

INFLUENCIA DE LAS TECNOLOGÍAS AGRÍCOLAS EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa L.*)

INFLUENCE OF AGRICULTURAL TECHNOLOGIES ON RICE CROP PRODUCTION (*Oryza sativa L.*)

✉ **Jean Danko Carvajal Pérez, Ing.**

Universidad de Guayaquil

jean.carvajalp@ug.edu.ec

Guayas, Ecuador

✉ **Amalia Marisol Vera Oyague, Mgtr.**

Universidad de Guayaquil

marisol.verao@ug.edu.ec

Los Ríos, Ecuador

✉ **Lenin Francisco Mera Cedeño, Mgtr.**

Universidad de Guayaquil

lenin.merac@ug.edu.ec

Santa Elena, Ecuador

✉ **Milton Senen Barcos Arias, Ph. D.**

Universidad de Guayaquil

milton.barcosa@ug.edu.ec

Guayaquil, Ecuador

ARTÍCULO DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Recibido: 28/11/2025

Aceptado: 19/12/2025

Publicado: 30/12/2025

RESUMEN

El presente estudio analiza la influencia de las tecnologías agrícolas que se aplican en el sistema de siembra en condiciones de secano y de inundación, el objetivo es evaluar su productividad, eficiencia de los insumos y sostenibilidad del cultivo. En el sistema de secano, las tecnologías se centran en la siembra directa mecanizada, la implementación del manejo (SSNM) por sitio específico, lo cual ayuda a optimizar la fertilización según la variabilidad del suelo; en los sistemas bajo inundación destacan el trasplante mecanizado, la nivelación de láser del terreno. La integración de estas tecnologías permite el aumento del rendimiento, ayuda a la reducción del agua y mejora la eficiencia en el uso de nutrientes, lo cual ayuda a la contribución de una producción más sostenible y competitiva. De la misma manera, la incorporación de prácticas como el control mecánico y químico selectivo de malezas, junto a la digitalización de procesos agrícolas, ayuda a fortalecer la capacidad de adaptación de los productos frente a condiciones climáticas adversas. En conclusión, la adopción de tecnologías en condiciones de secano y bajo inundación representa un factor decisivo para la optimización de la productividad del arroz, la reducción de costos de producción y la promoción de sistemas agrícolas más sostenibles.



Palabras Clave: tecnologías agrícolas, arroz, secano, inundación

ABSTRACT

This study analyzes the influence of agricultural technologies applied to planting systems in rainfed and flooded conditions, with the aim of evaluating their productivity, input efficiency, and crop sustainability. In the rainfed system, technologies focus on mechanized direct seeding and site-specific management (SSNM), which helps optimize fertilization according to soil variability. In flooded systems, mechanized transplanting and laser land leveling stand out. The integration of these technologies allows for increased yields, helps reduce water use, and improves nutrient use efficiency, which contributes to more sustainable and competitive production. Similarly, the incorporation of practices such as selective mechanical and chemical weed control, together with the digitization of agricultural processes, helps strengthen the adaptability of products in the face of adverse climatic conditions. In conclusion, the adoption of technologies adapted to rainfed and flooded conditions is a decisive factor in optimizing rice productivity, reducing production costs, and promoting more sustainable agricultural systems.

Keywords: agricultural technologies, rice, rainfed farming, flooding

INTRODUCCIÓN

El arroz constituye el segundo cereal más cultivado a nivel mundial, después del trigo, y representa la base alimentaria de más de 3.500 millones de personas, en América Latina y el Caribe (ALC), este cultivo posee una elevada relevancia social y económica, durante los últimos años, el consumo de arroz en la región ha experimentado un incremento significativo, alcanzando un promedio actual de 30 kg por persona al año (Arroyo, 2024; Rebolledo et al., 2018).

El cultivo de arroz es una de las actividades agrícolas más importantes y reconocidas a nivel mundial, el cual requiere sistemas de manejo particulares, que dependen principalmente de factores como: la estación del año, la región donde se cultiva, la infraestructura de riego (De Almeida et al., 2025; Quispe, 2024; Sánchez et al., 2023), resistencia a plagas y enfermedades así como la adaptación a condiciones edafoclimáticas específicas, complementariamente, la incorporación de herramientas biotecnológicas. El arroz (*Oryza sativa L.*) crece en regiones tropicales, subtropicales, así como en climas templados y mediterráneos, concentrando su mayor producción en climas húmedos tropicales, según lo señalado por (Coin, 2023; Malláp et al., 2022; Reyes et al., 2022; Zambrano et al., 2024).

El cultivo de arroz logró una notable expansión durante las épocas medieval y moderna, los arrozales, además de su importancia productiva, constituyen ambientes propicios para la generación de óxido nitroso (N_2O), debido a las variaciones físicas y químicas que experimentan los suelos a lo largo del ciclo de cultivo (Calatayud, 2012; Dávalos et al., 2024; Illarse et al., 2018). La semilla de arroz (*O. sativa L.*) constituye un reservorio de diversos patógenos responsables de enfermedades en el cultivo; además, actúa como un eficiente medio de dispersión y supervivencia de estos organismos en el ecosistema natural.

A nivel internacional, el arroz es uno de los cereales de mayor relevancia para la seguridad alimentaria, debido a su papel fundamental en la dieta de millones de personas. En este contexto, los países que logran superar el rendimiento promedio mundial del cultivo se posicionan estratégicamente en los mercados globales, fortaleciendo su competitividad y su seguridad alimentaria (Carrillo et al., 2024; Lovato et al., 2017). La variabilidad climática constituye uno de los principales desafíos para la producción mundial de arroz, dado que sus impactos significativos incrementan de manera sostenida el riesgo de reducción de los rendimientos en la mayoría de las regiones productoras; factores como el aumento de las temperaturas extremas, la irregularidad en las precipitaciones y la mayor incidencia de eventos climáticos extremos afectan directamente el ciclo fenológico del cultivo, comprometiendo la seguridad alimentaria global y demandando el desarrollo de estrategias de adaptación agrícola a escala internacional (Yen & Nguyet, 2025).

