

Optimización de los procesos de rendimiento en la eficiencia productiva de la industria agraria

Optimization of performance processes in the productive efficiency of the agricultural industry

Maria Aguilar¹, Aarón León¹, Amy Meca¹, Yesenia Saavedra Navarro¹, Wilmer Moncada Sosa¹

Facultad de Ciencias Económicas y Ambientales.
Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Piura, Perú.

RESUMEN

Este proyecto se enfoca en desarrollar un modelo matemático para optimizar la eficiencia en la producción agrícola, con especial atención a los pequeños agricultores de Villa Santa Sofía, Perú. El objetivo principal es maximizar la producción con recursos limitados, como tierra, agua y capital, mientras se mantiene un equilibrio sostenible con el medio ambiente. Se implementa un modelo matemático de regresión lineal con el propósito de no solo aumentar la productividad agrícola, sino también preservar los recursos naturales y mitigar impactos ambientales negativos asociados con la agricultura. La estrategia de fertilización fraccionada a lo largo del ciclo de crecimiento del arroz destaca la eficaz implementación en el uso de fertilizantes. Los agricultores han demostrado la importancia de nutrir las plantas en momentos clave para optimizar su crecimiento, desarrollo y producción de granos. Sin embargo, se enfatiza la necesidad de ajustar estas recomendaciones según las particularidades del suelo, clima y prácticas agrícolas locales. Asimismo, se destaca la esencialidad de los pesticidas en la protección de los cultivos para garantizar la seguridad alimentaria, aumentar la productividad y contribuir a la sostenibilidad agrícola.

Palabra Clave: Optimización de procesos, Eficiencia productiva, Modelo matemático de regresión lineal.

ABSTRACT

This project focuses on developing a mathematical model to optimize efficiency in agricultural production, with special attention to small farmers in Villa Santa Sofía, Peru. The main objective is to maximize production with limited resources, such as land, water and capital, while maintaining a sustainable balance with the environment. A linear regression mathematical model is implemented with the purpose of not only increasing agricultural productivity, but also preserving natural resources and mitigating negative environmental impacts associated with agriculture. The fractional fertilization strategy throughout the rice growth cycle highlights the effective implementation of fertilizer use. Farmers have demonstrated the importance of nourishing plants at key times to optimize their growth, development and grain production. However, the need to adjust these recommendations according to the particularities of the soil, climate and local agricultural practices is emphasized. Likewise, the essentiality of pesticides in crop protection is highlighted to guarantee food security, increase productivity and contribute to agricultural sustainability.

Palabra Clave: Process optimization, Productive efficiency, Mathematical model, Limited resources, Linear regression mathematical model.

¹ Facultad de Ciencias Económicas y Ambientales, UNF, Sullana, Piura, Perú. Email: <mailto:7657567@unf.edu.pe>

1. INTRODUCCIÓN

La relación entre conjuntos de datos que representan variables diversas se define como una función matemática, destacando la dependencia entre una variable independiente y otra dependiente. La comprensión de fenómenos naturales se logra mediante modelos matemáticos lineales de diversos órdenes, donde parámetros como la pendiente y la ordenada al origen son fundamentales (Aguilar et al., 2009).

En el ámbito agrario, la optimización de procesos es crucial para mejorar la eficiencia productiva. La aplicación de modelos matemáticos lineales emerge como una herramienta estratégica para analizar y perfeccionar factores que afectan la productividad. Se destaca la incertidumbre asociada a factores como la volatilidad de precios, desastres naturales y plagas (Centanaro & Nava, 2021). Por ello, considerar las actividades agrícolas como parte de una empresa, clasificándolas según su tamaño, y teniendo en cuenta aspectos como avances tecnológicos, políticas agrarias y cambios en el comportamiento del consumidor, son esenciales (Rivera et al., 2020).

Los modelos de investigación aplicados a actividades empresariales ofrecen soluciones óptimas para problemas agrícolas, como financiamiento y recursos limitados (Aldás et al., 2018; Blanco et al., 2017). La optimización no solo busca maximizar rendimientos, sino también minimizar recursos y mantener un equilibrio sostenible con el medio ambiente. Desarrollar modelos matemáticos implica recopilación de datos, identificación de variables clave y formulación de ecuaciones (Blanco et al., 2017).

