

Modelo matemático para medir el rendimiento de la producción del mango kent (*Mangifera indica* 'Kent') de la región Piura destinado a la exportación 2018 -2022
Mathematical model to measure the yield of kent mango (*Mangifera indica* 'Kent') production in the Piura region for export 2018 -2022

Claudia Lopez¹, Elvis Rojas¹, Maria Jose Seminario¹, Yesenia Saavedra Navarro², Wilmer Moncada sosa³
Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Piura, Perú.

RESUMEN

Este estudio se enfoca en la creación de un modelo matemático riguroso que evalúa el rendimiento de la producción de mangos Kent (*Mangifera indica* 'Kent') en la región de Piura durante el período 2018-2022, especialmente en lo que respecta a su exportación. Se emplean análisis cuantitativos avanzados y métricas específicas para cuantificar la eficiencia y la productividad en la industria del mango. El modelo propuesto proporciona una herramienta esencial para los actores involucrados en la cadena de suministro y exportación de mangos, permitiendo una toma de decisiones más informada y estratégica, es por ello que la investigación se basa en datos sólidos y cálculos matemáticos precisos. Asimismo, este enfoque científico es crucial para optimizar la producción y exportación de mangos Kent en la región de Piura, contribuyendo al desarrollo sostenible de la industria.

Palabras Clave: Modelo matemático, rendimiento de producción, mango Kent, exportación.

ABSTRACT

This study focuses on the creation of a rigorous mathematical model that evaluates the performance of Kent mango (*Mangifera indica* 'Kent') production in the Piura region during the period 2018-2022, especially with regard to its export. Advanced quantitative analysis and specific metrics are used to quantify efficiency and productivity in the mango industry. The proposed model provides an essential tool for actors involved in the mango supply and export chain, allowing more informed and strategic decision making, which is why the research is based on solid data and precise mathematical calculations. Likewise, this scientific approach is crucial to optimize the production and export of Kent mangoes in the Piura region, contributing to the sustainable development of the industry.

Keywords: Mathematical model, production performance, Kent mango, export.

¹ Estudiantes de la Facultad de Ciencias Económicas y Ambientales.

² Docente de la Facultad de Ciencias Económica y Ambientales, Asesora del artículo de investigación, ysaavedra@unf.edu.pe

³ Co-asesor del artículo de investigación.

1. INTRODUCCIÓN

Es ampliamente reconocido que un producto que se comercializa de manera efectiva en el mercado internacional, aprovechando su alta productividad, pues como menciona Quiroga, M. (2021) la teoría de producción se centra en las decisiones estratégicas de las empresas para usar recursos y alcanzar metas de producción considerando precios y maximizando la eficiencia y rentabilidad; y las ventajas comparativas que ofrece el país, tal cual comenta Pedrosa, S. (2020) sugiere que en la teoría de la ventaja comparativa, los países deben especializarse en productos donde son más productivos en comparación con otros internamente, aumentando así su eficiencia y competitividad. Puede impulsar la economía nacional al generar más empleo y aumentar la entrada de divisas. En este caso, nuestro país cuenta con una amplia variedad de productos agrícolas que son bien recibidos en los mercados internacionales, como nos dice Quevedo et al. (2020) en el comercio internacional implica el intercambio de bienes, servicios, productos e incluso conocimientos entre países o regiones económicas, constituyendo una actividad económica compleja. Específicamente en el departamento de Piura, se encuentra la principal área de cultivo de mangos destinados a la exportación, donde se cultivan diversas variedades de mango, incluyendo Kent, Haden y Criollo, aunque el mango Kent es la variedad más preferida para la exportación debido a su baja cantidad de fibras, su excelente calidad y su resistencia durante el transporte.

