabras-clave:** Negro 8025, negro Otomí, negro Tiltepec, costos, rentabilidad

## INTRODUCCIÓN

La resiliencia es un concepto relacionado con la capacidad para adaptarse a las situaciones adversas con resultados positivos, es un proceso dinámico que tiene como resultado la adaptación positiva en contextos de gran adversidad (Luthar y Cushing, 1999 citado por García y Domínguez, 2013); el cambio climático a través del calentamiento global es un caso ineludible de adversidad para la agricultura, ya que es muy probable que en el futuro inmediato este fenómeno afecte la disponibilidad y acceso a alimentos e incremente la volatilidad de los precios (López y Hernández, 2016), como parte de este fenómeno se ha observado que en los últimos años México ha sufrido de sequías severas que han afectado a la agricultura y ganadería ya que en 2022 el 65 % del territorio nacional presentó algún grado de sequía, situación que se agrava por la presencia de temperaturas excepcionalmente altas (Huerta, 2024).

El frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) es un cultivo básico ya que constituye parte fundamental de la dieta de los mexicanos, su composición nutritiva lo hace ser fuente de elementos esenciales como hierro vegetal, fibra, ácido fólico, tiamina, magnesio, potasio y zinc (Rodríguez y Fernández, 2003). Ulloa et al., (2011) señalan que, dependiendo del tipo de frijol, el contenido de proteínas varía del 14 al 33 %, siendo rico en aminoácidos como la lisina (6.4 a 7.6 g/100 g de proteína) y la fenilalanina más tirosina (5.3 a 8.2 g/100 g de proteína), pero con deficiencias en los aminoácidos azufrados de metionina y cisteína. Sin embargo, de acuerdo a evaluaciones de tipo biológico, la calidad de la proteína del frijol cocido puede llegar a ser de hasta el 70% comparada con una proteína testigo de origen animal a la que se le asigna el 100%, además el frijol constituye una fuente importante de compuestos antioxidantes y flavonoides (Pérez-Pérez et al., 2020). La tasa

más alta de consumo de frijol se presenta en la población rural y Oaxaca es uno de los estados con mayor proporción a nivel nacional con un consumo per cápita de 11.50 kilogramos por año (Ramírez-Jaspeado et al., 2020).

En el estado de Oaxaca se cultivaron en 2021 un total de 5702 ha de frijol, logrando una producción total de 5424 t y un rendimiento promedio de 0.951 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2021). Este rendimiento se considera bajo debido a diversas causas, ya que el cultivo es afectado por múltiples factores adversos como la sequía extrema que es una de las principales causas del bajo rendimiento en la actualidad (Gómez-Latorre et al., 2023), aunado a las enfermedades causadas por patógenos de la raíz y foliares que disminuyen hasta 50% los rendimientos (Van Bruggen *et al.*, 1986, citado por Jiménez y Acosta, 2013), esto ha obligado a investigadores a desarrollar nuevas estrategias que permitan estabilizar la producción y contribuir a su competitividad. Dentro de los factores que pueden potenciar el rendimiento, se destacan dos, por un lado, los materiales genéticos con mayor y mejor potencial de adaptación y resistencia a deficiencias de humedad, así como a plagas y enfermedades; por el otro, el manejo nutricional adecuado de las plantas, es decir, permitirle a la planta que obtenga los nutrientes esenciales para que expresen su máximo potencial con un enfoque de sustentabilidad. En cuanto a variedades resistentes a los factores adversos, a través del mejoramiento genético que realizan diversas instituciones de investigación y académicas, se han generado variedades con cualidades superiores, cada vez más resilientes que permiten enfrentar los factores limitantes de la producción, así se tiene como ejemplos las variedades negro 8025 y negro Otomí generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que se han adaptado de forma adecuada a las condiciones climáticas

de la Mixteca oaxaqueña, región que se caracteriza por la baja precipitación pluvial y por tanto, constituyen una alternativa real para la producción bajo escenarios cada vez más adversos de escases de agua y presencia de plagas y enfermedades. Si bien el mejoramiento genético formal es importante, es pertinente considerar el mejoramiento que han realizado desde tiempos inmemoriales los campesinos en sus propios entornos, por medio del cual se han conservado y mejorado variedades autóctonas valiosas como parte de la diversidad de recursos genéticos potenciales que pueden responder en forma resiliente, tal es el caso de la variedad nativa conocida como negro Tiltepec que se caracteriza por su buen potencial de producción en condiciones adversas de sequía extrema.

