



<https://eqrcode.co/a/nSuRBP>

REVISIÓN

# Una revisión bibliográfica sobre modelos para predecir las producciones de leche

## *A Literature Review about Models to Predict Milk Production*

MSc. Rudibel Perdigón-Llanes<sup>I\*</sup>, Dr.C. Neilys González-Benítez<sup>II</sup>

<sup>I</sup> Empresa Comercializadora “Frutas Selectas”, MINAG, Pinar del Río, Cuba.

<sup>II</sup> Centro Meteorológico Provincial de Pinar del Río, Cuba.

**RESUMEN.** La leche posee un elevado valor nutricional y constituye uno de los alimentos más consumidos a nivel mundial. Su producción tiene un impacto positivo en el desarrollo económico de la sociedad y contribuye a alcanzar la seguridad alimentaria de las naciones. Proyectar la producción futura de este alimento contribuye a mejorar la eficiencia de su cadena productiva y facilita la toma de decisiones en organizaciones de la industria láctea. Sin embargo, la producción de leche bovina es influenciada por diversos factores que complejizan y dificultan su pronóstico. En este artículo realizó una revisión sistemática de la literatura relacionada con el desarrollo y aplicación de modelos para predecir la producción de leche bovina. Para la búsqueda de información se utilizaron las bases de datos académicas Google Scholar, SciELO y ScienceDirect. El análisis realizado permitió identificar diferentes elementos significativos sobre estos modelos que contribuyen a determinar su aplicación en situaciones o entornos específicos. Algunos de estos elementos son las variables de entrada utilizadas, los métodos para calcular el error del pronóstico y las principales fortalezas y debilidades de los modelos identificados.

**Palabras clave:** modelos de pronóstico, ganado bovino, industria láctea, toma de decisiones.

**ABSTRACT.** Milk has a high nutritional value and is one of the most widely consumed foods in the world. Its production has a positive impact on the economic development of society and contributes to the food security of the nations. Forecasting future production of this food contributes to improving the efficiency of its production chain and facilitates decision-making in dairy industry organizations. However, cattle milk production is influenced by several factors that complicate and hinder its prediction. In this paper, a systematic review of the literature related to the development and application of models to predict bovine milk production was carried out. The academic databases Google Scholar, SciELO and ScienceDirect were used to search for information. The analysis carried out allowed the identification of different significant elements about these models that contribute to determine their application in specific situations or environments. Some of these elements are the input variables used, the methods to calculate the forecast error and the main strengths and weaknesses of the identified models.

**Keywords:** Forecasting Models, Cattle, Dairy Industry, Decision Making.

## INTRODUCCIÓN

Los alimentos son los productos más consumidos por la población y el estudio de las cadenas agroalimentarias es un tema relevante para el desarrollo de las sociedades modernas (Perdigón, 2020). La ganadería constituye una actividad impor-

tante en el sector agropecuario porque es una de las principales fuentes proveedoras de carne y leche (Timana *et al.*, 2017). Esta actividad aporta un 40% del valor de la producción agropecuaria mundial (Gutiérrez, *et al.*, 2018).

\*Autor para correspondencia: Rudibel Perdigón-Llanes, e-mail: rperdigon90@gmail.com

Recibido: 15/02/2020.

Aprobado: 25/09/2020.

La leche representa el 17.5% del consumo de bebidas a nivel global (Surendra & Paramasivam, 2016). En el mundo existen más de 6 mil millones de personas que consumen leche y sus derivados, la mayoría en países en desarrollo (Kapaj *et al.*, 2017). Este producto contribuye a la seguridad alimentaria y posee gran relevancia en el proceso nutricional de las personas porque proporciona nutrientes esenciales y es fuente importante de energía, proteínas y grasas de alta calidad (Kapaj *et al.*, 2017; Abdel, 2019).

La producción lechera constituye un ingreso monetario permanente y estable para el sector campesino (Kapaj *et al.*, 2017; Peña *et al.*, 2018). Debido al impacto significativo que tiene en la nutrición, la alimentación, el trabajo y los ingresos de la sociedad, la leche es un producto que cuenta con el apoyo de muchos gobiernos (Shahriary y Mir, 2016). El estudio de su cadena productiva es un tema de interés para la comunidad científica internacional, no obstante, existen diferentes aspectos que pueden ser mejorados en este proceso (Da Rosa *et al.*, 2020).

Durante los últimos años la producción de leche ha sido limitada (OCDE/FAO, 2017). En diferentes países en desarrollo, la producción de este producto está restringida por los recursos alimenticios del ganado, sus enfermedades, el acceso limitado a los mercados, el bajo potencial genético de los animales lecheros y los efectos del cambio climático (Avilés *et al.*, 2015; Kapaj *et al.*, 2017; Arteaga y Burbano, 2018).

Cuba no es ajena a esta situación, la producción agropecuaria en la nación caribeña está muy lejos aún de lograr resultados eficientes y el sector ganadero es quizás, uno de los más deprimidos (Cobo *et al.*, 2015). La producción de leche en Cuba ha experimentado variaciones durante años, situación que ha provocado implicaciones negativas para el crecimiento de este sector (Sánchez *et al.*, 2014). Aunque desde 2007 se ha elevado la producción de este producto, aún no satisface la demanda de la industria ni de los consumidores cubanos (Martínez *et al.*, 2017). Además, la sociedad cubana necesita con urgencia el aumento de la presencia de alimentos de origen animal en la canasta básica, y la leche no es una excepción (Soto *et al.*, 2017).

La toma de decisiones en organizaciones productoras de leche es un factor esencial para aumentar sus índices productivos y económicos (Gunnar, 2015). Según el autor anterior, este proceso en ocasiones se realiza en circunstancias de escasez de información, situación que requiere elevar su eficiencia y exactitud.

Los pronósticos son el proceso de realizar predicciones del futuro basados en datos pasados y presentes mediante análisis de tendencias o de estacionalidad (Mor *et al.*, 2018). Una correcta toma de decisiones requiere predicciones precisas de las perspectivas futuras, particularmente para determinar los volúmenes de suministro de leche (Yan *et al.*, 2015). La producción de leche bovina es influenciada por diversos factores que complejizan y dificultan su pronóstico (Yan *et al.*, 2015; Soto *et al.*, 2017). Según Zhang *et al.* (2016, 2020), definir un modelo de pronóstico con un rendimiento absoluto a nivel global es una actividad desafiante puesto que ningún modelo es preciso en todos los escenarios.

