

Proyección productiva del maíz forrajero en México y el estado de Veracruz

Viridiana Borbonio-Fernández¹

José Luis Del Rosario-Arellano²

Juan Salazar-Ortiz¹

Joel Velasco-Velasco¹

Ricardo Serna-Lagunes²

Josafhat Salinas-Ruiz^{1,§}

1 Colegio de Postgraduados- Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348, Manuel León, Amatlán de los Reyes, Veracruz, México. CP. 94953. Tel. 271 7166000, ext. 55057. Tel. 55 58045991, ext. 64833. (borbonio.viridiana@colpos.mx; salazar@colpos.mx; joel42ts@colpos.mx; salinas@colpos.mx).

2 Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-Región Orizaba-Córdoba-Universidad Veracruzana. Calle Josefa Ortiz de Domínguez s/n, Colonia Centro, Peñuela, Amatlán de Los Reyes, Veracruz, México. CP. 94945. Tel. 271 7166129 y 271 7166410. (jdelrosario@uv.mx; rserna@uv.mx).

Autor para correspondencia: salinas@colpos.mx.

Resumen

El maíz es un cultivo de gran importancia en México, debido a que se utiliza tanto para el consumo humano como para animales, posicionándose como uno de los tres cultivos forrajeros de mayor importancia, por su valor energético que aporta en las dietas del ganado bovino lechero. El objetivo del estudio fue examinar la tendencia de la producción de maíz forrajero nacional y del estado de Veracruz del periodo 1980 a 2023 con el propósito de pronosticar con modelos predictivos (ARIMA) la disponibilidad y oferta de alimento destinado al sector ganadero. La información se obtuvo de la base de datos SIACON, cubriendo la serie histórica a nivel nacional y para el estado de Veracruz. Se empleó la técnica de análisis exploratorio de datos (EDA) para identificar tendencias y estacionalidades; posteriormente, se construyeron modelos predictivos de series de tiempo mediante el modelo ARIMA, utilizando la librería forecast de RStudio. Los resultados evidenciaron una tendencia al alza en la producción de maíz forrajero. A nivel nacional, la producción de forraje bajo condiciones de riego presentará una tendencia de crecimiento sostenido, mientras que bajo condiciones de temporal se observarán variaciones inestables a lo largo de la próxima década, con una disminución proyectada del 1.57%. En el estado de Veracruz, las proyecciones indican que la producción de forraje de maíz bajo condiciones en riego como en temporal, mantendrá una tendencia estable durante la próxima década. Se estiman rendimientos por hectárea de 19.57 y 23.87 toneladas, respectivamente, lo que sugiere una estabilidad productiva asociada a condiciones edafoclimáticas y de manejo relativamente constantes en la región. Se concluye que el uso de modelos predictivos constituye una herramienta confiable para la modelización de la producción de forraje de maíz al proporcionar al sector agrícola y pecuario un instrumento de planificación que contribuye a la reducción de riesgos agrícolas en el corto y mediano plazo.

Palabras clave:

Zea mays L., forraje verde, predicción, producción, tendencia.

Introducción

A nivel mundial se destina alrededor de 197 millones de hectáreas para el cultivo de maíz, lo cual hace que este cultivo sea uno de los más importantes en comparación con otros cereales como son el arroz y el trigo (Erenstein *et al.*, 2022; FAO, 2023). En los últimos cinco años, el consumo mundial creció a una tasa promedio anual de 1.5%, lo que significó un ritmo de crecimiento menor en la producción (FIRA, 2024).

El potencial productivo de este producto agrícola está sujeto a factores inherentes, como son la temperatura, la precipitación, la fertilidad del suelo y la densidad de siembra (Álvarez-Flores *et al.*, 2023). En el año 2024, la producción mundial de maíz amarillo se concentró principalmente en cinco países: Estados Unidos, China, Brasil, Unión Europea y Argentina. En ese sentido, Estados Unidos tiene el nivel más alto en el uso del maíz en el mundo, el cual oscila en 318.9 millones de toneladas destinado a consumo forrajero, industrial (producción de etanol) y consumo humano (tortilla) (FIRA, 2024).

En México, el consumo total de maíz para grano es de 42.1 millones de toneladas, que se suple con un 38.3% de maíz blanco y 61.7% de maíz amarillo; el blanco se destina para la industria alimentaria, mientras que el amarillo para actividades ganaderas y agroindustriales (López-García *et al.*, 2021; FIRA, 2024). Al no ser autosuficiente, México importa de Estados Unidos alrededor de 18.4 millones de toneladas de maíz amarillo, que se destinan para el sector industrial y pecuario, este último para la producción de carne de res, cerdo, pollo, huevo y leche.

Por otro lado, el sector agrícola y pecuario no son proporcionales al crecimiento poblacional, puesto que la demanda alimentaria en la producción pecuaria por lo regular suele ser superior a la oferta, viéndose el país en la necesidad de buscar otras alternativas que suplan la demanda del maíz amarillo (FIRA, 2024; Jaime-Vargas, 2024; Sánchez *et al.*, 2024).

En adición, México produce un 12% de maíz forrajero, el cual es una opción para el uso del maíz amarillo, permitiendo incorporar un sistema equilibrado, más eficiente y maximizando la productividad del ganado lechero, ya que su uso reporta incrementos del 16.8 y 25% en producción de leche (Guevara-Viera *et al.*, 2016; Zaragoza-Esparza *et al.*, 2021).