Sin embargo, a pesar de esta expansión en el mercado internacional, el problema sobre el rendimiento de la producción de mango para las exportaciones en cuanto a la cantidad y calidad durante los años 2018 a 2022 han disminuido. Es por ello que Pedrosa, S. (2020) deduce la teoría de la ventaja absoluta, donde destaca que los países deben enfocarse en productos donde tienen superioridad y eficiencia para competir mejor internacionalmente. Además, Ganga et al. (2019) consideran la calidad como un imperativo estratégico para el éxito organizacional, refiriéndose a las características adecuadas de un objeto que satisfacen las necesidades de los consumidores. Por lo consiguiente esta disminución en el rendimiento puede deberse a varios factores, como plagas a las plantas, condiciones climáticas desfavorables, problemas de manejo agrícola, falta de inversión en tecnología y capacitación, entre otros.

Además de ello se conoce que el rendimiento de la producción de mango peruano para las exportaciones es un aspecto crucial para la economía del país, como nos menciona Fassio (2018) las oportunidades de Exportación en Mangos se refieren al análisis de mercados internacionales con demanda en aumento o no satisfecha de mangos. Esto implica estudiar las preferencias del consumidor, tendencias del mercado y posibles barreras comerciales en los mercados objetivo. Por lo tanto, una disminución en el rendimiento de esta misma producción puede tener un impacto negativo en los ingresos de los agricultores y en la posición competitiva de Perú en el mercado internacional.

Es por ello que el presente proyecto de investigación se enfocará en la realización de un modelo matemático para medir el rendimiento de la producción del mango Kent destinado a la exportación 2018 -2022, Por eso Rolan, P. (2019) describe cómo los modelos matemáticos representan fenómenos complejos mediante ecuaciones o funciones, y la teoría de modelos analiza su estructura y aplicabilidad en la comprensión de esos fenómenos, a causa que es una problemática de gran relevancia debido a su impacto directo en la economía peruana y en el sector de exportación.

4. MÉTODOS Y MATERIALES

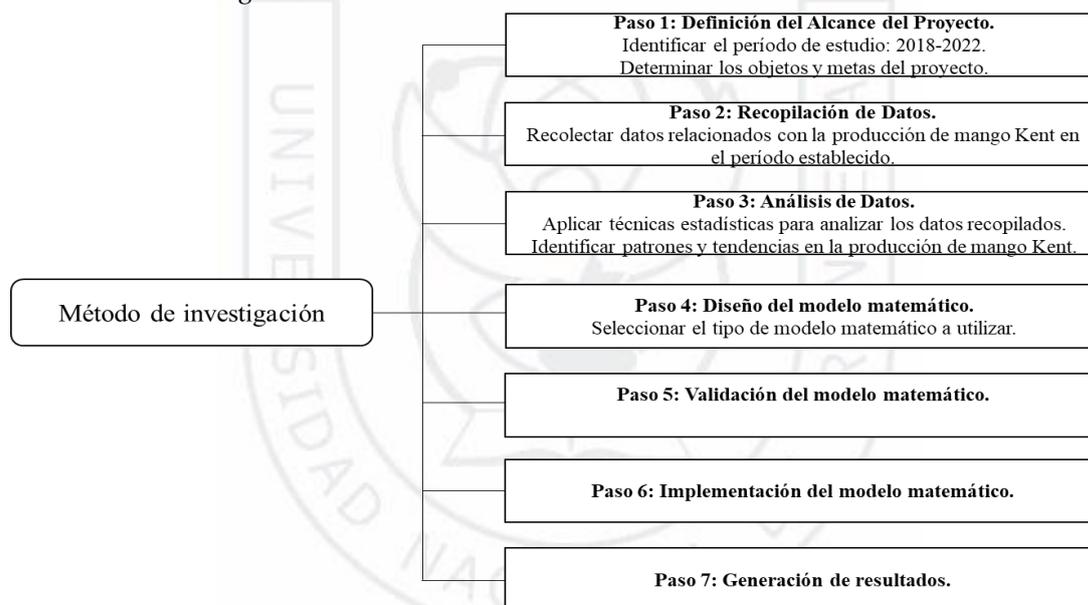
La investigación fue de tipo aplicada, ya que se centra en resolver problemas que se orientan en los procesos de producción, distribución, circulación del producto (Esteban Nieto, Nicomedes 2018).

