

Panorama económico futuro para el precio de la leche de vaca en México

Future economic outlook for the price of cow's milk in Mexico

Vianey González-Hernández¹ , Nicolás Callejas-Juárez² , Francisco Ernesto Martínez-Castañeda^{1*} 

¹Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Instituto Literario 100. Centro. Toluca. 50000. Estado de México. México.

²Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Periférico Francisco R. Almada km 1, Pavis Borunda. 12018. Chihuahua. México.

*Autor de correspondencia: femartinezc@uaemex.mx

Nota científica

Recibida: 31 de marzo 2024

Aceptada: 05 de noviembre 2024

RESUMEN. En el presente estudio se estimó el precio de la leche de forma determinística y estocástica para el periodo 2023-2027, con el objetivo de analizar la situación económica de la producción de la leche de vaca en México, a través del método estadístico univariado de series de tiempo (ARIMA). Se estableció un precio medio base, así como sus intervalos de confianza reflejados en precio de límite inferior y precio de límite superior. La distribución estadística que mejor explicó el comportamiento de los precios base fue la geométrica, misma que se utilizó para la estimación del modelo estocástico. Se espera que el precio de la leche tenga un comportamiento promedio determinístico de 9.38 ± 0.76 pesos por litro para los próximos seis años. Lo anterior sugiere una aproximación metodológica mediante la cual, se puede explorar y mejorar la estimación del precio de productos agrícolas para obtener un precio diferenciado por efecto de calidad.

Palabras clave: ARIMA, ganadería, modelación, prospectiva, productividad.

ABSTRACT. In the present study, the price of milk was estimated deterministically and stochastically for the period 2023-2028, with the objective of analyzing the economic situation of cow's milk production in Mexico, through the univariate series statistical method of time (ARIMA). A base average price was established, as well as its confidence intervals reflected in the lower limit price and upper limit price. The statistical distribution that best explained the behavior of base prices was the geometric distribution, which was used to estimate the stochastic model. The price of milk is expected to have a deterministic average behavior of 9.38 ± 0.76 pesos per liter for the next six years. The above suggests a methodological approach through which the estimation of the price of agricultural products can be explored and improved to obtain a differentiated price based on quality effect.

Keywords: ARIMA, livestock, modeling, prospective, productivity.

Como citar: González-Hernández V, Callejas-Juárez N, Martínez-Castañeda FE (2024) Panorama económico futuro para el precio de la leche de vaca en México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Núm. Esp. IV: e4124. DOI: 10.19136/era.a11nIV.4124.

INTRODUCCIÓN

La leche es uno de los principales productos alimentarios en el mundo, considerado como uno de los alimentos más completos por su aporte de vitaminas, proteínas, grasas y minerales (SADER 2022). Al respecto, la FAO (2023) afirma que además de su aporte nutricional, el sector lechero es un instrumento sostenible, equitativo y poderoso que contribuye a los medios de vida, la seguridad alimentaria y es una fuente importante de ingresos en efectivo ya que produce ganancias relativamente rápidas para los pequeños productores que van de los \$0.09 dólares americanos a los \$0.12 por litro de leche (Posadas-Domínguez *et al.* 2018). Sosa *et al.*, (2017) señaló que la explotación de bovinos genera un efecto multiplicador de 3.62, es decir, por cada peso que ingresa, se produce una derrama económica de 2.71 pesos en el resto de la economía. Así mismo la CEPAL (2022) indicó que los pequeños productores tienen la capacidad de crear y mantener entre 4 y 17 empleos por cada 100 litros de leche recolectada, procesada y comercializada.

En el ámbito mundial, se prevé que en 2030 la producción de leche aumente entre 40 y 43%, en aquellos países con economías en consolidación donde más del 80% será en lácteos frescos (OECD/FAO 2022), esto en razón del aumento de la demanda de alimentos derivada del incremento poblacional y la reducción de la pobreza global (CEPAL 2021). Sin embargo, el panorama de crecimiento del sector lechero en los últimos años se ha visto afectado por los impactos en el mercado a causa de diferentes perturbaciones mundiales y regionales que se reflejaron a través del aumento del costo de insumos, tales como; alimentos, forrajes, fertilizantes, incremento en la tasa de inflación, así como los determinantes económicos, sociales y ambientales (Atalan 2022) que inciden en sistema producto y la competencia de productos sustitutos (Kiesswetter *et al.* 2024).

