




Artículo Original / Original Article

Prototipo de trasplantador portátil para el proceso de trasplante de arroz (*Oryza sativa* L.) en campo

Portable transplanter prototype for the process of transplanting rice (*Oryza sativa* L.) in the field

Lenin Cabanillas-Pardo^{1*} ; Ubert William Estela-Deza¹ ; Jorge Luis Rojas-Casique¹ ; Nicanor Martínez-Guevara¹ 

¹Agroterra Innova E. I. R. L, Moyobamba, Perú

RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa* L.), alimento básico de la población mundial y especialmente peruana, es un cereal que por la deficiente tecnificación de sus procesos en Perú hace uso intensivo de mano de obra. Diseñamos un prototipo de plantadora portátil para mecanizar el proceso de trasplante de arroz (*Oryza sativa* L.) en campo. Para ello, realizamos el análisis de diferentes propuestas de trasplantadoras junto con sus respectivos niveles de efectividad a fin de diseñar un prototipo que se ajuste a las características del suelo de la región San Martín. Diseñamos un prototipo compacto que realiza el trasplante en un tiempo promedio de 27,1 minutos por cada 0,25 ha de terreno a sembrarse, con 5,5 plántulas por manojo sembrado y una efectividad promedio de 99%. El prototipo portátil diseñado mecaniza y automatiza el proceso de trasplante de arroz en campo.

Palabras clave: economía; mecanización; sembrado; tecnificación

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.), a staple food for the world's population and especially for Peru, is a cereal that, due to the poor technology of its processes in Peru, makes intensive use of labor. We designed a portable planter prototype to mechanize the process of transplanting rice (*Oryza sativa* L.) in the field. For this, we carry out the analysis of different proposals of transplanters together with their respective levels of effectiveness in order to design a prototype that adjusts to the characteristics of the soil of the San Martín Region. We designed a compact prototype that performs the transplant in an average time of 27.1 minutes for every 0.25 ha of land to be planted, with 5.5 seedlings per bunch planted and an average effectiveness of 99%. The designed portable prototype mechanizes and automates the process of transplanting rice in the field.

Keywords: economy; mechanization; sown; technification

Cómo citar / Citation: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W., Rojas-Casique, J. L. & Martínez-Guevara, N. (2022). Prototipo de trasplantador portátil para el proceso de trasplante de arroz (*Oryza sativa* L.) en campo. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*. 1(2), e22. <https://doi.org/10.56926/repia.v1i2.22>

Recibido: 22/07/2022

Aceptado: 14/09/2022

Publicado: 20/10/2022

*Lenin Cabanillas-Pardo - lpardocab@unsm.edu.pe (autor de correspondencia)



Los autores. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

1. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cereales más importantes a nivel mundial por su gran contribución a la alimentación humana (Heros Aguilar et al., 2019; Nawaz et al., 2022). De acuerdo con Orús (2022), durante la campaña 2020/2021 el país que ha liderado el consumo del arroz en el mundo fue China, en una lista de países principalmente asiáticos. Fuera de Asia, el país con mayor consumo es Brasil ubicado en la posición número diez.

Sin embargo, en términos proporcionales, el Perú, de acuerdo a MIDAGRI (2019), tiene el consumo per cápita de arroz más alto de Latino América, llegando a 54 kilos por año por persona, seguido por Brasil con 48 kilos. Esto se relaciona con el incremento de la población peruana; sin embargo, el hecho de que su demanda interna no puede ser cubierta por su producción, se debe entre otras cosas a la deficiente tecnificación y mecanización agrícola que repercute en su productividad.

Esta condición hace que el mercado peruano sea atractivo para los grandes productores de este cereal como Brasil, que tiene una producción anual de 12 millones de toneladas. Cabe mencionar, que la importación de arroz en el Perú repercute en los precios internos del mercado, haciendo que el cereal logre precios que, en algunas temporadas está por debajo de los costos de producción, trascendiendo de manera negativa en ese sector económico agrícola (Guzmán, 2016).

En Perú la importancia del cultivo de arroz radica en su contribución a la seguridad alimentaria. El arroz junto a la papa es uno de los principales alimentos consumidos por la población. La mayor producción nacional se obtiene entre los meses de marzo a julio de cada año (campaña grande), mientras que entre agosto y febrero del siguiente año se producen volúmenes poco significativos. Las regiones que participan con más del 80% de la producción nacional son seis. Entre estas regiones está el departamento de San Martín, con el 24% de la producción total en el 2019. Este departamento viene incrementando su participación de una manera muy dinámica, de este modo se estima en 25% en el 2020; por tanto, es una de las regiones que explicaría el incremento de la producción nacional.