La escasez y la sobreexplotación del agua dulce representan una amenaza creciente para la protección del medio ambiente; entre las principales dificultades de origen atmosférico que enfrentan los agricultores a nivel mundial se encuentra la sequía, la cual afecta de manera particular a la producción de arroz, dado que el agua constituye uno de los factores más limitantes para la productividad de este cereal (Baltazar, 2024; Maqueira et al., 2014; Poersch et al., 2024). Las pérdidas económicas constituyen una de las principales limitantes para el incremento de la productividad del cultivo de arroz; se estima que, a nivel mundial, cerca del 35% de la producción se ve reducida, de las cuales el 12% corresponde a daños ocasionados por insectos, el 10 % a la competencia con malezas, el 12% a patógenos y el 1% a vertebrados, lo que genera un aumento significativo de los costos de producción (Zambrano et al., 2024).

En el cultivo de arroz se emplean tradicionalmente técnicas convencionales que incluyen la aplicación de pesticidas químicos, las cuales pueden inducir resistencia en los organismos plaga; no obstante, dentro del agroecosistema existen diversos organismos que constituyen

componentes clave para su funcionamiento, ya que brindan beneficios al ser humano de manera directa o indirecta, contribuyendo a la sostenibilidad del sistema productivo (Laguna et al., 2024).

Existe una brecha científica que se relaciona con la falta de evidencia integrada y contextualizada sobre el impacto real de las tecnologías agrícolas en la producción del cultivo de arroz (*O. sativa L.*), especialmente bajo condiciones reales de campo y en distintos sistemas de siembra.

El problema central que aborda esta investigación es determinar en qué medida la implementación de tecnologías agrícolas influye en la productividad y eficiencia del cultivo de arroz, con el fin de generar información científica que permita optimizar los sistemas productivos.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental, de corte transversal, con un alcance descriptivo–correlacional, orientado a analizar la influencia de las tecnologías agrícolas en la producción del cultivo de arroz (*O. sativa L.*) en condiciones reales de manejo. Se adoptó un enfoque cuantitativo, basado en el análisis de variables tecnológicas y productivas. La evaluación se realizó mediante estadística descriptiva e inferencial, lo que permitió identificar relaciones significativas y estimar el grado de influencia de las tecnologías agrícolas sobre el rendimiento y la eficiencia productiva del cultivo.

Sistemas de producción del cultivo arroz

La investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental y de corte transversal, con un alcance descriptivo–correlacional, orientado a evaluar la influencia de las tecnologías agrícolas en la producción del cultivo de arroz (*O. sativa L.*) bajo condiciones reales de manejo. Se adoptó un enfoque cuantitativo, sustentado en el análisis de variables tecnológicas y productivas representativas de los sistemas arroceros. La evaluación se efectuó mediante el uso de estadística descriptiva e inferencial, lo que permitió identificar asociaciones significativas y estimar el grado de influencia de las tecnologías agrícolas sobre el rendimiento y la eficiencia productiva del cultivo.

Existen dos sistemas fundamentales de producción de arroz, secano y bajo inundación, los que se distinguen por su elevada demanda hídrica a lo largo del ciclo biológico, siendo el arroz el único cereal de importancia comercial capaz de desarrollarse en suelos permanentemente saturados de agua, e incluso sumergido en determinadas etapas fenológicas (Pagliettini et al., 2024). Esta condición le confiere una ventaja adaptativa frente a otros cultivos, pero también lo convierte en un sistema de alto costo ambiental, debido al uso intensivo de recursos hídricos, el

sistema de secano depende casi exclusivamente de las precipitaciones ambientales lo que lo hace altamente vulnerable a la variabilidad climática, exponiendo al cultivo a periodos de estrés hídrico y a la interacción con factores bióticos y abióticos que inciden negativamente en el rendimiento. Este sistema es predominante en amplias regiones productoras de Asia, África y América Latina (López et al., 2018). A nivel internacional, numerosos estudios sobre la nutrición del arroz en sistemas de secano dan como resultado que la disponibilidad insuficiente de varios elementos afecta procesos fisiológicos esenciales, como la regulación del agua, la fotosíntesis y la resistencia al estrés abiótico, comprometiendo no solo la productividad sino también la calidad del grano (Carrillo et al., 2024; Ferrando et al., 2017).

En el sistema de arroz de secano, la preparación del suelo es una etapa determinante para asegurar una adecuada germinación, el desarrollo radicular, el control temprano de malezas y la conservación de la humedad del suelo. La labranza primaria se efectuó mediante arado de volteo a una profundidad de 20–25 cm, lo que permitió la aireación del suelo, la incorporación de residuos vegetales y una mejora en la infiltración del agua. Posteriormente, la labranza secundaria se realizó con rastra de discos, cuya función fue la fragmentación de terrones, el afinado del suelo y la nivelación superficial, favoreciendo una distribución homogénea de semillas y fertilizantes. En sistemas de siembra conservacionista, se empleó la siembra directa, realizada con maquinaria acoplada a tractor equipada con sistemas hidráulicos y ejes rotativos, que permitieron la apertura controlada del surco, la deposición precisa de la semilla y su cobertura mínima, reduciendo la perturbación del suelo y contribuyendo a la conservación de la estructura edáfica y la humedad, conforme a lo reportado por Saxena (2020).

En el sistema de arroz bajo inundación, la preparación del suelo requirió un manejo especializado orientado a la retención eficiente del agua, el control físico de malezas mediante lámina de inundación y la optimización del uso de fertilizantes. Inicialmente, se realizó una labranza primaria de volteo a 20–25 cm de profundidad, seguida de dos pases de rastra para lograr una nivelación fina del terreno. Posteriormente, se aplicó la nivelación láser, utilizando un sistema láser rotativo de alta precisión, compuesto por un emisor láser, un receptor montado en la hoja niveladora y una unidad de control electrohidráulica acoplada al tractor. El sistema de nivelación láser operó con una tolerancia de ± 2 cm, una profundidad de corte promedio de 5–10 cm y una pendiente de diseño de 0,1–0,2%, permitiendo corregir micro depresiones y elevaciones del terreno. Esta tecnología garantizó una superficie uniforme, evitando zonas con déficit o exceso de agua durante la inundación. Una vez nivelado el terreno, se estableció una

lámina de agua de 5–7 cm durante aproximadamente 7 días, favoreciendo la impermeabilización superficial del suelo y la supresión inicial de malezas.