La predicción acertada de la producción de leche es un aspecto crucial en la industria láctea (Yan *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2020). Este proceso es útil para los productores porque

mejora su planificación financiera, les permite detectar posibles problemas futuros y evitar pérdidas económicas (Jensen *et al.*, 2018; Da Rosa *et al.*, 2020; Nguyen *et al.*, 2020). Además, las predicciones precisas de la producción de leche posibilitan mejorar la gestión del rebaño lechero, ahorrar energía en las granjas y optimizar las inversiones de capital a largo plazo (Yan *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2020).

En la literatura se han propuesto diversos modelos para predecir la producción de leche bovina (Yan *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2020). Sin embargo, la mayoría de estas propuestas discuten una derivación de un patrón previamente estudiado y realizan la estimación de parámetros predictivos de manera teórica, situación que dificulta su entendimiento y aplicabilidad práctica (Yan *et al.*, 2015; Zhang *et al.*, 2020). Esta situación evidencia la necesidad de desarrollar nuevos modelos que faciliten el proceso de pronóstico a los propietarios de granjas productoras de leche (Zhang *et al.*, 2020).

En la bibliografía consultada se identificaron varias investigaciones que desarrollan e implementan diferentes modelos para pronosticar las producciones de leche bovina. Sin embargo, en el análisis de las fuentes consultadas no se identificaron revisiones sistemáticas de la literatura sobre el tema. Las revisiones sistemáticas de la literatura brindan de forma íntegra y sintética una panorámica sobre el estado actual de una temática o área del conocimiento en específico (Palmatier *et al.*, 2018). Este tipo de estudio resulta de gran utilidad para investigadores y académicos. El objetivo de este trabajo consiste en realizar una revisión sistemática de la literatura publicada durante los años 2011 y 2020 sobre los principales modelos y técnicas para pronosticar las producciones de leche bovina.

## DESARROLLO DEL TEMA

Para la búsqueda de información se emplearon las bases de datos Google Scholar, SciELO y ScienceDirect por ser herramientas de consulta gratuita que abarcan un número considerable de fuentes académicas. Durante el proceso de captación de información se utilizaron como cadenas de búsqueda diferentes combinaciones en idioma inglés y español de los términos: modelos, técnicas, predicción, pronóstico, simulación, producción de leche, rendimiento lechero, ganado bovino.

La literatura obtenida comprende artículos de revistas, conferencias y tesis de posgrado. La selección de las fuentes bibliográficas se realizó mediante un filtrado selectivo de la información. En un primer momento se seleccionaron aquellas fuentes con título y resumen vinculado al tema de investigación publicadas durante los últimos 10 años. En un segundo momento se seleccionó solo la literatura que permitió su consulta de forma íntegra y gratuita. Como resultado de este proceso de inclusión y exclusión se obtuvieron 37 fuentes bibliográficas.

### Distribución de las investigaciones por año y medio de publicación

La Figura 1 muestra el período de tiempo al que corresponden los artículos consultados, comprende desde enero de 2011 a marzo de 2020. Los años 2016 y 2018 se destacan como

los años con mayor cantidad de publicaciones, los trabajos identificados en estos años constituyen el 27.07% del total de las publicaciones. El año 2012 posee menor cantidad de trabajos

publicados. Las revistas científicas fueron los medios de publicación más empleados (86.48%), seguidas de las memorias de eventos científicos (10.81%).



FIGURA 1. Distribución de las publicaciones por año.

La Tabla 1 muestra las revistas científicas con mayor cantidad de trabajos publicados sobre modelos para pronosticar las producciones de leche. De un total de 22 revistas identificadas las más utilizadas fueron *Journal of Dairy Science* y *Computers and Electronics in Agriculture*, cada una con un 18,18% de los trabajos publicados.

TABLA 1. Revistas con mayor número de publicaciones sobre el tema

Revista	Cantidad de trabajos publicados (%)
Journal of Dairy Science	18,18
Computers and Electronics in Agriculture	18,18
Journal of Agricultural Science	13,63
Revista Cubana de Ciencia Agrícola	9,09

### Distribución de las investigaciones por países y áreas geográficas

Se seleccionó como país origen de cada publicación la nación del autor principal del trabajo. La figura 3 muestra el nivel de publicaciones por cada área geográfica. Los países con mayor cantidad de publicaciones fueron Holanda, Irlanda e India. La región europea posee el mayor número de trabajos (54,05%), mientras que África y Australia poseen la menor cantidad de investigaciones.

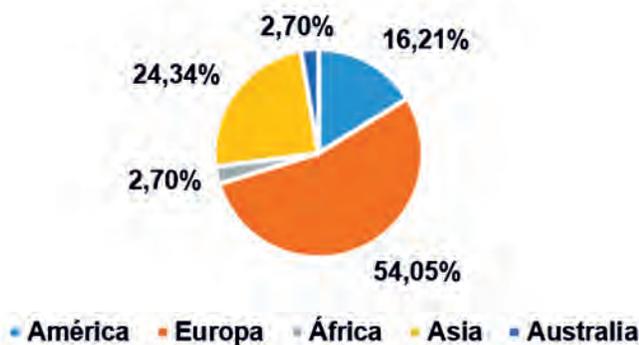


FIGURA 2. Publicaciones según su procedencia geográfica.

### Distribución de las investigaciones según modelos de pronóstico empleados

Los modelos de pronóstico se clasifican en dos grupos: modelos cualitativos y modelos cuantitativos (Morales, 2016). Los modelos cualitativos se basan en opiniones, intuiciones o experiencias personales de especialistas para realizar los pronósticos (Verma *et al.*, 2017; Mor *et al.*, 2018). Estos modelos emplean técnicas como el consenso de expertos, pronósticos visionarios y el método Delphi (Morales, 2016). Los modelos cualitativos se aplican para la toma de decisiones a mediano o largo plazo y poseen como desventajas que permiten la inclusión del factor humano en los pronósticos, fenómeno que compromete la fiabilidad de la predicción (Mor *et al.*, 2018).

Los modelos cuantitativos analizan datos pasados para realizar pronósticos futuros mediante técnicas estadísticas basadas en relaciones causales o análisis de series de tiempo (Garcete *et al.*, 2017; Mor *et al.*, 2018). Estos modelos se agrupan en causales según Sivanandam y Ahrens (2015); Morales (2016), basados en series de tiempo, softcomputing de Sivanandam y Ahrens (2015); Morales (2016); Tugay y Gündüz (2017) e híbridos.