San Martín como región es la productora más importante de arroz en el Perú y se encuentra ubicada en la Amazonía peruana y como tal, dispone de agua bajo secano y de riego. Es decir, dado que tiene agua durante todo el año, siembra y cosecha también durante todo el año. En ese sentido, el 50% del área sembrada en San Martín se realiza entre los meses de setiembre y febrero.

Y en esta región, el cultivo de este cereal es de importancia para su economía; pues su cultivo se extiende a 110,442 ha (Orús, 2022; Ríos-Ruiz et al., 2020) distribuidos en 14 mil productores, haciendo que esta actividad genere alrededor de 5 millones de jornales en toda su cadena productiva; además, el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (Senasa) San Martín, destaca que el arroz constituye el principal cultivo alimenticio al que se dedican unos 14,500 productores, generando una productividad de 840 mil toneladas por año siendo la primera región en producir este cereal. Además de generar un movimiento económico de alrededor de 100 millones de dólares anuales.

La distribución de la producción geográfica en la región San Martín, comprende cuatro zonas productoras de arroz a riego, las cuales en orden de mayor a menor área sembrada se ordenan de la siguiente manera: provincias de Rioja y Moyobamba (zona Alto Mayo), San Martín (zona Bajo Mayo), Picota, Bellavista y Mariscal Cáceres (zona Huallaga Central) y Tocache (zona Alto Huallaga).

La zona del Alto Mayo (Rioja – Moyobamba), concentra la mayor cantidad de siembra y producción, con el 61 % de la producción total del corredor y la más variada, con doce variedades distintas de arroz. Mientras que las zonas comprendidas entre las provincias de San Martín, Picota y Bellavista concentran el 34 % de la producción del corredor y con una variedad homogénea entre las tres provincias.

La siembra de arroz comprende el proceso de producir plántulas, trasplante en las unidades productivas, manejo productivo y cosecha. En este estudio, identificamos que el proceso de sembrado de las plántulas se caracteriza por no ser uniforme en distancias de sembrado (Ortiz Zelada & Cáceres Guerrero, 2018); y, el cálculo deficiente del número de plántulas por manejo debido a la inexperiencia del jornalero. El problema se agudiza debido a que su cultivo sigue el método tradicional (Orús, 2022), a la escasa mano de obra dada, la demanda sincronizada del proceso de siembra repercute en el sembrado fuera del calendario arrocero, generando hasta un 20% de grano inmaduro durante la cosecha. En general, como lo indican Crespo-Amaya et al. (2018) y Miranda-Caballero et al. (2021) el trasplante del arroz es una de las operaciones tecnológicas más laboriosas e importantes dentro de este cultivo, actividad que se realiza por nuestros agricultores de forma manual generalmente.

Todo el proceso de sembrado manual con el protocolo productivo en uso, genera que en promedio solo se cosechen 7,5 tn de arroz por ha en la región, pudiendo con ello asegurar que la productividad es baja. Debe mencionarse que, según Miranda Caballero (2020) el trasplante del arroz es una de las operaciones tecnológicas más laboriosas e importantes dentro de este cultivo, actividad que se realiza por los agricultores de manera tradicional.

Las consecuencias de la deficiente tecnificación son la pérdida económica en las unidades productivas, pues los productores de arroz no reducen sus costes y son afectados económicamente al reducir sus ingresos para la canasta familiar debido al costo de la mano de obra para trasplante (Jun et al., 2015).

Finalmente, debemos mencionar que la tecnología del trasplante mecanizado, ha sido validada por el continente asiático, en países como Japón y Corea del Sur, que para el 2002 sembró 10,53 millones de ha, de las cuales 8,13 millones de ha, que representan el 77%; fueron sembradas mediante el sistema de trasplante mecanizado y de hecho la mecanización de la siembra es una tendencia principal del desarrollo de todo el curso de producción de arroz en China.

Por otro lado, para el año 2005, Taiwán, empleó un 99 % de la siembra del cultivo de arroz, mediante el trasplante mecanizado y tan sólo unos pocos mediante la siembra directa.

