



# CIENCIAS AGRARIAS:

ESTUDIOS SISTEMÁTICOS E INVESTIGACIÓN AVANZADA

---

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS

DEUCLEITON JARDIM AMORIM | FABÍOLA LUZIA DE SOUSA SILVA

(ORGANIZADORES)



# CIENCIAS AGRARIAS:

ESTUDIOS SISTEMÁTICOS E INVESTIGACIÓN AVANZADA

---

RAISSA RACHEL SALUSTRIANO DA SILVA-MATOS  
DEUCLEITON JARDIM AMORIM | FABÍOLA LUZIA DE SOUSA SILVA  
(ORGANIZADORES)

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



## Ciencias agrarias: estudios sistemáticos e investigación avanzada

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Deucleiton Jardim Amorim  
Fabíola Luzia de Sousa Silva

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b>	
C569	<p>Ciencias agrarias: estudios sistemáticos e investigación avanzada / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Deucleiton Jardim Amorim, Fabíola Luzia de Sousa Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acceso: World Wide Web Inclui bibliografía ISBN 978-65-258-0844-4 DOI: <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.444220812">https://doi.org/10.22533/at.ed.444220812</a></p> <p>1. Ciencias agrarias. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizador). II. Amorim, Deucleiton Jardim (Organizador). III. Silva, Fabíola Luzia de Sousa (Organizador). IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 630</p>
<b>Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166</b>	

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

As ciências agrárias despontam todos os dias com grande valor para sociedade, tendo em vista seus frutos sociais e econômicos, gerados com muito esforço, movimentando uma cadeia que alcança todos os “níveis tróficos” do conhecimento. É assim que apresentamos com muito prazer aos estudantes, profissionais das ciências agrárias e técnicos a primeira edição da obra intitulada “Ciências agrárias: estudos sistemáticos e investigação avançada”.

Para apresentar os leitores com conhecimentos valiosos reunimos nesta obra informações de pesquisas de alto impacto, que sem dúvida trarão novos olhares e, principalmente, novas sugestões de pesquisas, baseadas na visão investigativa e crítica de métodos e resultados.

Esperamos que esta primeira edição contribua para o entendimento dos conceitos fundamentais da sistematicidade de estudos nas ciências agrárias e estimule os leitores a interessarem-se mais por esta área tão eclética, dinâmica, fascinante, desafiadora e outras tantas características que sem dúvida apaixonam quem entra, seja nos menores detalhes ou nos mais amplos que se possa compreender lendo esta obra.

Prezados (as) leitores uma excelente leitura!

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Deucleiton Jardim Amorim  
Fabiola Luzia de Sousa Silva



**CAPÍTULO 1 ..... 1**

EXTRACCION Y PROPIEDADES TECNOFUNCIONALES DE PROTEINA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa willd*) DE LAS VARIETADES BLANCA JUNIN Y ROSADA JUNIN


Abel Isaías Barrial Lujan  
 David Barrial Acosta  
 Mary Luz Huamán Carrión  
 Percy Leónidas Cortez Miranda  
 José Carlos Arévalo Quijano  
 William Gil Castro Paniagua  
 Mauricio Muñoz Melgarejo  
 Jenny Caroline Muñoz saenz  
 Doris Marlene Muñoz Sáenz  
 Yobana Rodrigo Cabezas  
 Nidia Gracia Nauto  
 Jaime David Laqui Estaña

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208121>

**CAPÍTULO 2 ..... 17**

SOBERANÍA ALIMENTARIA DEL FRIJOL *PHASEOLUS VULGARIS* EN EL ESTADO DE MÉXICO MEDIANTE TECNOLOGÍA DE POTENCIAL PRODUCTIVO


Georgel Moctezuma López  
 Antonio González Hernández  
 Ramiro Pérez Miranda  
 Martín Enrique Romero Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208122>

**CAPÍTULO 3 .....32**

ESTABLECIMIENTO DE ZONAS DE REFUGIO DE INSECTOS EN ESPACIOS EDUCACIONALES: HERRAMIENTAS PARA EL APRENDIZAJE EN AULA

Marta Verónica Albornoz  
 Jaime Abraham Verdugo Leal  
 Camila González-Santander  
 Alejandra González  
 Beatrix Loos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208123>

**CAPÍTULO 4 .....44**

EVALUACIÓN DEL EFECTO ANTIBACTERIANO DE LOS POLIFENOLES PRESENTES EN UN EXTRACTO HIDROALCOHÓLICO DE PROPÓLEOS CHILENO

Jorge Jesús Veloz Pérez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208124>

**CAPÍTULO 5 .....50**

PERCEPCIÓN Y UTILIDAD DE AVES SILVESTRES EN LA COMUNIDAD

CAMPESINA HONORATO VÁSQUEZ, MANABÍ. ECUADOR

María Fabiola Montenegro-García

Francisco Eduardo Celi-Jiménez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208125>


**CAPÍTULO 6 .....65**

SECADO DE SEMILLAS DE AHUYAMA (*cucurbita moschata*) POR LA TÉCNICA DE VENTANA DE REFRACTANCIA

Mónica Jimena Ortiz-Jerez

José Edgar Zapata Montoya

Angie Franco Sánchez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208126>

**CAPÍTULO 7 .....79**

MODELO ESPACIAL DE PREDICCIÓN DE COMUNIDADES DE ÁCAROS DEPREDAADORES (MESOSTIGMATA) DE LA HOJARASCA

I. Díaz-Aguilar


M.E. Ramírez-Guzmán

S.A. Quideau

H.C. Proctor

B.E. Kishchuk

J.R. Spence

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208127>

**CAPÍTULO 8 .....95**

PREDICCIÓN DE RENDIMIENTO AL DESPOSTE DE NOVILLOS EN BASE A ÍNDICES ZOOMÉTRICOS Y ESTIMACIONES ECOGRÁFICAS

Jorge Campos Parra

Guillermo Wells Moncada


Marcelo Doussoulin Guzmán

Christian Guajardo Fernandez

Rita Astudillo-Neira

Solange Vásquez Obando

Jorge Labrín Mendez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208128>

**CAPÍTULO 9 ..... 104**

PERCEPÇÃO DE UMA COMUNIDADE SOBRE GUARDA RESPONSÁVEL, ABANDONO DE ANIMAIS E ZONOSSES NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS – MA