Al respecto, existen estudios sobre el uso del maíz forrajero para ensilado como alimento base en la dieta de bovinos de engorde y crianza para el abasto de carne y leche, cual es una alternativa nutricional en parámetros productivos, reportando incrementos significativos en la producción lechera, eficiencia alimenticia y condición corporal durante las estaciones secas, permitiendo reducir la dependencia de insumos externos y suplir hasta en un 55% la dieta diaria de los animales (Bermúdez-Ramírez *et al.*, 2025; Bravo *et al.*, 2018).

Es importante destacar que aproximadamente el 50% de la producción lechera nacional se realiza bajo un sistema intensivo, cuya base alimenticia se compone principalmente de ensilado de maíz y alfalfa, en contraste con el resto de la producción, que está regido por los sistemas extensivo o de pastoreo, semi intensivo y familiar o de traspatio. Cabe mencionar que el sistema intensivo usa a menor escala los granos en la dieta del ganado lechero, pero tiene una elevada productividad de forraje, en más del 90% al no existir mermas y al contar con buen contenido nutricional, con 30 a 40% de materia seca, 13 a 38% en fibra, 1 a 5% de grasa y 0.67 a 0.75% para extracto libre de nitrógeno (Jaime-Vargas, 2024; Lachi *et al.*, 2024).

Ante este escenario, México destina alrededor de 109 millones de hectáreas de superficie al sistema intensivo para la actividad ganadera, concentrada principalmente en los estados de Veracruz, Jalisco, Chihuahua, Chiapas, Durango, Tabasco, Sonora y Michoacán, los cuales representan el 55.5% de las unidades de producción. Veracruz se posiciona como líder, con una producción de 268 mil toneladas de carne de bovino y 537 mil toneladas en carne de pollo (INEGI, 2025; SIAP, 2025). Esta dinámica mantiene al país como el sexto productor mundial de carne de res, pollo y cerdo (COMECARNE, 2025).

En esta investigación se utilizaron series de producción de maíz en grano y maíz forrajero a nivel nacional para construir modelos que permitan pronosticar la tendencia de la producción de forraje de maíz, permitiendo a los pequeños, medianos y grandes productores realizar una planificación precisa de las actividades agrícolas y pecuarias y ser un instrumento estratégico en la toma de decisiones. El objetivo del presente estudio fue analizar la tendencia nacional y del estado de Veracruz sobre la producción de maíz, carne y leche de bovinos, con el fin de proyectar su volumen de producción en un periodo de diez años bajo un entorno cada vez más desafiante.

Materiales y métodos

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con alcance exploratorio, descriptivo, correlacional y predictivo. Los datos de la producción anual de maíz para grano y forraje, carne y leche de bovinos en el ámbito nacional y del estado de Veracruz, fueron obtenidos del portal del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON).

Se analizó la relación entre las variables de producción agrícola a nivel nacional mediante una matriz de correlación de Pearson, considerando la superficie sembrada, superficie cosechada, producción y rendimiento de maíz grano y maíz forrajero bajo condiciones de riego y temporal del periodo 1980 a 2023. Esta técnica analítica se aplicó para determinar la dinámica productiva del maíz forrajero mediante la fuerza de relación entre las variables, proporcionando evidencia estadística sobre si la intensificación del cultivo está alineada con una mejora en la eficiencia técnica o si responde únicamente a un crecimiento extensivo.

Se realizó un análisis descriptivo con los datos de superficie sembrada de maíz forrajero a nivel nacional, mientras un análisis comparativo con la información de producción de maíz para grano, maíz forrajero, producción de carne y leche para México y para el estado de Veracruz en condiciones de riego y temporal.

Para la predicción futura de la producción de forraje a nivel nacional se aplicó el modelo autorregresivo de medias móviles (ARIMA (p, d, q) por sus siglas en inglés) y una regresión lineal cuadrática para la producción de maíz forrajero bajo condiciones de temporal y riego para el estado de Veracruz. Para dichos análisis se utilizó el software estadístico RStudio 4.4.3 (R Core Team, 2020).

De acuerdo con Box *et al.* (1994) el modelo ARIMA consta de tres componentes: 1) autorregresiva (AR); 2) integrada (I); y 3) móvil (MA), estos permiten al modelo identificar patrones como tendencias y estacionalidad, lo que ayuda a predecir los valores futuros basándose en los datos históricos.

El componente AR (p) $AR(p)$ es en el que cada valor actual de la serie observado y_t depende de una combinación lineal de los valores previamente observados, es decir:

$$y_t = c + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Donde y_t = es la observación actual, $c, \phi_1, \phi_2, \dots, \phi_p$ = son los parámetros por estimar del modelo, p = denota el número de valores pasados (número de términos autorregresivos) que se utilizan para aproximar el valor y_t , y ε_t = es el término del error. La parte autor regresiva construye un modelo de regresión (tendencia) a partir de valores pasados de la serie temporal para la predicción.

En cuanto a la parte integrada (I), diferenciar la serie implica transformar una serie de tiempo no estacionaria en una serie estacionaria. Esta diferenciación consiste en restar una observación de otra para eliminar tendencias y la estacionalidad, permitiendo que la serie sea estacionaria. Es decir, la diferenciación ayuda a que los datos se ajusten al modelo y no al ruido. La fórmula para diferenciar es:

$$y'_t = y_t - y_{t-1}$$

con y'_t es la serie diferenciada en el tiempo t , $y_t =$ es valor de la serie al tiempo t , y y_{t-1} es el valor de la serie en el tiempo anterior. El proceso de diferenciación suele aplicarse varias veces hasta alcanzar la estacionariedad. La notación $I(d)$ indica el orden de diferenciación necesario para lograr la estacionariedad.