Bajo este panorama, la presente investigación tuvo como objetivo diseñar un prototipo de plantadora portátil para mecanizar el proceso de trasplante de arroz (*Oryza sativa* L.) en campo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de la propuesta lo realizamos en tres fases:

2.1. Ingeniería definida en diseño y tecnología del prototipo de plantadora de arroz

Durante esta fase como equipo técnico definimos mediante prospección la especie de arroz más cultivada y requerida en el mercado; el tipo de suelos existente, el número de plántulas por manojo estandarizadas y otras recomendaciones. Realizamos el diseño de un prototipo con sistema de manojos, sistema de plante, ubicación del sistema de sensores conectados al PLC y tipo de tecnología de software usada en base a simulaciones y ajustes para minimizar el riesgo de su construcción y puesta en marcha. Así mismo, hicimos diversas revisiones de propuestas como la de Miranda-Caballero et al. (2022) con su prototipo de trasplante, y los protocolos de siembra como el de Valdivieso López & Vera Montenegro (2018).

2.2. Funcionalidad del prototipo de plantadora de arroz ensamblado

En esta fase, con el diseño definido construimos el prototipo de plantadora de plántulas de arroz, teniendo en cuenta el ensamblaje correcto de las partes. Ensamblamos la tecnología del sistema de manojos y plante de manera coordinada con la parte mecánica; realizamos las calibraciones y ajustes hasta tener un prototipo con pruebas funcionales.

Realizamos el proceso de ensamblaje por etapas el cual describimos a continuación:

Etapa 1: Soportes o chasis. Realizamos el proceso de ensamblaje, fabricación y adecuación de los componentes para luego juntarlos y generar una estructura base. Fabricamos el marco de conducción a partir de una plancha lisa de acero de 1,20 x 2,40 de espesor de 3 mm que cortamos y soldamos tipo MIG. Fabricamos el patín en base de fibra de vidrio con un espesor de 8 mm. Acondicionamos la base que va hacia el suelo para generar el surco. A continuación, fabricamos el tubo de soporte a base de fierro fundido de 1" de espesor, que plegamos y acondicionamos para el descanso o soporte donde estarán el sistema de rieles, la caja de cadenas y el brazo de soporte. Fabricamos el soporte del motor a base de fierro fundido que cortamos, plegamos y perforamos para darle estabilidad. Fabricamos una rueda fangueadora a base de fierro de 1/4, las aspas fueron a base de fierro estriado de 1/4. Con estos componentes fabricados armamos el chasis estructural y en la siguiente etapa enchapamos el patín junto a los rieles para darle rigidez a la fibra de vidrio.

Etapa 2: Sistema de Plante. Fabricamos el brazo de trasplante a partir de piezas prefabricadas y adherimos las placas electrónicas para reforzar el agarre y el tejido. Luego adherimos la caja de cadenas prefabricadas al brazo de trasplante. Con estos componentes procedimos a ensamblar y hacer pruebas de funcionalidad en el contexto de tejido y sembrado para que sean fijados en el tubo de soporte.

Etapa 3: Ensamblamos el motor de 4,5 Hp y 1700 RPM conectado con dos fajas y dos poleas a la caja de engranajes, la rueda fangueadora y acoplamos el sistema de velocidades, la caja de transmisión y la caja de dirección que adquirimos para ser enchapado a unos engranajes que están acoplados a la caja de transmisión.

Teniendo los componentes fabricados y adquiridos procedimos a ensamblar, primeramente, el motor y su soporte para luego posicionar los elementos de dirección, caja transmisión y caja de engranajes; que aprovechamos en adherir a la rueda fangueadora para hacer las pruebas funcionales de arranque motor, rotación de la rueda fangueadora y del sistema de dirección.

Etapas 4: Ensamblaje final del prototipo. Finalmente, con los componentes listos procedimos al ensamblaje del prototipo.

2.3. Puesta en marcha del prototipo de plantadora de plántulas de arroz

La puesta en marcha es la etapa crucial, para ello realizamos pruebas de validación en base a las zonas, variedad, número de plántulas por manojos, densidad de plante (distancia) y velocidad de plante. Realizamos la validación verificando la pertinencia de realizar ajustes o mejoras al prototipo, una vez validado el prototipo quedó en estado de puesta en marcha listo para replicarse en escala comercial.

Preparación del terreno

Instalamos el ensayo en el sector "El Milagro", a 40 min del puente río Indoche, entrando a la izquierda de la carretera Moyobamba - Calzada. Esta zona presenta buenas características de suelo, riego por bombeo, hay disponibilidad de maquinaria y materiales necesarios para la instalación. Las dimensiones fueron: 1,50 m de ancho por 13,3 m de largo, posa de forma rectangular con bordos por el perímetro para retener el agua. Colocamos el plástico con las mismas dimensiones de la posa sobre la superficie del suelo. Luego cubrimos el plástico con barro de una lámina de 2 cm de grosor. Aplicamos el protocolo de preparación de batido con maquinaria y pusimos agua para generar batido, luego retiramos agua por cinco días para endurecer el suelo para luego aplicar una capa de agua.