João Vitor Pereira Castro

Débora Letícia Duarte Santos

Aline Guedes Alves

Lenka de Moraes Lacerda

Carla Janaina Rebouças Marques do Rosário


Ana Cristina Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4442208129>

**CAPÍTULO 10..... 110**

COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ANÁLISE SENSORIAL DE LEITE CAPRINO FERMENTADO POR KEFIR COM DIFERENTES NÍVEIS DE BETERRABA EM PÓ


Bruna Barnei Saraiva  
Leonardo Augusto dos Santos  
Amanda Sandes Bispo  
Julia Maria Branco Sestito  
Mylena Sandes Bispo  
Lorrainy Guerra Cancellheri  
Kelly Hauana Cravo  
Thaina Blasques Silva  
Natália Zampiroli Oliveira  
Gabrielly Lorrynny Martins de Oliveira  
Pedro Gustavo Loesia Lima  
Ferenc Istvan Bánkuti  
Magali Soares dos Santos Pozza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.44422081210>

**CAPÍTULO 11 ..... 127**

INTOXICAÇÃO POR ANTIBIÓTICOS IONÓFOROS EM BOVINOS ALIMENTADOS COM GRÃO INTEIRO DE MILHO

Jose Mario Rocha Tiago  
Nicole Sales de Almeida  
Yasmim Couto e Coura  
Dirceu Guilherme de Souza Ramos  
Klaus Casaro Saturnino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.44422081211>

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 129****ÍNDICE REMISSIVO ..... 130**

# SOBERANÍA ALIMENTARIA DEL FRIJOL *PHASEOLUS VULGARIS* EN EL ESTADO DE MÉXICO MEDIANTE TECNOLOGÍA DE POTENCIAL PRODUCTIVO

*Data de aceite: 01/12/2022*

### **Georgel Moctezuma López**

MC. Investigador Titular. INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales Programa de Socioeconomía. Programa de Geomática

### **Antonio González Hernández**

MC. Investigador Titular. INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales Programa de Socioeconomía. Programa de Geomática

### **Ramiro Pérez Miranda**

MC. Investigador Titular. INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales Programa de Socioeconomía. Programa de Geomática

### **Martín Enrique Romero Sánchez**

MC. Investigador Titular. INIFAP. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales Programa de Socioeconomía. Programa de Geomática

la productividad mediante la técnica de potencial productivo. Se eligió al frijol por ser un cultivo importante en la dieta mexicana y la entidad más poblada es el Estado de México y de acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020 tiene 16 992 418 habitantes. Los Distritos de Desarrollo Rural con potencial para el cultivo de frijol fueron: Toluca, Texcoco, Tejupilco, Atlacomulco, Coatepec de Harinas, Valle de Bravo y Jilotepec. Se consideraron dos tipos de potencial productivo: medio y alto. El objetivo de la investigación fue determinar el pp para el frijol en número de miles hectáreas para contribuir a la soberanía alimentaria de este producto de la canasta básica de los consumidores más necesitados. La metodología para la determinación del pp se basó en la detección de tres categorías y nueve variables: clima (temperaturas máxima, media y mínima y precipitación pluvial); suelo (profundidad, textura y edafología) y topografía (altitud y pendiente). Se identificaron con pp medio y alto, la cantidad de 994.4 miles de hectáreas susceptibles de siembra con frijol, los principales DDR con pp alto fueron: Valle de Bravo con 38.95%, Atlacomulco 20.04% y Toluca 17.37%, entre ambos sumaron el 74.36% de superficie susceptible.

**RESUMEN:** El mandato institucional del INIFAP es generar tecnologías agropecuarias y forestales para incrementar



Finalmente, las detecciones de estas superficies agrícolas puedan ser incluidas dentro de los programas gubernamentales de apoyo a los productores frijoleros y así incrementar sus niveles de ingreso para contribuir a un mayor bienestar y mejorar sus condiciones de vida.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo a Peter Rosset (2004: 1 p.): *“La soberanía alimentaria es el derecho de cada pueblo a definir sus propias políticas agro-pecuarias y en materia de alimentación, a proteger y reglamentar la producción agropecuaria nacional y el mercado doméstico a fin de alcanzar metas de desarrollo sustentable, a decidir en qué medida quieren ser autosuficientes, a impedir que sus mercados se vean inundados por productos excedentarios de otros países que los vuelcan al mercado internacional mediante la práctica del “dumping”... La soberanía alimentaria no niega el comercio internacional, más bien depende de la opción de formular aquellas políticas y prácticas comerciales que mejor sirvan a los derechos de la población a disponer de métodos y productos alimentarios inocuos, nutritivos y ecológicamente sustentable”*. Claire Heinisch (2013), señala que el concepto de soberanía alimentaria lo introdujo la Vía Campesina en la Cumbre contra el Hambre de la FAO en 1996 y menciona que es complementario al de seguridad alimentaria, término que apareció en la década de los años 70's bajo aspectos cuantitativos y cualitativos.

El frijol es fundamental para la alimentación del pueblo mexicano y es parte de su dieta diaria junto con el maíz y chile y forma parte de la canasta básica para determinar precios y cuantificar la inflación. Su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. y pertenece a la familia de las Fabaceae y es una leguminosa comestible tanto verde (ejote) como en seco (semilla), su origen de acuerdo a Ulloa *et al.*, (2011) se remonta a más de 5 000 años A. C. y se encuentra en los cinco continentes y se considera Mesoamérica como el centro origen. De acuerdo a Medina *et al.*, (2016) señala que en México el frijol es el segundo cultivo en importancia después del maíz ya que, se siembra en 1 590 876 hectáreas en el país y de las cuales el 85% se siembra bajo condiciones de temporal y diversos sistemas de producción.

De acuerdo al Inegi (2020), el Estado de México es la entidad federativa más poblada de la nación, ya que, tiene una población total de 19 992 418 habitantes distribuidos en 125 municipios y en tres de ellos: Ecatepec de Morelos con 1 645 342, Nezahualcoyotl con 1 097 208 y Toluca con 910 608 se concentra poco más de la quinta parte (21.5%) de sus consumidores, en estos tres municipios se concentran 3 653 158 de sus pobladores que representan el 18.27% del total de sus pobladores, lo cual es todo un reto para el subsector agrícola de la entidad para alimentarlos.

