

ISTMO DE TEHUANTEPEC: POTENCIAL PRODUCTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus Vulgaris L.*) PARA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA DE UN PRODUCTO DE LA CANASTA BÁSICA MEXICANA ^a

ISTHMUS OF TEHUANTEPEC: PRODUCTIVE POTENTIAL OF BEANS (*Phaseolus Vulgaris L.*) FOR THE FOOD SOVEREIGNTY OF A PRODUCT OF THE MEXICAN BASIC GOODS BASKET

Moctezuma López, G.*; González Hernández, A.; Flores García A.

INIFAP. Cenid Comef. Av. Progreso No. 5, Barrio Sta. Catarina, Del Coyoacán, CP 04110, CDMX.

*Autor correspondencia: moctezuma.georgel@inifap.gob.mx

Fecha de envío: 10, julio, 2023

Fecha de publicación: 28, diciembre, 2024

Resumen:

El Istmo de Tehuantepec se localiza en la zona sur de la República Mexicana que comprende fundamentalmente los estados de Oaxaca y Veracruz, con una presencia fuerte de población indígena y es la parte más angosta del país entre el Golfo de México y el Océano Pacífico, lo cual convierte a esta franja como estratégica, ya que, la globalización exige cada día rutas más cortas para la comercialización de diversos productos provenientes de Europa con destino a Asia y viceversa, situación que se convierte en una oportunidad para el ferrocarril del Corredor Transistmico. Por otro lado, la producción de frijol, alimento fundamental para la población, es escasa y mediante la herramienta del potencial productivo se pueden determinar superficies a sembrar con esta leguminosa y de esta manera poder contribuir a la soberanía alimentaria del frijol y generar excedentes para alimentar municipios cercanos a la región del Istmo. La metodología que se emplea en el Laboratorio de Geomática del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef), perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), se basa fundamentalmente en las variables de: i) clima con valores de temperatura máxima, media y mínima; ii) precipitación pluvial en sus rangos mínima, media y alta y iii) topografía en sus niveles altitud y pendiente. La superficie con potencial productivo alto para la siembra de frijol en el Istmo de Tehuantepec se determinó en 61,059.12 hectáreas y de manera adicional con potencial productivo medio, la cantidad de 45,065.46 hectáreas que serían suficientes para cubrir la demanda de frijol que generaría esta región con sus 10 polos de desarrollo y además se generaría un ligero excedente

Palabras clave: corredor interoceánico, requerimientos agroecológicos, crecimiento anual, zona estratégica.

^a Proyecto del Programa de Investigación en Socioeconomía Forestal del Cenid Comef.

Abstract:

The Isthmus of Tehuantepec is located in the southern part of the Mexican Republic, which mainly includes the states of Oaxaca and Veracruz, with a strong presence of indigenous population and is the narrowest part of the country between the Gulf of Mexico and the Pacific Ocean, which makes this strip strategic, since globalization requires every day shorter routes for the commercialization of various products from Europe to Asia and vice versa, a situation that becomes an opportunity for the Transisthmian Corridor railway. On the other hand, the production of beans, a fundamental food for the population, is scarce and by means of the productive potential tool, areas to be sowed with this legume can be determined and in this way be able to contribute to the food sovereignty of beans and generate surpluses to feed municipalities near the Isthmus region. The methodology used in the Geomatics Laboratory of the National Center for Disciplinary Research in the Conservation and Improvement of Forest Ecosystems (Cenid Comef), belonging to the National Institute of Forestry, Agriculture and Livestock Research (INIFAP), is fundamentally based on the variables of: i) maximum, average and minimum weather temperature values; ii) minimum, medium and high rainfall ranges and iii) topography in its altitude and slope levels. The area with high productive potential for sowing beans in the Isthmus of Tehuantepec was determined at 61,059.12 hectares and additionally with medium productive potential, the amount of 45,065 hectares that would be sufficient to cover the bean demand that this region would generate with 10 development poles and slight surplus would be generated.

Keywords: interoceanic corridor, agroecological requirements, average annual, strategic area.

INTRODUCCIÓN

El Programa de Desarrollo del Istmo de Tehuantepec es una iniciativa de la actual administración que se constituye en junio 14 del 2019 (DOF. 14/06/2019), como organismo público descentralizado bajo el nombre de Corredor Interoceánico del Istmo de Tehuantepec para conectar por medio ferroviario a los puertos de Coatzacoalcos, Ver., con el de Salina Cruz, Oax. Dicho programa tiene una cobertura de 79 municipios, 46 de Oaxaca y 33 de Veracruz, que abarcan una superficie de 20,755 Km² y la distancia en línea recta entre los puertos mencionados es de aproximadamente 200 Km. De acuerdo a la Comisión Nacional de Población, CONAPO (2021) la población de esta región es de aproximadamente 2.4 millones de habitantes.



El Istmo de Tehuantepec se considera como una zona geográfica de tipo estratégica, ya que es la parte más angosta de México para conectar al Océano Pacífico con el Golfo de México y el potencial de ser un paso ferroviario para el traslado de mercancías entre Europa y Asia representa una gran oportunidad que puede ser un detonante del desarrollo comercial, industrial y agropecuario y silvícola del país (Fernández-Ortiz, 2016).

La soberanía alimentaria, según Rosset (2004), es el derecho de cada pueblo a definir sus propias políticas agropecuarias y alimentarias, protegiendo la producción nacional y el mercado doméstico para alcanzar el desarrollo sustentable. Implica la capacidad de decidir el grado de autosuficiencia y prevenir la inundación de mercados con productos excedentarios de otros países mediante el "dumping". Aunque no rechaza el comercio internacional, la soberanía alimentaria promueve políticas comerciales que garanticen métodos y productos alimentarios inocuos, nutritivos y ecológicamente sostenibles. Heinish (2013) destaca que este concepto fue introducido por la Vía Campesina en la Cumbre contra el Hambre de la FAO en 1996, y lo considera complementario al concepto de seguridad alimentaria, surgido en los años 70, el cual se enfoca en aspectos tanto cuantitativos como cualitativos de la alimentación.