El escenario no es favorable para el sector ya que se prevé una gran volatilidad en los precios internacionales, causados principalmente por la pequeña participación de los productos lácteos en el comercio (OECD/FAO 2022). Al respecto Rezitis *et al.* (2021), estimaban un incremento en el precio de la leche ligado a la dependencia existente en los acuerdos de libre comercio. Sobre lo mismo, Martínez *et al.* (2023) señalaron que México importa aproximadamente el 25% de la leche consumida, lo que conlleva a que el precio este influenciado por el precio internacional. Por otro lado, elementos como la calidad composicional, calidad higiénica y el período del año también influyen en el precio del sector (FAO 2023).

La determinación de los precios es sin duda, una asignatura actual y necesaria en el diseño y planteamiento de estrategias a todos niveles. Para lograrlo se utilizan diferentes modelos que van desde modelos regresivos (Alexander y Block 2022), programación lineal multiparamétrica (Zheng *et al.* 2021) y una serie de herramientas para ayudar a gestionar el riesgo y la incertidumbre (Fischer *et al.* 2022). Lo cual en el sector agropecuario es una preocupación clave para los actores en este mercado. Al respecto, Xu y Zhang (2022) utilizaron modelaciones de redes neuronales para corregir y predecir los precios de algunos productos agrícolas. En México, González-Hernández *et al.* (2024), estimaron la viabilidad económica y financiera de unidades representativas de producción lechera de pequeña escala en el altiplano del Estado de México mediante simulación de Monte Carlo, mientras que Callejas-Juárez y Rebollar-Rebollar (2020), evaluaron el efecto de las políticas públicas en la rentabilidad y competitividad del sistema vaca-becerro, utilizando la Matriz de Análisis de

Política, para obtener los indicadores de rentabilidad y competitividad, mediante simulación determinística estimaron la viabilidad financiera del sistema. Debido a lo anterior, el objetivo de este estudio fue contribuir al análisis de la situación económica de la producción de la leche de vaca en México, a través de la estimación del precio de la leche fluida de vaca de forma determinística y estocástica para el periodo 2023-2027.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el análisis económico del precio de la leche fluida de vaca del periodo 2023-2027 en México, se utilizó como unidad de estudio al país en su conjunto y como unidad de medida el precio promedio de mercado del periodo 2003 a 2021. La fuente de información de los precios fue SIACON-NR (2022). Las pruebas estadísticas, estimación del modelo y pronósticos se realizaron con el software Simetar© desarrollado por la Universidad de Texas A & M. Para la estimación del precio de la leche se utilizó un método estadístico univariado de series de tiempo, con 1 año de retraso utilizado el método Box-Jenkins (Waiswa 2023, Agustriyanto *et al.*, 2023). Se utilizó como factor de riesgo la distribución de probabilidad y con ello se determinaron los mínimos y máximos del precio de la leche

Posteriormente, se graficó la serie de tiempo para observar si presentaba tendencia, estacionalidad, ciclicidad e irregularidades. La estacionariedad se probó con el estadístico Dickie-Fuller (D-F) que indicó la estacionalidad de la serie de tiempo. Se estimó la tendencia de la serie de tiempo ($P=a+bD_{(1,t)}$) y al corroborarse que la serie de tiempo presentaba tendencia, ésta se volvió estacionaria con la primera diferencia ($D_{(1,t)}=D_{(t+1)}-D_{(t)}$). Hecho lo anterior, se estimó el modelo de regresión: ($D_{(1,t)} = a+bD_{(2,t)}$). El modelo estimado fue un AR (Número de diferencias, número de retrasos). El número de retrasos se obtuvo con el criterio de Schwarz (SIC). El modelo de regresión estimado fue: $D_{(1,t)} = a+bD_{(t-1)}$.