Respecto a la nutrición de las plantas, Ayala-Garay et al., (2021) señalan que el frijol demanda en promedio 53.5, 7.8, 55.5, 39.8 y 8.4 unidades de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente, por tonelada de grano producido, por lo que a este requerimiento hay que restarle la cantidad de nutrientes que están disponibles en el suelo, lo cual se determina mediante análisis de laboratorio, por otro lado, al ser una leguminosa, el frijol tiene la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico y por lo tanto disminuyen sus requerimientos de este macronutriente, ya que de acuerdo con los valores reportados en la literatura, se puede decir de manera conservadora, que el frijol puede fijar en promedio alrededor de 20 a 25 kg de nitrógeno por hectárea. De esta manera, las recomendaciones para una buena producción consideran comúnmente la aplicación de fertilizantes químicos sintéticos; sin embargo, el uso poco apropiado de los mismos puede traer diversas consecuencias negativas a la salud y equilibrio natural del suelo como salinización, contaminación, compactación y afectación a la micro fauna (Orozco-Corral et al., 2016), además del impacto en los costos de produc-

ción por los elevados precios de este tipo de fertilizantes, son aspectos que en conjunción han contribuido a una baja productividad, rentabilidad y competitividad de la siembra y cultivo de esta leguminosa en la región Mixteca. Bajo este escenario, la nutrición mediante bioinsumos, principalmente lixiviados de lombriz y microorganismos de montaña son una alternativa sustentable y económica.

Ante la necesidad de buscar la autosuficiencia alimentaria y cubrir la creciente demanda de consumo favorecida por sus cualidades alimenticias, se requiere fomentar la producción local de frijol y así mejorar tanto la alimentación de los habitantes de las comunidades rurales como los ingresos de las familias al destinar mayores excedentes al mercado con una mejor productividad y competitividad. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la resiliencia económica de variedades de frijol a través de la productividad, rentabilidad y competitividad del cultivo mediante un manejo de transición agroecológica bajo un ambiente adverso de sequía extrema y presencia de plagas y enfermedades, en comparación con el manejo convencional del productor.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo primavera verano 2023, se estableció una parcela de evaluación de una hectárea en el Sitio Experimental Mixteca perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el cual se localiza en el municipio de Yanhuitlán, Oaxaca, perteneciente a la región agroecológica denominada Mixteca Alta de Oaxaca dentro de las coordenadas 17°30'37" latitud norte y 97°21'5" longitud oeste (Figura 1). La siembra se realizó en franjas bajo un diseño de parcelas apareadas.

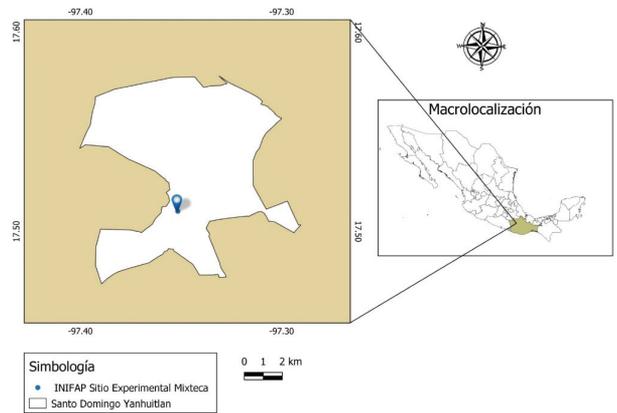


Figura 1. Localización del Sitio Experimental Mixteca en el estado de Oaxaca

Las variedades mejoradas evaluadas fueron negro 8025 y negro Otomí, cuyas caracterizaciones que se presentan a continuación fueron tomadas de Rosales et al., (2004):

Negro 8025, es una variedad obtenida mediante el método de hibridación y selección, el color de la flor es morado, el color del grano es negro opaco, la floración ocurre a los 55 días, la madurez fisiológica entre los 105 a 111 días, el hábito de crecimiento es indeterminado postrado tipo III, con altura de planta en dosel de 40.0 a 56.3 cm y en la guía de 70.2 cm. Clasificada como resistente al ataque de antracnosis (razas 448, 54, 256, 128 y 449), roya y tizón de halo. Tiempo de cocción de 87.0 a 108 minutos y contenido de proteínas entre el 25.7 a 27.5 %.