Esta investigación nace de la necesidad de ofrecer soluciones a pequeños agricultores en "VILLA SANTA SOFÍA" que buscan maximizar su producción con recursos limitados. El enfoque no solo pretende aumentar la producción, sino también contribuir a la preservación de recursos naturales y la mitigación de impactos ambientales negativos asociados con la agricultura.

2. MÉTODOS Y MATERIALES

En el marco de este estudio sobre la optimización de los procesos de rendimiento en la eficiencia productiva de la industria agraria, la metodología se fundamentó en establecer criterios de inclusión y exclusión para realizar una búsqueda rigurosa de artículos relacionados con el tema. Dentro de los criterios de inclusión, se consideraron los artículos que abordaran la relación entre la implementación de estrategias de optimización de procesos y el rendimiento eficiente en la producción agrícola. Se excluyeron aquellos que no estaban directamente relacionados con la optimización de procesos en la industria agraria o que no cumplieran con los criterios de año y confiabilidad.

La búsqueda de artículos se llevó a cabo utilizando plataformas de bibliotecas digitales especializadas, como Scopus, Scielo, y otras fuentes reconocidas en el ámbito agrícola. Se emplearon términos de búsqueda como "procesos agrarios," "optimización de rendimiento," "eficiencia productiva," y otros relevantes para el tema, resultando en un conjunto inicial de 40 artículos.

En la segunda fase, se realizó una revisión minuciosa de los títulos y resúmenes de los artículos, seleccionando cuidadosamente 12 que cumplieran con los criterios establecidos y estaban directamente vinculados a la optimización de procesos en la eficiencia productiva

de la industria agraria. Los 28 artículos restantes fueron descartados debido a que se apartaban del enfoque específico del estudio.

En la tercera y última fase, los 12 artículos seleccionados se organizaron utilizando herramientas como el software Excel y se sometieron a un análisis detallado mediante un cuestionario estructurado. Se revisaron aspectos clave, como problemáticas abordadas, objetivos, metodología empleada, tipo de investigación, instrumentos utilizados y recomendaciones propuestas por los estudios. Este enfoque metodológico integral permite una base sólida para analizar y sintetizar información relevante sobre la optimización de procesos en la industria agraria, contribuyendo así a la comprensión y mejora de la eficiencia productiva en el sector agrícola.

2.1. Análisis de la Regresión Lineal

Teniendo en cuenta las variables variable independiente, la "Optimización de los procesos", y una variable dependiente, "Eficiencia Productiva", establecer una relación entre ambas podría comprender el impacto que la optimización de procesos tiene en la eficiencia productiva.

Para ello se utilizó un modelo de regresión lineal en donde nos pueda dar validación en cuanto a la relación de ambas variables, la explicación del modelo es la siguiente:

El modelo de regresión lineal simple se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Eficiencia Productiva} = \beta_0 + \beta_1 \times \text{Optimización de los Procesos} + \varepsilon \quad (1)$$

Donde:

- La Eficiencia Productiva es la variable dependiente.
- Optimización de los procesos es la variable independiente.
- β_0 es la intersección o término de sesgo.
- β_1 es la pendiente que representa el cambio en la eficiencia productiva por unidad de cambio en la optimización de procesos.
- ε es el término de error que captura la variabilidad no explicada por la relación lineal.

Teniendo esto en cuenta, se utiliza un Código que luego será puesto en la herramienta Colab que nos permite escribir y ejecutar un código de Python en el navegador:

```
from sklearn.linear_model import Linear Regression
import numpy as np
```

- **Datos de optimización de procesos en cosecha de arroz y eficiencia en producción de arroz**
`optimizacion_agricultor= np.array([aquí van los valores respectivos a variable independiente]).
 reshape(-1, 1)
 eficiencia_arroz_agricultor= np.array([aquí van los valores de la variable dependiente])`
- **Ajuste del modelo de regresión lineal**
`modelo_agricultor = Linear Regression()
 modelo_agricultor.fit(optimizacion_agricultor, eficiencia_arroz_agricultor)`
- **Coefficientes del modelo**
`print("Coeficiente de pendiente (beta1):", modelo_agricultor.coef_[0])`

```
print ("Término independiente (beta0):", modelo_agricultor.intercept_)
```

2.1.1. Significado de las Variables

- Eficiencia Productiva (Variable Dependiente): Representa la medida de rendimiento en términos de la producción agraria.
- Optimización de los Procesos (Variable Independiente): Refleja el grado de mejoramiento o eficiencia en los procesos agrarios implementados.