Además de ello se utilizó un diseño investigación no experimental, ya que no se basa en la manipulación de variables, más bien, hace observaciones sobre cómo las variables se relacionan entre sí y describe los hallazgos(Sánchez, Reyes y Mejía (2018)), con respecto al nivel de investigación se clasifica como explicativa, ya que busca desarrollar un modelo matemático para medir el rendimiento de la producción de mango Kent destinado a la exportación(Valderrama (2017)).

El método de investigación fue mixto cualitativo-cuantitativo, ya que combina la recopilación y el análisis de datos numéricos con la exploración en profundidad de percepciones y opiniones. Esta combinación de enfoques permite obtener una comprensión más completa y holística del fenómeno estudiado.

Figura 1

Método de investigación.



En esta investigación, la población son todos los productores de mango Kent de la región Piura, lo cual tendrá como muestra la producción de mango Kent de la región Piura 2018-2023.

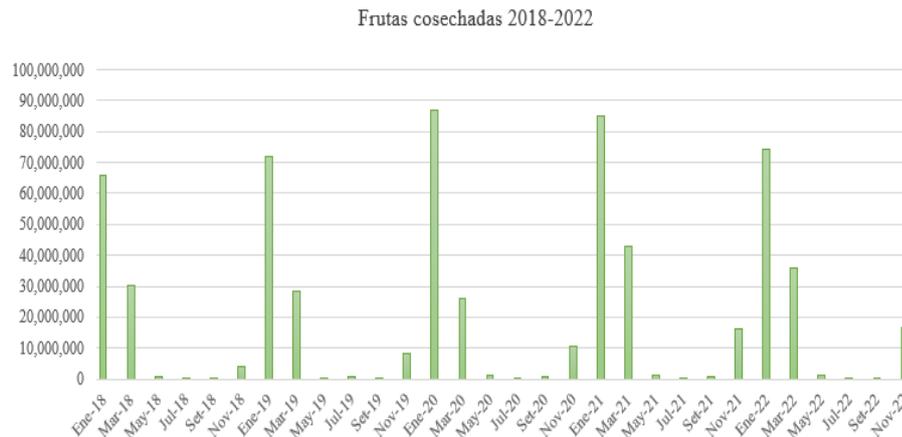
Se recopilaron datos históricos de artículos científicos sobre producción del mango Kent durante el período 2018-2023 en la base de datos Scopus incluyendo información sobre cosechas anteriores, condiciones climáticas y prácticas agrícolas empleadas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Cosecha de mango en Piura

En las últimas décadas, la industria del mango en Piura ha experimentado un notable progreso, impulsando el desarrollo económico regional y fortaleciendo su presencia en el mercado global de frutas tropicales.

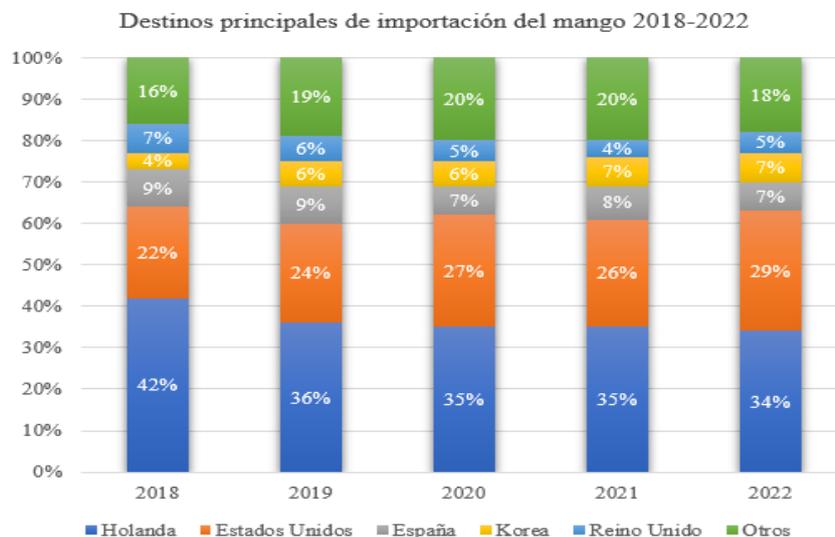
Figura 2
Cosecha de mango desde el año 2018 hasta 2022.