Negro Otomí, es una variedad obtenida mediante el método de hibridación y selección, el color de la flor es morado, el color del grano es negro brillante, la floración ocurre entre los 52 a 53 días, la madurez fisiológica entre los 100 a 115 días, el hábito de crecimiento es indeterminado postrado tipo III, con altura de planta en dosel de 45.0 a 64.1 cm y en la guía de 96.2 cm. Clasificada como tolerante al ataque de antracnosis (algunas razas), roya, tizón común y tizón de halo. Tiempo de cocción de 94.0 a 116 minutos y contenido de proteínas de 21.0 %.

Por otra parte, negro Tiltepec, es una variedad nativa que fue colectada en la comunidad de Santa María Magdalena Tiltepec, municipio de San Pedro Topiltepec en la región Mixteca de Oaxaca, el color de grano es negro brillante y ha presentado buen comportamiento y rendimiento en condiciones de temporal deficiente.

Las variedades fueron sembradas sobre residuos de trigo del ciclo anterior sin mover el suelo, con una densidad de siembra de 30 kg ha<sup>-1</sup>, depositando una semilla cada 7 centímetros de separación, previamente tratada con un consorcio de microorganismos benéficos *Glomus untraradices*, *Glomus mosseae*, *glomus etunicatum*, *Glomus aggregatum*, *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter chroococcum*, *Basilus megaterium*, y *Pseudomonas fluorescens* para favorecer el mejor aprovechamiento de nutrientes disponibles en el suelo. Se aplicó la mitad de la dosis recomendada de fertilizantes químicos en el momento de la siembra, consistente en 50-40-00 (NPK) equivalente a 65.21 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato diamónico y 83.19 kg ha<sup>-1</sup> de urea y se complementó con dos aplicaciones de lixiviados de estiércol de ovinos, 1,136 y 568 l ha<sup>-1</sup> respectivamente, cuyos parámetros promedio de calidad fueron Conductividad Eléctrica (C.E.) de: 8.5 mS y PH de 8.2 y dos aplicaciones foliares de un bioestimulante comercial a base de giberelinas y citoquininas en dosis de 600 ml ha<sup>-1</sup>.

El control de arvenses fue manual mediante escardas, y para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) se colocaron trampas amarillas cuando el frijol se encontraba en tercera hoja trifoliada, posteriormente se aplicó Thiametoxam (etiqueta azul) en dosis de 75 ml ha<sup>-1</sup>.

El testigo fue la tecnología del productor bajo un manejo convencional, en donde se utilizó una variedad local no identificada con labranza convencional, es decir, barbecho, rastreo y siembra mecánica; se aplicaron 50

kg de urea y 100 kg de DAP, no se aplicaron bioinsumos tampoco se inoculó la semilla con micorrizas.

Aunque existen diversas metodologías para estudiar la competitividad económica, en este estudio se utilizó la señalada por Rodríguez et al., (2013) y Rodríguez et al., (2022), estimándose los siguientes indicadores económicos:

a) Ingreso total (IT), conocido como valor de la producción, fue el resultado de multiplicar el rendimiento obtenido a nivel de parcela (Xi) por el precio de venta del productor (Pi).

$$IT = PiXi$$

b) El costo total (CT), que fue el resultado de la suma de los costos de insumos y factores internos, dado por el precio del insumo (Pj) multiplicado por la cantidad de insumo (Yj).

$$CT = \sum_{k=1}^n PjYj$$

c) Ganancia neta (GN), fue el resultado de la diferencia aritmética entre ingreso total y costo total.

$$GN = IT - CT$$

d) Relación Beneficio Costo (RBC), es el resultado de la división ingreso total entre costo total, su interpretación es que por cada peso invertido en la actividad cuantos pesos se obtienen.