2.1.2. Explicación del Modelo

- El modelo propuesto asume una relación lineal entre la optimización de procesos y la eficiencia productiva.
- La ecuación indica que la eficiencia productiva (variable dependiente) es una función de dos términos: la intersección (β_0) y el producto de la optimización de procesos y una pendiente (β_1).
- La pendiente (β_1) cuantifica el cambio en la eficiencia productiva por cada unidad de cambio en la optimización de procesos.
- El término de error (ε) captura la variabilidad no explicada por la relación lineal y puede deberse a factores no considerados en el modelo.

2.1.3. Interpretación del Modelo

Un valor positivo de β_1 indicaría que a medida que la optimización de procesos aumenta, la eficiencia productiva también tiende a aumentar. Con respecto a la intersección (β_0) representa la eficiencia productiva cuando la optimización de procesos es cero, aunque en el contexto de la agricultura, podría tener interpretaciones específicas y por último el término de error (ε) refleja la variabilidad no explicada y puede ser influenciado por factores no considerados en el modelo, como condiciones climáticas imprevistas o eventos inesperados en la industria agraria.

2.1.4. Utilidad del Modelo

El modelo proporciona una herramienta cuantitativa para evaluar y prever el impacto de la optimización de procesos en la eficiencia productiva y permite a los tomadores de decisiones identificar el nivel óptimo de optimización de procesos para maximizar la eficiencia productiva.

3. RESULTADOS

Utilizando las mediciones de la optimización de procesos y la eficiencia en la producción de arroz por hectárea, Supongamos que se recopilieron datos de un agricultor, midiendo la optimización de procesos en la cosecha de arroz (escala del 1 al 10) y la eficiencia en la producción de arroz por hectárea en diferentes campañas.

En la optimización de Procesos en la Cosecha de Arroz: Estos números (6, 4, 7, 5, 8) son valores que representan la evaluación subjetiva o cuantitativa del nivel de optimización de los procesos utilizados en la cosecha de arroz en esa chacra. Por ejemplo, podría ser una puntuación del 1 al 10 dada por el agricultor según la eficacia de los métodos, tecnologías, manejo del suelo, utilización de semillas, prácticas de riego, entre otros aspectos, donde un número mayor indicaría una optimización más alta.

Eficiencia en la Producción de Arroz por Hectárea: Estos números (6.5, 5.0, 7.0, 5.5, 7.8) representan la eficiencia en la producción de arroz por hectárea en esa misma chacra. Son

valores que indican la cantidad de arroz cosechado por unidad de área (hectárea) con respecto a los procesos y métodos utilizados en esa chacra. Por ejemplo, puede expresar la cantidad de arroz cosechado en sacos por hectárea, donde valores más altos indican una mayor eficiencia en la producción.

Tabla 1.

Datos de medición para la Optimización de Procesos y Eficiencia en la Producción en la cosecha de arroz

Optimización de Procesos en Cosecha de Arroz	Eficiencia en Producción de Arroz por Hectárea
6	7.0
4	5.5
7	8.0
5	6.0
8	8.5

La figura 1, se observa que el término dependiente nos da la pendiente positiva 0.8, lo que significa que un valor positivo de β_1 en este caso nos indicaría que a medida que la optimización de procesos aumenta, la eficiencia productiva tiende a aumentar, mientras que un valor negativo indicaría una relación inversa. Luego tenemos al término independiente que nos da los elementos del mínimo y máximo de lo que estamos analizando.

Figura 1.