4.2. Destinos principales de importación del mango

La exportación de mango desde Piura implica un proceso completo, desde la recolección hasta el envío internacional, con estrictos controles de calidad y seguridad alimentaria. Europa, Estados Unidos, Asia y otros mercados son destinos principales, gracias a la calidad, sabor y prácticas sostenibles.

Figura 3.
Destinos de importación del mango desde 2018 hasta 2022



4.3. Rendimiento de la producción

La producción de mangos en Piura, Perú, ocurre en dos momentos específicos: el primer y último trimestre del año. La floración requiere un clima cálido con al menos un mes entre las lluvias y la sequía. La temporada de cosecha generalmente coincide con el verano ver Figura 4

Figura 4
Estacionalidad de cosecha del mango.

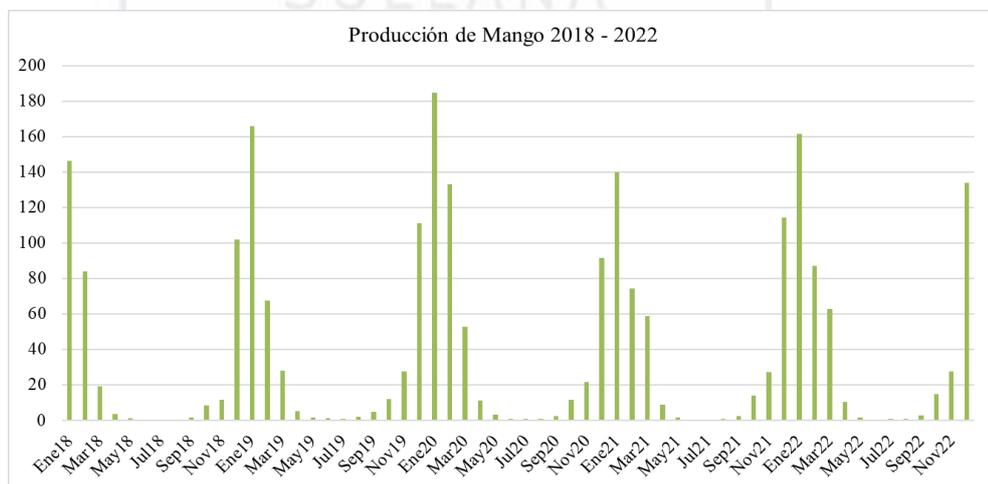
Calendario de cosecha de mango

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Perú												

4.4. Producción de mango

Piura lidera la producción de mango en Perú (Figura 3.3.2.) con condiciones climáticas ideales. Aunque hay fluctuaciones cada tres años debido a fenómenos climáticos, Perú ha fortalecido su posición como exportador, pasando de 146,242353 toneladas en 2018 a aproximadamente 133,729394 toneladas en 2022.

Figura 5.
Producción de mango



4.5. Costo del mango en el mercado

El precio del mango ha variado en el mercado local debido a las condiciones climáticas y la pandemia. En 2018, con una cosecha abundante, los precios fueron accesibles Figura 6, pero en 2020, la pandemia causó contratiempos logísticos y precios más bajos, generando desafíos para consumidores y comerciantes.

Tabla 1
Precio del mango en soles x KG.