El pronóstico determinista se realizó para los años 2023-2027 con el modelo: $P_{(t)}=0.298-0.186P_{(t-1)}$. Para la simulación del riesgo primero se determinaron 12 tipos de distribución de los datos, la distribución que mejor explicó el comportamiento de los datos fue la Geométrica (0.16814159) que fue la más significativa. La simulación del riesgo para los precios pronosticados se realizó con base en la distribución geométrica. $P_{(t+1)}=P_{(t)}+e$ donde e = distribución geométrica. El precio determinista de la leche se estimó mediante el método estadístico univariado de series de tiempo Box-Jenkins. Se utilizó como factor de riesgo la distribución de probabilidad y con ello se determinaron los mínimos y máximos del precio de la leche.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el caso específico de México, participan cuatro sistemas de producción: el sistema especializado representa el 50% de la producción del país, el sistema semiespecializado contribuye con el 20%, la lechería familiar representa el 21% de la producción a nivel nacional y el sistema doble propósito aporta el 9% (Gallegos-Daniel *et al.* 2023). La producción de leche ha tenido un crecimiento

considerable desde 1980 hasta 2021, con una tasa de crecimiento media anual de 1.59, con una producción registrada de 6.742 – 12.852 miles de litros respectivamente (SIACON-NR 2022). El promedio de los últimos 11 años, indica que 6 de cada 10 litros de leche que se produjeron en México, se generaron en Jalisco, Coahuila, Durango, Chihuahua y Guanajuato (SIAP 2022), estados tradicionalmente productores de leche, pero con condiciones hidrológicas disímiles.

De acuerdo con Cervantes-Escoto y Cesín-Vargas (2019) el precio pagado al productor en términos reales disminuyó progresivamente desde el año 1993 al 2003 con un precio de \$3.20, comportamiento generado por la presión que ejercían las crecientes importaciones de leche en polvo y derivados lácteos trayendo consigo el estancamiento en la actividad productiva, sobre todo para los pequeños y medianos ganaderos. Ante este escenario la FAO (2023) señaló reducir las importaciones de leche y promover la producción nacional para mejorar los medios de vida de los hogares agrícolas, de lo contrario no serán autosuficientes en la producción de leche y, por tanto, dependerán de forma creciente de las importaciones de productos lácteos, situación en la que México se ha visto inmerso en los años estudiados, al respecto el SIAP (2022) reporta que en mayo de 2021, se tuvo un volumen de importaciones de leche en polvo de 3 mil 839 millones de litros.

El precio permite a los productores crear un parámetro que les permita diseñar y plantear estrategias para lo cual se ocupan modelos econométricos, este estudio realizó la simulación del riesgo, con base en la desviación estándar (0.51) la cual se ajusta a la distribución geométrica (0.16814159), muchos de los elementos que determinan los resultados finales de un productor son externos. Los pequeños productores de leche son quienes enfrentan mayores dificultades para permanecer en la actividad debido a su baja productividad y rentabilidad, es importante señalar que estos productores tienen menor acceso al mercado y son plenamente excluidos de los mercados más rentables propios de la globalización (Cavalloti-Vázquez *et al.*, 2021).

Waiswa (2023) empleó de manera similar la metodología econométrica para diseñar estrategias destinadas a mejorar los subsectores de ganado vacuno y lechero en pro de la producción de carne y leche de vacuno, resaltando la importancia de la previsión en la planificación a corto y largo plazo. Navneet y Vinod (2024), analizaron series temporales de datos de producción de leche para predecir y determinar la posible importación de leche en los próximos años, si es que la producción no se incrementa. Li *et al.* (2023), realizaron proyecciones de la producción para la elaboración de presupuestos y la planificación económica y administrativa de los establos. Martínez *et al.*, (2023), utilizaron un modelo econométrico para identificar la cointegración de los precios mexicanos con otros mercados, encontrando que se relacionan con los precios de Oceanía, Unión Europea y con mayor fuerza con E.E.U.U. Utilizando simulación estocástica con modelos tipo Monte-Carlo, González-Hernández *et al.* (2023), identificaron viabilidad económica de sistemas de producción de leche de pequeña escala pero con un alto riesgo financiero, debido a la volatilidad imperante al momento del estudio y su horizonte próximo, por el alto valor del dinero.

Los resultados de la simulación (Figura 1) muestran que el precio promedio de la leche en los años 2019 a 2027 se mantiene de manera constante en incremento causado principalmente por lo expuesto por la OECD/FAO (2022), el efecto de la pandemia COVID-19, la limitación de la movilidad, la guerra de Rusia vs Ucrania, toda vez que son los principales productores de fertilizantes y alimentos, aunado a la situación económica y política del país así como la

interrelación de los actores del sector: empresas privadas, el gobierno con el subsidio de Liconsa y los pequeños productores, son factores que afectan de diferente manera los mercados globales de leche incluyendo el caso de México. En el caso del precio de la leche en México tiene un comportamiento cíclico con un valor promedio de \$6.09.