El potencial productivo de las especies vegetales, según Pereira (1982), consiste en identificar las áreas agrícolas que cumplan con los requerimientos agroecológicos para un desarrollo óptimo de los cultivos. En este caso, se aborda el frijol (*Phaseolus vulgaris*), una leguminosa de la familia Fabaceae, esencial en la alimentación mexicana, junto con el maíz y el chile, formando parte de la canasta básica. Su origen se remonta a más de 5,000 años A.C. en Mesoamérica, y se cultiva en todos los continentes (Ulloa et al., 2011). En México, el frijol es el segundo cultivo en importancia después del maíz, sembrándose en 1,590,876 hectáreas, de las cuales el 85% se cultiva bajo condiciones de temporal y diversos sistemas de producción (Medina-García et al., 2016). El INIFAP (2017a; 2017b) actualizó sus agendas técnicas agrícolas para cada estado, incluyendo referencias de potencial productivo en Tabasco y Veracruz.



Con base al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (2020), la república mexicana tiene una población total de 126 014 024 habitantes que demandan alimentos, lo cual es todo un reto para el subsector agrícola del país para alimentarlos. Las tres entidades más pobladas son el Estado de México, la Ciudad de México y Jalisco. En las dos primeras se concentra algo más de la quinta parte (20.8%), en tanto que en los estados donde se localizó el proyecto (Oaxaca y Veracruz) del Corredor Interoceánico, representaron el 9.7 % de los habitantes del país; lo anterior da una idea de la concentración de población y por otro la dispersión de la producción de alimentos. Para lo anterior, México cultiva frijol en una superficie de la magnitud que se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Superficie sembrada (hectáreas) de frijol en México y estado de Oaxaca durante el período 2010 – 2021.

Table 1. Area planted (hectares) of beans in Mexico and the state of Oaxaca during the period 2010 – 2021.

Año	Nacional	Oaxaca	Participación % Oax/Nal
2010	1,887,176.77	1,427.00	0.076
2011	1,506,033.82	1,398.00	0.093
2012	1,700,513.50	1,506.00	0.089
2013	1,831,309.49	1,505.50	0.082
2014	1,773,996.85	1,542.50	0.087
2015	1,678,939.40	1,514.50	0.090
2016	1,632,150.47	1,408.00	0.086
2017	1,676,230.41	1,264.00	0.075
2018	1,675,192.45	1,439.60	0.086
2019	1,412,097.69	1,466.18	0.104
2020	1,711,962.51	1,502.70	0.088
2021	1,690,246.99	1,512.35	0.089

Fuente: Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Base de datos 2010 – 2021.

A nivel nacional se observó un deterioro en la superficie destinada a la siembra de frijol, ya que se redujo en el período de los 12 años en 196,929.78 hectáreas lo cual representó el 106.44 % de disminución en la superficie. Asimismo, en 2010 se alcanzó la mayor siembra con 1,887,176.77 hectáreas y la menor se dio en el año siguiente de 2011 con 1,506,033.82 has. Con relación a la superficie de siembra en el estado de Oaxaca, ocurrió lo contrario, ya que en el lapso se dio un incremento de 85.35 has, las cuales son irrelevantes dentro de la producción nacional, en razón de su participación porcentual se dio en el año de 2015 (Cuadro 1).

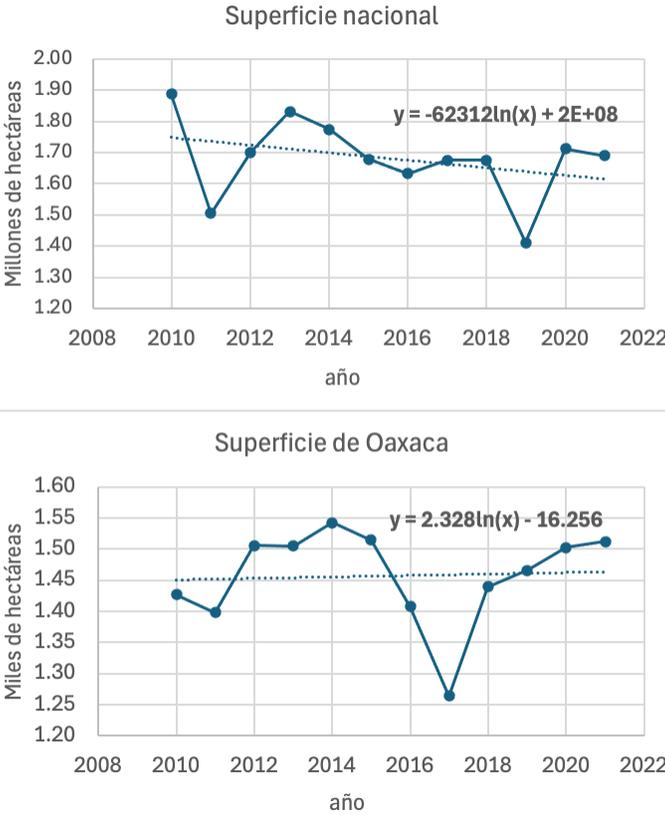


Figura 1. Superficie sembrada de frijol (has) en México y estado de Oaxaca durante el período 2010 – 2021 y línea de tendencia (Elaboración propia con datos de SIAP y SADER 1995 – 2020)