$$RBC = IT/CT$$

El indicador específico de la competitividad a nivel de parcela utilizado en este estudio fue el planteado por Morris (1990); Padilla, (1992); Puente (1995) citados por Rodríguez et al., (2013) y Rodríguez et al., (2014) denominado Relación de Costo Privado (RCP), otro método para estimar la competitividad puede consultarse en Magaña (2014). La RCP está dada por la siguiente expresión:

$$RCP = \frac{CFI}{VA}$$

Donde:

RCP = Relación de Costo Privado

CFI = Costo de los Factores Internos

VA = Valor Agregado

Considerando que el costo de los factores internos (CFI) expresa la parte de los costos por factores que no tienen definido un mercado externo o que no se pueden importar ni exportar fácilmente, como la tierra, la energía eléctrica, la mano de obra, entre otros. Este concepto está dado por la cantidad de factores internos multiplicada por el precio que tiene cada uno de ellos en el mercado local:

$$CFI = \sum_{k=1}^n Z_k P_k$$

Donde:

CFI = Costo de los Factores Internos

$Z_k$  = Cantidad de factores internos aplicados por unidad de superficie

$P_k$  = Precio de los factores internos en el mercado local

El valor agregado (VA) es la diferencia entre el precio de una unidad de producto menos el valor de los insumos que se requieren para producir dicha unidad de producto, expresado por:

$$VA = P_i X_i - \sum_{n=1}^n P_j Y_j$$

Donde:

VA = Valor Agregado

$X_i$  = Cantidad producida por unidad de superficie, generalmente en toneladas

$Y_j$  = Cantidad de insumos comerciables aplicados por unidad de superficie

$P_i$  = Precio del producto en el mercado nacional

$P_j$  = Precio de los insumos comerciables en el mercado nacional

Puente (1995) citado por Rodríguez (2014) considera que un sistema agrícola permanece competitivo si trata de minimizar la RCP

manteniendo bajos los costos de los insumos comerciables y los factores internos y obtener un VA lo más elevado posible, por lo tanto, existe mayor competitividad entre más pequeña sea la RCP. Por último, se realizó un análisis de sensibilidad de la RCP ante posibles cambios de rendimiento de frijol para vislumbrar el umbral de la competitividad de cada variedad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de grano de las variedades de frijol se observa en la figura 2. No se encontraron diferencias significativas entre las tres variedades, mientras que la variedad testigo cultivada en el sistema convencional si reflejo menor rendimiento, siendo estadísticamente diferente. Con la variedad nativa negro Tiltepec se obtuvo un rendimiento de 0.7 t ha<sup>-1</sup>, similar al obtenido por el negro Otomí (0.67 t ha<sup>-1</sup>) y al negro 8025 (0.61 t ha<sup>-1</sup>). Aunque los rendimientos son bajos, se debe considerar la escasa y errática distribución de la lluvia durante el desarrollo de la planta (Figura 3), las variedades que fueron cultivadas con manejo agroecológico recibieron 288.7 mm de precipitación y el testigo convencional recibió 216.6 mm, niveles que se consideran muy bajos de acuerdo con lo señalado por Gómez et al., (2023) que el frijol requiere entre 350 y 500 mm bien distribuidos en las diferentes etapas de desarrollo, lo que refleja que los materiales evaluados estuvieron sometidos a una intensa presión por sequía. Con base en los datos de precipitación registrados, durante la etapa de crecimiento se tuvieron 220.7 mm de lluvia, en floración 42.5 mm y en llenado de grano 25.5 mm. Se infiere que los residuos de la cosecha anterior, así como la disminución de la labranza del suelo y el manejo agroecológico permitieron enfrentar la falta de humedad en el suelo, al respecto Martínez et al., (2013) señalan que la agricultura de conservación favorece

la conservación del suelo y agua y reduce el riesgo de pérdida por sequía, además permite reducir los costos de preparación del suelo en un 50% en relación a labranza convencional. Aunado a lo anterior, los efectos positivos de los micro organismos señalados por (Alves, et al., 2021) y de la aplicación de lixiviados de estiércol ovino al suelo, contribuyeron a una mejor nutrición de la planta y así soportar condiciones de clima tan drásticas presentadas. Con el sistema convencional donde no hubo cobertura con residuos de cosecha, no se realizó labranza de conservación, no se utilizaron microorganismos benéficos ni se aplicaron lixiviados, el rendimiento fue estadísticamente menor  $0.42 \text{ t ha}^{-1}$ .