Finalmente, el componente de media móvil (MA) de un modelo ARIMA se centra en la relación de un valor actual de la serie con errores de predicción anteriores. El modelo MA de orden q MA(q) puede representarse como:

$$y_t = c + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Conjuntando los tres componentes se obtiene el modelo ARIMA (p, d, q) no estacional, que se expresa de la siguiente manera:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

El ajuste del modelo y la predicción de valores se realizaron con la librería `forecast` y la opción `auto.arima()` en RStudio 4.4.3 (R Core Team, 2020).

Resultados y discusión

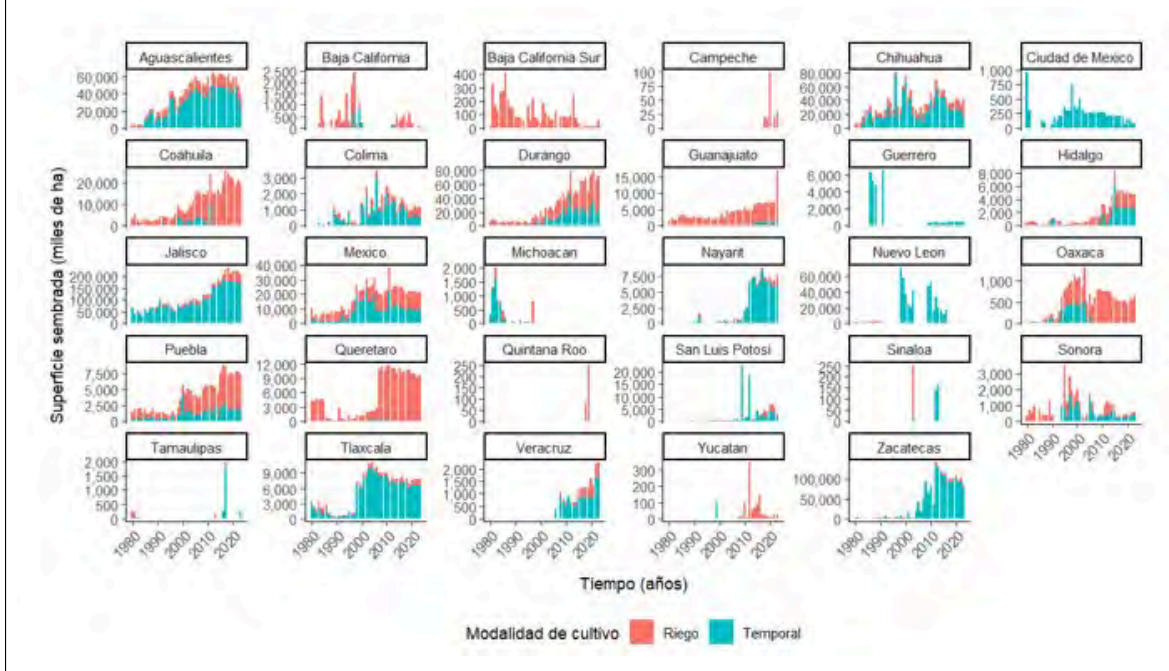
En la década de 1980, México destinó 5 200 ha para la producción de maíz forrajero y para el 2023 ascendió a 21 100 ha. Los estados de Aguascalientes, Baja California Sur, Chihuahua, Coahuila, Colima, Jalisco, Estado de México, Puebla, Tlaxcala y Zacatecas produjeron forraje de manera continua durante los últimos 43 años bajo riego y temporal.

Por su parte, en Baja California, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Querétaro, Sonora y Tamaulipas, la producción se mantuvo exclusivamente bajo condiciones de riego hasta 1990; no obstante, del 2000 a la fecha, se retomó la siembra en ambas modalidades (temporal y riego), incorporándose San Luis Potosí, Sinaloa y Veracruz. En el año 2006 aparece el estado de Yucatán con 2 000 ha, y a partir de 2018 ha mantenido alrededor de 24 200 ha bajo riego. En este mismo periodo (2018 a la fecha), Campeche ha destinado un promedio de 1 870 ha exclusivamente en modalidad de riego. Finalmente, el Estado de México y Guerrero han participado desde 1980 hasta la actualidad en la producción de maíz forrajero en verde, exclusivamente bajo temporal (Figura 1) (SIACON, 2024).

Sánchez-Ramírez (2024) hace referencia a que la mayor parte de la siembra de maíz para grano y forraje en México es bajo condiciones de temporal, y aproximadamente el 90% destina más de 10 ha. Sin embargo, a partir del 2023, la superficie disminuyó un 50%, atribuido a sequías severas, precipitaciones tardías y efecto del cambio climático.