Figure 1. Area planted with beans (has) in Mexico and the state of Oaxaca during the period 2010 – 2021 and trend line (Prepared by our own authors with data from SIAP and SADER 1995 – 2020)



En la figura 1 se puede observar que el eje de las y, a nivel nacional, muestra la superficie sembrada en hectáreas, la anterior gráfica señala una línea de tendencia con pendiente negativa y la curva que más se ajusta a dicha pendiente es una de tipo logarítmica cuya fórmula es $y = -62312\ln(x) + 2E+08$. La curva presenta cinco incrementos en la superficie sembrada (años 2013/2014/2017/2020). La caída en la superficie sembrada de frijol a nivel México, al aplicar la función estadística de la tasa media de crecimiento anual (tmca) arrojó en el período de análisis, una tasa de tipo negativa con -0.91 % y para el estado de Oaxaca dicha tasa obtuvo un índice positivo de 0.49 %, totalmente insuficiente para contribuir a detener el descenso de la superficie destinada a la producción de frijol, ya que, como se observa en la gráfica, la participación del estado de Oaxaca en la superficie sembrada de frijol no alcanza el 0.1 %. Con las superficies mencionadas en el Cuadro 1 , la producción de frijol en toneladas de México y del estado de Oaxaca alcanzó las cifras que se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Producción (toneladas) de frijol en México y estados de Oaxaca durante el período 2110–2021.

Table 2. Bean production (tons) in Mexico and states of Oaxaca during the period 2110–2021.

Año	Nacional	Oaxaca	Participación % Oax/Nal
2010	1,156,257.44	26,092.90	2.25
2011	567,779.15	29,654.90	5.22
2012	1,080,856.66	29,608.33	2.73
2013	1,294,633.90	26,286.87	2.03
2014	1,273,957.14	27,873.94	2.18
2015	969,146.28	27,660.36	2.85
2016	1,088,766.73	27,064.75	2.48
2017	1,183,868.06	27,215.38	2.29
2018	1,196,156.27	24,998.43	2.09
2019	879,404.13	23,394.86	2.66
2020	1,056,070.61	25,392.60	2.40
2021	1,288,806.47	25,601.73	1.98

Fuente: Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Base de datos 2010 – 2021.

La producción de este alimento de la canasta básica durante los 12 años de análisis presentó un ligero ascenso de 132,549.03 tons entre el año de 2010 con respecto al de 2021, representó un incremento de producción del 10.28 %. La mayor producción de frijol se logró en el año de 2021 con 1.29 millones de toneladas y la menor se reportó en el año de 2011 con 0.57 millones de toneladas. A nivel estatal de Oaxaca, la menor cantidad que se produjo fue en 2019. La evolución en la producción del frijol a nivel nacional y en el estado de Oaxaca se muestran en la Figura 2.

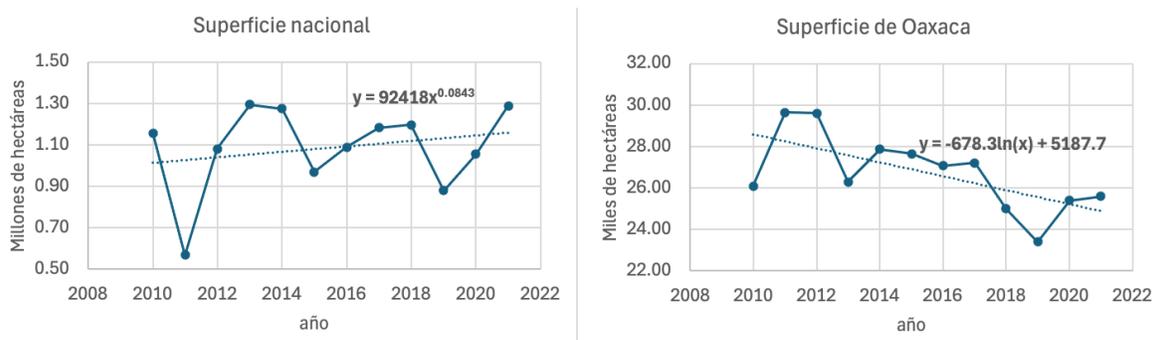


Figura 2. Producción de frijol (tons) en México y estado de Oaxaca durante el período 2010 – 2021. (Elaboración propia con datos de SIAP y SADER).

Figure 2. Bean production (tons) in Mexico and the state of Oaxaca during the period 2010 - 2021. (Prepared by the authors with data from SIAP and SADER).

La anterior gráfica muestra la producción frijolera del país con una tendencia de pendiente ligeramente positiva y la curva que más se ajusta es una de tipo potencial $y = 92418x^{0.0843}$. El mayor decremento de la producción nacional de frijol se dio en el año 2011 con un 49.1 % y el mayor incremento se dio año siguiente, 2012 con el 91.8 % para alcanzar casi el nivel de 2010. El incremento en la producción de esta leguminosa, al utilizar la función estadística de la tasa media de crecimiento anual (tmca), tuvo durante el período de análisis, una tasa de tipo positiva con 0.91 % y para el estado de Oaxaca su tmca fue ligeramente negativa con -0.16 %.

El rendimiento medio por hectárea es el producto que se obtiene del total de la producción entre la superficie sembrada de frijol (tons/) y su comportamiento se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Rendimiento medio por hectárea del cultivo de frijol en México y en estado de Oaxaca durante el período 2010-2021.

Table 3. Average yield per hectare of bean crops in Mexico and in the state of Oaxaca during the period 2010-2021.

Año	Rendimiento medio en toneladas por hectárea a nivel México	Rendimiento medio en toneladas por hectárea a nivel estado de Oaxaca
2010	0.71	0.72
2011	0.63	0.69
2012	0.69	0.69
2013	0.74	0.65
2014	0.76	0.68
2015	0.62	0.67
2016	0.69	0.70
2017	0.73	0.72
2018	0.75	0.72
2019	0.73	0.72
2020	0.67	0.75
2021	0.77	0.73

Fuente: Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Base de datos 2010 – 2021.