Los modelos causales analizan la relación causa efecto de las variables independientes sobre el parámetro a predecir mediante diversas técnicas matemáticas como funciones po-

linómicas lineales y no lineales (Gunnar, 2015; Sivanandam y Ahrens, 2015). Los modelos basados en series de tiempo examinan el comportamiento histórico de datos pasados para predecir comportamientos y patrones futuros (Garcete *et al.*, 2017). Estos modelos emplean técnicas estocásticas como análisis autorregresivos, medias móviles y suavizado exponencial.

Los modelos causales analizan la relación causa efecto de las variables independientes sobre el parámetro a predecir mediante diversas técnicas matemáticas como funciones polinómicas lineales y no lineales (Gunnar, 2015; Sivanandam y Ahrens, 2015). Los modelos basados en series de tiempo examinan el comportamiento histórico de datos pasados para predecir comportamientos y patrones futuros (Garcete *et al.*, 2017). Estos modelos emplean técnicas estocásticas como análisis autorregresivos, medias móviles y suavizado exponencial.

Los modelos híbridos combinan diferentes técnicas de pronóstico para realizar la predicción (Qamar y Khosravi, 2015; Sivanandam y Ahrens, 2015). La Figura 3 agrupa las publicaciones identificadas según el modelo de pronóstico empleado.

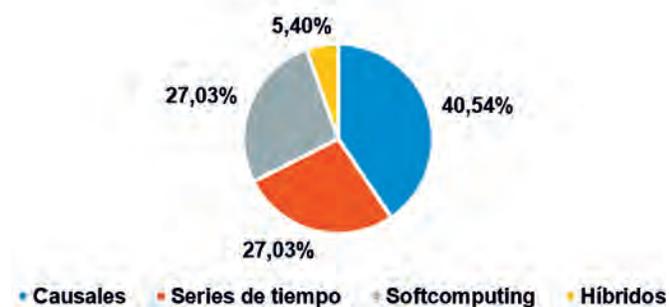


FIGURA 3. Modelos de pronósticos empleados en la literatura

Los modelos de pronóstico cuantitativos son ampliamente utilizados en la literatura, no se identificaron investigaciones que aplicaran modelos de pronósticos cualitativos. Los modelos

matemáticos causales son los más empleados por los autores en las fuentes consultadas.

Según Boniecki *et al.* (2013) y Kaygisiz & Sezgin (2017), la aplicación de métodos de inteligencia artificial para realizar pronósticos en el sector agrícola es un fenómeno creciente. En correspondencia con los autores mencionados, en la presente investigación se evidenció la amplia aplicación de modelos basados en técnicas de inteligencia artificial para pronosticar las producciones de leche.

### Variables de entrada utilizadas en los modelos analizados

Conocer los factores que influyen en la actividad ganadera permite discriminar entre aquellos que son realmente relevantes y los que no (Peña *et al.*, 2018). Determinar los elementos que influyen en los índices de producción lechera es de vital importancia para realizar su pronóstico futuro.

Según Martínez *et al.* (2013) y Soto *et al.* (2017), el manejo de los rebaños, su alimentación, índices de mortalidad y sus componentes productivos y reproductivos determinan la eficiencia de los sistemas de producción lechera. Somoza *et al.* (2018), consideran que la producción de leche es afectada por las variaciones del clima, fundamentalmente por las precipitaciones y las temperaturas máximas. Para Peña *et al.* (2018), el manejo del ganado y su alimentación son los principales elementos que determinan el rendimiento lechero. Harizanova y Harizanova (2019), plantean que la producción de leche bovina es influenciada por factores genéticos, del ambiente natural, tecnológicos, económicos y sociales. Estos criterios evidencian los disímiles factores que influyen en la producción de leche bovina.

La Tabla 2 resume las variables de entrada de algunos modelos de pronóstico identificados en la literatura. Estas variables se relacionan con los factores que según los autores consultados influyen en los pronósticos de este producto.

TABLA 2. Variables de entrada de los modelos de pronóstico identificados en la literatura

Autor (es)	Variables de entrada utilizadas
André <i>et al.</i> (2011)	Producción diaria de leche, longitud del intervalo de ordeño, alimento consumido
Faverdin <i>et al.</i> (2011)	Datos del animal: (paridad de la vaca, días en leche, producción máxima de leche potencial de la lactancia, días desde el último parto por inseminación, índice de condición corporal, peso del animal, edad, semana de gestación, semana de lactación) Datos de la dieta del animal: (proporción de alimento proporcionada por cada kg de leche, valor proteico de cada comida proporcionada, valor energético de cada comida)
Dongre <i>et al.</i> (2012)	Producción de leche el día de prueba de la primera lactancia
Boniecki <i>et al.</i> (2013)	Producción de leche, información meteorológica (temperaturas)
Sánchez <i>et al.</i> (2013)	Producción de leche
Hosseini (2014)	Producción de leche, contenido de grasas, proteínas, nivel de recuento de células somáticas en la leche
Murphy <i>et al.</i> (2014)	Producción diaria de leche del rebaño, número de vacas ordeñadas, días en leche del rebaño
Sánchez <i>et al.</i> (2014)	Producción de leche mensual
Gunnar (2015)	Producción de leche mensual
Kumar <i>et al.</i> (2015)	Datos de los animales: (edad al momento del primer parto, producción de leche durante la primera lactancia, producción de leche en la segunda lactancia, duración de la primera lactancia, duración de la segunda lactancia, períodos de servicio, períodos secos, intervalos entre partos)
Palacios <i>et al.</i> (2016)	Producción de leche durante el día de control