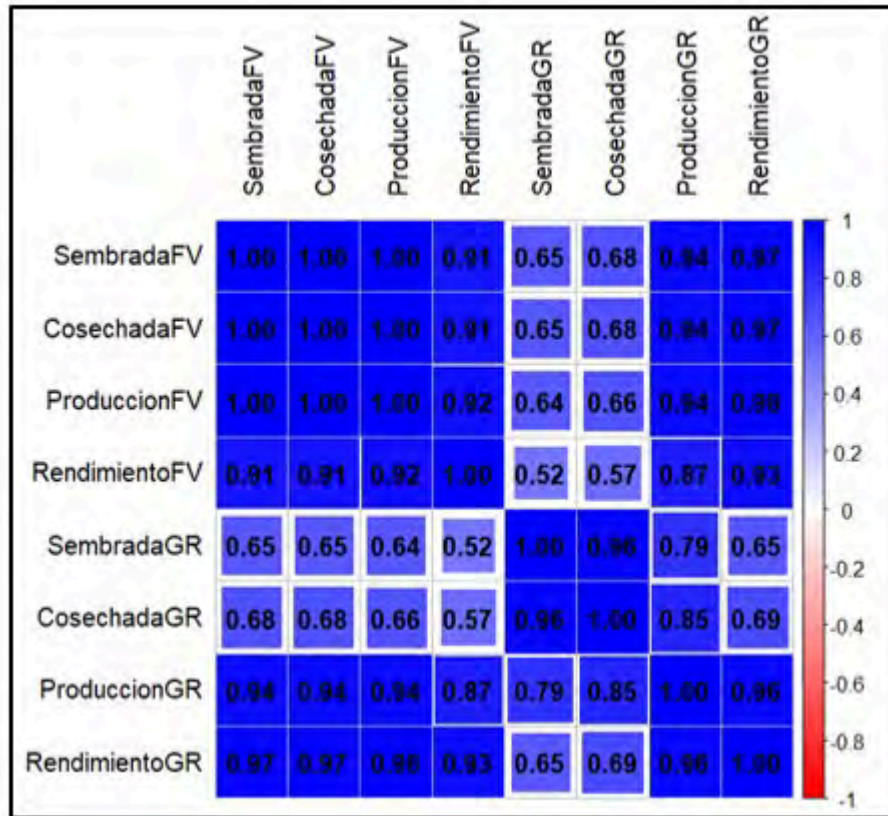
Figura 1. Superficie sembrada de maíz forrajero en 29 estados de México bajo riego y temporal (1980-2023).



En la matriz de correlación de Pearson (Figura 2), las variables presentaron relaciones fuertes (>0.8) y medianamente correlacionadas (0.5-0.8) con la producción en maíz grano (GR) y maíz forrajero (FV) bajo condiciones de riego a nivel nacional durante los años 1980 a 2023. Lo anterior indica que las variables varían en la misma dirección.



Figura 2. Matriz de correlación de Pearson ($\alpha < 0.05$) entre las variables de producción agrícola bajo condiciones de riego a nivel nacional. Superficie sembrada de forraje verde (sembrada FV); superficie cosechada de forraje verde (cosechada FV); producción de forraje verde (producción FV); rendimiento de forraje verde (rendimiento FV); superficie sembrada de maíz grano (sembrada GR); superficie cosechada de maíz grano (cosechada GR); producción de maíz grano (producción GR); rendimiento de maíz grano (rendimiento GR).

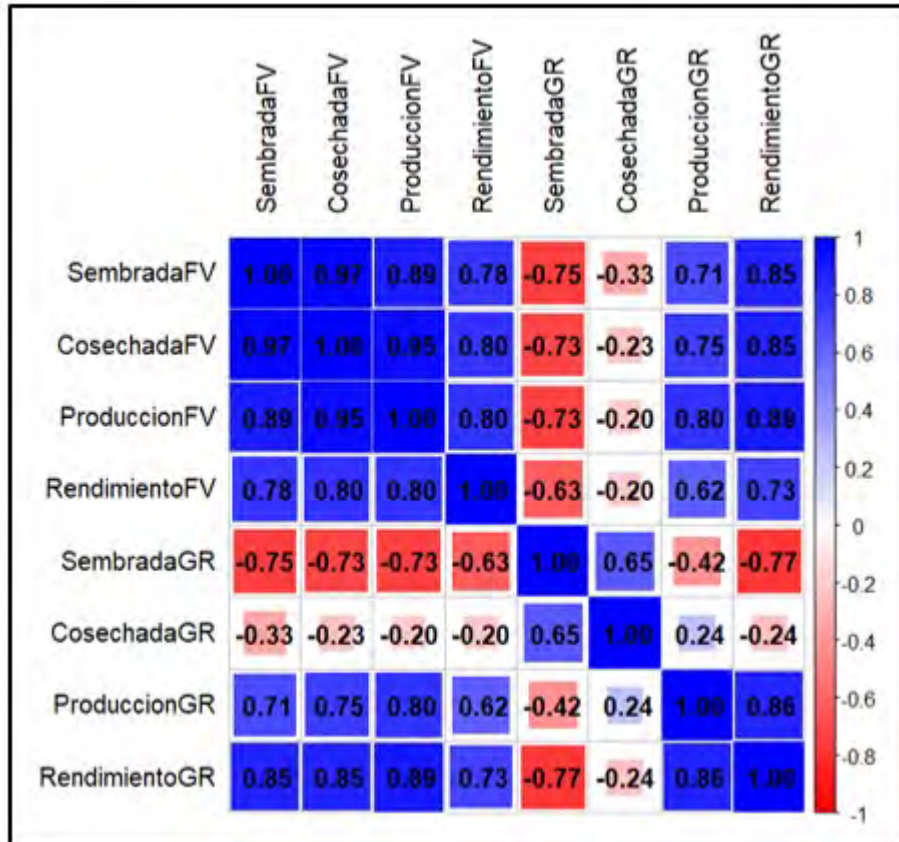


Guzmán-Anaya y Lugo-Sánchez (2024), en su estudio sobre el análisis regional de la producción de maíz en México, reportan que, en los años 2005, 2009 y 2011, hubo un siniestro de más del 50% de la superficie sembrada, atribuido a condiciones climáticas atípicas, retraso de lluvias, sequías, heladas e inundaciones; sin embargo, a partir del 2012, la cosecha ascendió del 98%, lo que permite confirmar la relación fuerte positiva entre la superficie sembrada y la superficie cosechada en maíz para grano.