En el Cuadro 3 se evidencia un estancamiento en los rendimientos medios de frijol por hectárea tanto a nivel nacional como en Oaxaca, lo que indica una productividad limitada de este alimento básico en México. A nivel nacional, el rendimiento máximo fue de 0.77 ton/ha en 2021, mientras que el mínimo fue de 0.63 ton/ha. En Oaxaca, los rendimientos presentan valores similares, con una diferencia de apenas 100 kg/ha entre los extremos. Además, la discrepancia entre el máximo nacional y el mínimo en Oaxaca es de solo 120 kg/ha, reflejando un desarrollo tecnológico y productivo homogéneo entre el país y el estado.

Información de FIRA (2019 y 2021) y SIAP (1999, 2021 y 2022) mencionan que el consumo *per capita* de frijol tiene una tendencia a la baja ya que, en la década de los años 90's fue de 13 kg/hab, para el 2000, bajo a 11 kg/hab y en el 2018 se reportó 10.1 kg/hab. Por otro lado, el último dato de las importaciones de frijol y de acuerdo a FIRA (2020) fue de 143,605.6 toneladas

El objetivo general del presente trabajo fue determinar el potencial productivo alto y medio en número de miles hectáreas de frijol en la región Istmo de Tehuantepec, para contribuir a la soberanía alimentaria del Corredor Transistmico de esta leguminosa de la canasta básica de la población consumidora más necesitada de esta zona estratégica del país. El específico fue determinar las tasas medias de crecimiento anual, tanto a nivel nacional como estatal en la superficie sembrada, producción y rendimiento por hectárea en el período de análisis.

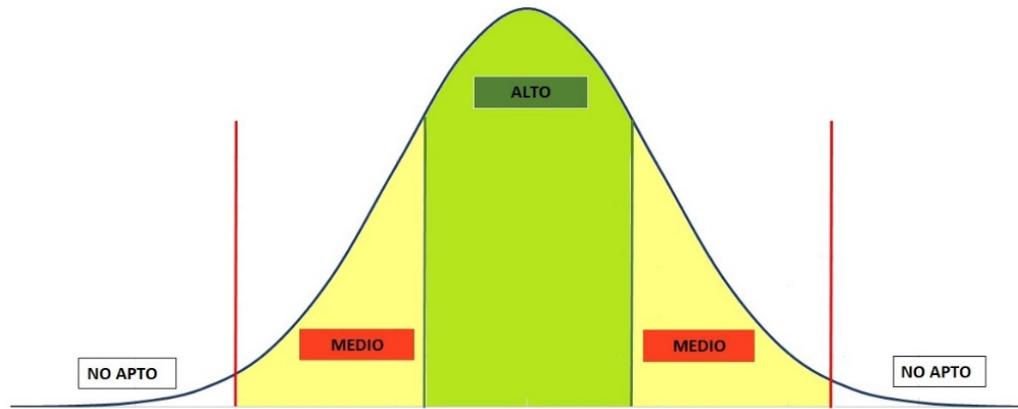
MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó con la conformación de un equipo multidisciplinario de tres investigadores que cumplieron con los perfiles necesarios para llevar las actividades de planeación y seguimiento del proyecto; todos ellos adscritos al Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef) con experiencia en las áreas de silvicultura, plantaciones forestales, potencial productivo, agroindustrias, suelos, planeación estratégica, evaluación de proyectos, agronomía y economía.

Para realizar un estudio del potencial productivo de una especie, se requieren básicamente dos procesos: a) una definición clara y lo más precisa posible de los requerimientos agroecológicos del cultivo, y b) el contraste de éstos con las condiciones que oferta el medio ambiente de un lugar específico. Producir un cultivo donde sus requerimientos agroecológicos son plenamente cubiertos, sin duda asegura un mayor rendimiento, mejores ganancias y menor deterioro ambiental (Díaz et al., 2012).

Los requerimientos climáticos y topográficos de frijol tropical se consultaron en fuentes de información bibliográficas, Cruz et al. (2021) e internet con el fin de identificar las necesidades de las variables climáticas (temperatura y precipitación), topográficas (altitud y pendiente) las cuales se muestran en la Figura 4.





Precipitación	mm	MENOR A 500	500 A 1000	1000 A 1500	1500 A 2000	MAYOR A 2000
Temperatura	°C	MENOR A 15	15 A 20	20 A 25	25 A 35	MAYOR A 35
Altitud	msnm	MENOR A 200	200 A 400	400 A 1200	1200 A 1600	MAYOR A 1500
Pendiente	%	MAYOR A 10	6 A 8	0 A 6	8 A 10	MAYOR A 10

Figura 3. Requerimientos agroecológicos y umbrales de déficit y exceso para el potencial productivo del frijol en el Istmo de Tehuantepec (Elaboración propia).

Figure 3. Agroecological requirements and deficit and excess thresholds for the productive potential of beans in the Isthmus of Tehuantepec (Own elaboration).

Para la elaboración de mapas fuente o coberturas de las variables (Temperatura media anual, precipitación anual, altitud y pendiente en porcentaje) se obtuvieron de la página <https://www.worldclim.org/data/worldclim21.html> donde se descargan las variables a nivel nacional y luego solamente se recortaron por la máscara del Istmo de Tehuantepec. Finalmente, la obtención del potencial productivo (no apto, medio y alto) de frijol se obtiene por medio de algebra booleana (algebra de mapas) en el Sistema de Información Geográfica de ArcGis 10.7®. Mediante herramientas de análisis espacial, únicamente reclasificando los valores de potencial de cada una de las capas y finalmente la sobreposición de las capas para obtener los potenciales de frijol Figura 5.