Autor (es)	Variables de entrada utilizadas
Zhang <i>et al.</i> (2016)	Datos del rebaño: (producción diaria de leche del rebaño, días correspondientes en leche, número de vacas ordeñadas) Registro de lactancia: (identificador del animal, fecha de ordeño, hora de ordeño y cantidad de leche producida) Datos del animal: (fecha de ordeño, tiempo de ordeño y índice de producción de leche)
Espasandín <i>et al.</i> (2016)	Producción de leche, energía retenida durante la producción de leche y peso del becerro, sexo del becerro, mes de lactancia, raza de la vaca y del becerro, método de ordeño, días posteriores al parto como efectos fijos y anidación de la vaca dentro de la raza como efecto aleatorio
Paura y Arhipova (2016)	Producción mensual de leche
Heard <i>et al.</i> (2017)	Registro de lactancia: (producción de leche (kg/día)) Datos sobre la leche: (las concentraciones de proteína y grasa láctea) Datos del animal: (producción inicial de leche, condición corporal del animal, semana de lactancia, pastoreo durante los días en leche, cantidad de concentrado de alimento, temporada y peso vivo)
Kok <i>et al.</i> (2017)	Producción de leche 60 días antes del parto y 305 días después, cantidades de proteínas, lactosa y grasas en la leche, duración del periodo seco, índice de producción de la primera lactancia de la vaca, paridad
Græsbøll <i>et al.</i> (2017)	Producción de leche (kg), % de grasa en la leche, % de proteínas en la leche, nivel de recuento de células somáticas en la leche (por ml)
Jensen <i>et al.</i> (2018)	Etapa de lactancia (temprana, media o tardía), nivel de recuento de células somáticas en la leche (no elevado o elevado)
Adriaens <i>et al.</i> (2018)	Paridad de la vaca, días en leche, posición de la ubre en la máquina de extracción de leche
Machado <i>et al.</i> (2019)	Producción de leche el primer día de prueba, días en leche, cantidad de nitrógeno de urea en leche, recuento de células somáticas, relación grasa/proteína en la leche, peso corporal del animal en el parto, ganancia de peso promedio diaria, mes del parto, temporada del parto (invierno, primavera, etc.), hermanamiento, sobrevivencia de los terneros, frecuencia de ordeño
Zhang <i>et al.</i> (2019)	Producción de leche diaria, días en leche, paridad del animal
Zhang <i>et al.</i> (2020)	Datos del animal: (producción de leche diaria, días en leche) Datos climáticos: (precipitación diaria, horas de sol, temperaturas del suelo)
Nguyen <i>et al.</i> (2020)	Producción de leche diaria, días en leche del animal, información de paridad, número de ordeños por día, consumo de alimentos

La Tabla 2 evidencia que los modelos analizados en la literatura emplean en su mayoría como variables de entrada datos referentes al animal, su alimentación, el clima donde habitan y la composición de la leche que producen. En relación al animal se identificaron aspectos como los índices de producción de leche, los días en leche, los valores proteicos y energéticos de su alimentación. Respecto al clima se identificaron variables como las precipitaciones y las variaciones de las temperaturas, fundamentalmente las temperaturas máximas por su relación con el estrés calórico que ocasionan en los animales. Sobre la consistencia de la leche se incluyen sus niveles de grasa, proteínas y células somáticas.

### Horizonte de los pronósticos

El período de tiempo futuro en que será predicho el comportamiento de un fenómeno incide en la exactitud de los modelos para su pronóstico (Adriaens *et al.*, 2018). A este intervalo de tiempo se le denomina horizonte de pronóstico y comprende: pronósticos a largo, mediano y corto plazo (Ghalekhondabi *et al.*, 2017). Los horizontes de pronósticos varían en dependencia del fenómeno a predecir y de los objetivos de la organización que realiza su predicción (Hyndman y Athanasopoulos, 2018).

En la industria de los alimentos la estimación del intervalo de los pronósticos es de suma importancia (Sivanandam y Ahrens, 2015). La eficiencia productiva del ganado lechero

depende en gran medida de los días en leche del animal, en el caso específico del ganado bovino este período oscila alrededor de 305 días según Kino *et al.* (2019), esta característica es esencial para determinar los horizontes de pronóstico en este campo. La figura 4 muestra los horizontes de pronóstico utilizados por los diferentes autores de la literatura. Estos fueron clasificados de la siguiente forma: corto plazo (predicción  $\leq 50$  días), mediano plazo (50 días < predicción  $\leq 305$  días) y largo plazo (305 días < predicción).

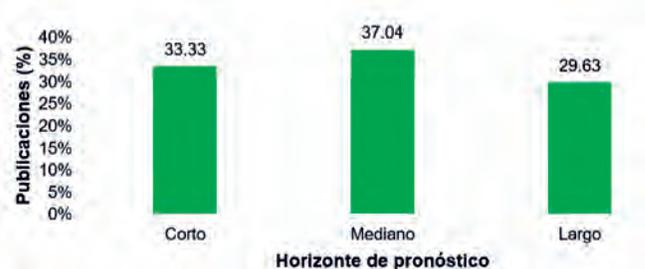


FIGURA 4. Horizonte de pronóstico de los modelos identificados en la literatura

En la Figura 4 se evidencia el predominio de modelos para pronosticar las producciones de leche a corto y mediano plazo. Esto se debe fundamentalmente a las características de los animales y de los intereses de los investigadores y las organizaciones a las que pertenecen.

## Métodos para calcular la exactitud de los pronósticos

La evaluación de la exactitud de los modelos de pronóstico es un elemento crítico para su aplicación práctica (Kumar *et al.*, 2015). En las fuentes consultadas se identificaron diferentes métodos para realizar esta tarea, la Figura 5 muestra su nivel de utilización.

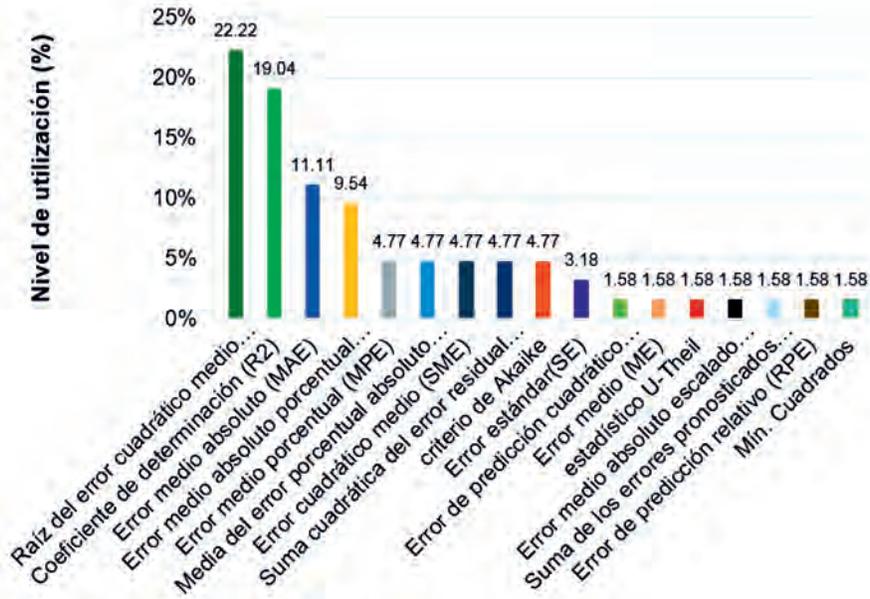


FIGURA 5. Métodos para calcular el error de los pronósticos

Los métodos RMSE, R<sup>2</sup> y MAE se destacan como los más utilizados en la literatura.