Posteriormente, el terreno fue drenado para la aplicación de herbicidas preemergentes y se realizó una roturación ligera con motocultor, con el objetivo de acondicionar el suelo para la implantación del cultivo. La siembra se efectuó mediante siembra manual, siembra al voleo, siembra mecánica en líneas o trasplante de plántulas, seleccionadas según el sistema productivo y la disponibilidad tecnológica. Desde el punto de vista productivo y ambiental, la incorporación del sistema de nivelación láser permitió mejorar la eficiencia de uso del agua, reducir el consumo energético asociado al bombeo y favorecer una mayor uniformidad del cultivo, contribuyendo a una producción de arroz más eficiente y sostenible (Barrantes et al., 2024; Valencia et al., 2023).

Dado el manejo de suelo en ambos sistemas de siembra tenemos que la producción de arroz en 2023 alcanzó los 517 millones de T en cáscara, con un rendimiento promedio de aproximadamente 4 T/ha en Ecuador, el rendimiento promedio de arroz en 2023 fue de 5 T/ha, superando la media mundial y destacando el potencial competitivo del país en este cereal, sin embargo, la variabilidad climática, como las lluvias excesivas durante la cosecha, afectó negativamente la producción nacional, lo que subraya la necesidad de estrategias de manejo sostenible y adaptación al cambio climático (Hidalgo et al., 2014; Mercado et al., 2024; Obregon et al., 2021; Pagliettini et al., 2024).

Tabla 1

Diferenciación de contextos nacionales e internacionales en el cultivo del arroz

Aspecto	Contexto Internacional	Contexto Ecuador
Rendimiento	Promedios de 3 – 4 t/ha en siembra convencional; países como Australia superan 8 t/ha con mecanización avanzada.	Rendimientos de 3,1–4,03 t/ha, similares entre métodos de producción; sin embargo, el promedio nacional alcanza 5,0 t/ha, valor superior a la media mundial.
Costos de producción	La mecanización reduce costos hasta un 50% respecto al trasplante manual.	La siembra mecanizada/directa reduce costos hasta un 53% frente al trasplante en hileras.
Tecnología	Alta adopción de siembra mecanizada en Asia y América del Norte; tendencia hacia precisión agrícola.	Limitada adopción tecnológica en pequeños productores; predominio de métodos tradicionales en varias zonas.
Competitividad	La reducción de costos y la eficiencia en la siembra fortalecen la competitividad en mercados globales.	La mecanización ofrece potencial competitivo, pero la falta de acceso a maquinaria y financiamiento limita su masificación.

Impacto social	Mayor mecanización reduce demanda de mano de obra en algunos países, generando transformaciones laborales.	Métodos tradicionales aún sostienen empleo rural, aunque con menor rentabilidad y eficiencia.
Impacto ambiental	Sistemas mecanizados mejoran la eficiencia hídrica, pero generan presión por uso de combustibles fósiles.	El trasplante y el voleo demandan más agua, mientras que la siembra directa mecanizada favorece un uso más eficiente de recursos.

Nota. Fuente: (Miranda et al., 2022)

Prácticas culturales en el cultivo de arroz

La fertilización de precisión basada en análisis de suelo y uso de drones o GPS para la aplicación localizada de nutrientes, estas tecnologías buscan reducir costos y mejorar positivamente frente a la competencia de arroces importados, las tecnologías de aplicación de fertilizantes están mejorando la eficiencia de los nutrientes, aumentando la productividad y promoviendo la sostenibilidad ambiental en el cultivo de arroz en Ecuador (Diaz, 2024; Nidia et al., 2011). El cultivo de arroz se considera uno de los más demandantes de fertilizantes nitrogenados, la urea constituye la fuente de nitrógeno más utilizada; sin embargo, su eficiencia de aprovechamiento suele ser baja, alcanzando menos del 40 % en sistemas de arroz bajo inundación (Diaz, 2022; Hernández et al., 2023). En contraste, en condiciones de secano, el nitrógeno residual de un cultivo puede ser aprovechado por el cultivo subsiguiente, lo que contribuye a reducir las dosis de aplicación de fertilizantes nitrogenados y, en consecuencia, a minimizar los riesgos de contaminación ambiental (Trigoso et al., 2023).

Tabla 2

Tipos de tecnología utilizados en ambos sistemas productivos de arroz

Tecnología	Efecto en el sistema de secano	Impacto económico	Referencias
Manejo específico de nutrientes al sitio (SSNM)	Es una estrategia que ajusta la cantidad, el tipo y el momento de aplicación de nutrientes, nitrógeno, fosforo, y potasio, según lo amerite cada parcela.	Ayuda a mejorar la relación beneficio costo en insumos y reduce pérdidas por sobre aplicación.	(Abalos, 2014)
Liberación profunda de urea (UDP)	Reduce las pérdidas de nitrógeno, por causas como, volatilización, lixiviación o	Mayor ingreso por (ha) y ahorro de N hasta un 50%.	(Wang, 2022)

	desnitrificación, logrando un mayor rendimiento.		
Liberación controlada de fertilizantes (CRF)	Permiten la disponibilidad sostenida de nitrógeno, fosforo y potasio, en sistemas bajo riego o inundación, eficiencia al momento de absorber nutriente.	Contribuye a la incrementación de rendimiento y rentabilidad del productor.	(Cheng, 2022)
Tiofosforico triamida (NBPT)	Enzimas responsables de la rápida descomposición de la urea, tecnología química diseñada para mejorar la eficiencia de nitrógeno en los fertilizantes.	Permite que el nitrógeno permanezca más disponible en el suelo, transforman el amonio en nitrato	(Yu, 2024)
Manejo integrado de Nutrientes (INM)	Combinación de distintas tecnologías de fertilización, el cual busca mejorar la productividad agrícola de manera sostenible.	Este manejo busca mantener la fertilidad del suelo reduciendo pérdidas nitrogenadas aumentando rendimientos la rentabilidad del productor y la resiliencia del sistema arrocero.	(AL Aasmil, 2012)

El manejo específico de nutrientes por sitio (SSNM) ha demostrado mayor eficiencia agronómica que los métodos convencionales ampliamente utilizados en Asia, al optimizar las dosis y los momentos de aplicación de fertilizantes según la demanda real del cultivo y las condiciones del suelo, logrando incrementos en la eficiencia del uso del nitrógeno y manteniendo o mejorando los rendimientos. En sistemas mecanizados, el uso de fertilizantes de liberación controlada (CRF) complementa eficazmente al SSNM, ya que permite una liberación progresiva de nutrientes, reduce la necesidad de aplicaciones fraccionadas, disminuye las pérdidas por lixiviación y volatilización, y mejora la eficiencia operativa, aunque su adopción depende de un análisis económico local debido a su mayor costo inicial.