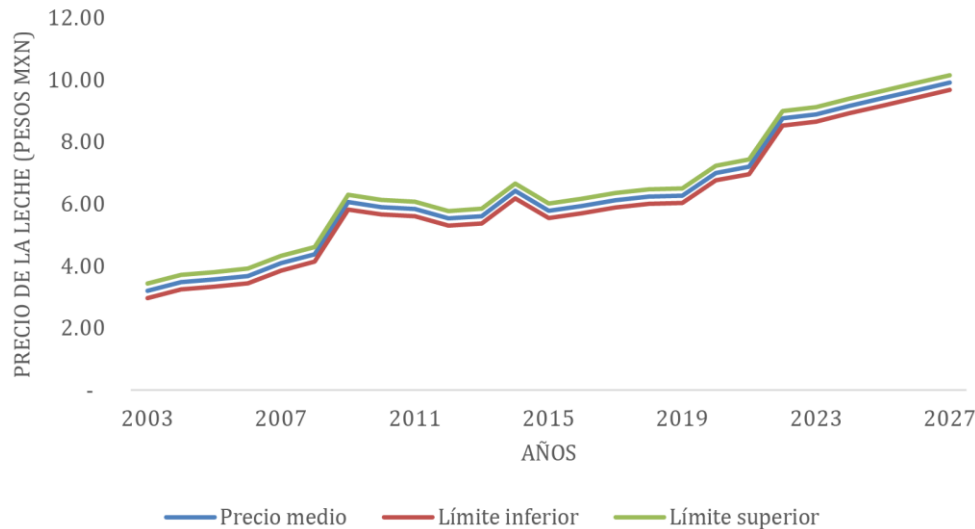


Figura 1. Simulación estocástica del precio de la leche en México, 2022-2027.

En el periodo de 2023-2027 el pronóstico determinista muestra un incremento en los precios (figura 1), esta metodología estimó el comportamiento de la leche en un horizonte de 5 años, tomando como insumo para la modelización los datos históricos del precio de la leche. El precio de la leche para en 2027 será de \$9.92, el límite superior será de \$10.15 mientras que el precio inferior será de \$9.68, es decir, el precio superior será aquel con mayor riesgo.

La producción de leche es un negocio inherentemente riesgoso y con base en los resultados el precio de la leche mantendrá su volatilidad por lo que es importante aprender a manejar el riesgo. La volatilidad en los precios se adjudica también a las políticas de producción sostenible y las preocupaciones de los consumidores expresadas en el mercado que podrían alterar las proyecciones para el sector lácteo (OECD/FAO 2022).

Los productores de leche como se ha mencionado se han visto afectados por diversos factores, en algunos casos imprevisibles como la pandemia COVID, los cambios climáticos, la variación en los costos de los insumos importados, las alzas en el precio de los combustibles y las variaciones en el tipo de cambio, además de las políticas institucionales públicas y privadas. Aprender a manejar el riesgo es una tarea integral donde se deben considerar elementos como el manejo agronómico, económico y financiero. Al respecto, Fischer *et al.* (2022) señalan que la mayor parte de los factores que afectan el resultado final de un productor están fuera de su control, convirtiéndose en un negocio inherentemente riesgoso.

En México convergen cuatro sistemas de producción con características disimiles donde el escenario no permite establecer un precio homogéneo por lo que establecer un precio se convierte en un reto mayor. La FAO (2023) menciona que establecer el precio no es una tarea fácil, ya que es

una situación compleja en países en desarrollo, donde se tienen factores como: la estacionalidad, la dificultad para establecer un sistema viable de recolección y transporte, las deficiencias en materia de tecnología, conocimientos para la recolección y procesamiento, mala calidad de la leche cruda, distancia entre los lugares de producción a las unidades de procesamiento hasta el consumidor, así como las dificultades para establecer instalaciones de refrigeración.

Estos factores afectan a la pequeña escala, con dificultades en los sistemas de recolección y transportación que son rudimentarios, deficiencias en uso de tecnología derivando en mala calidad de leche cruda, ante esta situación la SADER (2024) señaló la importancia de definir estrategias conjuntas orientadas a salvaguardar la actividad primaria y agroindustrial. En estricto sentido, asumir el riesgo conlleva a los productores a integrar herramientas de gestión y planificación para administrar mejor los hatos lecheros. La pequeña escala debe aprender a manejar el riesgo con acciones como la salud animal, reservas financieras o crediticias, controlar la calidad en toda la cadena, evitar comercializar por canales informales sin licencias ni reglamentación, mejorar los procesos de capacitación, mejoras administrativas, incluso a través de la aplicación de transferencias gubernamentales. Esto permitirá que el escenario planteado el precio establecido en el límite superior sea de \$10.15 como se reflejó en la simulación trayendo una derrama económica de \$7.2 acorde al efecto multiplicador.