### Fortalezas y debilidades de los modelos de pronóstico identificados en la literatura

La realización de pronósticos puede estar limitada por carencias de datos, tiempo, costos y capacidades del modelo utilizado (Sivanandam y Ahrens, 2015). Para seleccionar el modelo de pronóstico con mejor ajuste ante una situación determinada es necesario considerar sus capacidades para identificar patrones de comportamiento en los datos disponibles. A continuación, se muestran algunas fortalezas y debilidades de los principales modelos de pronósticos identificados en la literatura.

#### Modelos causales

##### Ventajas

Facilitan identificar los factores externos que afectan el pronóstico y las relaciones causales entre estos (Kumar *et al.*, 2015; Adriaens *et al.*, 2018). Su principal fortaleza reside en su simplicidad y parsimonia (Fang, y Lahdelma, 2016).

##### Desventajas

André *et al.* (2011) afirman que el trabajo con modelos causales no lineales puede resultar una tarea compleja. Asimismo, el comportamiento lineal de algunos de estos modelos limita sus capacidades predictivas, elemento que dificulta su aplicación práctica en diversos ambientes de la realidad (Aye *et al.*, 2015).

#### Modelos basados en series de tiempo

##### Ventajas

Los modelos basados en series de tiempo son útiles para

realizar pronósticos efectivos a corto plazo con una cantidad limitada de datos (Kim *et al.*, 2015). Estos modelos son fáciles de implementar y requieren bajo consumo de recursos y tiempo (Pereira *et al.*, 2016; Da Rosa *et al.*, 2020).

##### Desventajas

La principal desventaja de los modelos basados en series de tiempo es que dependen de la persistencia de los datos y de que se repitan sus comportamientos en el futuro (Fang, y Lahdelma, 2016; Pereira *et al.*, 2016; Garcete *et al.*, 2017). Si las series de datos de entrada no abarcan períodos de tiempo amplios pueden conducir a errores y a su generalización en el pronóstico (Gunnar, 2015). Autores como Qamar y Khosravi (2015); Kourentzes y Petropoulos (2016), no recomiendan su aplicación para pronosticar fenómenos ampliamente influenciados por factores externos porque pueden provocar errores significativos. Además, estos modelos no se ajustan adecuadamente ante la ocurrencia de eventos inusuales ni cuando los datos de entrada poseen características irregulares y no lineales (Gunnar, 2015; Pereira *et al.*, 2016).

#### Modelos basados en softcomputing

##### Ventajas

Los modelos basados en softcomputing no consideran en su análisis el factor humano y muestran un comportamiento adecuado en diferentes escenarios (Qamar y Khosravi, 2015). Estos modelos no presentan limitaciones con la cantidad de datos y variables de entrada (Kaygisiz y Sezgin, 2017). Además, poseen la capacidad de identificar, aprender y aproximar las características de los datos de entrada simulando las relaciones intrínsecas y no lineales existentes en estos (Dongre *et al.*, 2012; Oscullo y Haro, 2016). Según Machado *et al.* (2019), los modelos

basados en softcomputing requieren menos programación que los modelos matemáticos causales regresivos.

#### Desventajas

Los modelos basados en softcomputing pueden sufrir un ajuste excesivo porque corren el riesgo de capturar ruido en los datos, esto conduce a pobres niveles de generalización (Leung *et al.*, 2013; Murphy *et al.*, 2014). Además, su rendimiento con datos reales fuera del período de entrenamiento es menor que durante este (Leung *et al.*, 2013).

### Modelos híbridos

#### Ventajas

Según Leung *et al.* (2013) y Aras *et al.* (2017), los modelos de pronóstico híbridos proporcionan predicciones más exactas que los modelos individuales.

#### Desventajas

Su principal desventaja consiste en la dificultad de determinar la mejor combinación de modelos individuales para obtener una predicción más exacta (Aras *et al.*, 2017).

Los resultados obtenidos en este trabajo constituyen la base para futuras investigaciones sobre predicciones de las producciones lecheras. Hasta la fecha de realizado este trabajo los autores no identificaron otras revisiones en el período 2011-2020 que analizaran los principales modelos de pronóstico aplicados en este sector. Los autores recomiendan emplear otras bases de

datos científicas como *Scopus* y *Web of Science* para abarcar más información y enriquecer el presente estudio. Futuras investigaciones pueden centrarse en la aplicación de modelos híbridos y neutrosóficos para predecir las producciones de leche.