Para lo anterior, el Estado de México cultiva frijol en una superficie de la magnitud que se muestra en el Cuadro 1.

Distrito	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Toluca	13.00	30.75	27.50	28.00	16.00	6.00	7.00	0.00	10.00
Zumpango	16,243.00	13,347.00	7,689.50	9,908.70	9,503.00	9,547.00	9,955.00	8,531.00	4,636.00
Texcoco	2,485.00	2,669.00	2,546.00	2,014.00	1,921.00	1,730.00	1,813.00	1,624.00	969.00
Tejupilco	3.00	18.00	22.00	28.00	29.00	33.00	36.40	37.00	39.55
Atlamulco	123.00	202.00	115.00	105.00	102.00	100.00	91.00	75.00	72.00
Coatepec Harinas	2,815.00	2,829.00	2,794.00	2,794.00	2,707.00	2,319.50	2,111.00	1,871.50	1,914.00
Valle de Bravo	379.00	245.00	263.00	294.00	296.00	192.00	301.00	312.00	304.00
Jilotepec	225.00	210.00	180.00	180.00	145.00	133.00	120.00	90.00	0.00
<b>Estado de México</b>	<b>22,286.00</b>	<b>19,550.75</b>	<b>13,637.00</b>	<b>15,351.70</b>	<b>14,719.00</b>	<b>14,060.50</b>	<b>14,434.40</b>	<b>12,540.50</b>	<b>7,944.55</b>
Distrito	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Toluca	10.00	10.00	7.00	7.00	7.20	7.00	0.00	0.00	
Zumpango	6,988.00	6,703.00	6,049.00	3,959.00	1,754.90	1,728.37	472.70	1,851.68	
Texcoco	879.00	1,279.00	999.00	977.40	869.22	890.2	737.5	848.21	
Tejupilco	44.69	47.70	31.55	34.50	33.50	18.55	18.50	32.94	
Atlamulco	65.00	75.00	89.00	82.00	35.00	17.00	42.00	37.50	
Coatepec Harinas	1,925.00	1,874.00	1,876.00	1,897.50	1,957.50	1,874.60	1,754.80	1,895.08	
Valle de Bravo	349.00	431.00	457.00	455.50	361.20	429.10	449.50	409.61	
Jilotepec	85.00	85.00	85.00	87.00	79.00	73.55	51.35	16.60	
Estado de México	10,345.69	10,504.70	9,593.55	7,499.90	5,097.52	5,038.37	3,526.35	5,091.62	

Cuadro 1. Superficie sembrada (hectáreas) de frijol por Distrito de Desarrollo Rural en el Estado de México durante el periodo 2003 – 2019.

Fuente: SIAP. Sader. Base de datos 2003 – 2019.

A nivel estatal se observa un franco deterioro en la superficie que se destina a la siembra de frijol, ya que se redujo en el periodo de los 17 años en 4.38 veces, en tanto, en 2003 se sembraron 22,286.00 hectáreas y solamente 5,091.62 has, en 2019, la evolución de esta situación se puede apreciar en la Figura 1.



Figura 1. Superficie sembrada de frijol (has) en el Estado de México durante el periodo 2003 – 2019 y línea de tendencia.

Elaboración propia con datos de SIAP – Sader, base de datos 2003 - 2019

La anterior gráfica muestra una tendencia con pendiente negativa y la curva que más se ajusta es una de tipo polinómica  $y = 21696x^2 - 1383x + 21417$  con una  $r^2 = 0.906$  que se considera aceptable. La curva presenta cinco incrementos en la superficie sembrada (años de 2006, 2009, 2012, 2013 y 2019), mismos que no fueron suficientes para detener la fuerte caída a lo largo del periodo. La caída en la superficie sembrada de frijol, al aplicar la función estadística de la tasa media de crecimiento anual (tmca) arrojó en el periodo de análisis, una tasa de tipo negativa con  $-8.32\%$  y para los Distritos de Desarrollo Rural más representativos en la siembra de frijol: Coatepec de Harinas, Zumpango y Texcoco, también fueron negativas en  $-2.30\%$ ,  $-11.99\%$  y  $-6.13\%$  respectivamente y los cuatro DDR restantes del Edo. Mex., no son significativos en la superficie sembrada de esta leguminosa.

Con la superficie que se mencionó, la producción (toneladas) de frijol alcanzó las cifras que se muestran en el Cuadro 2.

Distrito	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Toluca	12.58	32.29	37.31	27.74	15.18	6.00	6.88		15.35
Zumpango	15,521.83	12,356.99	5,304.20	8,150.03	5,284.18	6,252.75	4,963.90	2,436.40	1,801.61
Texcoco	2,984.35	2,638.88	2,572.02	2,487.74	2,496.79	2,279.40	2,267.93	2,235.25	865.06
Tejupilco	1.4	8.64	9.38	11.83	14.64	17.15	16.90	21.19	19.93
Atlacomulco	103.2	174.45	102.50	82.60	82.80	73.70	75.30	52.25	47.40
Coatepec Harinas	2,885.10	2,950.50	2,725.70	2,711.20	2,630.15	2,385.25	2,175.41	1,596.40	1,703.21
Valle de Bravo	414	308.80	314.10	304.60	299.70	207.20	286.30	271.50	239.82
Jilotepec	168.15	151.25	125.25	109.75	97.50	87.50	58.50	51.00	
<b>Estado de México</b>	<b>22,090.61</b>	<b>18,621.80</b>	<b>11,190.46</b>	<b>13,885.49</b>	<b>10,920.94</b>	<b>11,308.95</b>	<b>9,851.12</b>	<b>6,663.99</b>	<b>4,692.38</b>
Distrito	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Toluca	30.00	31.00	7.00	7.35	8.64	10.85			
Zumpango	5,016.91	5,290.27	4,974.84	3,072.49	1,495.82	1,145.36	453.90	1,507.11	
Texcoco	974.75	1,519.63	1,203.74	1,188.46	1,010.11	1,017.59	844.95	1,020.02	
Tejupilco	24.69	25.87	13.63	15.87	17.41	8.65	10.93	17.60	
Atlacomulco	44.50	93.00	80.05	73.63	28.50	20.40	42.22	40.64	
Coatepec Harinas	1,591.49	1,761.55	2,046.58	2,339.38	2,404.23	2,437.28	2,330.61	2,364.82	
Valle de Bravo	286.60	371.50	395.80	384.45	298.10	433.95	518.13	412.81	
Jilotepec	57.60	62.46	54.45	73.37	74.88	65.14	31.45	11.39	
Estado de México	8,026.54	9,155.28	8,776.09	7,155.00	5,337.69	5,139.22	4,232.19	5,374.39	

Cuadro 2. Producción de frijol (toneladas) en el Estado de México por Distrito de Desarrollo Rural durante el periodo 2003 – 2018.