Por otro lado, bajo condiciones de temporal en el mismo periodo a nivel nacional (Figura 3), se observaron correlaciones positivas fuertes (>0.75), correlaciones negativas fuertes (<-0.75) y en menor medida, correlaciones negativas débiles (<-0.5) entre variables. De acuerdo con Villagrana-Soto *et al.* (2024), mencionan que la producción de maíz forrajero bajo condiciones de temporal está estrechamente relacionada con la superficie sembrada.



Figura 3. Matriz de correlación de Pearson ($\alpha < 0.05$) entre las variables de producción agrícola bajo condiciones de temporal a nivel nacional. Superficie sembrada de forraje verde (sembrada FV); superficie cosechada de forraje verde (cosechada FV); producción de forraje verde (producción FV); rendimiento de forraje verde (rendimiento FV); superficie sembrada de maíz grano (sembrada GR); superficie cosechada de maíz grano (cosechada GR); producción de maíz grano (producción GR); rendimiento de maíz grano (rendimiento GR).

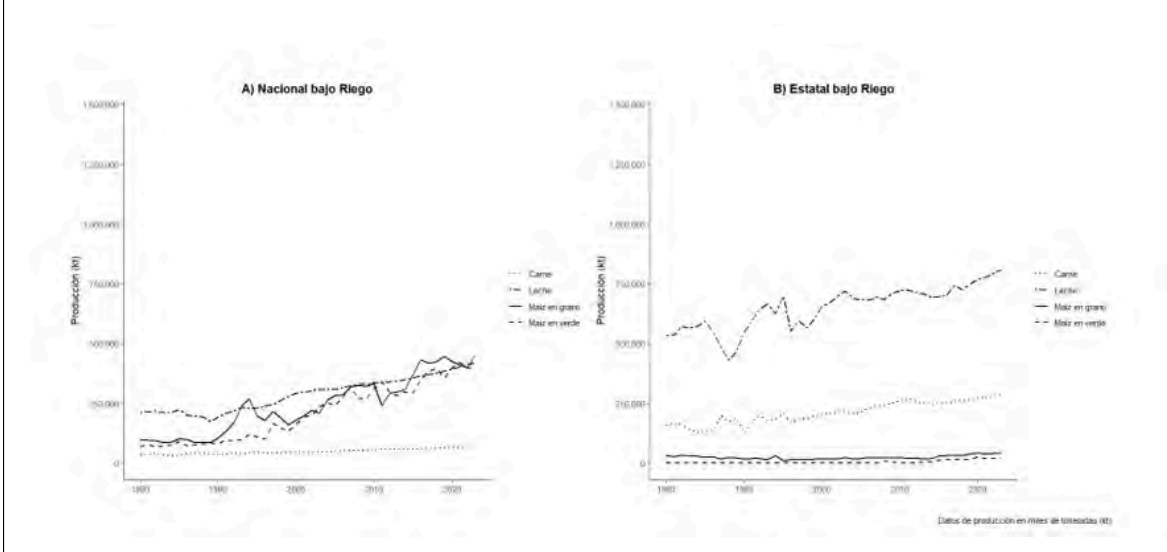


A medida que aumenta la superficie sembrada de maíz forrajero, también aumenta la producción de forraje verde y seco. Sin embargo, la producción puede afectarse por la escasez de agua, y en consecuencia es necesario adoptar sistemas de riego eficientes para maximizar la producción sin perder calidad.

Por otra parte, a nivel nacional, bajo condiciones de riego (Figura 4A) se observa una tendencia al alza en la producción de maíz forrajero, carne y leche; con ligeras fluctuaciones en los años 1989 y 2007 en la producción de leche y maíz forrajero.



Figura 4. Evolución de la producción nacional y el estado de Veracruz en carne de bovino, leche de bovino, maíz grano y maíz forrajero bajo riego.



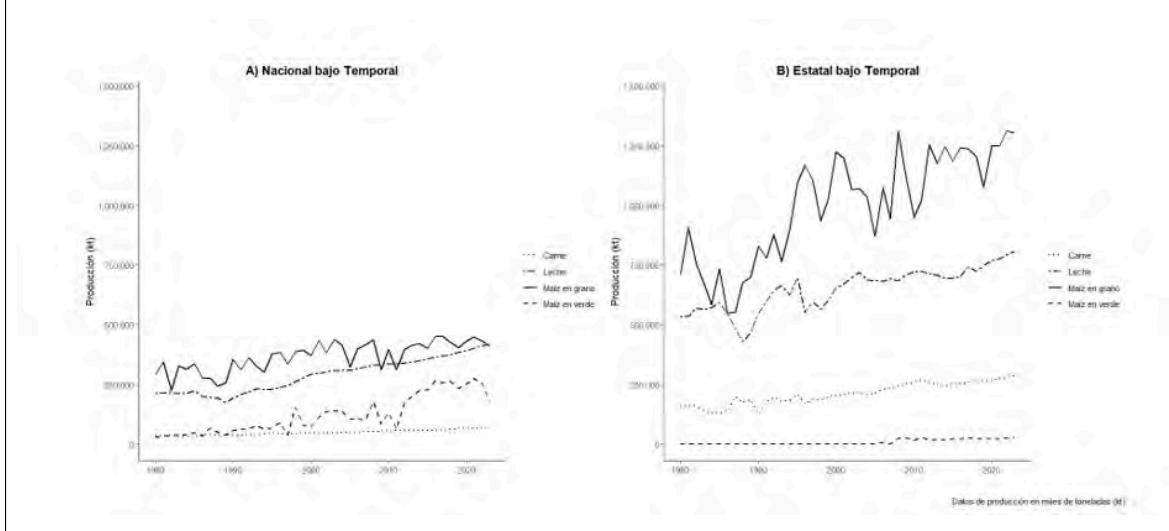
De igual forma, la producción de maíz en grano muestra una evolución positiva, aunque caracterizada por una mayor variabilidad a lo largo del periodo analizado. De acuerdo con Guzmán-Anaya y Lugo-Sánchez (2024), la variabilidad que presenta el maíz se relaciona con los cambios en la estructura agrícola en México, al buscar genotipos con adaptación a la erosión, compactación y acidez del suelo, así como las condiciones del cambio climático, problemas que, de no atenderse, implican una dependencia constante de las importaciones.