Elementos del mínimo y máximo.

```

✓ 0s from sklearn.linear_model import LinearRegression
import numpy as np

# Datos de optimización de procesos en cosecha de arroz y eficiencia en producción de arroz
optimizacion_agricultor = np.array([6, 4, 7, 5, 8]).reshape(-1, 1)
eficiencia_arroz_agricultor = np.array([7.0, 5.5, 8.0, 6.0, 8.5])

# Ajuste del modelo de regresión lineal
modelo_agricultor = LinearRegression()
modelo_agricultor.fit(optimizacion_agricultor, eficiencia_arroz_agricultor)

# Coeficientes del modelo
print("Coeficiente de pendiente (beta1):", modelo_agricultor.coef_[0])
print("Término independiente (beta0):", modelo_agricultor.intercept_)

Coeficiente de pendiente (beta1): 0.8
Término independiente (beta0): 2.1999999999999993

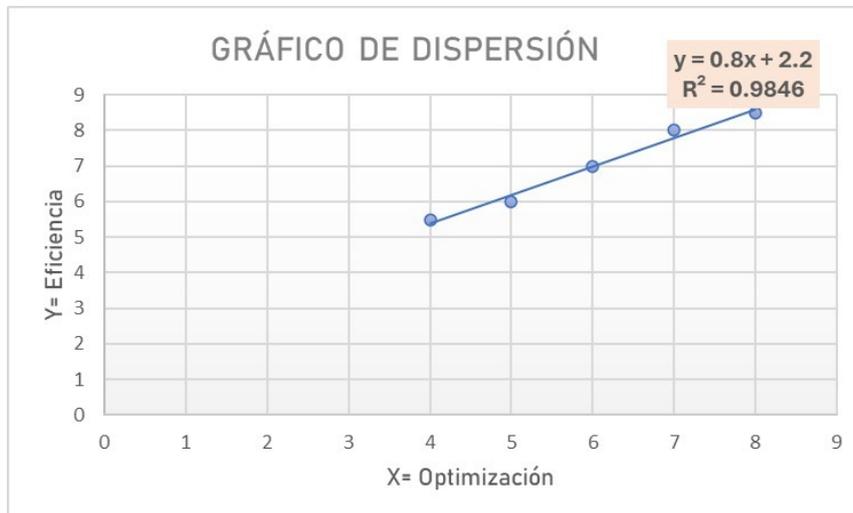
```

En la figura 2, tiene la existencia de una relación positiva entre la optimización y la eficiencia en el cultivo de arroz, como se evidencia en el gráfico, se respalda sólidamente mediante el elevado coeficiente de determinación $R^2 = 0.9846$. Este valor indica que aproximadamente el 98.5% de la variación en la eficiencia puede explicarse por la variación en la optimización, reforzando la consistencia de la conexión observada en los datos. Esta alta correlación respalda la interpretación de que estrategias como el manejo cuidadoso del

agua, el uso adecuado de fertilizantes y la selección de variedades más resistentes tienen un impacto sustancial en la mejora de la eficiencia en términos de rendimiento por unidad de recurso en el cultivo de arroz.

Figura 2.

Una relación entre la optimización y la eficiencia en el cultivo de arroz.



Con respecto al código de programación este está en Python y lo hemos ejecutado sobre el google colab y nos arroja los resultados de acuerdo a la data analizada, como nos damos cuenta el coeficiente dependiente β_1 nos da 0.8 lo que significa que hay una relación directa entre la variable dependiente e independiente, y el coeficiente independiente β_0 que nos arroja un resultado de 2.19 lo podemos interpretar como valor mínimo porque es el alejamiento del punto de origen de los ejes.

Sin embargo, es crucial respaldar estas observaciones con evidencia adicional. En un estudio relevante, (Zambrano, 2019) implementó un modelo de regresión lineal similar en su proyecto titulado “Factores que inciden en la productividad del cultivo de arroz en la provincia Los Ríos”. En su investigación, las variables Producción de arroz (sacas por hectárea), Precio de la saca de arroz, Costo de producción de la saca de arroz mostraron relación con un nivel de confianza del 95%. al implementar este método.

El estudio de Zambrano (2019) establece una base sólida, ampliar la investigación para incluir otras variables y explorar interacciones podría enriquecer aún más nuestra comprensión de los factores que inciden en la productividad del cultivo de arroz.

Tabla 3*Cantidad de pesticidas utilizados en la cosecha de arroz*

Pesticidas	Total de cantidad	Precio contenido	Cantidad a utilizar	Cantidad de cada componente que tiene cada Pesticida		
				Cypermethrin	Chlorpyrifos	Methomyl
Cipercrop	1Lt	50	1	25 g/L	-	-
Agromil	1Lt	50	1	-	480 g/L	-
Metamil	3u	12	3	-	-	400g

Fertilizantes (kg/ha)	Total de cantidad	Precio por Bolsas(50kg)	Cantidad de Bolsas a utilizar	Cantidad de cada componente que tiene cada fertilizante			
				Nitrógeno (%)	P2 O5	K2O	S
Urea	200	120	4	92kg	-	-	-
Fosfato Di amónico	50	152	1	9kg	23kg	-	-
Sulfato de Potasio	200	202	4	-	-	100kg	114kg

En la Tabla 3 se presenta un análisis detallado de la cantidad de pesticidas aplicados durante el proceso de cosecha de arroz. Donde cada uno tiene diferente químico que ayuda gestionar y controlar las plagas que pueden afectar la salud y rendimiento del cultivo.