Otras fuentes de información para potencial productivo se obtuvieron de las Agendas Técnicas Agrícolas del INIFAP (2017a; 2017b). Para la información de series de superficie sembrada, producción y rendimientos medios por hectárea se recurrió a las bases de datos del Sistema de Información Alimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, así como de los Fondos Instituidos con Relación a la Agricultura (FIRA) de Banco de México y del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

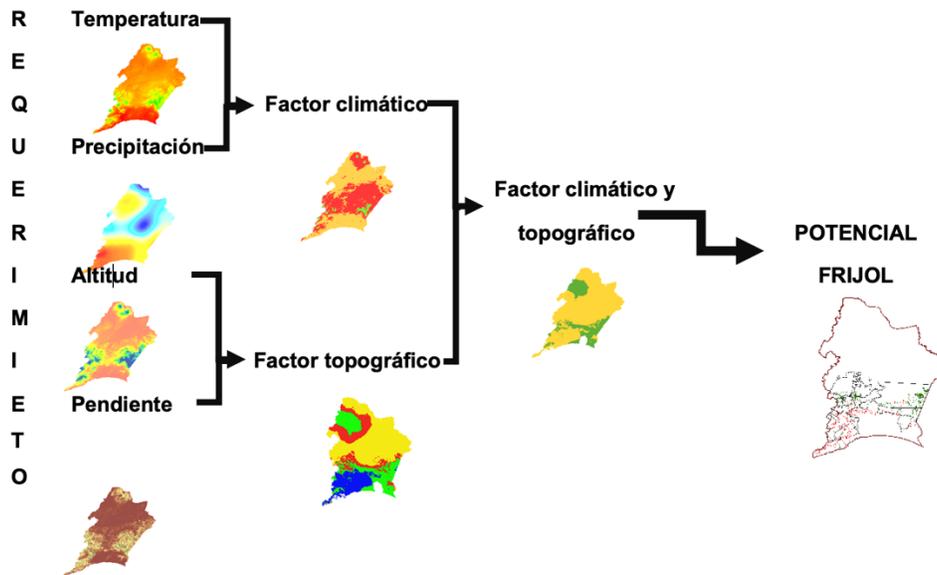


Figura 4. Proceso metodológico para obtener mapas de potencial productivo a partir de capas con variables individuales.

Figure 4. Methodological process to obtain maps of productive potential from layers with individual variables

En el caso de los incrementos positivos o negativos se consideró que la fórmula matemática que mejor refleja los crecimientos es la tasa media de crecimiento anual de una actividad, en un período de mediano y largo plazo, su expresión matemática es:

$$TMCA = ((V_f / V_i)^{1/n} - 1) * 100.$$

Donde:

V_f significa el valor final al periodo;

V_i corresponde al valor inicial del periodo y

n representa el número de años que considera el análisis.

De igual forma se tomaron en cuenta los crecimientos de un año base específico, el cual se comparó con el del último año del horizonte de análisis, para facilitar e identificar los tamaños de incrementos positivos y negativos que resultan a lo largo del período, Addin Technology (2018). Así mismo, se incluyó una línea de tendencia para tener una mejor comprensión en la evolución y comportamiento tanto de la superficie sembrada como de la producción y de los rendimientos medios por hectárea del cultivo del frijol.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como producto de la cuantificación del número de hectáreas susceptibles de ser cultivadas con frijol en el Istmo de Tehuantepec que abarca los estados de Oaxaca y Veracruz, bajo el criterio de potencial alto y potencial medio, en la Figura 6 se muestra el mapa y el hectareaje.