Para el caso del estado de Veracruz, bajo condiciones de riego (Figura 4B) se registra un volumen de producción inferior de maíz para grano y forraje en comparación con el promedio nacional, lo cual se atribuye a la limitada superficie con infraestructura de riego. Sin embargo, la producción de leche y carne de bovino evidencia una tendencia ascendente, posiblemente debido al desarrollo de unidades productivas tecnificadas en determinadas regiones del estado (SIAP, 2023).

En condiciones de temporal, a nivel nacional (Figura 5A), el crecimiento de la producción fue más irregular y presentó una mayor variabilidad interanual, especialmente en el caso de maíz en grano; no obstante, el volumen de producción aún es considerable, dado que una gran parte de la superficie agrícola nacional depende de las lluvias estacionales. Por otro lado, la producción de carne y leche mantiene una tendencia al alza, aunque con participación relativa menor en comparación con las zonas de riego.



Figura 5. Evolución de la producción nacional y el estado de Veracruz en carne de bovino, leche de bovino, maíz grano y maíz forrajero bajo temporal.



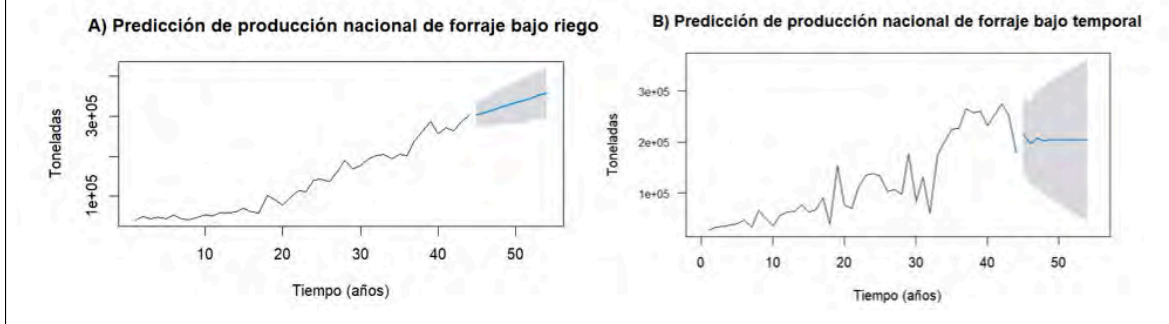
López *et al.* (2025), afirman, que la cantidad y calidad del forraje de maíz bajo temporal, depende de la estacionalidad de la época de lluvias que ha cambiado a través del año.

En lo que respecta al estado de Veracruz (Figura 5B), la mayor parte de la actividad agrícola se desarrolla bajo condiciones de temporal. Destaca la producción de maíz en grano, que presenta una tendencia creciente a largo plazo, aunque fuertemente influenciada por las condiciones climáticas anuales. La producción de leche y carne también muestra crecimientos moderados, aunque con un estancamiento que podría asociarse a factores estructurales y limitaciones tecnológicas. Por su parte, la producción de maíz forrajero evidencia un crecimiento sostenido desde su incorporación en 2006, al pasar de 6 360 a 23 830 t en la actualidad.

Se analizó la producción (toneladas) de forraje de maíz verde nacional y del estado de Veracruz desde el año 1980 hasta el 2023. El proceso de identificación del modelo se basó en las funciones de autocorrelación (ACF) y autocorrelación parcial (PACF) de la serie diferenciada. Para la producción nacional bajo riego se realizaron las predicciones bajo el modelo ARIMA (0, 1, 1). Los datos predijeron una tendencia lineal al alza con mínimas fluctuaciones estacionales (Figura 6A).

En la proyección de 10 años se observó que la producción tendrá un incremento considerable al pasar de 302 781 t en 2023 a 357 328 t para el 2033, lo que significa un aumento del 18.01%.

Figura 6. Predicción de la producción de forraje de maíz en diez años a nivel nacional. A) bajo condiciones de riego; B) bajo condiciones de temporal. Franjas en azul, indican los intervalos de confianza (95%) y la línea negra la serie temporal.

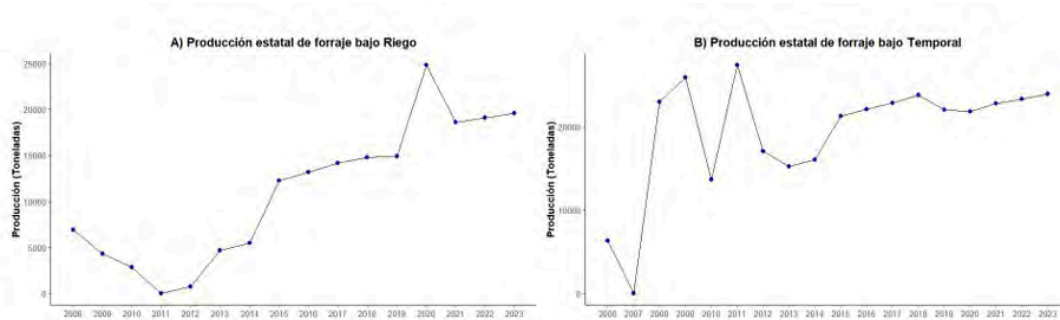


Es notable que, a medida que se incrementan los años de la predicción, también lo hace la incertidumbre, lo que se refleja en los intervalos de confianza (95%), puesto que se abren progresivamente conforme a los tiempos de predicción.