Fuente: SIAP. Sader. Base de datos 2003 – 2019.

La situación que se presenta con la superficie sembrada de frijol es muy similar a la de la producción de este alimento básico ya que la caída es de 4.11 veces entre el año de 2003 con respecto al de 2019, ya que, en el primer año de análisis se produjeron en el Edo. Mex., 22,090.61, mientras que en el último año solo se alcanzó la cifra de 5,374.39 toneladas. La evolución en la drástica caída del frijol en la entidad se muestra en la Figura 2.



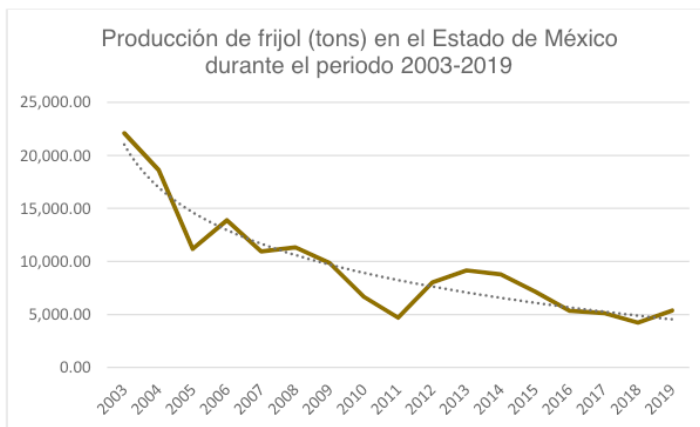


Figura 2. Producción de frijol en toneladas en el Estado de México durante el periodo 2003 – 2019.

Elaboración propia con datos de SIAP – Sader, base de datos 2003 - 2019

De la anterior gráfica se demuestra que la producción frijolera de la entidad tiene una tendencia con pendiente negativa y la curva que más se ajusta es una de tipo logarítmica y  $y = - 5816\ln(x) + 21017$  con una  $r^2 = 0.879$  que se encuentra dentro del rango aceptable. La gráfica tuvo cinco aumentos en la producción de frijol (años de 2006, 2008, 2012, 2013 y 2019), mismos que no bastaron para contener la fuerte caída a lo largo del periodo. El declive en la producción de esta leguminosa, al utilizar la función estadística de la tasa media de crecimiento anual (tmca) presentó durante el periodo de análisis, una tasa de tipo negativa con  $-7.98\%$  y para los Distritos de Desarrollo Rural más representativos en la siembra de frijol: Coatepec de Harinas, Zumpango y Texcoco, también fueron negativas en  $-1.16\%$ ,  $-12.82\%$  y  $-6.12\%$  respectivamente y los cuatro DDR restantes (Toluca, Tejupilco, Atlacomulco, Valle de Bravo y Jilotepec) del Edo. Mex., no son significativos en la producción de frijol.

Con información de FIRA (2019) y SIAP (1999) 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. Con los datos que se mostraron anteriormente de población y producción de frijol en el Estado de México, el consumo estimado de la leguminosa en la entidad es de 199 924 toneladas y con la producción que se genera en sus Distritos de Desarrollo Rural solo se cubre el 2.7% del consumo estatal y la diferencia tiene que ser traída de los principales estados productores tales como: Zacatecas, Sinaloa y Durango.

El objetivo del presente trabajo de investigación es determinar el potencial productivo en número de miles hectáreas de frijol en los Distritos de Desarrollo Rural del Estado de México para contribuir a la soberanía alimentaria de la entidad de esta leguminosa de la canasta básica de los consumidores más necesitados del país.

## METODOLOGÍA

El proceso metodológico se inició con la conformación de un equipo multidisciplinario de tres investigadores que cubrieron los perfiles necesarios para llevar las actividades de investigación del proyecto; dos de ellos adscritos en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales del INIFAP, con experiencia en áreas de potencial productivo, agroecología, suelos, agroindustrias y economía y un auxiliar de investigación de la Escuela Nacional de Trabajo Social de la UNAM con experiencia en planeación agropecuaria.

Los requerimientos agroecológicos para el cultivo del frijol fueron los siguientes: clima, temperatura en sus acepciones máxima, media y mínima, precipitación pluvial, suelo y de las variables topográficas, la altitud y pendiente, sus escalas se observan en el Cuadro 3.

Capa	Escala	Fuente
Temperatura mínima Temperatura máxima Temperatura media	1:1 000 000	Uniatmos 2019
Precipitación	1: 1 000 000	Uniatmos 2019
Edafología	1:25 000	INIFAP 2001
Tipos de Climas	1:1 000 000	Conabio 2010
Uso de suelo y vegetación	1:25 000	INEGI Serie V 2015
Modelo de Elevación Digital	1: 50 000	INEGI, 2018

Cuadro 3. Coberturas de las variables agroecológicas.

Las áreas potenciales se refirieron a la clasificación de aptitud de la tierra, como resultado parcial de la evaluación y agrupación de superficies específicas, en términos de su aptitud para utilización específica, misma que está en función de los requerimientos ecológicos del cultivo en particular y las condiciones y características de los sitios, variables que condicionan el sistema producto frijol y sus niveles de producción y productividad.

Para la delimitación de las áreas con potencial productivo en cada Distrito de Desarrollo Rural se usó el Proceso Analítico Jerarquizado (AHP, por sus siglas en inglés) que desarrolló Saaty en 1997, el cual resuelve problemas complejos con criterios múltiples. Su funcionalidad se estructuró en tres niveles: i) jerarquización, que representa el desglose del problema en sus partes integrantes, ii) establecimiento de prioridades entre los elementos de la jerarquía y iii) calificación de las preferencias relativas de los elementos, a partir de una escala subyacente, con escala de valores del 1 al 9. Finalmente, se excluyen las áreas inapropiadas para el cultivo del frijol, las superficies que se descartaron fueron: cuerpos de agua, áreas naturales protegidas, bosques, y zonas urbanas.