En la Tabla 4 destaca la importancia de una gestión cuidadosa del tiempo de uso de la maquinaria en la cosecha de arroz, Estos datos proporcionan una visión valiosa de la planificación y eficiencia operativa en el manejo de la maquinaria durante diferentes etapas del proceso agrícola.

Tabla 4.*Descripción del tiempo de uso de la maquinaria durante los meses de campaña.*

MAQUINARIA	Tiempo de uso durante la campaña (6 meses-24 semanas)											
	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio	
Máquina con Grada	1 y 2	3 y 4	5 y 6	7 y 8	9 y 10	11 y 12	13 y 14	15 y 16	17 y 18	19 y 20	21 y 22	23 y 24
Fangeadora				1 h	30 m	30						
Maquina cosechadora								1 h	30 m	30 m		
Molino										30 m	30 m	

4. CONCLUSIONES

Tras analizar exhaustivamente los costos de producción en el cultivo de arroz en una sola hectárea, se revela una falta de estrategias económicas óptimas por parte de los agricultores. Aunque carecen de un historial completo de costos, se evidencia que podrían mejorar la gestión para minimizar gastos y maximizar la producción.

No obstante, destaca la eficaz implementación en el uso de fertilizantes y maquinaria agrícola. Los agricultores aplican una estrategia de fertilización fraccionada a lo largo del ciclo de crecimiento del arroz, demostrando la importancia de nutrir las plantas en momentos clave para optimizar su crecimiento, desarrollo y producción de granos. Sin embargo, se subraya la necesidad de ajustar estas recomendaciones de acuerdo a las particularidades del suelo, clima y prácticas agrícolas locales.

Del mismo modo los pesticidas desempeñan un rol esencial en la protección de los cultivos, asegurando la seguridad alimentaria, aumentando la productividad y contribuyendo a la sostenibilidad agrícola. Esto se logra gracias a su uso regulado y responsable, tal como lo desempeña el agricultor, de este modo minimizando impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana.

Por último, destaca el papel fundamental del modelo matemático de regresión lineal en este proyecto. Los resultados revelan patrones coherentes que apuntan a una conexión positiva entre la optimización y la eficiencia agrícola, respaldada por un modelo de regresión lineal en Python que muestra un coeficiente dependiente (β_1) de 0.8. Este valor sugiere claramente que un aumento en la optimización de procesos conlleva un incremento directo en la eficiencia productiva.

No obstante, ante estos resultados sólidos, se reconoce la importancia de respaldar estas observaciones con evidencia adicional, subrayada por la referencia al estudio de Zambrano (2019). La validez de nuestra investigación se ve fortalecida al evidenciar vínculos significativos entre variables similares, instando a la ampliación de la investigación para

incluir otras variables y explorar posibles interacciones. Este enfoque más holístico enriquecerá aún más la comprensión de los factores que inciden en la productividad del cultivo de arroz.

Este modelo no sólo cuantifica y predice el impacto de la optimización de procesos en la eficiencia productiva, sino que también proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas, en aras de mejorar la productividad en la industria agraria.

En síntesis, se subraya la necesidad de una gestión más precisa de los costos por parte de los agricultores, resaltando al mismo tiempo el manejo eficiente de los insumos como fertilizantes y pesticidas. Además, se resalta el papel crucial de los modelos matemáticos para tomar decisiones informadas en la optimización de procesos agrícolas.

5. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseamos expresar nuestro profundo agradecimiento a Dios, fuente de sabiduría y guía, que nos ha inspirado a lo largo de este proyecto de investigación. De la misma manera, queremos destacar de manera especial al asesor Wilmer Moncada, cuya dedicación y compromiso fueron excepcionales. Sus valiosas sesiones de asesoría, incluso durante las noches, fueron un pilar fundamental para el éxito de nuestro trabajo. Su incansable esfuerzo y disposición para compartir su experiencia en cada paso nos proporcionaron una guía invaluable.