Para la producción bajo condiciones de temporal (Figura 6B), la serie se ajustó a un modelo ARIMA (1, 1, 0); al respecto, se espera una producción de 207 227.4 t para el año 2026, con una disminución de 3 000 t en los próximos siete años. Después de este período, la producción de forraje se estabilizará a 204 013.2 t, mientras que el intervalo de confianza muestra la existencia de fuertes variaciones a través del tiempo.

Por otro lado, con base en el modelo de regresión lineal cuadrática, se estimó la producción de forraje a un horizonte de cinco años. Así, bajo condiciones de riego (Figura 7A), la producción proyectada para 2026 fue de aproximadamente 24 915.12 t, mientras que para 2028 se estima un incremento hasta 27 592.32 t. Sin embargo, existe una probabilidad del 16.8% de que la producción presente variaciones respecto con lo pronosticado de acuerdo con el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.7891$).

Figura 7. Predicción de la producción de maíz forrajero en diez años para Veracruz. A) producción de maíz forrajero bajo riego; B) producción de maíz forrajero bajo temporal.



Por otro lado, bajo condiciones de temporal (Figura 7B), se prevé una producción de 27 170.06 t en 2026, con un incremento estimado del 5.07% para 2028, alcanzando un total de 28 549.78 t. En este sentido, se anticipa que la producción de forraje de maíz a nivel estatal, bajo condiciones de temporal, muestre una ligera tendencia al alza en los años siguientes.

En el estado de Veracruz, la ganadería es una actividad predominante que ocupa aproximadamente el 70% del territorio, representando la mayor extensión de pastizales en la región (Rodríguez-Montalvo *et al.*, 2021). No obstante, para mitigar el déficit alimentario durante el periodo de estiaje, los productores recurren al uso de híbridos de maíz para la producción de forraje. Esta preferencia se debe al elevado valor energético y calidad nutricional que el maíz aporta a la dieta animal, lo que sugiere que la demanda de este insumo mantendrá una tendencia creciente en los próximos años (Del Rosario-Arellano *et al.*, 2024).

Conclusiones

Se concluye que la producción de forraje de maíz mantendrá una tendencia creciente en los próximos años, proyectándose a nivel nacional una disponibilidad de 357 328 t bajo riego y 204 013.2 t en temporal para el año 2033, lo que resulta benéfico para el sector ganadero, al garantizar una fuente constante destinada a satisfacer los requerimientos nutricionales del ganado bovino.

A nivel estatal en Veracruz, se reflejan incrementos significativos hacia el año 2028, con alrededor de 27 592.32 t de maíz forrajero en condiciones de riego y 28 549.78 t bajo condiciones de temporal, mejorando la eficiencia de los sistemas de producción de carne y leche principalmente. Asimismo, el uso de modelos predictivos constituye una herramienta estratégica que permite a las organizaciones de productores y agricultores anticiparse a la toma de decisiones, al conocer el comportamiento de la producción y, con ello, planificar de manera más precisa y eficiente el desarrollo de sus actividades agrícolas y pecuarias.