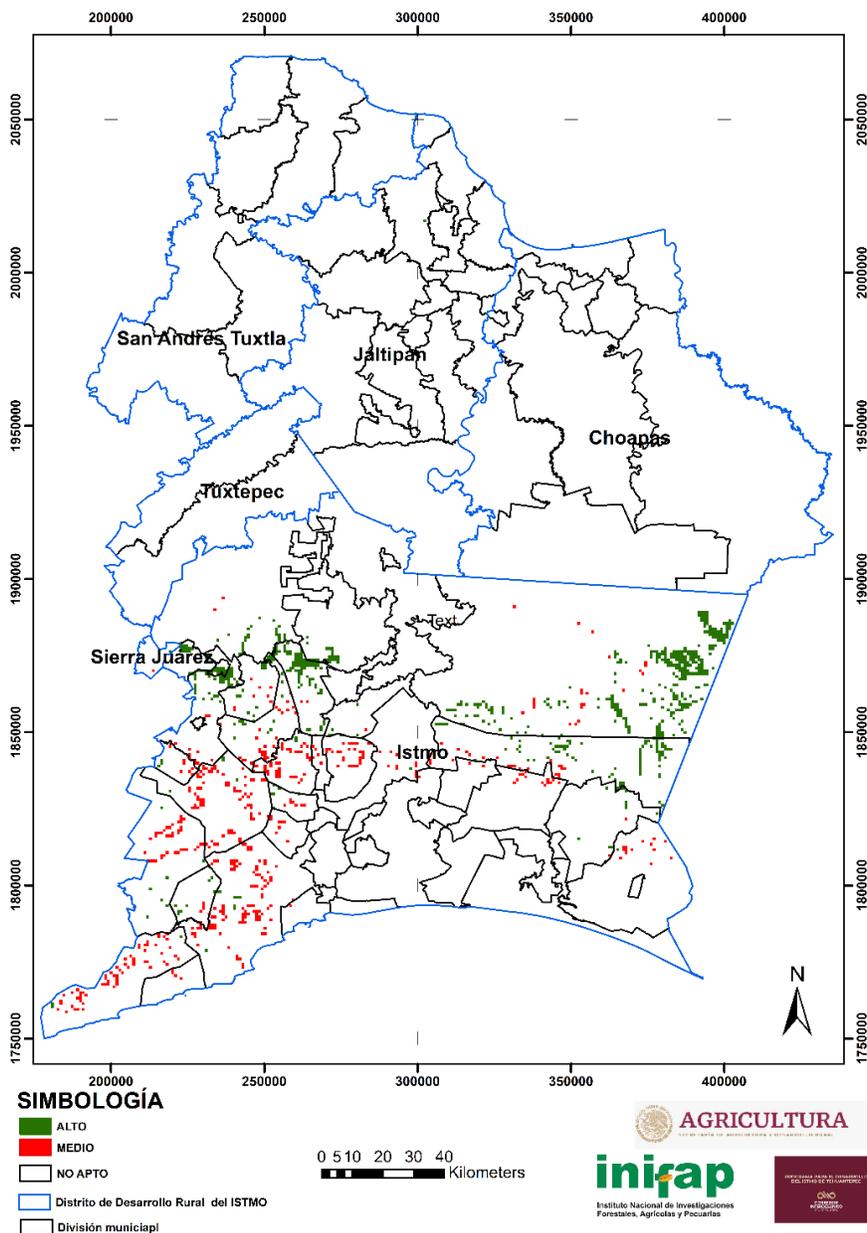


Figura 5. Mapa de potencial productivo medio y alto de frijol en el Istmo de Tehuantepec (Elaboración propia).

Figure 5. Map of medium and high productive potential of beans in the Isthmus of Tehuantepec (Own elaboration).

Con base a la figura 6 la superficie susceptible de ser sembrada con frijol de acuerdo al método de potencial productivo 45,065.46 hectáreas con un potencial productivo alto, 61,059.12 hectáreas para un potencial productivo medio (Cuadro 4).

Cuadro 4. Superficie con potencial productivo alto para frijol en los municipios del DDR Istmo.

Table 4. Area with high productive potential for beans in the municipalities of the DDR Istmo.

Municipio	Superficie en hectáreas	Participación % de la superficie potencial
El Barrio de la Soledad	749.71	1.22
Guevea de Humboldt	1,082.92	1.76
Magdalena Tequisistlán	583.11	0.95
Magdalena Tlacotepec	416.51	0.68
San Juan Guichicovi	1,915.93	3.12
San Juan Mazatlán	2,748.94	4.48
San Miguel Chimalapa	7,247.21	11.80
San Miguel Tenango	666.41	1.09
Santa María Chimalapa	27,489.43	44.78
Santa María Guienagati	1,582.72	2.58
Santa María Jalapa del Marqués	333.21	0.54
Santa María Totolapilla	249.90	0.41
Santiago Ixcuintepec	1,416.12	2.31
Santiago Lachiguiri	4,081.76	6.65
Santo Domingo Petapa	7,163.91	11.67
Santo Domingo Tehuantepec	2,499.04	4.07
Santo Domingo Zanatepec	1,166.22	1.90
Total	61,393.07	100.00

Fuente: Elaboración propia.

En el anterior cuadro se observa que cuatro (Santa María Chimalapa, San Miguel Chimalapa, Santo Domingo Petapa y Santiago Lachiguiri) de los 17 municipios del DDR Istmo se concentra un poco menos de las tres cuartas partes (74.9 %) del potencial productivo alto del frijol, lo cual permitirá concentrar las estrategias de desarrollo para el apoyo en la producción de ésta leguminosa.

En la Figura 7 se observa el mapa de potencial productivo alto de frijol en los dos principales municipios; Santa María Chimalapa y Santo Domingo Petapa, Oaxaca.

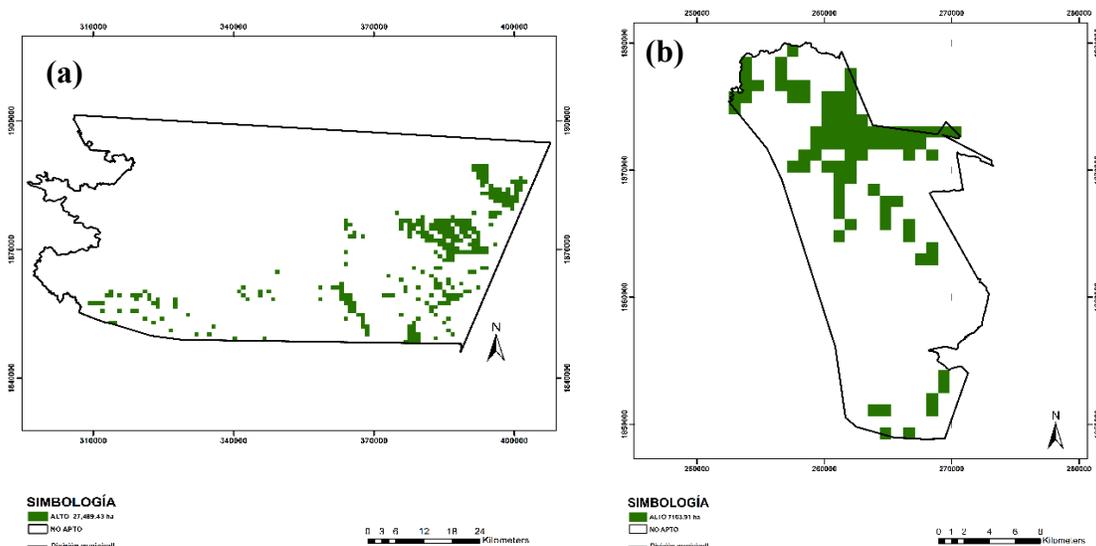


Figura 6. Potencial productivo alto de frijol en los municipios de Santa María Chimalapa (a) y Santo Domingo Petapa (b), Oaxaca (elaboración propia).