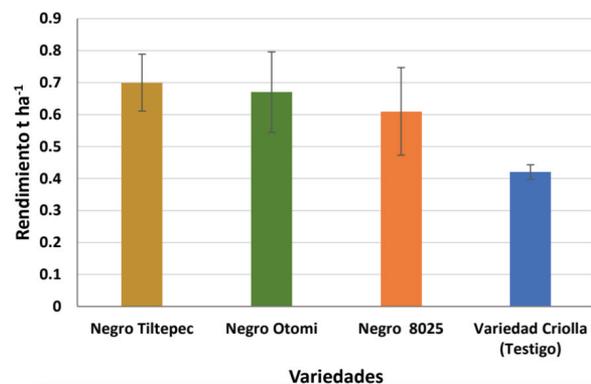


Figura 2. Rendimiento de grano de variedades de frijol cultivadas con manejo agroecológico y testigo convencional, bajo temporal crítico en Yanhuitlán Oax. Ciclo PV-2023.

En la Tabla 1 se pueden observar los indicadores económicos preliminares obtenidos con las variedades de frijol y su manejo agrónomico. El costo total fue prácticamente igual de \$15,720.97 por hectárea en donde se consideró el costo de los fertilizantes, los bioinsumos, la semilla y las labores de cultivo. El costo de la tecnología convencional del productor fue ligeramente menor. Considerando un precio de campo de \$35.00/kg el ingreso total fue mejor para la variedad Tiltepec y ligeramente menor para las otras variedades, mientras que la tecnología del productor

generó un ingreso menor. La ganancia neta fue de \$8,779.03 por hectárea para la variedad Tiltepec, \$7,729.03 para negro Otomí y \$5,629.03 para negro 8025, claramente superior a la tecnología convencional en donde la ganancia fue de \$1,375.00 por hectárea. La RBC fue superior a la unidad, lo que indica que los ingresos superaron a los costos y fue mayor para variedades mejoradas, destacando el negro Tiltepec con una RBC de 1.56.

Respecto a los indicadores de competitividad de las variedades, en la Tabla 2 se puede observar el costo de los factores internos, el valor agregado y la RCP. El costo de los factores internos fue menor para las variedades ya que solamente se consideró el costo de las labores manuales, mientras que la tecnología del productor presentó un costo de factores internos más elevado debido a que se consideró a las labores manuales más las labores mecánicas que se realizan en el manejo convencional (un barbecho y dos pasos de rastra); respecto al valor agregado, éste fue mayor para las variedades negro Tiltepec y negro Otomí con \$13,963.00 y \$12,913.00 respectivamente; el valor agregado es importante porque significa valor monetario que se queda en la región y contribuye a dinamizar la economía local. La RCP como indicador de competitividad fue mejor (más pequeña) para la variedad Tiltepec con 0.42 lo que indica por cada peso de valor agregado se cubre el costo de los factores internos con 0.42 pesos y además genera una ganancia monetaria al productor equivalente a 0.58. Las otras variedades también mostraron RCP atractivas, aunque en menor medida y la tecnología del productor generó una RCP de 0.91, lo que indica que por cada peso de valor agregado se requieren 0.91 pesos para cubrir los factores internos y 0.09 es ganancia para el productor. En general, las variedades mejoradas con manejo de transición agroecológica fueron más competitivas que la variedad del productor con manejo convencional.