Bibliografía

- 1 Álvarez-Flores, L.; Pérez-Chavira, S. I. y Gámez-Gámez, K. 2023. Factores que inciden en la producción agrícola en México. *Vinculatégica EFAN*. 9(6):134-147.
- 2 Bermúdez-Ramírez, D. E.; Ortiz-Chaves, D. X. y Campozano-Marcillo, G. A. 2025. Ensilaje de *Zea mays*: alternativa nutricional en la producción bovina de leche. *Revista de Ciencias Agropecuarias ALLPA*. ISSN: 2600-5883. 8(15):61-73. <https://doi.org/10.56124/allpa.v8i15.0103>.
- 3 Box, G. E. P.; Jenkins, G. M. y Reinsel, G.C. 1994. *Time series analysis, forecasting and control*, 2nd Ed. New York: Prentice-Hall. 305-344 pp.
- 4 Bravo, G. A. H.; Bravo, W. G. B. y Rodríguez, J. H. V. 2018. Ensilaje de maíz y su influencia sobre parámetros productivos en vacas mestizas del trópico. *La Técnica*. 20:55-66.
- 5 COMECARNE. 2025. Consejo Nacional de la Carne. Compendio estadístico 2025. <https://drive.google.com/file/d/1nelvsQ4fW3YrIhtkB1gOMD0DxPyuNPFI/view>.
- 6 Del Rosario-Arellano, J. L.; Salazar-Ortiz, J.; Andrés-Meza, P.; Serna-Lagunes, R.; Borbonio-Fernández, V.; Real-Garrido, C. J.; Coria-Gil, N. A. B. 2024. Características agronómicas y forrajeras de variedades nativas de maíz en Las Montañas, Veracruz, México. *Acta Agrícola y Pecuaria*. Pecuaria. 10:1e0091003. <https://doi.org/10.30973/aap/2024.10.0101003>.
- 7 Erenstein, O.; Jaleta, M.; Sonder, K.; Mottaleb, K. y Prasanna, B. M. 2022. Global maize production, consumption and trade: trends and R & D implications. *Food security*. 14(5):1295-1319. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>.
- 8 FAO. 2023. FAOSTAT: crops and livestock products. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/faostat>.
- 9 FIRA. 2025. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. Panorama agroalimentario 2024. México. Documento técnico. 3-25 pp. <https://www.fira.gob.mx/InvYEvalEcon/EvaluacionIF>.
- 10 Guevara-Viera, R. V.; Lascano-Armas, P. J.; Arcos-Álvarez, C. N.; Hernán-Chancusig, F.; Armas-Cajas, J. A.; Serpa-García, G. V.; Soria-Parra, M. E.; Vera-Cedeño, J. C.; Torres-Inga, C. S.; Guevara-Viera, G. E.; Roca-Cedeño, A. J. y Curbelo-Rodríguez, L. M. 2016. Efecto de la inclusión del forraje de maíz molido en la respuesta productiva de vacas lecheras en pastoreo. *Revista de Producción Animal*. 28(1):16-22. <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S222479202016000100003&lng=es&tlng=es>.
- 11 Guzmán-Anaya, L. y Lugo-Sánchez, M. G. 2024. Análisis regional de la producción de maíz en México. *Eseconomía*. 19(62):9-27.
- 12 INEGI. 2025. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Estadísticas a propósito del día Nacional de la Ganadería. 1-6 pp. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2025/EAP-Ganaderia.pdf>.
- 13 Jaime-Vargas, J. A. 2024. El maíz amarillo como eje de la seguridad y soberanía alimentaria en México. *Estudios sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. 34(63):2-22.
- 14 Lachi, O. C.; Sisalima, N. A. y Aguilar, S. D. 2024. Determinación de la calidad química del maíz ensilado en la FCA. Universidad Técnica de Machala. 2-25 pp. <https://www.studocu.com/ec/document/universidadtecnicademachala/bioquimica/calidad-quimica-del-ensilaje-de-maiz/95555934>.
- 15 López, H. E. F.; Acuña, I. J. G.; Ramírez, S. E. y Vega, H. R. 2025. Efecto del clima y manejo agronómico sobre el rendimiento de forraje de maíz de temporal en los Altos de Jalisco, México. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*. 8(1):e78428. <https://doi.org/10.34188/bjaerv8n1-137>.

- 16 López-García, M. D. R.; Martínez-Damián, M. Á. y Arana-Coronado, J. J. 2021. Predicción del precio de maíz en México. *Agrociencia*. 55(8):733-746.
- 17 R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- 18 Rodríguez-Montalvo, F. A.; Sierra-Macías, M.; Espinosa-Calderón, A.; Vázquez-Hernández, M. V.; Barrón-Freyre, S.; Andrés-Meza, P. y Del Rosario-Arellano, J. L. 2021. Productividad de forraje en maíces híbridos bajo diferentes densidades de población y dosis de fertilización. *Terra Latinoamericana*. 39:1-12. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.676>.
- 19 Sánchez, R. C. G.; Matamoros, M. G.; Mata, R. G. y Jarquín, D. S. 2024. Determinantes de la demanda de maíz en México, 1970-2020. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 15(7):1-9.
- 20 Sánchez-Ramírez, F. J. 2024. Situación actual del cultivo de maíz nativo en el municipio de Saltillo, Coahuila. *Agro-Divulgación*. 4(6):105-107. <https://doi.org/10.54767/ad.v4i6.323>.
- 21 SIAP. 2023. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Panorama de la lechería en México. 2-6 pp. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/940824/Panorama-de-la-lecher-a-en-M-xico-2023.pdf>.
- 22 SIAP. 2025. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Anuario Estadístico de la Producción Ganadera. <https://nube.agricultura.gob.mx/cierre-pecuario/>.
- 23 Villagrana-Soto, F.; Gutiérrez-Bañuelos, H.; Echavarría-Cháirez, F. G.; Sánchez-Gutiérrez, R. A.; García-Cervantes, D.; Espinoza-Canales, A.; Muñoz-Salas, L. C.; Aguirre-Calderón, C. E. y Martínez-Gómez, J. 2024. Productividad de maíz, sorgo, avena y girasol en temporal en clima semiseco de México. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*. 40(2):387-398. <https://dx.doi.org/10.29393/chjaas40-33pmfg90033>.
- 24 Zaragoza-Esparza, J.; Medina-Fernández, M. F.; Tadeo-Robledo, M.; Espinosa-Calderón, A.; López-López, C.; Canales-Islas, E. y Alonso-Sánchez, H. 2021. Productividad y calidad de forraje de híbridos trilineales de maíz para Valles Altos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 44(4):537-544.



Proyección productiva del maíz forrajero en México y el estado de Veracruz

| |
|--|
| Journal Information |
| Journal ID (publisher-id): remexca |
| Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas |
| Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc |
| ISSN (print): 2007-0934 |
| Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias |

| |
|---------------------------------------|
| Article/Issue Information |
| Date received: 01 January 2026 |
| Date accepted: 01 March 2026 |
| Publication date: 01 May 2026 |
| Publication date: May-Jun 2026 |
| Volume: 17 |
| Issue: 3 |
| Electronic Location Identifier: e4080 |
| DOI: 10.29312/remexca.v17i3.4080 |

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

Zea mays L
forraje verde
predicción
producción
tendencia

Counts

Figures: 7
Tables: 0
Equations: 4
References: 24