Figure 6. High productive potential of beans in the municipalities of Santa María Chimalapa (a) and Santo Domingo Petapa (b), Oaxaca (Own elaboration)..

Los rendimientos medios por hectárea (toneladas/hectárea) de frijol en sus mínimos y máximos que se presentaron en el Distrito de Desarrollo Rural Istmo, estado de Oaxaca y nacional bajo la modalidad de temporal durante el período 1995–2020 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Rendimientos medios por hectárea de frijol en los estados de Chihuahua, Durango y Zacatecas y a nivel nacional durante el período 2010 – 2021.

Table 5. Average yields per hectare of beans in the states of Chihuahua, Durango and Zacatecas and at the national level during the period 2010 – 2021.

Estado	R min ton/ha	Año incidencia	R max ton/ha	Año incidencia
Distrito de Desarrollo Rural Istmo	0.58	2011	0.79	2021
Oaxaca	0.65	2013	0.75	2020
Nacional	0.62	2015	0.77	2021

Fuente: SIAP y SADER, base de datos 2010 – 2023.

Los menores rendimientos medios por hectárea en frijol en los tres niveles de desagregación: DDR, estatal y nacional tuvieron una diferencia de 70 kilos, lo cual los sitúa como no significativos y para el caso de los mayores rendimientos, la diferencia aún fue menos significativa, ya que apenas representó 40 kilos y llama la atención que el DDR Istmo registró el mayor rendimiento (Cuadro 5). Las tasas medias de crecimiento anual de la superficie sembrada, producción y rendimiento medio por hectárea de frijol a nivel nacional y de Oaxaca (Cuadro 6).

Cuadro 6. Tasas medias de crecimiento anual comparativas de Oaxaca y México en porcentaje.

Table 6. Comparative average annual growth rates of Oaxaca and Mexico in percentage.

Concepto	Superficie sembrada	Producción	Rendimiento medio por hectárea
Nacional	-0.91	0.91	0.68
Oaxaca	0.49	0.16	0.12

Fuente: SIAP y SADER, base de datos 2010 – 2023. Elaboración propia

La superficie sembrada, durante los 12 años de análisis tiene un decrecimiento y caso contrario la mayor tasa se dio para el caso de la producción con el mismo valor, pero positivo (Cuadro 6). Con base a Cruz et al. (2021) a través de sus tecnologías generadas y adoptadas de frijol en diversas regiones del país se reportan en el Cuadro 7 los rendimientos medios por hectárea, recomendadas para las regiones tropicales de Mexico bajo condiciones de temporal.

Cuadro 7. Variedades generadas por el INIFAP

Table 7. Varieties generated by INIFAP

Nombre de la variedad	Rendimiento medio (tons/ha)
Frailscano	1.10
Negro Comapa	1.47
Negro Grijalva	1.78
Negro Tacaná	0.97
Negro Tropical	1.30
Verdin	1.10
Rojo INIFAP	1.17
Sangre Maya	1.17

Fuente: Cruz et al., 2021. Libro Técnico 2. INIFAP.



Para determinar la superficie a sembrar con frijol y con los datos de SIAP (2022), que estableció que el consumo *per capita* es de 11Kg/año y de CONAPO que el número de habitantes en el Istmo de Tehuantepec es de 2.4 millones de personas a alimentar, el consumo estimado es de:

$C = Po. \times cpc$ donde (C = consumo; Po. = población total y cpc = consumo *per capita*)

$$C = 2\,400\,000 \times 11$$

$$C = 26,400 \text{ tons de frijol.}$$

De acuerdo, a SIAP, la producción de frijol en el estado de Oaxaca en el año 2020 fue de 25,601.73 tons, por lo que, bajo el supuesto de utilizar toda la producción estatal de frijol para alimentar a la del Istmo de Tehuantepec, el excedente sería de 798.27 tons., sin embargo al considerar solamente la producción de frijol del DDR Istmo, el déficit de frijol sería de 22,222.56 toneladas, Al cruzar esta información con la que se determinó mediante el método de potencial productivo y al tomar únicamente el potencial alto, la superficie susceptible de siembra sería de 61,059.12 has, al considerar un rendimiento de 0.75 tons/ha, la producción estimada del DDR Istmo sería de 45,794.34 tons con lo cual se generaría un excedente de producción de 19,394.34 tons de frijol. Adicionalmente al considerar la generación de empleos directos e indirectos en cuatro polos de desarrollo (Coatzacoalcos I, Coatzacoalcos II, Texistepec y Salina Cruz), se sumaría una fuerza laboral de 93,988 personas, con los cual se tendría un consumo adicional de 1,033.87 tons de frijol, por lo cual, el consumo total sería de 18,360.47 tons, de lo cual se infiere que con el 68.24% del potencial productivo alto se aseguraría la soberanía alimentaria regional y aún se tendría un excedente de superficie del 31.36% para contribuir a municipios colindantes al Istmo.

Para la contribución alimentaria de frijol, se tomó como dato de rendimiento medio por hectárea, el que reportó Cruz, et al. (2021) en su libro del INIFAP para zonas tropicales del país y bajo condiciones de temporal, que es el que predomina en las zonas frijoleras de la nación (Cuadro 8).



Cuadro 8. Producción adicional estimada de frijol en el DDR Istmo.

Table 8. Estimated additional bean production in the DDR Istmo.