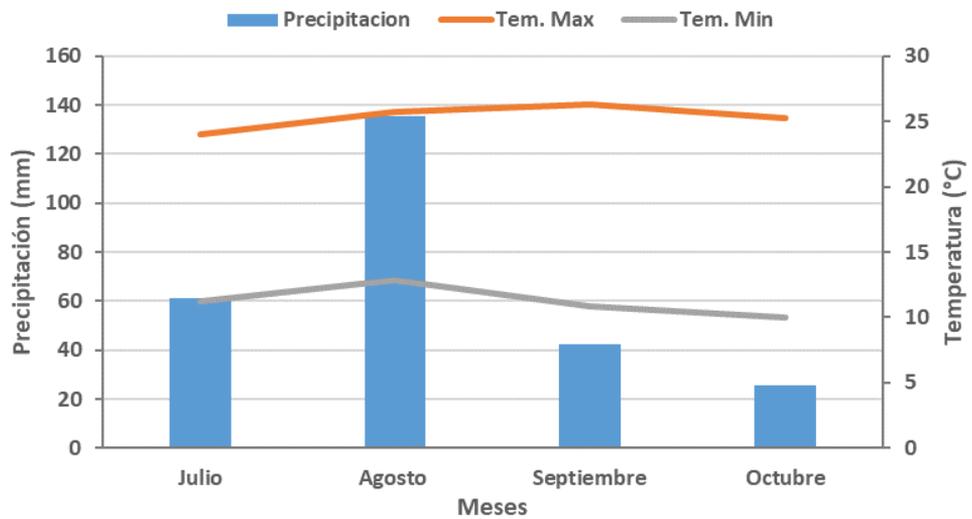


Figura 3. Precipitación y temperatura durante el ciclo de cultivo de frijol en el Sitio Experimental Mixteca

Indicador	Unidad	Negro 8025	Negro Otomí	Negro Tiltepec	Productor
Rendimiento	t ha <sup>-1</sup>	0.61	0.67	0.70	0.48
Costo total	\$ ha <sup>-1</sup>	15,720.97	15,720.97	15,720.97	15,425.00
Ingreso total	\$ ha <sup>-1</sup>	21,350.00	23,450.00	24,500.00	16,800.00
Ganancia neta	\$ ha <sup>-1</sup>	5,629.03	7,729.03	8,779.03	1,375.00
RBC	\$	1.36	1.49	1.56	1.09

Tabla 1. Indicadores económicos preliminares obtenidos con variedades de frijol en la Mixteca de Oaxaca, ciclo P-V 2023.

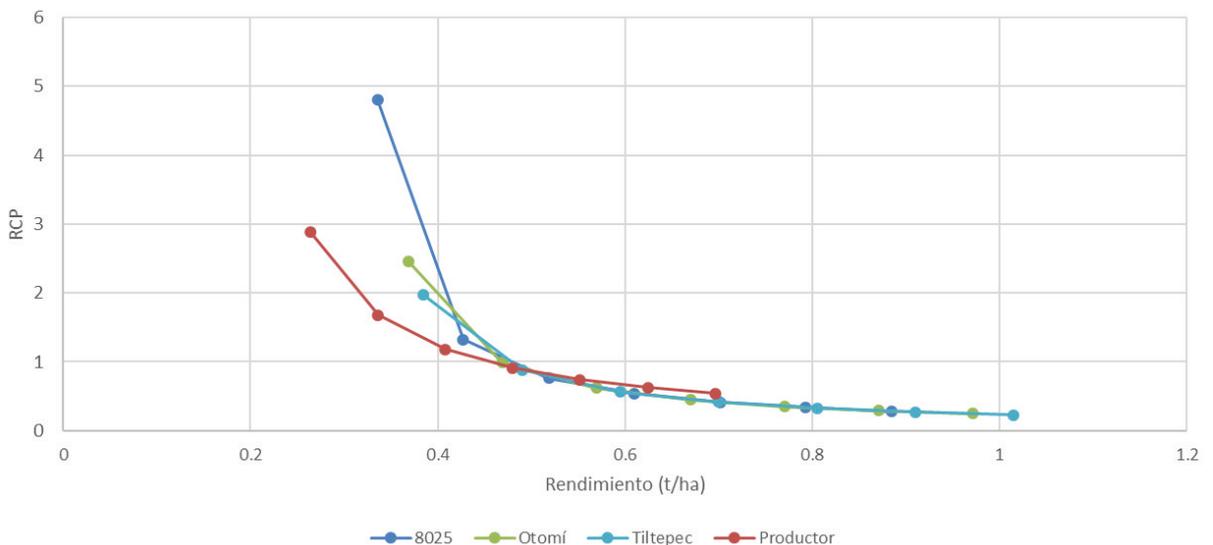


Figura 4. Curvas de sensibilidad de la RCP ante posibles cambios en el rendimiento de frijol en la Mixteca de Oaxaca

Variedad	Factores internos (\$ ha <sup>-1</sup> )	Valor agregado (\$ ha <sup>-1</sup> )	RCP
Negro 8025	5,800.00	10,813.00	0.54
Negro Otomí	5,800.00	12,913.00	0.45
Negro Tiltepec	5,800.00	13,963.00	0.42
Productor	10,100.00	11,050.00	0.91

Tabla 2. Factores internos, valor agregado y relación de costo privado obtenidos con variedades de frijol en la Mixteca de Oaxaca, ciclo P-V 2023.