Año	2018	2019	2020	2021	2022
Valor unitario x KG	1.23	1.28	1.14	1.23	1.18

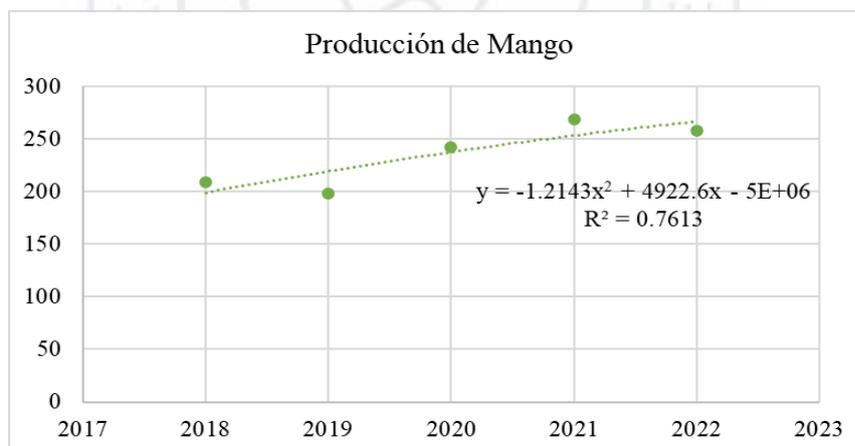
Figura 6*Precio del mango en soles x KG*

4.6. Modelo Matemático

4.6.1. Producción

El modelo matemático de producción del mango es una herramienta analítica que se utiliza para predecir y optimizar la producción de mangos en entornos agrícolas.

$$y = -1.2143x^2 + 4922x - 5E + 06$$

Figura 7.*Producción de mango.*

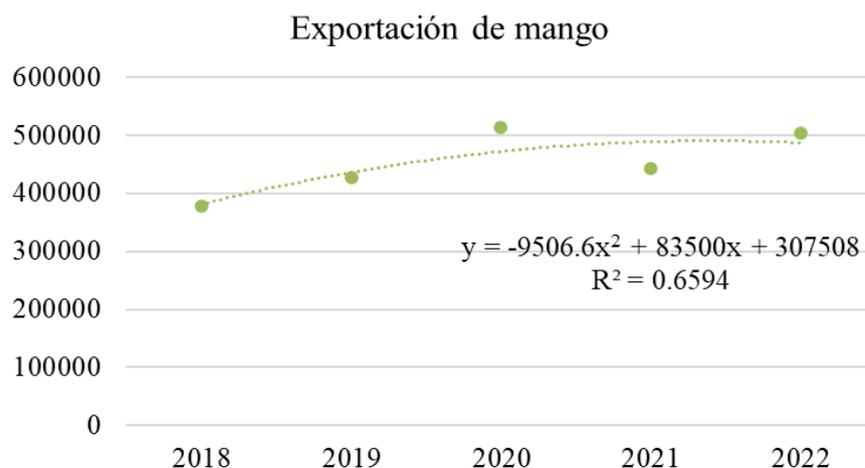
4.7. Exportaciones

El modelo matemático de exportación del mango es una herramienta analítica fundamental utilizada en la industria agrícola para predecir y optimizar los procesos relacionados con la exportación de mangos.

$$y = -9506.6x^2 + 83500x + 307508$$

Los resultados se asimilan a las hipótesis dadas, lo cual sostiene que la producción de mango Kent en la región de Piura ha experimentado un notable aumento entre 2018 y 2022, consolidando su posición como un centro clave de exportación. A pesar de su crecimiento, se observan fluctuaciones cíclicas cada tres años, posiblemente relacionadas con el fenómeno del Niño y la sensibilidad de la industria a condiciones climáticas extremas.

Figura 8
Exportación de mango.