### CONCLUSIONES

- En esta investigación se realiza una revisión de la literatura existente sobre el desarrollo y aplicación de modelos para pronosticar las producciones de leche. Se identifica a Europa como la región geográfica con mayor cantidad de investigaciones sobre el tema. Sin embargo, la cantidad de publicaciones anuales sobre esta temática no es abundante.
- Los modelos matemáticos causales son los más empleados para pronosticar las producciones de leche durante el período estudiado.
- Las variables predictoras más utilizadas por los autores consultados son datos referentes al ganado, su alimentación, el clima y la composición de la leche producida. Los métodos RMSE, R<sup>2</sup> y MAE se destacan por su amplia aplicación para calcular la exactitud de las predicciones.
- Se presentan las fortalezas y debilidades de los principales modelos de pronóstico identificados en la literatura, elementos que contribuyen a facilitar la toma de decisiones en organizaciones productoras de leche.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL, G.S.: *Economic Analysis of Resources Use in Milk Production in Kuku Farms- East Nile- Khartoum Sudan*, [en línea], Sudan University of Science and Technology, Tesis de Doctorado, Sudan, 128 p., 2019, Disponible en: <http://repository.sustech.edu/handle/123456789/22664>.
- ADRIAENS, I.; HUYBRECHTS, T.; AERNOUTS, B.; GEERINCKX, K.; PIEPERS, S.; KETELAERE, B.; SAEYS, W.: "Method for short-term prediction of milk yield at the quarter level to improve udder health monitoring", *Journal Dairy Science*, 101(11): 10327-10336, 2018, ISSN: 0022-0302, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14696>.
- ANDRÉ, G.; ENGEL, B.; BERENTSEN, P.B.M.; VAN DUINKERKEN, G.; OUDE, L.A.G.J.M.: "Adaptive models for online estimation of individual milk yield response to concentrate intake and milking interval length of dairy cows", *The Journal of Agricultural Science*, 149(6): 769-781, 2011, ISSN: 1469-5146, DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859611000311>.
- ARAS, S.; DEVECI, Í.; POLAT, C.: "Comparative Study On Retail Sales Forecasting Between Single And Combination Methods", *Journal of Business and Management*, 18(5): 803-832, 2017, ISSN: 1611-1699, DOI: <https://doi.org/10.3846/16111699.2017.1367324>.
- ARTEAGA, L.; BURBANO, J.: "Efectos del cambio climático: Una mirada al Campo", *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(2): 79-91, 2018, ISSN: 0120-0135, DOI: <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.183502.93>.
- AVILÉS, V.G.; ESPINOSA, G.J.A.; URESTI, J.G.; ÁVILA, A.V.D.; MARTÍNEZ, C.F.E.: "Análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario ante el cambio climático en la cuenca del río Nautla", [en línea], En: *XXVI Reunión Científica Tecnológica, Forestal y Agropecuaria Tabasco 2014*, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, pp. 719-727, Tabasco, México, 2015, ISBN: 978-607-606-212-8, Disponible en: [ftp://dgf.uchile.cl/pub/maisa/SOC28/Capitulo4\\_Vulnerabilidad\\_Silvoagropecuaria/IV%20-%20Vulnerabilidad%20-%20Informe%20Final.pdf](ftp://dgf.uchile.cl/pub/maisa/SOC28/Capitulo4_Vulnerabilidad_Silvoagropecuaria/IV%20-%20Vulnerabilidad%20-%20Informe%20Final.pdf).
- AYE, G.; BALCILAR, M.; GUPTA, R.; MAJUMDAR, A.: "Forecasting aggregate retail Sales: The case of South Africa", *International Journal of Production Economics*, 160: 66-79, 2015, ISSN: 0925-5273, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.09.033>.
- BONIECKI, P.; LIPÍŃSKI, M.; KOSZELA, K.; PRZYBYŁ, J.: "Neural prediction of cows' milk yield according to environment temperature", *African Journal of Biotechnology*, 12(29): 4707-4712, 2013, ISSN: 1684-5315, DOI: <https://doi.org/10.5897/AJB2012.2984>.
- COBO, R.; TORRES, V.; GARCÍA, A.; BORROTO, O.: "El análisis económico de la producción de leche en entidades cubanas a partir de modelos económico matemático", *Shatiri*, 8: 150-170, 2015, ISSN: 2631-2905, DOI: <https://doi.org/10.32645/13906925.403>.
- DA ROSA, R.; GOLDSCHMIDT, G.; KUNST, R.; DEON, C.; DA COSTA, C.A.: "Towards combining data prediction and internet of things to manage milk production on dairy cows", *Computers and Electronics in Agriculture*, 169, 2020, ISSN: 0168-1699, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105156>.
- DONGRE, V.B.; GANDHI, R.S.; SINGH, A.; RUHIL, A.P.: "Comparative efficiency of artificial neural networks and multiple linear regression analysis for prediction of first lactation 305-day milk yield in Sahiwal cattle", *Livestock Science*, 147(1-3): 192-197, 2012, ISSN: 1871-1413, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.04.002>.
- FANG, T.; LAHDELMA, R.: "Evaluation of a multiple linear regression model and SARIMA model in forecasting heat demand for district heating system", *Applied Energy*, 179: 544-552, 2016, ISSN: 0306-2619, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.06.133>.