Las técnicas de evaluación multicriterio (EMC) para generar los niveles de aptitud

para el cultivo del frijol corresponden a la conjunción del AHP y la combinación lineal ponderada (WLC), cuyos criterios continuos (factores) se estandarizan en un intervalo numérico común, y enseguida se combinan por medio de un promedio ponderado. La estructura jerárquica de los criterios y subcriterios utilizados se muestra en la Figura 3.

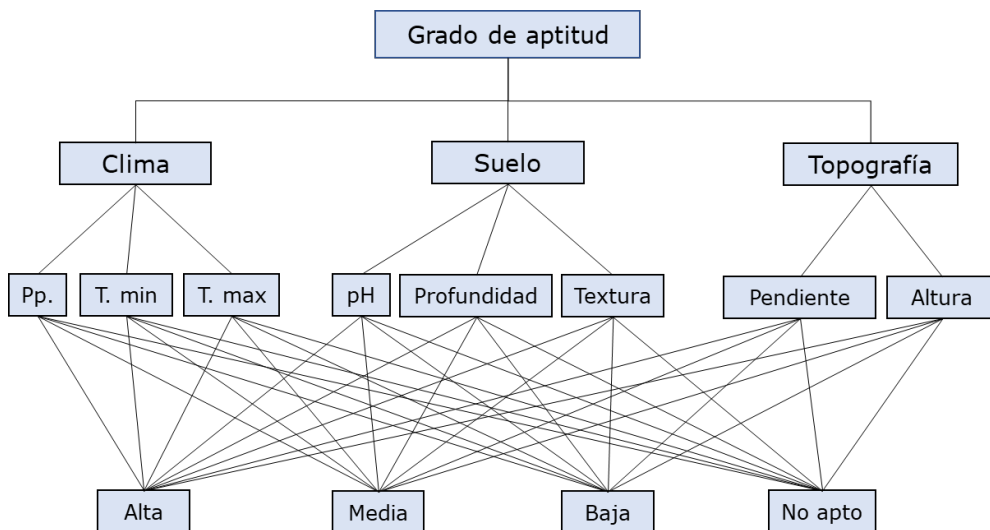


Figura 3. Estructura jerárquica de criterios y subcriterios.

Fuente: Folleto técnico No. 25. Cenid Comef. INIFAP.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como producto de la cuantificación del número de hectáreas susceptibles de ser cultivadas con frijol en los Distritos de Desarrollo Rural del Estado de México, se presenta en el Cuadro 4 el potencial productivo de esta leguminosa el cual se expresa como alto y medio.

DDR	PP Medio	%	PP Alto	%
Toluca	105,795.27	18.55	59,509.63	14.03
Zumpango	0.00	0.00	0.00	0.00
Texcoco	17,438.18	3.06	73,652.84	17.37
Tejupilco	6,343.98	1.11	0.00	0.00
Atlacomulco	37,019.11	6.49	165,212.34	38.95
Coatepec de Harinas	57,876.94	10.15	0.00	0.00
Valle de Bravo	334,557.09	58.67	40,772.74	9.65
Jilotepec	11,218.02	1.97	84,966.93	20.04
Total Edo. Mex	570,254.59	100.00	424,144.48	100.00

Cuadro 4. Potencial productivo alto y medio en número de hectáreas de frijol por Distrito de Desarrollo Rural del Estado de México

Fuente: elaboración propia con la base de datos del Cenid Comef. INIFAP.

Del cuadro anterior y con relación al potencial productivo medio, se detectaron 570.3 mil hectáreas susceptibles de sembrarse con frijol en el Estado de México, el Distrito de Desarrollo Rural que destaca es el de Valle de Bravo en el que se encontraron 334.6 miles de hectáreas que representan más de la mitad (58.67%) del potencial productivo medio en la entidad, siguen en orden de importancia los DDR de Toluca y Coatepec de Harinas con 18.55% y 10.15% respectivamente; entre estos tres distritos se concentra el 87.37% de la superficie para esta leguminosa, en Zumpango no se detectó potencial productivo medio y Tejupilco tiene una contribución marginal (1.11%).

En la Figura 4 se muestra un mapa con el potencial productivo medio y alto del Distrito de Desarrollo Rural Valle de Bravo del Estado de México.

### Distribución potencial del cultivo de frijol en el DDR Valle de Bravo, Edo. de México

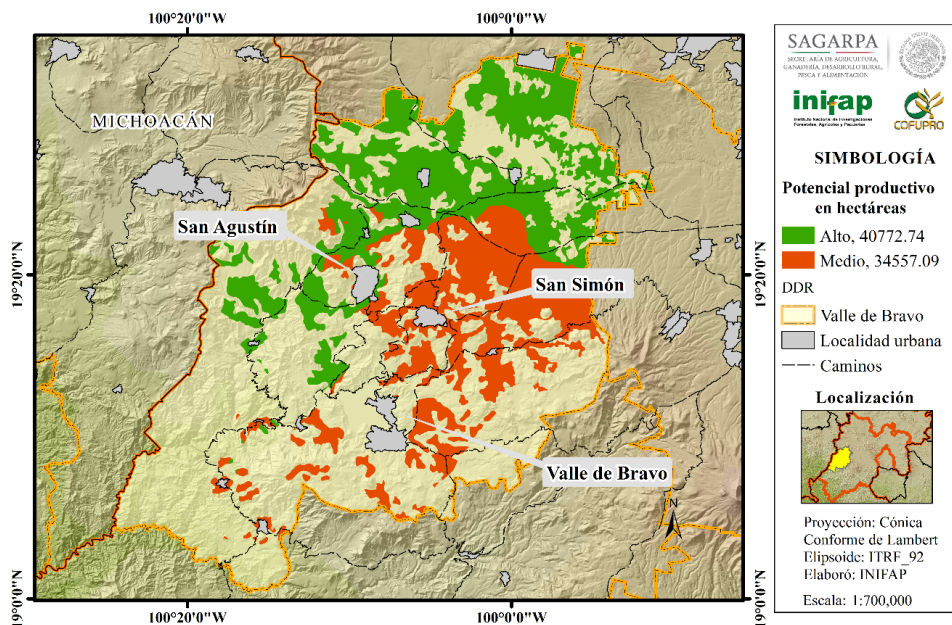


Figura 4. Mapa de potencial productivo medio y alto del frijol del Distrito de Desarrollo Rural Valle de Bravo, Estado de México.