En contra de mantener el escenario donde los pequeños productores se enfrentan a limitados recursos y prácticas con poca o nula tecnología, además de enfrentarse a dificultades considerables para acceder al crédito el precio se mantendrá en el promedio o llevándolos al precio del límite inferior \$9.68. El precio de la leche mantendrá su volatilidad por lo que se debe acoplar y aprender a manejar el riesgo, el desarrollo de modelos para estimar el precio de la leche de forma determinística y estocástica permite direccionar las políticas públicas que beneficien a la minoría, así como mostrar a los pequeños productores a emplear herramientas que les permitan ser competitivos.

Se identificó la mejor distribución que explicó el comportamiento histórico del precio de la leche fluida de vaca considerando como base los años 2003 hasta 2021. Las mejores distribuciones fueron la geométrica y beta. Se recomienda establecer alternativas para reducir el riesgo como son: 1) establecer los precios de acuerdo con la calidad de la leche y las normas oficiales; 2) asegurar márgenes de rentabilidad; 3) gestión de opciones de inversión; 4) financiación flexible a productores; y 5) intervención estatal.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Proyecto de investigación UAEMEX 6498-CIB-2022 y al CONAHCYT por la beca para los estudios doctorales de Vianey González-Hernández.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

No hay información complementaria que declarar.

LITERATURA CITADA

- Agustriyanto R, Setyoprato P, Srihari-Mochni E (2023) The Application of the Box-Jenkins (BJ) Method for Process Identification of the Batch Milk Cooling System. *Atlantis Highlights in Engineering* 21: 52-61. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-288-0_6.
- Alexander S, Block P (2022) Integration of seasonal precipitation forecast information into local-level agricultural decision-making using an agent-based model to support community adaptation. *Climate Risk Management* 36: 100-417. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100417>.
- Atalan A (2022) Forecasting drinking milk price based on economic, social, and environmental factors using machine learning algorithms. *Agribusiness* 39(1): 214-241. <https://doi.org/10.1002/agr.21773>.
- Callejas-Juárez N, Rebollar-Rebollar S (2020) Rentabilidad y competitividad del sistema vaca-becerro en México. En: Martínez-Castañeda FE, Herrera-Tapia F (eds) *Aprendizajes y trayectorias del sector agroalimentario mexicano durante el TLCAN*. IICA/UAEMex. Estado de México. pp. 121-139.
- Cavalloti-Vázquez B, Ramírez-Valverde B, Cesín-Vargas JA, Perea-Peña M (2021) *La ganadería mexicana rumbo a la Agenda 2030*. 1edición. Editorial Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.
- CEPAL (2021) *Perspectivas de la Agricultura y del Desarrollo Rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ec3e9a9f-593e-4c55-85a3-b5eefbeca839/content>. Fecha de consulta: 21 de noviembre de 2023.
- CEPAL (2022) *Prospectiva. Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. <https://www.cepal.org/es/temas/prospectivaeconomicaysocial>. Fecha de consulta: 21 de noviembre de 2023.
- Cervantes-Escoto F, Cesín-Vargas JA (2019) Análisis de la producción lechera e importaciones de lácteos en México ante la renegociación del TLCA. En: Cavalloti-Vázquez BA, Ramírez-Valverde B, Cesín-Vargas JA (eds) *La Ganadería ante escenarios complejos*. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Estado de México. pp. 211-226.
- FAO (2023) *Calidad y evaluación. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/dairy-production-products/products/quality-and-testing/es>. Fecha de consulta: 13 de marzo de 2024.
- Fischer B, Benavidez J, Hagerman AD (2022) *Where's the risk? a livestock risk management handbook*. <https://afpc.tamu.edu/extension/resources/livestock-book/wheres-the-risk-a-livestock-risk-management-handbook.pdf>. Fecha de consulta: 21 de noviembre de 2023.
- Gallegos-Daniel C, Taddei-Bringas C, González-Córdova AF (2023) Panorama de la industria láctea en México. *Estudios Sociales* 33: e231251. <https://doi.org/10.24836/es.v33i61.1251>.
- González-Hernández V, Callejas-Juárez N, Rogers-Montoya NA, Martínez-García CG, Salinas-Martínez JA, Martínez-Castañeda FE (2024) Economic and financial performance of representative small scale dairy production units to 2027. *Tropical and Suptropical Agroecosystems* 27(2): 1-11. <http://doi.org/10.56369/tsaes.5174>.
- Kiesswetter E, Neuenschwander M, Stadelmaier J, Szczerba E, Hofacker L, Sedlmaier K, Kussmann M, Roeger C, Hauner H, Schlesinger S, Schwingshackl L (2024) Substitution of dairy products and risk