Distrito de Desarrollo Rural	Superficie (has) con potencial productivo alto	Rendimiento medio tons/ha	Producción adicional tons
Istmo	61,059.12	1.26	76,995.55

Fuente: estimación con datos de variedades del INIFAP

Sembrar bajo condiciones de temporal con un rendimiento medio de 1.261 toneladas por hectárea permite cubrir el consumo local de este alimento básico y generar excedentes para abastecer otras regiones de Oaxaca. Las limitaciones del estudio incluyen el tamaño de las escalas, que puede afectar la precisión, la falta de lotes experimentales para validar los potenciales productivos del frijol, y la ausencia de análisis de propiedades físicas y químicas del suelo, así como comparaciones de rentabilidad con otras especies.

CONCLUSIÓN

La herramienta del potencial productivo resulta fundamental para detectar las superficies susceptibles de ser sembradas con frijol con la certeza de que se obtendrán rendimientos medios por hectárea superiores a los que hasta la fecha se obtienen en Oaxaca, en particular del DDR Istmo y que contribuyan a la soberanía alimentaria de un alimento básico, además con las áreas detectadas se podría atender la demanda que se generará con la creación de los polos de desarrollo en el Corredor Transistmico y aun así, se generaría un pequeño excedente en la producción que podrían ser utilizados para abastecer municipio aledaños de los estados de Chiapas y Tabasco.

Mostrar información que apoye a los tomadores de decisiones para elaborar políticas públicas, en el Distrito de Desarrollo Rural Istmo, el potencial productivo alto para cultivar frijol se concentra en una principalmente en cuatro municipios: Santa María Chimalapa, San Miguel Petapa, Santo Domingo Petapa y Santiago Lachiguirí, situación que favorece la asignación de recursos gubernamentales de tipo monetario, de asistencia técnica agrícola para contribuir a la autosuficiencia alimentaria de un producto de la canasta básica.

Agradecimientos

Al INIFAP (Cenid Comef) por otorgar las facilidades para realizar las actividades de investigación por medio de su programa transversal de Socioeconomía Forestal.

LITERATURA CITADA

Addin Technology Incorporated. (2008). Average compound growth rate in Excel. Consultado el 2 de noviembre de 2020, de <https://www.extendoffice.com/es/documents/excel/2596-excel-average-compound-growth-rate.htm>

CONAPO. (2021). Proyecciones de la Población de los Municipios de México, 2015-2030. www.gob.mx/conapo/documentos/proyecciones-de-la-poblacion-de-los-municipios-de-mexico-2015-2030?idiom=es

Cruz, C. E., J. A. Acosta G., L. Reyes M. y J. A. Cueto W. (2021). Variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Libro Técnico No. 2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 54 pp.

Díaz, P. G., Guajardo, P. R. A., Medina, G. G., Sánchez, C. I., Soria, R. J., Vázquez, A. J. M. P., Quijano, C. J. A., Legorreta, P. F., & Ruíz, C. J. A. (2012). Potencial productivo de especies agrícolas de importancia socioeconómica en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Ciudad de México, México. ISBN 978-607-425-766-3. 140 p.

Fernández-Ortiz Z.G. (2016). Alternativas al poder corporativo: 20 propuestas para una agenda de transición en disputa con las empresas transnacionales. Barcelona, España: Icaria Editorial. 269 p. DOI: 10.1387/lan-harremanak.16090

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) 2019. Panorama Agroalimentario. Frijol 2019. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Banco de México. Ciudad de México. México. 23 pp.

Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) (2020). Información Sectorial. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Subdirección de Investigación Económica. Banco de México. Ciudad de México. México.



- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). (2021). FIRA Perspectivas 2021. Banco de México. Ciudad de México, México. 77 pp. Recuperado de <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=98845>
- Heinisch, C. (2013). Soberanía alimentaria: un análisis del concepto. En F. Hidalgo, P. Lacroix & P. Román (Eds.), Comercialización y soberanía alimentaria (pp. 11-36). Quito, Ecuador: SIPAE y AVSF. Recuperado de https://www.academia.edu/3505293/Heinisch_C_2013_Soberan%C3%ADa_alimentaria_un_an%C3%A1lisis_del_concepto
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo Nacional de Población y Vivienda: Aguascalientes, Ags., México. Aguascalientes, México: INEGI. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2017a). Agenda Técnica Agrícola: Tabasco. Ciudad de México, México: INIFAP. 144 pp. Recuperado de https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/_media/_agendas/4147_4844_Agenda_T%C3%A9cnica_Tabasco_2017.pdf 12.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2017b). Agenda Técnica Agrícola: Veracruz. Ciudad de México, México: INIFAP. 196 pp. Recuperado de https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/_media/_agendas/4147_4844_Agenda_T%C3%A9cnica_Veracruz_2017.pdf 3.
- Medina-García, G., Ruiz-Corral, J. A., Rodríguez-Moreno, V. M., Soria-Ruiz, J., Díaz-Padilla, G., & Zarazúa-Villaseñor, P. (2016). Efecto del cambio climático en el potencial productivo del frijol en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Publicación Especial*, 13, 2465-2474. DOI: 10.29312/remexca.v0i13.461
- Pereira, A. R. (1982). Crop planning for different environments. *Agricultural Meteorology*, 27(1-2), 71-77. DOI: 10.1016/0168-1923(82)90031-4.
- Rosset, P. (2004). Soberanía alimentaria: Reclamo mundial del movimiento campesino. Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano (CECCAM). Recuperado de

https://www.researchgate.net/publication/267623543_Soberania_Alimentaria_Reclamo_Mundial_del_Movimiento_Campesino

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (1999). Situación Actual y Perspectivas de Frijol en México 2000 – 2005. Ciudad de México. 3 pp

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (2021). <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2022). Panorama Agroalimentario 2022. SADER 218 pp.

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