Fuente. Agenda Técnica Agrícola. Estado de México. 2017. INIFAP.

El segundo Distrito de Desarrollo Rural en orden de importancia para el potencial productivo del cultivo de frijol en el Estado de México fue el de Atlacomulco, cuyas características se presentan en la Figura 5.



## Distribución potencial del cultivo de frijol en el DDR Atlacomulco, Edo. de México

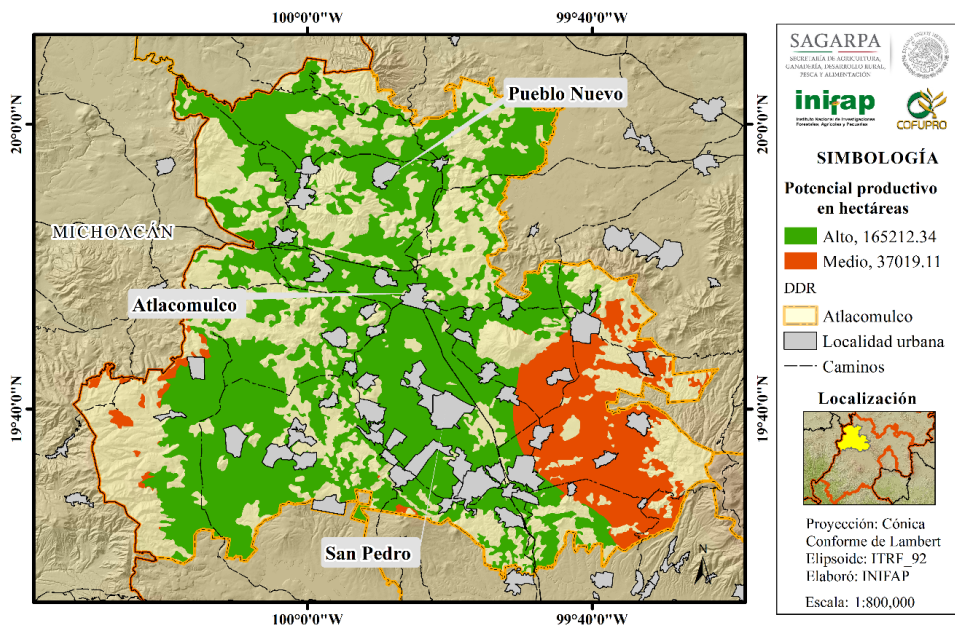


Figura 5. Mapa de potencial productivo medio y alto del frijol del Distrito de Desarrollo Rural Atlacomulco, Estado de México.

Fuente. Agenda Técnica Agrícola. Estado de México. 2017. INIFAP.

El Distrito de Desarrollo Rural con mayor potencial productivo para el cultivo del frijol en su rango alto fue Atlacomulco con 165,212.34 hectáreas, DDR que se ubica al poniente del Estado de México y colindante con el municipio de Tlalpujahua de Rayón del estado de Michoacán. El potencial alto se encuentra distribuido prácticamente en todo el Edo. Mex., a excepción de la zona suroriente en donde predomina el potencial mediano.

El tercer Distrito de Desarrollo Rural con capacidad de potencial para el frijol fue el de Toluca en el que predomina la superficie con aptitudes de rendimiento medio y que se observa en la Figura 6.

## Distribución potencial del cultivo de frijol en el DDR Toluca, Edo. de México

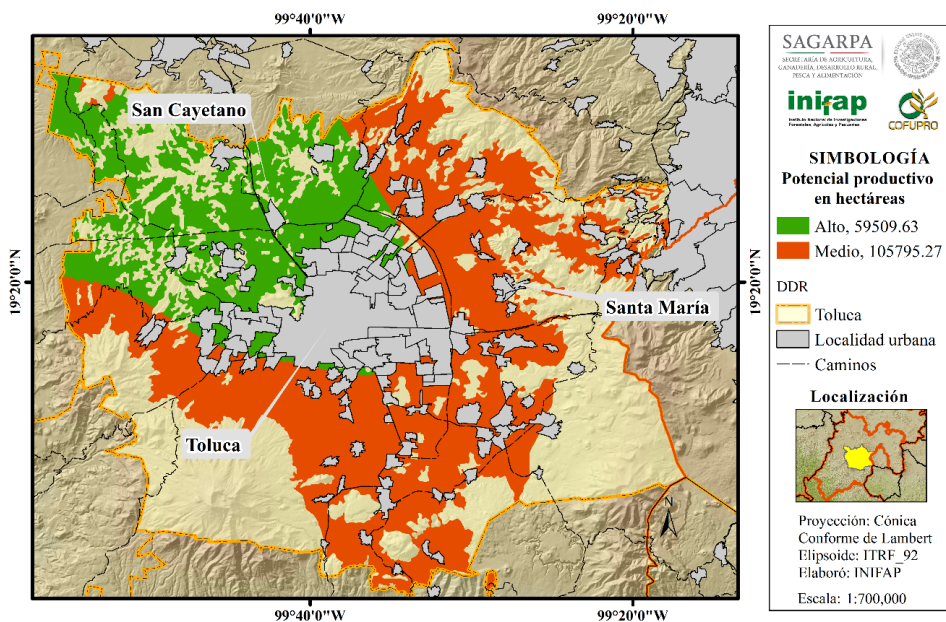


Figura 6. Mapa de potencial productivo medio y alto del frijol del Distrito de Desarrollo Rural Atlacomulco, Estado de México.

Fuente. Agenda Técnica Agrícola. Estado de México. 2017. INIFAP.

El Distrito de Desarrollo Rural con potencial de tipo medio fue Toluca, la capital de la entidad con una superficie de 165,304.90 hectáreas, las cuales prácticamente rodean el DDR a excepción de la zona noroeste en donde se localizan las superficies con potencial alto. Este Distrito presenta la particularidad de que la mancha urbana, al igual que todas las grandes ciudades, avanza hacia las zonas rurales y cada vez se pierden hectáreas agrícolas en pro de la urbanización.