Extendemos nuestro agradecimiento a la profesora Yessenia Saavedra, cuya pasión por las matemáticas y orientación experta fueron fundamentales para el desarrollo de nuestro proyecto. Su compromiso con nuestra formación académica ha sido un elemento crucial en este camino de aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, M. A., Bravo, V. F. B., Gallegos, R. H. A., Cerón, V. M., & Reyes, F. R. (2009). *Matemáticas simplificadas* (2a Ed.) (1640 pp.). México: Pearson Education. <https://clea.edu.mx/biblioteca/items/show/107#?c=&m=&s=&cv=>
- Aldás, D., Reyes, J., Morales, L., & Sánchez, S. (2018). Optimización de costos de inventarios con algoritmo de programación lineal. *Optimización de costos de inventarios con algoritmo de programación lineal. INNOVA Research Journal*, 3(2), 77-83. Obtenido de: <http://201.159.222.115/index.php/innova/article/view/670/643>
- Aldás, D., Reyes, J., Morales, L., & Sánchez, S. (2018). Optimización de costos de inventarios con algoritmo de programación lineal. *Optimización de costos de inventarios con algoritmo de programación lineal. INNOVA Research Journal*, 3(2), 77-83. Obtenido de <http://201.159.222.115/index.php/innova/article/view/670/643>
- Amelia R., Anggriani N., Supriatna AK., Istifada N. (2022). Modelo matemático para analizar la dinámica de la enfermedad del virus Tungro en el arroz: Una revisión sistemática de la literatura. *Matemáticas*, 10 (16), Artículo 2944. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85137383273&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=53c98087ef72b67fa4474e51a6e1a125&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS->

KEY%28rice+AND+cultivation%2C+AND+mathematical+AND+model%29&sl=77&sessionSearchId=53c98087ef72b67fa4474e51a6e1a125

- Balezentis, T. (2014). sobre medidas de eficiencia agrícola - una revisión. *Transformaciones en Negocios y Economía*, 13 (3), 110–131. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84923375563&origin=resultslist&sort=plf&src=s&sid=28af7b9fddab8a30d71b35088eeba716&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28mathematical+models%3A+productive+efficiency+in+the+agricultural+sector%29&sl=84&sessionSearchId=28af7b9fddab8a30d71b35088eeba716>
- Blanco, M., Muñoz, F., & Palacio, O. (2017). Optimización de portafolio de proyectos a través de la aplicación de programación lineal y el CAPM. *Revista Ciencias Estratégicas*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6487181>
- Blanco, M., Muñoz, F., & Palacio, O. (2017). Optimización de portafolio de proyectos a través de la aplicación de programación lineal y el CAPM. *Revista Ciencias Estratégicas*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78902021000200046
- Borrelli, I. P. (2016). Territorial Sustainability and Multifunctional Agriculture: A Case Study. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 8, 467–474. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.046>
- Bruzzone, C., & Heros, E. (2011). Manejo integrado en producción y sanidad de arroz. Universidad Nacional Agraria la Molina–Agro banco. Guía técnica. Lima, Perú. https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Arroz/Manejo_integrado_en_la_produccion_y_sanidad_del_arroz.pdf
- Cáceres, Daniel. (2003). Agricultura Orgánica versus Agricultura Industrial: Su Relación con la Diversificación Productiva y la Seguridad Alimentaria. *Agroalimentaria*, 8(16), 29-39. Recuperado en 31 de octubre de 2023. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-03542003000100002
- Centanaro, P., & Nava, J. (2021). Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades productivas de banano, Milagro, Ecuador. *Revista CEA*, 7(13), 2-16. Obtenido de: <https://doi.org/10.22430/24223182.1554>
- Centanaro, P., & Nava, J. (2021). Nudos críticos de procesos gerenciales en unidades productivas de banano, Milagro, Ecuador. *Revista CEA*, 7(13), 2-16. Obtenido de <https://doi.org/10.22430/24223182.1554>
- Cordero, Z. R. V. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista educación*, 33(1), 155-165. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Feng Y., Lin Y., Lin Ch., Tian P., Trapp S., Yu X. (2021). Integración del análisis RT-qPCR y el modelo de toma de decisiones en situación gris para evaluar los efectos de los reguladores del crecimiento de las plantas en la expresión genética en plántulas de arroz expuestas a tiocianato. *Ciencia De Medio Ambiente Total*, 783, Artículo 146805. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85104104085&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=53c98087ef72b67fa4474e51a6e1a125&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28mathematical+models+in+rice+harvest+agriculture%29&sl=77&sessionSearchId=53c98087ef72b67fa4474e51a6e1a125