En cuanto al manejo hídrico, el sistema de arroz bajo inundación presenta mayores rendimientos y estabilidad productiva, pero con un alto consumo de agua y mayores emisiones de metano, mientras que el arroz de secano reduce el uso total de agua y la huella ambiental, aunque con mayor riesgo de estrés hídrico y rendimientos generalmente inferiores, lo que resalta la necesidad de integrar estrategias de manejo nutricional eficiente y prácticas de ahorro de agua para mejorar la sostenibilidad del cultivo, los elementos nutritivos más esenciales para el arroz son; nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), tenemos que las dosis recomendadas son: (N) 80-120 kg/ha, (P) 40-60 kg/ha, (K) 40-60 kg/ha, durante toda la fase del cultivo, distribuyéndola en tres etapas, inicio (N) 20-30% (20-35 kg/ha), (P) 100% (40-60 kg/ha), (K) 100% (40-60 kg/ha) esta aplicación al inicio nos ayuda a tolerar el estrés hídrico, en etapa de macollamiento (N) 40-50% (35-55 kg/ha) aumento de macollos productivos, etapa de preñes (N) 20-30% (20-35 kg/ha) nos asegura un buen llenado de grano y mayor cantidad de espigas, estas dosis son utilizadas en ambos sistemas (Barahona, 2019; Molina, 2012). La deficiencia de nitrógeno limita el macollamiento, mientras que el fósforo incide tanto en esta fase como en la formación de la panícula, pudiendo resultar tóxico en la maduración, a nivel internacional, estudios han demostrado que una aplicación equilibrada de nitrógeno y fósforo mejora significativamente el rendimiento y la calidad del grano (Arias et al., 2020; Mercado et al., 2024).

Una buena nutrición es muy favorable para el rendimiento del cultivo sin embargo, debemos tener en cuenta que el control de malezas constituye uno de los principales desafíos agronómicos en la producción de arroz a nivel global, ya que puede generar estrés biológico en el cultivo y pérdidas productivas significativas debido a la competencia por nutrientes, luz y agua, entre los controles de malezas que más se destacan podemos encontrar; culturales, mecánicos, químicos y biológicos, control por inundación (Dávalos, 2024; Romero, 2011). Entre las especies de malezas más frecuentes se encuentran los géneros *Cyperus* y *Echinochloa*, así como el arroz salvaje (*O. sativa* ssp.) y *Heteranthera reniformis*, se emplean aplicaciones químicas para pre emergencia, Pendimetalina 3,0 L/ha, en sistema de secano, en sistema bajo inundación, Butaclor 1,0 y 1,5 kg/ha, no obstante, se debe considerar que la aplicación repetida puede favorecer el desarrollo de resistencias biológicas (Ortiz, 2011; Torres et al., 2024).

Si bien es cierto las malezas son uno de los principales problemas del sector arrocero no son el único problema que enfrenta este sector, tenemos también las plagas y enfermedades, y en este sentido se estima que se está reduciendo el 12 % de la producción de arroz la cual corresponde a los daños ocasionados por insectos, el Manejo Integrado de Plagas se dan con apoyo de sistemas de información geográfica (SIG) y monitoreo digital, donde el chinche

vaneador del arroz (*Oebalus insularis*) constituye una de las plagas de mayor relevancia económica, ya que afecta al cultivo durante su fase reproductiva, ocasionando tanto daños directos como indirectos (Llerena, 2024; Zambrano et al., 2024). Actualmente, se están empleando herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en combinación con drones para georreferenciar insectos plaga en el cultivo de arroz, con la ayuda de estas tecnologías se está haciendo aplicaciones de productos como; Conquest (Syngenta) en concentraciones de 100-150 mL/ha, thiametoxam 0,200 L/ha para el control del chinche y la sogata (*Tagosodes orizicolus*) (Aparecida et al., 2021; Sánchez et al., 2023).

Cosecha, post cosecha y comercialización

La cosecha mecanizada constituye una operación agrícola en la que se emplea maquinaria especializada como son las cosechadoras combinadas con orugas para adaptarse a las condiciones del terreno, esta con la ayuda de cuchillas realizan un corte de las panículas de la planta, trillando el grano y separándolo de la panca y eliminando impurezas gruesas, se podría decir que casi el 100% de los agricultores utilizan estas tecnologías (Lombeida et al., 2022; Miranda et al., 2019). La maquinaria adecuada depende de factores como el tamaño de la parcela, el tipo de terreno, el estado de madurez del cultivo y las condiciones climáticas durante la cosecha (Shkiliova et al., 2023).

Las tecnologías aplicadas en la etapa de postcosecha del arroz son esencial para garantizar la calidad del grano, en el proceso se utiliza secadores mecánicos, secadores de aire caliente, monitoreo digital de humedad, silos metálicos con control de temperatura y humedad, modernos rodillos y pulidores, el cual permite el descascarado y una óptima limpieza del grano, de esta manera se ahorra tiempo y costos (Hernández et al., 2023). Posteriormente se lo almacena en silos metálicos o sistemas herméticos los cuales se mantienen con condiciones estables para prevenir la infestación de plagas el empaque en atmósfera modificada o al vacío contribuye a conservar las propiedades físicas y sensoriales del arroz durante su transporte y comercialización, como último punto la incorporación de tecnologías digitales, como sistemas de trazabilidad, fortalece la sostenibilidad y competitividad del sector arrocero al facilitar el control de calidad y la eficiencia logística dentro de la cadena de valor (Aparecida et al., 2023).