A pesar de ello, la producción ha fortalecido la presencia internacional de nuestro país, principalmente en Europa, Estados Unidos y Asia, gracias a la calidad del mango y prácticas agrícolas sostenibles reconocidas globalmente. El proceso de exportación se destaca por su cumplimiento de estándares de calidad y seguridad alimentaria, generando crecimiento económico y oportunidades laborales en las comunidades locales. Sin embargo, la identificación de un patrón cíclico resalta la necesidad de implementar medidas de resiliencia climática para garantizar la estabilidad a largo plazo de esta industria en la región.

5. CONCLUSIONES

La implementación de un modelo matemático para medir el rendimiento de la producción de mango Kent en Piura entre 2018 y 2022 ha sido crucial para el desarrollo y gestión de la industria de exportación. Este modelo, mediante la recopilación y análisis de datos, ofrece

una comprensión detallada de los factores críticos que afectan la producción y exportación de mangos Kent, facilitando la toma de decisiones informadas y estratégicas en el sector agrícola.

El modelo matemático implementado para la producción de mango Kent en Piura entre 2018 y 2022 reveló tendencias significativas. Este enfoque permitió a productores y exportadores anticipar desafíos y aprovechar oportunidades en el mercado global de frutas, adaptándose ágilmente a factores como condiciones climáticas, recursos hídricos y demanda internacional.

6. AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestros padres, quienes han sido un pilar fundamental en nuestro camino, brindándonos su incondicional apoyo y sabios consejos en cada paso que hemos dado. Agradecemos también a nuestra querida profesora y asesora, la Dra. Navarro Yesenia, por brindarnos sus conocimientos y fomentar en nosotros la eficiencia en el proceso de investigación. Además, extendemos nuestro reconocimiento y gratitud hacia nuestro co-asesor, el Sr. Moncada, W, cuya ayuda y orientación han sido determinantes en la elaboración de este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aranda Guerrero, C. M., & Ortega Muñoz, J. A. (2021). Estudio de pre-factibilidad para la exportación de mango orgánico al mercado de Estados Unidos.
- Campbell, R. J., & Ledesma, N. (2019). The status of mango cultivars, market perspectives and mango cultivar improvement for the future. *Acta horticulturae*, 1244, 23–28.
- Condori-Ojeda, Porfirio (2020). Niveles de investigación. Curso Taller.
- Condori-Ojeda, Porfirio (2020). Universo, población y muestra. Curso Taller.
- Ganga, F., Alarcón, N., & Pedraja, L. (2019). Medición de calidad de servicio mediante el modelo SERVQUAL: el caso del Juzgado de Garantía de la ciudad de Puerto Montt-Chile. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*.
- Hernández, F. y B. (2014). *Metodología de la Investigación*. (4 ed.). Bogotá; Ediciones la U.
- Hernández, F. y B. (s/f). Tesis de Investigación: Diseños no experimentales. Blogspot.com.
- Hylleberg, S. (1992). *Modelling Seasonality*. Oxford University Press.
- Ipanaque, W., Manrique, J., Merino, M., & Reyes, J. (2019). System identification and PI control applied to refrigeration system for mango exportation. 2019 IEEE XXVI International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON).
- Koffi, J. M. K., Sarron, J., Soro, D., Normand, F., Kouakou, C. K., Fondio, L., Djidji, H., & Faye, E. (2023). Variability of mango tree production ('Kent') in northern Côte d'Ivoire. *Acta horticulturae*, 1366, 83–92.
- Manuel Rafael Quevedo Barros et al. 2020 COVID-19 y sus efectos en el comercio internacional. *Caso Ecuador Vol. 6, núm. 3, julio-septiembre*, pp. 1006-1015.
- Nieto, N. T. E. (2019). *TIPOS DE INVESTIGACIÓN*. Edu.pe.
- Rasinger, S. (2020). *La investigación cuantitativa en lingüística*. Ediciones Akal.
- Sánchez, Reyes y Mejía. (2018). *Guía de investigación en Ciencia e Ingeniería*. 1ra edición digital. Lima, Perú.