Respecto a la sensibilidad de la competitividad de las variedades de frijol evaluadas ante posibles cambios en el rendimiento por unidad de superficie, en la Figura 4 se observa que la RCP muestra una relación inversa no lineal ante cambios en el rendimiento de frijol, es decir, a mayor rendimiento menor el índice RCP lo que indica que el cultivo es más competitivo, mientras que a menor rendimiento la RCP es mayor, es decir, disminuye la competitividad. Al principio del rango de rendimiento considerado, las curvas se visualizan separadas y conforme el rendimiento va aumentando se van cerrando, a un rendimiento de 0.4 t ha<sup>-1</sup> las cuatro alternativas evaluadas no son competitivas debido a que se obtiene una RCP mayor que uno. El punto de equilibrio se presenta en donde la RCP es uno (todo el valor agregado se destina al pago de los factores internos), situación que se da a partir de los

0.5 t ha<sup>-1</sup> aproximadamente, de ahí en adelante las variedades presentan cierto nivel de competitividad económica, la diferenciación se da si la curva se encuentra más o menos alejada del eje horizontal de las x, que en este caso la curva de sensibilidad del productor se observa por encima de las demás lo que indica que es menos competitiva, no observándose diferencias entre las variedades mejoradas.

## CONCLUSIONES

Las variedades negro 8025, negro Otomí y negro Tiltepec cultivadas en transición agroecológica y agricultura de conservación en un ambiente de sequía severa, fueron resilientes y competitivas ya que los rendimientos, el ingreso y la ganancia neta fueron más altos que la tecnología convencional del productor. La variedad negro Tiltepec fue más competitiva ya que la RCP fue la más baja lo que implica que el valor agregado generado cubrió los costos de los factores internos y generando una ganancia para el productor. Situación que fue confirmada con el análisis de sensibilidad de la RCP ante cambios del rendimiento. Los resultados obtenidos permiten afirmar que, para la región Mixteca, el componente genético en combinación con los componentes manejo agroecológico de la nutrición y labranza reducida, son factores que ayudan a enfrentar el problema de la sequía en el cultivo de frijol y mantener su competitividad económica.

## REFERENCIAS

- Alves L.J., Wisoczynski de Sene D., Ferreira de P. G., Bueno D.G., Sussumu M.L. (2021). Influencia de *Bacillus* sp. sobre los atributos químicos y microbiológicos del suelo y el desarrollo de la soja y el maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 12(3), 383-393.
- Ayala-Garay A.V., Acosta-Gallegos J.A. y Reyes-Muro Luis. (2021). El cultivo de frijol presente y futuro para México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental Bajío. Celaya Gto. México, Libro Técnico No. 1. 232 p.
- García-Vesga, M. C. & Domínguez-de la Ossa, E. (2013). Desarrollo teórico de la Resiliencia y su aplicación en situaciones adversas: Una revisión analítica. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 11 (1), 63-77.
- Gómez-Latorre, D.A., Roza-Leguizamon, Y., Rochel-Ortega, E. y Tofiño-Rivera, A. (2023). Estimación del efecto de la sequía sobre la productividad de frijol variedad AGROSAVIA rojo 43 en el Caribe colombiano. *Revista Avances en Investigación Agropecuaria*. Colombia. pp. 25-38.

Huerta L. 2024. Consecuencias de la sequía en México. Revista UNAM Global. Mayo (s/n). Recuperado el 27 de septiembre 2024 en: [https://unamglobal.unam.mx/global\\_revista/consecuencias-de-la-sequia-en-mexico/](https://unamglobal.unam.mx/global_revista/consecuencias-de-la-sequia-en-mexico/).