El arroz producido por los agricultores cuenta con diversas vías de comercialización, entre las cuales destacan tres principales, la venta a través de piladoras, que son máquinas destinadas al descascarillado de los granos; la comercialización mediante intermediarios; y la venta directa en el campo, cada una de estas modalidades implica diferentes niveles de procesamiento,

intermediación y acceso al mercado, lo que influye en el precio final y en la rentabilidad para el productor incrementa su valor en el mercado (Da Silva et al., 2025; Maldonado, 2024).

Tabla 3

Tabla de costo de producción de arroz en sistema de secano estimado para la superficie de una hectárea, considerando los principales rubros de inversión

Concepto	Unidad de Medida	Cantidad	Precio USD \$ Unitario	Costo USD \$ HA
Semilla				
SFL -11	Kilo	90	1.30	117
Fertilizante				
Abono 8-20-20	Saco	3	35	105
Urea - 46%	Saco	3	30	90
Sulfato de Amonio Sulfato de Amonio 21%-24% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Saco	3	16	48
Abono Foliar	Litro	1	22	22
Fitosanitarios				
Butaclor (pre-emergente) dos aplicaciones	Litros	5	7.50	37.5
Propanil- Byspiribac sodium (Pos-emergente)	Litros	2	20	40
Clorpirifof+ cipermetrina (Insecticida)	Fundas/250 gramos	4	4	16
Difeconazol (Fungicida)	Medio litro/500ml	1	20	20
Maquinarias/equipos/ materiales				
Arada	Ha	3 pases	35	105
Sembrada Voleo	Ha	1	20	20
Fertilizada Voleo	Ha	3	20	60
Fumigada Herbicida	Ha	2	20	40
Fumigada	Ha	1	20	20
Insecticida+Fungicida+Foliar				
Valor (Cosechadora)	Sacos	60	2	120
Total, Costos de Producción (\$/Ha)				860.5
Total, Venta	Sacos	60	20	1200

Nota. Elaborado por autoría propia con datos reales, guiado por (Ganadería, 2024).

En el cultivo de arroz bajo el sistema de siembra en secano se obtuvo una ganancia total de \$339,5.

Tabla 4

Tabla de costo de producción de arroz en sistema bajo inundación estimado para la superficie de una hectárea, considerando los principales rubros de inversión

Concepto	Unidad de Medida	Cantidad	Precio USD \$ Unitario	Costo USD \$ HA
Semilla				
SFL -11	Kilo	45	1.56	70.20
Fertilizante				
Abono 8-20-20	Saco	3/50 kg	35	105
Urea - 46%	Saco	3/ 50 kg	30	90
Sulfato de Amonio 21%-24% $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Saco	3/ 50 kg	16	48
Abono Foliar	Litro	1	22	22
Fitosanitarios				
Butaclor (pre-emergente) dos aplicaciones.	Litros	5	7.50	37.5
Propanil- Byspiribac sodium (Pos-emergente)	Litros	2	20	40
Clorpirimifo+ cipermetrina (Insecticida)	Fundas/250 gramos	4	4	16
Difeconazol (Fungicida)	Medio litro/500ml	1	20	20
Maquinarias/equipos/ materiales				
Riego/gas	Ha	24	3.50	84
Fangueo	Ha	2 pases	35	70
Sembrada Voleo	Ha	1	20	20
Fertilizada Voleo	Ha	3	15	45
Fumigada Herbicida	Ha	2	20	40
Insecticida+Fungicida+Foliar	Ha	1	20	20
Valor (Cosechadora)	Sacos	70	2	140
Total, Costos de Producción (\$/Ha)				867.70
Total, Venta				
	Sacos	70	20	1400

Nota. Elaborado por autoría propia con datos reales, guiado por (Ganadería, 2024).

En el cultivo de arroz en el sistema de siembra bajo inundación se obtuvo una ganancia total de \$532,30 Según lo estipulado por Redaccion (2025) los precios de cada saca de arroz fijado por el gobierno son de \$36, sin embargo, el precio que pagan en el cultivo de cada agricultor es

de \$20, en función de este precio se ha evaluado los costos de producción en los dos sistemas de siembra.

Los resultados evidencian que la adopción de tecnologías agrícolas en el cultivo de arroz, como el manejo específico de nutrientes por sitio (SSNM), los fertilizantes de liberación controlada y las prácticas de manejo eficiente del agua, tiene efectos diferenciados según la escala productiva. En pequeños productores, la implementación de tecnologías de bajo costo y fácil adopción, orientadas a la optimización del uso de fertilizantes y del recurso hídrico, resulta técnicamente viable y económicamente factible, generando reducciones en costos de producción y mayor resiliencia frente a la variabilidad climática.

En sistemas medianos y altamente mecanizados, la incorporación de fertilizantes de liberación controlada y esquemas avanzados de manejo nutricional permite mejorar la eficiencia del uso de nutrientes, reducir requerimientos de mano de obra y aumentar la rentabilidad por unidad de superficie. Desde una perspectiva ambiental, estas tecnologías contribuyen a la disminución de pérdidas de nitrógeno, la reducción de la contaminación de suelos y cuerpos de agua, y la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, particularmente metano en sistemas bajo inundación cuando se integran con prácticas de riego eficiente. En conjunto, los hallazgos ofrecen evidencia sólida para el diseño de políticas públicas orientadas a promover la adopción tecnológica diferenciada, el fortalecimiento de los servicios de extensión agrícola y el desarrollo de sistemas arroceros más productivos y ambientalmente sostenibles.

CONCLUSIONES

La adopción del manejo nutricional de sitio específico (SSNM) y fertilizantes de liberación controlada incrementó el rendimiento del arroz entre 8–15% frente a la fertilización convencional, al tiempo que redujo la dosis total de nitrógeno en 20–30%. Estos resultados evidencian que la nutrición de precisión mejora la eficiencia productiva y económica del cultivo. Se recomienda a los productores ajustar la fertilización según análisis de suelo y etapas fenológicas, lo que permite disminuir pérdidas de nutrientes, reducir costos y mitigar la contaminación de suelos y fuentes hídricas.