Preparación de las plántulas

Realizamos la pre germinación de la semilla de arroz variedad HP102FL-El Valor. Remojamos por un período de 20 h y luego abrigamos la semilla por un período de 23 h. Acondicionamos un espacio para germinar las plántulas para garantizar la efectividad del tejido del brazo del prototipo, por encima de los 20 cm y con camas forradas con plástico cubiertas de aserrín con arena y control de riego. Realizamos el voleo sobre una lámina de agua de 10 cm para proteger las semillas de los rayos solares y que no se sequen, la lámina de agua se mantiene hasta que la semilla introduzca sus raíces en el suelo y empiecen a desarrollar el primer par de hojas. Luego aplicamos riegos intermitentes cada vez que la semilla lo requiera.

Ejecución de las pruebas de trasplante

Realizamos las pruebas de trasplante en el terreno preparado con el prototipo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Ingeniería definida en diseño y tecnología del prototipo de plantadora de arroz

Realizamos el proceso de ensamblaje en cuatro etapas como describimos en materiales y métodos y siguiendo las especificaciones de los planos como se muestra a continuación.

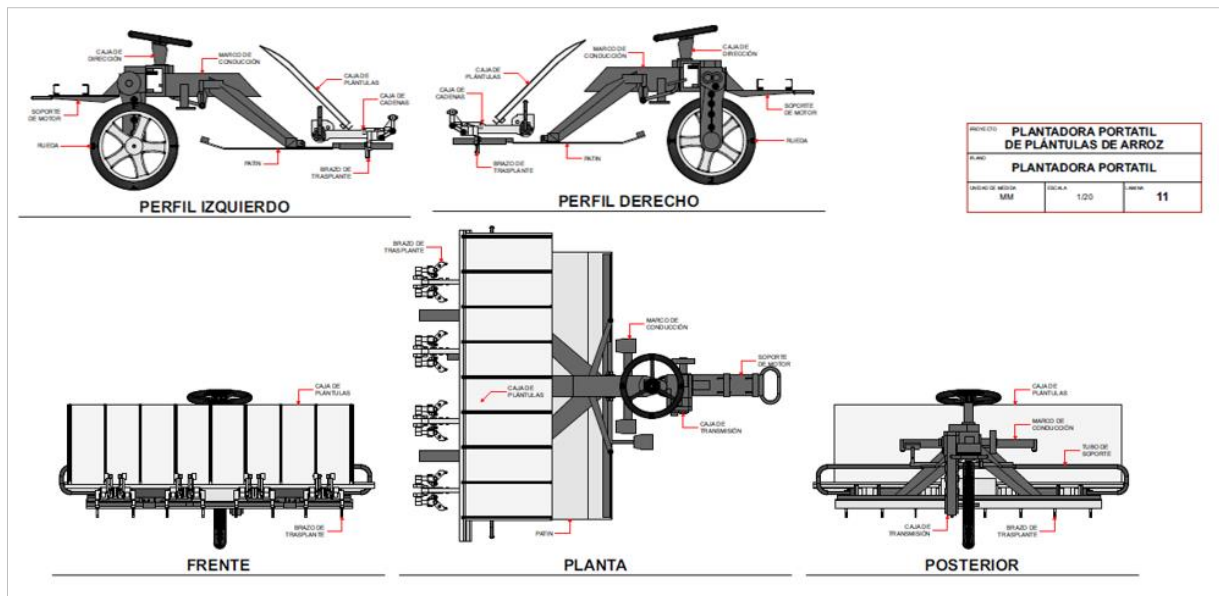


Figura 1. Diseño del prototipo de plantadora de arroz



Figura 2. Prototipo de plantadora de arroz construido

3.2. Funcionalidad del prototipo de plantadora de arroz ensamblado

Durante las pruebas finales realizamos el trasplante de 1 ha de forma tradicional y 5 ha con la máquina trasplantadora el cual determinamos que el trasplante de 1 ha es equivalente a ocho jornadas laborales. Recopilamos los datos y comparamos con el indicador de la plantadora portátil que es equivalente a 1 h x ha. Así mismo la evaluación que realizamos del trasplante tradicional y el trasplante mecánico es en función a dos trabajadores debido a que la máquina trasplantadora requiere de dos personas para realizar el trasplante (conductor y el co-conductor) que a diferencia de la trasplantadora de Menéndez Cardentey et al. (2012) solo utiliza un operario. Adicionalmente, pudimos comprobar lo planteado por Nawaz et al. (2022) pues solo requerimos una fina capa de

agua (1–2 cm) para el trasplante mecánico, en comparación con el trasplante convencional en suelo inundado (3–4 cm de capa de agua) con trabajadores.