- FAVERDIN, P.; BARATTE, C.; DELAGARDE, R.; PEYRAUD, J.L.: "GrazelN: a model of herbage intake and milk production for grazing dairy cows. 1. Prediction of intake capacity, voluntary intake and milk production during lactation", *Grass and Forage Science*, 66(1): 29-44, 2011, ISSN: 1365-2494, DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00776.x>.
- GARCETE, A.; BENÍTEZ, R.; PINTO, R.D.; VÁZQUEZ, A.: "Técnica de pronóstico de la demanda basada en Business Intelligence y Machine Learning", [en línea], En: *Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad*, Argentina, pp. 193-202, 2017, Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/64728>.
- GHALEKHONDABI, I.; ARDJMAND, E.; WECKMAN, G.; YOUNG, W.: "An overview of energy demand forecasting methods published in 2005–2015", *Energy Systems*, 8(2): 411–447, 2017, ISSN: 1868-3975, DOI: <https://doi.org/10.1007/s12667-016-0203-y>.
- GRÆSBØLL, K.; KIRKEBY, C.; SAXMOSE, S.; HALASA, T.; TOFT, N.; ENGBO, L.: "A Robust Statistical Model to Predict the Future Value of the Milk Production of Dairy Cows Using Herd Recording Data", *Frontiers in Veterinary Science*, 4: 13-19, 2017, ISSN: 2297-1769, DOI: <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00013>.
- GUNNAR, B.: "Different methods to forecast milk delivery to dairy: a comparison for forecasting", *International Journal of Agricultural Management*, 4(3): 132-140, 2015, ISSN: 2047-3710, DOI: <https://doi.org/10.5836/ijam/2015-03-132>.
- GUTIÉRREZ, F.; ESTRELLA, A.; IRAZÁBAL, E.; QUIMIZ, V.; PORTILLA, A.; BONIFAZ, N.: "Mejoramiento de la eficiencia de la proteína de los pastos en bovinos de leche utilizando cuatro formulaciones de balanceados", *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 28(2): 116-123, 2018, ISSN: 1390-3799, DOI: <http://doi.org/10.17163/lgr.n28.2018.09>.
- HARIZANOVA, M.T.; HARIZANOVA, B.H.: "Ardl Models Concerning Cattle Number and Cow Milk Production in Bulgaria", *Economic Alternatives*, 13(1): 63-76, 2019, ISSN: 1312-7462.
- HEARD, J.W.; HANNAH, M.; HO, C.K.M.; KENNEDY, E.; DOYLE, P.T.; JACOBS, J.L.; WALES, W.J.: "Predicting milk responses to cereal-based supplements in grazing dairy cows", *Animal Production Science*, 57(4): 746-759, 2017, ISSN: 1836-5787, DOI: <https://doi.org/10.1071/AN15422>.
- HOSSEIN-, Z.N.G.: "Comparison of non-linear models to describe the lactation curves of milk yield and composition in Iranian Holsteins", *The Journal of Agricultural Science*, 152(2): 309–324, 2014, ISSN: 1469-5146, DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859613000415>.
- HYNDMAN, R.J.; ATHANASOPOULOS, G.: *Forecasting: principles and practice*, [en línea], Ed. OTexts, Second ed., 2018, ISBN: 978-0-9875071-1-2, Disponible en: <http://otexts.com/fpp2/>.
- JENSEN, D.B.; VAN DER VOORT, M.; HOGEVEEN, H.: "Dynamic forecasting of individual cow milk yield in automatic milking systems", *Journal Dairy Science*, 101(12): 1–12, 2018, ISSN: 0022-0302, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14134>.
- KAPAJ, A.; DECI, E.; (primero): "World Milk Production and Socio-Economic Factors Effecting Its Consumption", En: *World Milk Production and Socio-Economic Factors Effecting Its Consumption*, Ed. Elsevier, Inc., Ronald Ross Watson, Robert J. Collier, Victor R. Preedy (eds.), Dairy in Human Health and Disease Across the Lifespan, DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-809868-4.00007-8>, pp. 107-115, 2017, ISBN: 978-0-12-809868-4.
- KAYGISIZ, F.; SEZGIN, F.H.: "Forecasting goat milk production in turkey using Artificial Neural Networks and Box-Jenkins models", *Animal Review*, 4(3): 45-52, 2017, ISSN: 2412-3382, DOI: 10.18488/journal.ar.2017.43.45.52.
- KIM, W.; WON, J.H.; PARK, S.; KANG, J.: "Demand Forecasting Models for Medicines through Wireless Sensor Networks Data and Topic Trend Analysis", *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 11(9): 1-6, 2015, ISSN: 1550-1477, DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/907169>.
- KINO, E.; KAWAKAMI, R.; MINAMINO, T.; MIKURINO, Y.; HORII, Y.; HONKAWA, K.; SASAKI, Y.: "Exploration of factors determining milk production by Holstein cows raised on a dairy farm in a temperate climate area", *Tropical Animal Health and Production*, 51: 529-536, 2019, ISSN: 1573-7438, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11250-018-1720-6>.
- KOK, A.; VAN KNEGSEL, A.T.M.; VAN MIDDELAAR, C.E.; ENGEL, B.; HOGEVEEN, H.; KEMP, B.; DE BOER, I.J.M.: "Effect of dry period length on milk yield over multiple lactations", *Journal Dairy Science*, 100(1): 739–749, 2017, ISSN: 0022-0302, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10963>.
- KOURENTZES, N.; PETROPOULOS, F.: "Forecasting with multivariate temporal aggregation: The case of promotional modelling", *International Journal of Production Economics*, 181(Part A): 145–153, 2016, ISSN: 0925-5273, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.09.011>.
- KUMAR, S.; HOODA, B.K.; (primero): "Comparison of penalized and multiple linear regression for prediction of milk yield in crossbred cattle", *Int. J. Agricult. Stat. Sci.*, 11(1): 151-154, 2015, ISSN: 0976-3392.
- LEUNG, S.; FANG, X.; LONG, J.; LAI, K.: "Demand forecasting of perishable farm products using support vector machine", *International Journal of Systems Science*, 44(3): 556–567, 2013, ISSN: 0020-7721, DOI: <https://doi.org/10.1080/00207721.2011.617888>.
- MACHADO, G.; FIGUEIREDOA, D.M.; RESENDE, P.C.; DOS SANTOSA, R.A.; LACROIX, R.; SANTSCHIC, D.; LEFEBVRE, D.M.: "Predicting first test day milk yield of dairy heifers", *Computers and Electronics in Agriculture*, 166: 1-8, 2019, ISSN: 0168-1699, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105032>.
- MARTÍNEZ, M.J.; TORRES, V.; HERNÁNDEZ, N.; JORDÁN, H.: "Impact index for the characterization of factors affecting milk production in farms of Ciego de Ávila province, Cuba", *Cuban Journal of Agricultural Science*, 47(4): 367-673, 2013, ISSN: 0864-0408.
- MARTÍNEZ, V.A.; RIBOT, E.A.; VILLOCH, C.A.; MONTES DE OCA, N.; REMÓN, D.D.; PONCE, C.P.: "Calidad e inocuidad de la leche cruda en las condiciones actuales de Cuba", *Revista. Salud Animal*, 39(1): 51-61, 2017, ISSN: 0253-570X.
- MOR, R.S.; JAISWAL, S.K.; SINGH, S.; BHARDWAJ, A.: "Demand Forecasting of the Short-Lifecycle Dairy Products", [en línea], En: *Understanding the Role of Business Analytics*, Ed. Springer, H. Chahal et al. (eds.), Understanding the Role of Business Analytics ed., Singapore, pp. 87-117, 2018, Disponible en: [doi.org/10.1007/978-981-13-1334-9\\_6](doi.org/10.1007/978-981-13-1334-9_6).
- MORALES, Z.E.: *Modelo multivariado de predicción del stock de piezas de repuesto para equipos médicos*, Universidad de las Ciencias Informáticas, Tesis de doctorado, La Habana, Cuba, 163 p., 2016.
- MURPHY, M.D.; O'MAHONY, M.J.; SHALLOO, L.; FRENCH, P.; UPTON, J.: "Comparison of modeling techniques for milk-production forecasting", *Journal Dairy Science*, 97(6): 3352–3363, 2014, ISSN: 0022-0302, DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7451>.
- NGUYEN, Q.T.; FOUCHEREAU, R.; FRÉNOT, E.; GERARD, C.; SINCHOLLE, V.: "Comparison of forecast models of production of dairy