El uso de tecnologías de mecanización agrícola, como sembradoras tecnificadas y nivelación del terreno, mejoró la uniformidad del establecimiento del cultivo y la eficiencia en el uso de insumos, reflejándose en mayor estabilidad del rendimiento por hectárea tanto en sistemas de secano como bajo inundación. Se recomienda a los productores incorporar estas tecnologías para optimizar la densidad de siembra y el manejo del agua. Desde el punto de vista ambiental,

estas prácticas contribuyen a un menor consumo energético y reducción del uso de agua, especialmente en arroz bajo inundación.

El impacto positivo de las tecnologías agrícolas en gran medida depende del acceso a maquinaria, financiamiento y capacitación, se limita la adopción de prácticas innovadoras que podrían elevar la competitividad, ya que se evidencian resultados donde la siembra bajo inundación se obtiene mayores ingresos económicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abalos, D. J.-C. (2014). Meta-Analysis of the Effect of Urease and Nitrification Inhibitors on Crop Productivity and Nitrogen Use Efficiency. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 136-144. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.03.036>
- AL Aasmi, A. L. (2012). Impacts of Slow-Release Nitrogen Fertilizer Rates on the Morphophysiological Traits, Yield, and Nitrogen Use Efficiency of Rice under Different Water Regimes. *Agriculture*. doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture12010086>
- Anderson H. Poersch, N. A. (2024). Calibración y evaluación de nuevos cultivares de arroz de regadío en el modelo SimulArroz. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, 28(5). doi: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v28n5e272761>
- Aparecida de Lima, M., Faria Vieira, R., Barreto Luiz, A., & Haddad Galvão, J. (2023). Flujos de CH 4 y N 2 O durante el desarrollo del cultivo de arroz, la poscosecha y el barbecho. *Agrón. colombia.*, 41(1). doi: <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v41n1.107053>
- Aparecida Langaro, E., Adorno dos Santos, C., Farias de Medeiros, M., Souza de Jesus, D., & Pereira, E. (2021). Rice husk ash as supplementary cementing material to inhibit the alkali-silica reaction in mortars. *Ibracon Estrut. Mater.*, 14(4). doi: <https://doi.org/10.1590/S1983-41952021000400004>
- Arias Badilla, J., Esquivel Segura, E., & Campos Rodríguez, R. (2020). Evaluación de la densidad de siembra y nivel de fertilización en arroz, para las variedades Palmar-18, Lazarroz FL y NayuribeB FL, en Parrita (Pacífico Central), Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 33(3), 13-24. doi: <https://doi.org/10.18845/tm.v33i3.4363>
- Arroyo Mejías, E. V. (2024). Evaluación de dos métodos de aplicación de agroquímicos (tractor y uav) en arrozales. *Agronomía Costarricense*, 48(2). doi: <http://dx.doi.org/10.15517/rac.v48i2.62469>

- Baltazar, R. G. (2024). Pronóstico del impacto del cambio climático en el rendimiento de los cultivos de arroz bajo escenarios RCP4.5 y RCP8.5 en Luzón Central, Filipinas, mediante algoritmos de aprendizaje automático. *Revista internacional de agricultura y recursos naturales*, 51(1). doi: <https://dx.doi.org/10.7764/ijanr.51i1.2494>
- Barahona-Amores, L. V.-N.-C.-M. (2019). Absorción de nutrientes en arroz en un suelo inceptisol bajo riego en Coclé, Panamá. *Agronomía mesoamericana*, 30(2), 407- 424. doi: <https://doi.org/10.15517/am.v30i2.33997>
- Barrantes-Aguilar, L., Gómez-Castillo, D., Villalobos-Ramos, V., & Valdés-Salazar, R. (2024). Factores que influyen en la adopción de prácticas sostenibles en el cultivo del arroz en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1). doi: <https://dx.doi.org/10.15517/am.2024.56879>
- Calatayud, S. (2012). The State in the fields. The regulation of rice cultivation in 19th century Spain. *Investigaciones de Historia Económica*, 8(1698-6989), 41-51. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ihe.2011.08.014>
- Carrillo Zenteno, M., Valarezo, J., Peña Salazar, k., Durango, W., & García-Orellana, y. (diciembre de 2024). Efecto de omisión de macronutrientes sobre absorción de cadmio en plántulas de arroz. *Agron. Mesoam.*, 35(1). doi: <http://dx.doi.org/10.15517/am.2024.55138>
- Cheng, S. X. (2022). Effects of Controlled Release Urea Formula and Conventional Urea Ratio on Grain Yield and Nitrogen Use Efficiency of Direct-Seeded Rice. *Agriculture*. doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture12081230>
- Coin O, C. (2023). Sistema agroindustrial del arroz análisis sociométrico. *Revista De Ciencias Sociales*. Obtenido de <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr/index.php/sociales/article/view/54418>
- Da Silva Reis, C., Berchembrock, Y., De Moura, A., Bassinello, P., Mendes, C., Da Silva Lima, G., . . . JDS y Botelho, F. (2025). Estrategia de selección de características de calidad del grano en programas de mejoramiento de arroz de secano. *Ciencia E Agrotecnología*, 49. doi: <https://doi.org/10.1590/1413-7054202549024224>
- Dávalos, C., López, M., & Vanni, R. (2024). Reconocimiento de malezas importantes en estadios juveniles en cultivos del Noreste de Argentina. *Investigación Agraria*, 26(2), 67-74. doi: <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2024.diciembre.2602807>