Jiménez Galindo J. C., & Acosta Gallegos J. A. (2013). Rendimiento de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y Tépari (*Phaseolus acutifolius* A. Gray) bajo el método riego-sequía en Chihuahua. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 4(4), 599-610. Recuperado en 04 de abril de 2024, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000400006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000400006&lng=es&tlng=es).

López Feldman A. J., & Hernández Cortés D. (2016). Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. El trimestre económico, 83(332), 459-496. <https://doi.org/10.20430/ete.v83i332.231>.

Magaña S.P.A. (2014). Variables que impactan en la competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas agroindustriales de limón en Tecomán, Colima, México. Revista Mexicana de Agronegocios, No. 34 (enero-junio) 688-698.

Martínez-Gamiño, M. A., Osuna-Ceja, E. S. y Reyes-Muro, L. (2013). Como iniciar la agricultura de conservación para producir frijol de temporal en el altiplano de san Luis Potosí. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación regional del Noreste. México.

Orozco Corral, AL, Valverde Flores, MI, Martínez Téllez, R., Chávez Bustillos, C., & Benavides Hernández, R. (2016). Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con biofertilización cultivado con manzano. Terra Latinoamericana, 34 (4),441-456. Recuperado en 16 de Abril de 2024. Recuperado en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57347465006>.

Pérez-Pérez L.M., C. L. Del Toro S., E. Sánchez Ch., R. I. González V., A. Reyes D., J. Borboa F., J. M. Soto P, M.A. Flores C. 2020. Bioaccesibilidad de compuestos antioxidantes de diferentes variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México, mediante un sistema gastrointestinal in vitro. Biotecnia, XXII (1), 117-125. Recuperado el 02 de abril 2024 de <https://www.scielo.org.mx/pdf/biotecnia/v22n1/1665-1456-biotecnia-22-01-117.pdf>.

Ramírez-Jaspeado, Rocío, Palacios-Rojas, Natalia, Nutti, Marilia, & Pérez, Salomón. (2020). Estados potenciales en México para la producción y consumo de frijol biofortificado con hierro y zinc. Revista fitotecnia mexicana, 43(1), 11-23. Epub 28 de diciembre de 2020.<https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.11>.

Rodríguez-Castillo, Ligia, & Fernández-Rojas, Xinia E.. (2003). Los frijoles (*Phaseolus Vulgaris*): su aporte a la dieta del costarricense. Acta Médica Costarricense, 45 (3), 120-125. Recuperado el 02 de abril de 2024, de [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-60022003000300007&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022003000300007&lng=en&tlng=es).

Rodríguez-Hernández R., P. Cadena I., S. Góngora G., S. Jácome M., A. Zambada M., A. Ayala S. y R. Rendón M. (2014). Linking the market to competitiveness, the role of innovation in rural agriculture in Oaxaca, Mexico. Global Journal of Agricultural Economics, Extension and Rural Development. 2(4), 145-151.

Rodríguez H.R., P. Cadena I., M. Morales G., S. Jácome M., S. Góngora G., E. Bravo M., J. R. Contreras H. (2013). Competitividad de las unidades de producción rural en Santo Domingo Teojomulco y San Jacinto Tlascotepec, Sierra Sur, Oaxaca, México. Agricultura Sociedad y Desarrollo 10(1), 111-126.

Rodríguez H.R., E. Bravo M., H. Espinoza P., P. López L., P. Cadena I. y A. Rodríguez C. (2022). Economic evaluation of three fertilization options and their impact on the competitiveness of the mezcalero agave. International Journal of Agriculture, Environment and BioResearch. 7(6), 153-164.

Rosales S.R., J.A. Acosta G., J.S. Muruaga M., J.M. Hernández C., G. Esquivel E. y P. Pérez H. (2004). Variedades mejoradas de frijol del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico No. 6, SAGARPA, INIFAP, CIRCE, Campo Experimental Valle de México, Chapingo Edo. De Méx., México. 148p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2021). Avances de siembras y cosechas, resumen por estado. Gobierno de México. Recuperado el 03 de abril 2024, de [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenProducto.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do).

Ulloa J.A., P. Rosas U., J.C. Ramírez R., B.E. Ulloa R. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. Revista Fuente, 3 (8), 5-9. Recuperado el 02 de abril 2024, de <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/1.pdf>.