- of death and cardiometabolic diseases: A systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Current Developments in Nutrition* 8: 102159. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.102159>.
- Li M, Reed KF, Cabrera VE (2023) A time series analysis of milk productivity in US dairy states. *J. Dairy Sci.* 106:6232–6248. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22751>.
- Lovarelli D, Finzi A, Mattachini G, Riva E (2020) A survey of dairy cattle behavior in different barns in Northern Italy. *Animals* 10(4): 713. <https://doi.org/10.3390/ani10040713>.
- Martínez MD, Barrios PG, Pérez SF, Antonio HJ, Reimers EA (2023) Transmisión espacial de precios desde el mercado internacional al mercado mexicano de leche. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 10: e3022. <https://doi.org/10.19136/era.a10n1.3022>.
- Navneet K, Vinod K (2024) Time series analysis and ARIMA models for milk yield data. *Indian J Dairy Sci* 77(3): 267-274. <https://doi.org/10.33785/IJDS.2024.v77i03.011>
- OECD/FAO (2022) *Agricultural Outlook 2022-2031*. OECD Publishing. Paris. <https://doi.org/10.1787/f1b0b29c-en>.
- Posadas-Domínguez RR, Oscar Enrique Del Razo-Rodríguez OE., Almaraz-Buendía I, Pelaez-Acero A, Espinosa-Muñoz V, Rebollar-Rebollar S, Salinas-Martínez JA (2018) Evaluation of comparative advantages in the profitability and competitiveness of the small-scale dairy system of Tulancingo Valley, Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 50: 947-956. <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1516-8>
- Rezitis AN, Rokopanos A, Tsionas AG (2021) Investigating dynamic price co-movements in the international milk market using copulas: The role of trade agreements. *Economic Modelling* 95: 215-227. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2020.12.016>.
- SADER (2022) 1 de junio: día mundial de la leche. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap/articulos/1-de-junio-dia-mundial-de-la-leche>. Fecha de consulta: 25 enero de 2024.
- SADER (2024) Impacta el sector lechero nacional en el desarrollo agropecuario, la seguridad alimentaria y la salud nutricional. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/impacta-el-sector-lechero-nacional-en-el-desarrollo-agropecuario-la-seguridad-alimentaria-y-la-salud-nutricional?idiom=es>. Fecha de consulta: 04 de octubre de 2024.
- SIACON-NR (2022) Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Agricultura. SIAP. México. Fecha de consulta: 13 de marzo de 2024.
- SIAP (2022) Cifras preliminares a diciembre 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. https://nube.siap.gob.mx/avance_pecuario/. Fecha de consulta: 13 de marzo de 2024.
- Sosa UME, Martínez CFE, Espinosa GJA, Buendía GG (2017) Contribución del sector pecuario a la economía mexicana. Un análisis desde la Matriz Insumo Producto. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(1):31-41. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4308>
- Waiswa D (2023) Modeling and forecasting Uganda's beef and cattle milk production using the Box-Jenkins methodology. *Journal of Agricultural Production* 4: 16-29. <https://doi.org/10.56430/japro.1197299>.
- Xu X, Zhang Y (2022) Commodity price forecasting via neural networks for coffee, corn, cotton, oats, soybeans, soybean oil, sugar, and wheat. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management* 29(3): 169-181. <https://doi.org/10.1002/isaf.1519>.
- Zheng K, Wen B, Wang Y, Chen Q (2021) Impact of electricity price forecasting errors on bidding: a price-taker's perspective. *IET Generation, Transmission & Distribution* 14: 6259-6266. <https://doi.org/10.1049/iet-gtd.2020.1188>.