El cuarto Distrito de Desarrollo Rural con potencial productivo para el cultivo de este alimento básico destinado a satisfacer necesidades alimenticias de poblaciones pobres fue el de Jilotepec el cual se muestra en la Figura 7.

## Distribución potencial del cultivo de frijol en el DDR Jilotepec, Edo. de México

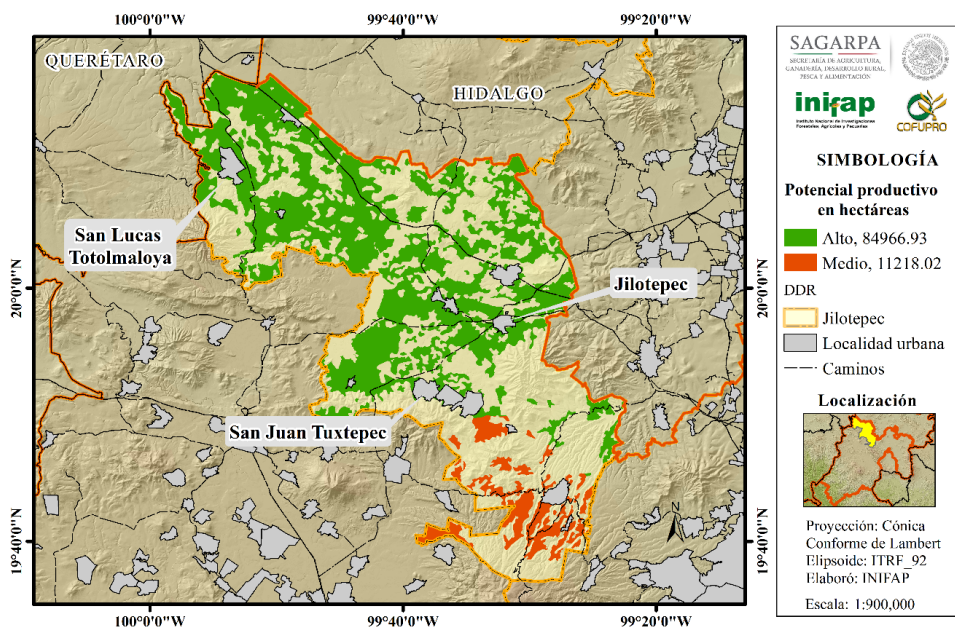


Figura 7. Mapa de potencial productivo medio y alto del frijol del Distrito de Desarrollo Rural Jilotepec, Estado de México.

Fuente. Agenda Técnica Agrícola. Estado de México. 2017. INIFAP.

El DDR de Jilotepec se ubica en la parte norte de la entidad y colinda con los estados de Hidalgo y Querétaro; el potencial alto se encuentra en todo el norte del Distrito y las superficies de potencial medio quedan hacia el sur. La superficie apta para la siembra de frijol con potencial productivo alto fue de 84,966.93 hectáreas con un alto predominio sobre las áreas de potencial medio.

Con respecto al potencial productivo de tipo alto, se cuantificaron 424.1 miles de hectáreas para cultivarse con frijol, sobresale el DDR de Atlacomulco con 165.2 miles de hectáreas que representan poco más de la tercera parte (38.95%) que se consideran aptas para el cultivo de este alimento básico en el Edo. Mex., los dos siguientes DDR que siguen en orden de importancia son Jilotepec y Texcoco con 20.04% y 17.37% respectivamente; en los tres DDR que se mencionan se concentra poco más de las dos terceras partes (76.36%) de las hectáreas con potencial productivo alto y Tejupilco y Coatepec de Harinas no reportan superficie con potencial productivo alto.

Los rendimientos medios por hectárea (toneladas/hectárea) de frijol en sus mínimos y máximos que se presentaron en los Distritos de Desarrollo Rural del Estado de México bajo la modalidad de temporal durante el periodo 2003 – 2019 se presentan en el Cuadro 5.

Distrito	R min t/ha	Año incidencia	R max t/ha	Año incidencia
Toluca	0.97	2003	3.10	2013
Zumpango	0.39	2010	0.92	2003
Texcoco	0.90	2004	1.37	2010
Tejupilco	0.42	2006	0.60	2010
Atlacomulco	0.60	2011	1.90	2013
Coatepec Harinas	0.78	2012	1.29	2018
Valle de Bravo	0.73	2016	1.28	2005
Jilotepec	0.49	2009	0.95	2016
Estado de México	0.65	2010	1.15	2018

Cuadro 5. Rendimientos medios por hectárea (ton/ha) de frijol de temporal en los Distritos de Desarrollo Rural del Estado de México en el periodo 2003 – 2019.

Fuente: SIAP. Sader. Base de datos 2003 – 2019.

Del anterior cuadro, se observa que el menor rendimiento medio por hectárea en frijol de temporal se presentó en el DDR Zumpango en el año 2010 y el mayor de los rendimientos fue en el DDR Toluca en 2013 y el dato que se tomó en cuenta para inferir la contribución a la soberanía alimentaria de esta leguminosa fue el del rendimiento en el Estado de México de 1.15 tons/ha. Se elige el sistema de producción de temporal porque es el predominante en la siembra de frijol en toda la entidad, ya que, durante el periodo de análisis ocupó en promedio el 91.4% de la superficie sembrada.

Con los anteriores parámetros de rendimiento y superficie con potencial productivo alto, la contribución a la soberanía alimentaria de frijol se muestra en el Cuadro 6.

DsDsR	Sup (has) pp alto	R medio/ha	Produc adic tons
Estado de México	424,144.48	1.15	487,766.15

Cuadro 6. Producción adicional estimada de frijol en el Estado de México con la superficie de potencia productivo alto y el rendimiento medio por hectárea en condiciones de temporal.

Fuente: elaboración propia con datos de SIAP y del Cenid Comef, INIFAP.

Del cuadro anterior se desprende que bajo la tónica de sembrar bajo condiciones de temporal y con el rendimiento medio por hectárea se tendría cubierto el consumo de este alimento de la canasta básica en 2.44 veces las necesidades de la población mexiquense y bajo el supuesto de que solo se puedan sembrar la mitad de la superficie se cubriría el 100% de la demanda de la entidad y se tendría un remanente de 43,959 toneladas.