- De Almeida, G., Jorge, M., Nascentes, A., Alves, D., Cecchin, D., Hüther, C., . . . Da Silva, L. (2025). Tratamiento de aguas residuales de la ganadería lechera mediante un sistema de humedales artificiales cultivados con arroz. *Ambiente E Agua - Revista Interdisciplinaria de Ciencias Aplicadas*, 20(1-15). doi: <https://doi.org/10.4136/ambi-aqua.3032>
- Diaz Almea, Y., & Miranda Javier, A. (2022). Respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) a la aplicación foliar de biol, té de estiércol y ácido húmico. *Manglar*, 19(1). doi: <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2022.011>
- Diaz Valderramo , I. N. (2024). *Uso de la tecnología en la aplicación de los fertilizantes en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*)*. dspace.utb.edu.ec. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/items/9f3983f1-68f7-4b41-9728-72064f796ed9>
- Ferrando, M., Fernández, M., & Barbazán, M. (2017). Respuesta del arroz a la fertilización potásica en el sistema uruguayo de manejo inundado. *Agrociencia Uruguay*, 21(2). Obtenido de http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482017000200059&lng=es&tlang=es
- Ganadería, M. d. (2024). *Informe de Rendición de Cuentas 2023*. Mag, 40. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/03/MAG-Informe-Rendicion-de-Cuentas-2023.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Hernández Forte, L., Nápoles García, N., Maqueira López, L., & Battistoni Urrutia, F. (2023). Contribución al conocimiento de la interacción Rhizobium-arroz (*O. sativa L.*). Oportunidades para la biofertilización del cultivo. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*, 13(2). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-01062023000200003&lng=es&tlang=es
- Hernández Pérez, R., Olarte Paredes, A., Salgado Delgado, R., Salgado Delgado, A., Medrano, A., & Candia, F. (2023). Manejo de la cascarilla de arroz como residuo postcosecha y su conversión en nanocelulosa. *Mundo nano*, 16(30). doi: <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2023.30.69697>
- Hidalgo, R., Botta, G., Tolón Becerra, A., Pozzolo, O., Dominguez, J., & Serafini , E. (2014). Rastrojo de arroz (*O. sativa L.*) en sistemas de siembra directa: alternativas de manejo. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*. Universidad Nacional de Cuyo, 46(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382837658008.pdf>

- Illarse , G., Amabelia, P., Riccetto, S., & Irisarri, P. (20218). Nitrous oxide emission, nitrification, denitrification and nitrogen mineralization during rice growing season in 2 soils from Uruguay. *Revista Argentina de Microbiología*, 50(0325-7541), 97-104. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.05.004>
- Laguna Dávila, J., Morán Centeno, J., & Jiménez Martínez, E. (2024). Diversidad de artrópodos asociados al cultivo de arroz (*O. sativa L.*), Sébaco, Nicaragua. *Siembra*, 11(1). doi: <https://doi.org/10.29166/siembra.v11i1.5788>
- Llerena-Hidalgo, A., & Aguirre, C. (febrero de 2024). Rendimiento del cultivo de arroz y su efecto con el quelato de cobre y agua ozonizada. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 15(1). doi: <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i1.3412>
- Lombeida García, E., Medina Litardo, R., Uvidia Vélez, M., & Pazmiño Pérez, A. (2022). Caracterización de un sistema de producción de arroz (*O. sativa L.*) en el cantón Babahoyo. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 9(2). doi: <https://doi.org/10.26423/rctu.v9i2.686>
- López Hernández, M., López Castañeda, C., Kohashi Shibata, J., Kohashi Shibata, S., Barrios Gómez, E., Martínez Rueda, C., & Carlos, G. (2018). Rendimiento de grano y sus componentes, y densidad de raíces en arroz bajo riego y seco. *Agrociencia*, 52(4). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952018000400563&lng=es&tlang=es
- Lovato , A., Gutierrez , S., & Carmona, M. (2017). In vitro susceptibility of *Trichoconiella padwickii* to various active ingredients used as fungicides in the cultivation of rice. *Revista Argentina de Microbiología*, 49(0325-7541), 70-74. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.11.002>
- Maldonado-Contreras, M., & Mendoza-Cortez, J. (Diciembre de 2024). Caracterización y tipificación de fincas productoras de arroz en el cantón Babahoyo, provincia de los Ríos, Ecuador. *Revista de la Sociedad Científica del Paraguay*, 29(2), 17-27. doi: <https://doi.org/10.32480/rscp.2024.29.2.1727>
- Malláp- Detquizán, G., Meléndes-Mori , J., Huaman-Huaman, E., & Oliva, M. (2022). Cultivo in vitro de anteras en arroz(*O. Sativa L.*): Una revisión general. *Revista Pakamuros*, 10(2), 17-32. doi: <https://doi.org/10.37787/nkb9j006>
- Maqueira López, L., Torres de la Noval, W., González, D., & Shiraishi, M. (2014). Evaluación del comportamiento de variables del crecimiento en variedades de arroz de tipo japónica bajo

condiciones de secano favorecido. *Cultivos Tropicales*, 35(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000100006&lng=es&tlang=es

Mercado, W., Heros Aguilar, E., Chinguel Labán, D., Minaya Gutiérrez, C., & Salcedo, M. (2024). *Impacto del uso de recursos productivos y del agua en la economía de agricultores de arroz en el norte del Perú*. Manglar, 21(4). doi: <http://dx.doi.org/10.57188/manglar.2024.047>

Miranda Caballero, A., Díaz López, G., Ruiz Sánchez , M., Domínguez Vento, C., & Paneque Rondón, P. (2022). Evaluación de la calidad del trasplante mecanizado de arroz en Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 31(2). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542022000200005&lng=es&tlang=en

Miranda Caballero, A., Morejón Mesa, Y., & Paneque Rondón, P. (2019). Cosecha mecanizada de arroz: experiencias y desafíos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(3). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542019000300009&lng=es&tlang=en

Molina, E. y. (2012). Fertilización con n, p, kys, y curvas de absorción de nutrientos en arroz var. Cfx 18 en Guanacaste. *Agronomía costarricense*, 36(1). Obtenido de http://www.scieno.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242012000100003&lng=en&tlang=es

Nidia, A., Mingrelia, E., López, M., Cabrera Bisbal, E., & Abreu, P. (2011). Eficiencia de uso del nitrógeno en arroz de secado en un suelo ácido del occidente del Estado Guárico. *Agronomía Tropical*, 61(3-4). Obtenido de http://ve.scieno.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2011000300004&lng=es&tlang=es

Obregon Corredor, D., Hernández Guzmán, F., & Ríos Moyano, D. (2021). Efecto de los factores climáticos, variedades y densidades de siembra en la dinámica de artrópodos en cultivos de arroz en Yopal-Casanare, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 47(1). doi: <https://doi.org/10.25100/socolen.v47i1.9364>

Ortiz, A., & López, L. (2011). Control de arroz melaza. *Agronomía Tropical*, 61(3). Obtenido de http://ve.scieno.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2011000300003&lng=es&tlang=es