- Revista Ingeniería Agrícola, ISSN-2306-1545, E-ISSN-2227-8761, Vol. 10, No. 4 (octubre-noviembre-diciembre, pp. 69-77), 2020
- cows combining animal and diet parameters”, *Computers and Electronics in Agriculture*, 170, 2020, ISSN: 0168-1699, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105258>.
- OCDE/FAO: *OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2017-2026, [en línea]*, Editions OCDE, París, Francia, 2017, Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2017-es](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2017-es).
- OSCULLO, J.; HARO, L.: “Pronóstico de la Demanda Diaria del Sistema Nacional Interconectado Utilizando Redes Neuronales”, *Revista Politécnica*, 38(1): 77-82, 2016, ISSN: 1390-0129.
- PALACIOS, A.; GONZÁLEZ, P.D.; GUERRA, D.; ESPINOZA, J.L.; ORTEGA, R.; GUILLÉN, A.; ÁVILA, N.: “Curvas de lactancia individuales en vacas Siboney de Cuba”, *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(1): 15-28, 2016, ISSN: 2448-6698.
- PALMATIER, R.; HOUSTON, M.; HULLAND, J.: “Review articles: Purpose, process and structure”, *Journal of the Academy of Marketing Science*, 46(1): 1-5, 2018, ISSN: 1552-7824, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11747-017-0563-4>.
- PAURA, P.; ARHIPOVA, I.: “Analysis of the milk production and milk price in Latvia”, *Procedia Economics and Finance*, 39: 39–43, 2016, ISSN: 2212-5671, DOI: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(16\)30238-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(16)30238-6).
- PEÑA, R.Y.F.; BENÍTEZ, D.; RAY, J.V.: “Factores determinantes de la producción ganadera en una comunidad campesina del suroeste de Holguín, Cuba”, *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(2): 1-9, 2018, ISSN: 0864-0408.
- PERDIGÓN, R.: “Estrategia digital para fortalecer la gestión comercial de las cooperativas agropecuarias cubanas”, *Cooperativismo y Desarrollo*, 8(1): 33-44, 2020, ISSN: 2310-340X.
- PEREIRA, C.; PEREIRA, C.R.; PUCHALSKI, W.; COELHO, L.; TORTATO, U.: “Demand forecasting based on natural computing approaches applied to the food stuff retail segment”, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 31: 174–181, 2016, ISSN: 0969-6989, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2016.03.008>.
- QAMAR, M.; KHOSRAVI, A.: “A review on artificial intelligence based load demand forecasting techniques for smart grid and buildings”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50: 1352–1372, 2015, ISSN: 1364-0321, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.065>.
- SÁNCHEZ, L.; CABANAS, G.; ABAD, Y.; TORRES, V.: “Utilización de modelos ARIMA para la predicción de la producción de leche. Estudio de caso en la UBPC “Maniabo”, Las Tunas”, *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(3): 213-218, 2014, ISSN: 0034-7485.
- SÁNCHEZ, L.E.; BARRERAS, S.A.; PÉREZ, L.C.; FIGUEROA, S.F.; OLIVAS, V.J.A.: “Aplicación de un modelo ARIMA para pronosticar la producción de leche de bovino en Baja California, México”, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16(3): 315-324, 2013, ISSN: 1870-0462.
- SHAHRIARY, G.; MIR, Y.: “Application of Artificial Neural Network Model in Predicting Price of Milk in Iran”, *Modern Applied Science*, 10(4): 173-178, 2016, ISSN: 1913-1844, DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/mas.v10n4p173>.
- SIVANANDAM, N.; AHRENS, D.: “A Hybrid Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average and Quantile Regression for Daily Food Sales Forecasting”, *International Journal of Production Economics*, 170(Part A): 321-325, 2015, ISSN: 0925-5273, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.09.039>.
- SOMOZA, J.; FEBLES, J.M.; RANGEL, R.; SEDEÑO, E.; FIGUEREDO, E.; BRITO, O.: “Efecto del cambio climático en la producción de leche en entidades productivas del municipio Jimaguayú, provincia Camagüey”, *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(3): 1-13, 2018, ISSN: 0864-0408.
- SOTO, S.S.A.; GUEVARA, V.R.V.; GUEVARA, V.G.E.; LOYOLA, O.C.J.; BERTOT, V.J.A.; SENRA, P.A.F.; CURBELO, R.L.M.: “Reflexiones acerca de la adopción y extensión de un modelo de producción de leche estacional en Camagüey, Cuba”, *Pastos y Forrajes*, 40(1): 3-15, 2017, ISSN: 2078-8452.
- TIMANA, M.; ECHEVARRÍA, M.G.; MA; BUENDÍA, M.A.; CORDERO, A.C.: “Alimentar con cogollo de caña tratado hace más eficiente los costos de producción de leche en vacuno”, *Agroindustrial Science*, 7(2): 67–71, 2017, ISSN: 2226-2989, DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/agroind.sci.2017.02.02>.
- TUGAY, R.; GÜNDÜZ, S.: “6th International Conference on Data Science, Technology and Applications”, En: *6th International Conference on Data Science, Technology and Applications*, Ed. DATA, vol. Volume 1, Madrid, España, pp. 216-222, 2017, DOI: 10.5220/0006431602160222, ISBN: 978-989-758-255-.
- VERMA, A.; KARAN, A.; MATHUR, A.; CHETHAN, S.: “Analysis of Time Series Method for Demand Forecasting”, *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12(12): 3102-3107, 2017, ISSN: 1818-7803, DOI: <http://dx.doi.org/10.36478/jeasci.2017.3102.3107>.
- YAN, W.J.; CHEN, X.; AKCAN, O.; LIM, J.; YANG, D.: “Big Data Analytics for Empowering Milk Yield Prediction in Dairy Supply Chains”, En: *2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, pp. 2132-2137, 2015, DOI: <https://doi.org/10.1109/BigData.2015.7363997>.
- ZHANG, F.; MURPHY, M.D.; SHALLOO, L.; RUELLE, E.; UPTON, J.: “An automatic model configuration and optimization system for milk production forecasting”, *Computers and Electronics in Agriculture*, 128: 100–111, 2016, ISSN: 0168-1699, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.08.016>.
- ZHANG, F.; UPTON, J.; SHALLOO, L.; MURPHY, M.D.: “Effect of parity weighting on milk production forecast models”, *Computers and Electronics in Agriculture*, 157: 589–603, 2019, ISSN: 0168-1699, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.051>.
- ZHANG, F.; UPTON, J.; SHALLOO, L.; SHINE, P.; MURPHY, M.D.: “Effect of introducing weather parameters on the accuracy of milk production forecast models”, *Information Processing in Agriculture*, 7(1): 120-138, 2020, ISSN: 2214-3173.

Rudibel Perdigón-Llanes, Inv., Empresa Comercializadora “Frutas Selectas”, MINAG, Pinar del Río, Cuba, e-mail: [rperdigon90@gmail.com](mailto:rperdigon90@gmail.com)

Neilys González-Benítez, Inv., Centro Meteorológico Provincial de Pinar del Río, Cuba, e-mail: [rperdigon90@gmail.com](mailto:rperdigon90@gmail.com)

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.