Guevara Verdugo, K. A. (2020). Evaluación de hábitos de estudio en universitarios de ciencias de la salud. Memoria Universitaria. file:///C:/Users/USER/Downloads/775Texto%20del%20art%20C3%ADculo-2747-1-10-20200402.pdf

Gutierrez Cusquispe, M. L., & Hilares Huamán, M. E. (2019). Dinámica productiva en la economía de las familias de la comunidad campesina de Huillcapata al 2018. Facultad de ciencias contables administrativas y económicas, Universidad Andina del Cusco <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2927>

Hernández, S. (2011). Metodología para la Investigación en ciencia Políticas. Monografía en Internet. México, disponible en: <http://www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0932/cap06.pdf>.

Mousalli-Kayat, G. (2015). Métodos y diseños de investigación cuantitativa. https://www.researchgate.net/publication/303895876_Metodos_y_Disenos_de_Investigacion_Cuantitativa

Pita Fernández, S., & Pértegas Díaz, S. (2002). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cadaten primaria*, 9(1), 76-78. <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/355/course/section/154/Tema%25208.pdf>

Rafael B., E. Metodología de la Investigación. Universidad Privada. https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/capacitacionesproductores/Arroz/Manejo_integrado_en_la_produccion_y_sanidad_del_arroz.pdf

Ramírez Méndez, G. G., Magaña Medina, D. E., & Ojeda López, R. N. (2022). Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica. *Trascender, contabilidad y gestión*, 7(20), 189-208. <https://doi.org/10.36791/tcg.v8i20.166>

Rivera, M., Estrada, J., Quiñonez, R., & Moreno, R. (2020). Interrelación entre el desarrollo sostenible y la diversificación de cultivos mediante el modelo integrador de dimensiones en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, República del Ecuador. *Revista Espacios*, 41(19), 257-270. Obtenido de: <http://www.ifac.portafolio.revistaespacios.com/a20v41n19/a20v41n19p18.pdf>

Rivera, M., Estrada, J., Quiñonez, R., & Moreno, R. (2020). Interrelación entre el desarrollo sostenible y la diversificación de cultivos mediante el modelo integrador de dimensiones en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, República del Ecuador. *Revista Espacios*, 41(19), 257-270. Obtenido de <http://www.ifac.portafolio.revistaespacios.com/a20v41n19/a20v41n19p18.pdf>

Rodríguez Velázquez, J. A., & Steegmann Pascual, C. (2013). Modelos matemáticos. http://www.uoc.edu/in3/emath/docs/Modelos_matematicos.pdf

- Rogge, K. S., & Reichardt, K. (2016). Policy mixes for sustainability transitions: An extended concept and framework for analysis. *Research Policy*, 45(8), 1620–1635. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2016.04.004>
- Terán Indio, Cristóbal Manuel. (2015). Análisis operacional en el proceso de construcción de secadoras de grano en la “mecánica industrial agrotecnia” del cantón Quevedo, año 2014. Quevedo. UTEQ. 117 p. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/babe5499-a8eb-4d42-81ab-695936d7f4eb>
- Tinoco, R. et al. 2009. Manual de Recomendaciones Técnicas. Cultivo de Arroz. Costa Rica. INTA. 10p <https://es.slideshare.net/GonzaloSarabiaChoque/cultivo-de-arroz-costa-rica-2009>
- Vásquez Ruiz, S. Z. (2022). Mejora continua Kaizen y la productividad de los colaboradores en la planta Eurofresh Perú SAC, San Martín de Pangoa-2020. <https://hdl.handle.net/20.500.13067/1547>
- Veintimilla, J., Ney, M. G., & Sanchez, N. V. M. (2020). Enfoque basado en la teoría para la mejora administrativa: análisis del modelo y actividades en el desarrollo. *593 Digital Publisher CEIT*, 5(2), 44-55. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7383237>
- Zambrano, C. E., Andrade Arias, M. S., & Carreño Rodríguez, W. V. (2019). Factores que inciden en la productividad del cultivo de arroz en la provincia Los Ríos. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(5), 270-277. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202019000500270