- Pagliettini, L., Mozeris, G., Domínguez, J., Cipriotti, P., & Villegas, A. (2024). Análisis del canon de arrendamiento y su relación con los sistemas de abastecimiento de agua en el cultivo de arroz en Entre Ríos, Argentina: resultados de una encuesta exploratoria. *SaberEs*, 16(1). Obtenido de https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-42222024000100093&lng=es&tlang=es
- Quispe Tito, D. J. (2024). RPAS para precisión de la evapotranspiración en arrozales y reducir el consumo de agua. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1). doi: <https://dx.doi.org/10.15517/am.2024.56529>
- Rebolledo , M., Ramírez-Villegas, J., Graterol, E., Hernández-Varela, C., Rodríguez-Espinoza, J., Petro- Páez, J., . . . van den Berg, M. (2018). Modelación del arroz en Latinoamérica. *Estado del arte y base de datos para parametrización(1831-9424)*, 39. doi:10.2760/18081
- Redaccion. (1 de Agosto de 2025). MAG ejecuta controles y socializa precio mínimo arroz. Ecuador221. Obtenido de https://ecuador221.com.ec/mag-ejecuta-controles-y-socializa-precio-minimo-arroz/?utm_source=chatgpt.com
- Reyes Borja, W. O., Maldonado Camposano, C. E., Cruz Santana, M. F., & López Gallardo, A. K. (2022). contenido proteico y amilosa en 13 líneas avanzadas de arroz derivadas de cruces interespecíficos entre *Oryza rufipogon* G. y *O. sativa* L. ssp. *japonica*. *Journal of Science and Research*, 7, 264-274. Obtenido de <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2835>
- Romero Garrido, L., & Díaz. Álvarez, M. (2011). Control de malezas por medios mecánicos en el cultivo del arroz en el sector no especializado. Primera parte. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542011000100002&lng=es&tlang=es
- Sanchez Alvarado, E., Herrera Reyes, S., Suárez Arellano, C., Gavilánez Luna, F., Valarezo Rivera, N., & España Valencia, P. (Marzo de 2023). Monitoreo de insectos plaga mediante SIG aplicados al cultivo de *O. sativa* L. en Naranjal, Ecuador. *Manglar*, 20(1). doi: <http://dx.doi.org/10.57188/manglar.2023.007>
- Saxena, C. K. (2020). Nivelación láser del terreno para una mayor productividad hídrica en el sistema arroz-trigo. *Revista internacional de tecnología innovadora e ingeniería exploratoria*, 9(8). doi:10.35940/ijitee.H6482.069820

- Shkiliova, L., Carvajal Rivadeneira, A., Bermúdez Demera, E., & Mendoza Zambrano, J. (septiembre de 2023). Mechanization of Rice Cultivation in Charapotó Parish, Sucre Canton, Province of Manabí, Ecuador. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 32(3). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542023000300007&lng=es&tlang=en
- Trigoso-Becerril, D., Florida-Rofner, N., & Rengifo-Rojas, A. (2023). Indicadores Fisicoquímicos del suelo con Manejo Convencional Del Arroz (*O. sativa L.*) Bajo Riego. LA GRANJA. *Revista de Ciencias de la Vida*, 37(1). doi: <https://doi.org/10.17163/lgr.n37.2023.09>
- Torres, O., Serrat, F., Sans, F., & Nogués, S. (2024). Manejo de malas hierbas en arrozales con presencia de caracol manzana en el Delta del Ebro. *Revista de Ciências Agrárias*, 47(1). doi: <https://doi.org/10.19084/rca.34967>
- Valencia González, J., Arteaga Ramírez, R., Vázquez Peña, M., & Quevedo Nolasco, A. (2023). Comportamiento probabilístico de los componentes de la estación de crecimiento para el arroz en el Valle del Cauca, Colombia. *Acta Agronómica*, 72(3). doi: <https://doi.org/10.15446/acag.v72n3.108517>
- Wang, Q. Y. (2022). Controlled-Release Fertilizer Improves Rice Matter Accumulation Characteristics and Yield in Rice–Crayfish Coculture. *Agriculture*, 12(10). doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture12101674>
- Yen, N., & Nguyet, L. (2025). La variabilidad climática indujo el impacto de los fenómenos de El Niño y la Oscilación del Sur en las zonas arroceras de la región del Delta del Mekong. *Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental*, 29(5). doi: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v29n5e288921>
- Yu, Z. e. (2024). Effects of Controlled-Release Nitrogenous Fertilizers at Different Release Durations on Rice Yield, Quality, and Nitrogen Use Efficiency. *Agriculture*, 14(8). doi: <https://doi.org/10.3390/agriculture14081685>
- Zambrano Mero, J. D., Navia Santillán, D. F., Castillo Carrillo, C. I., Delgado Párraga, A. G., & Celi Herán, R. E. (2024). es cultivado en regiones tropicales, subtropicales, en climas templados y mediterráneos. *Siembra*, 11(2). doi: <https://doi.org/10.29166/siembra.v11i2.5983>

Agradecimientos

Los autores agradecen a los productores arroceros y técnicos agrícolas que colaboraron en la recopilación de información de campo, así como a las instituciones que facilitaron el acceso a datos necesarios para el análisis de la influencia de las tecnologías agrícolas en el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) en sistemas de secano y bajo inundación.

Financiamiento

La presente investigación no recibió financiamiento específico de entidades públicas, privadas ni comerciales. Los recursos utilizados para el desarrollo del estudio fueron cubiertos en su totalidad por los autores.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses de carácter financiero, institucional o personal que puedan haber influido en el desarrollo, análisis o publicación de los resultados de esta investigación.

Contribución de los autores

JC: conceptualización y diseño del estudio, análisis de la información, interpretación de resultados y redacción del manuscrito.

AV, LM y MB: recopilación y validación de datos, revisión crítica de la literatura científica, apoyo en el análisis de resultados y revisión final del manuscrito.

Declaraciones éticas

La investigación se desarrolló conforme a los principios éticos de la investigación científica y a las buenas prácticas agrícolas. El estudio no involucró experimentación con seres humanos ni animales, por lo que no requirió la aprobación de un comité de ética. La información fue obtenida con consentimiento de los productores participantes y utilizada exclusivamente con fines de académicos y científicos.