Osuna *et al.*, (2012) menciona que en un estudio de rendimientos con frijol pinto en el estado de Aguascalientes los rendimientos bajo condiciones de temporal en el año 2010, el mínimo y máximo fueron de 0.38 a 0.84 toneladas por hectárea y su repetición en el 2011, fueron de 1.53 t/ha como mínimo y de 1.90 t/ha como máximo y al comparar con el

estimado del presente estudio, se cuantificó en 0.75 t/ha menos.

Ayala *et al.*, (2021) señalan que los principales estados productores de México son Zacatecas, Chihuahua y Durango, entre estas tres entidades se cosecha poco más de la mitad de este alimento y sus rendimientos alcanzan a poco más de los 0.6 ton/ha<sup>-1</sup> para Zacatecas, no obstante ser el principal productor, su dependencia del temporal lo coloca con un rendimiento medio por hectárea bajo, Chihuahua llegó casi 0.9 ton/ha<sup>-1</sup> y Durango tuvo el menor rendimiento, con un alrededor de 0.55 ton/ha<sup>-1</sup>. Caso contrario ocurrió con Sinaloa en donde se realizó el cultivo bajo condiciones de riego y con un rendimiento de 1.8 ton/ha<sup>-1</sup> que prácticamente triplica sus rendimientos con relación a los otros estados.

## CONCLUSIONES

La producción de frijol en el Estado de México es totalmente insuficiente para cubrir la demanda de esta gramínea, ya que se identifica un déficit en la misma y bajo la determinación de potencial productivo en sus modalidades de medio y alto en los diversos Distritos de Desarrollo Rural de la entidad, la contribución para alcanzar la soberanía alimentaria de este alimento de la canasta básica de los mexiquenses es alta ya que, tan solo con solo el 50% de la superficie con potencial productivo alto y con un rendimiento medio por hectárea conservador y de temporal, mismo que depende de la cantidad de precipitación pluvial que cae año con año, se cubren las necesidades de la demanda y se generarían excedentes para su comercialización en otros estados del país.

## REFERENCIAS

Ayala, G. A.V., J. A. Acosta G. y L. Reyes M. (2021). El cultivo del frijol presente y futuro para México. Libro Técnico No. 1.

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.

Instituto Nacional de Estadística. Geografía e Informática (2020). Censo Nacional de Población y Vivienda. Aguascalientes, Ags. México.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (2017). Agenda Técnica Agrícola. Estado de México. Ciudad de México. México. 428 pp.

Medina G., G., J. A. Ruiz C., V. M. Rodríguez M., J. Soria R., G. Díaz P. y P. Zarazúa V. (2016). Efecto del cambio climático en el potencial productivo del frijol en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Publicación Especial. Número 13, 1 enero-14 febrero. 2465- 2474 pp.

Moctezuma L., G., E. Ortiz C., J. M. Hernández C., V. H. Díaz F. y L. Velázquez F. (2017). Evaluación financiera de plantaciones de hule [*Hevea brasiliensis* (Wild ex A. Juss) Mull. Arg.] en el trópico húmedo mexicano. Folleto Técnico No. 25. Cenid Comef, INIFAP. Ciudad de México. 38 pp.

Rosset P. (2004). Soberanía Reclamo Mundial. [https://www.researchgate.net/publication/267623543\\_Soberania\\_Alimentaria\\_Reclamo\\_Mundial\\_del\\_Movimiento\\_Campesino](https://www.researchgate.net/publication/267623543_Soberania_Alimentaria_Reclamo_Mundial_del_Movimiento_Campesino)

Saaty, T. L. (1997). Toma de decisiones para líderes. El Proceso Analítico Jerárquico: La Toma de Decisiones en un mundo complejo. RWS. Pittsburgh, PA, USA. 424 pp

Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (1999). Situación Actual y Perspectivas de Frijol en México 2000 – 2005. Distrito Federal, México. 96 pp

Osuna C. E. S., L. Reyes M., J. S. Ramírez P. y M. A. Martínez G. (2012). Rendimiento de frijol Pinto Saltillo en altas densidades bajo temporal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Volumen 3. Número 7. 1 de septiembre-31 de octubre. 1389-1400 pp.

Ulloa J. A., P. Rosas U., J. C. Ramírez R. y B. E. Ulloa R. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fotoquímicos. Revista Fuente. Año 3. Número 8. Julio – septiembre. Universidad Autónoma de Nayarit. México. pp 5-9



**A**

Ácaros depredadores 79, 80, 84, 91, 92  
 Aislado proteico 2, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16  
 Antimicrobiano 44, 48

**B**

Biodiversidad 32, 33, 34, 36, 39, 51, 52, 64, 94  
 Bosque boreal 80, 83, 86

**C**

Características sensoriales 66, 70  
 Conservación 17, 23, 33, 34, 54, 64, 103

**E**

Educación ambiental 33  
 Educación Ambiental 50, 53, 64  
 Engorda bovina 96  
 Enseñanza 33, 34, 38, 39, 40, 41

**G**

GAM 79, 80, 81, 82, 83, 86  
 Geoespacial 80

**H**

Health education 105

**M**

Mesostigma 80  
 Metodologías activas 33, 40  
 Modelo aditivo generalizado 79, 80, 81  
 Modelos cinéticos 65, 66, 70, 76

**P**

Propiedades tecnofuncionales 1, 2, 4, 5, 13  
 Propóleos chileno 44, 47, 48  
 Proteína vegetal 2  
 Public health 105, 114, 122

**Q**

Quinoa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

**R**

Rendimiento al desposte 95, 96, 97, 102

**S**

Semillas de ahuyama 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 76

**V**





Ventana de refractancia 65, 66, 67, 68, 69, 72, 73, 75, 76

**Z**

Zoonoses 104, 105, 106, 108, 109

# CIENCIAS AGRARIAS:

ESTUDIOS SISTEMÁTICOS E INVESTIGACIÓN AVANZADA





- 
-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
  -  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
  -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
  -  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



# CIENCIAS AGRARIAS:

ESTUDIOS SISTEMÁTICOS E INVESTIGACIÓN AVANZADA

---

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)