Figura 3. Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales además resultaron satisfactorias, pues durante las mismas solo fueron necesarios pequeños ajustes.

3.3. Puesta en marcha del prototipo de plantadora de plántulas de arroz mediante validaciones con pruebas y ajustes

Trasplante de plántulas con el prototipo

Realizamos la preparación del terreno de acuerdo al protocolo establecido garantizando 99% de suelo mecanizado (batido), para evitar que el sistema de arrastre se encuentre con troncos, piedras y vetas de arcilla sobresalidas. El trasplante se inició en subáreas de 2,500 m² (0.25 ha), la apreciación técnica se categoriza en (1: pésimo, 2: bueno, 3: excelente).

Durante las pruebas, pudimos apreciar que la eficiencia del prototipo de plante es de 27,1 para 0,25 ha logrado sembrar una ha en menos de 2 h con una precisión de número de plántulas en promedio de 5,5 plántulas por manojo (Tabla 1), a diferencia de Menéndez Cardentey et al. (2012) que en promedio siembra 3. La supervivencia que un aspecto visual después de 15 días de sembrado se apreció un 99% que las plántulas no sufrieron desgastes o estrés una vez que fueron plantadas mejorando el resultado de Hernández Llanes (2017) quien logró un 98%.

Tabla 1.

Pruebas de validación realizadas

Código de prueba	Tiempo (minutos)	Plántulas/manojos	Apreciación técnica	% Efectividad
AgTe-01	31	7	2	99%
AgTe-02	28	4	2	99%
AgTe-03	30	7	2	99%
AgTe-04	27	4	2	99%
AgTe-05	29	7	2	99%
AgTe-06	26	4	2	99%

AgTe-07	28	7	3	99%
AgTe-08	25	4	3	99%
AgTe-09	28	7	3	99%
AgTe-10	25	4	3	99%
AgTe-11	28	7	3	99%
AgTe-12	25	4	3	99%
AgTe-13	28	7	3	99%
AgTe-14	25	4	3	99%
AgTe-15	28	7	3	99%
AgTe-16	25	4	3	99%
AgTe-17	28	7	3	99%
AgTe-18	25	4	3	99%
AgTe-19	28	7	3	99%
AgTe-20	25	4	3	99%
Promedio	27,1	5,5	3	99%

Monitoreo del crecimiento

Una vez plantadas, sometimos las plántulas a un monitoreo constante y su medición de crecimiento mensual. Monitoreamos cada una de las pruebas de forma independiente (Tabla 2).

Tabla 2.

Monitoreo del crecimiento a 30, 60, 90 y 120 días

Código de prueba	30 días	60 días	90 días	120 días
AgTe-01	37	52	58	67
AgTe-02	35	50	56	64
AgTe-03	38	53	61	70
AgTe-04	37	53	60	68
AgTe-05	35	51	57	66
AgTe-06	37	53	60	69
AgTe-07	37	55	62	70
AgTe-08	35	50	57	66
AgTe-09	35	49	57	64
AgTe-10	34	48	55	64
AgTe-11	36	50	57	67
AgTe-12	37	51	61	67
AgTe-13	36	53	62	67
AgTe-14	37	53	60	67
AgTe-15	38	55	62	71
AgTe-16	37	53	60	69
AgTe-17	37	54	62	70
AgTe-18	38	54	62	71
AgTe-19	35	49	54	65
AgTe-20	35	49	54	65
Promedio	36,3	51,75	58,85	67,35

El monitoreo demuestra que aplicando el protocolo establecido de deshierbo, abonamientos y cuidado existe un ligero avance del arroz en campo definitivo plantado con el prototipo de plantadora de plántulas de arroz, puesto que no sufre maltrato y sus raíces suspendidas en el agua y en el semillero permite que los brazos de la plantadora con facilidad cojan las plántulas y genere los manojos para sembrar en la tierra.

Análisis de eficiencia y costes del plante con el prototipo

El proceso de plante involucra la producción de plántula de arroz, el cual varía sus costes de acuerdo al sistema de germinación (Tabla 3).

Tabla 3.

Análisis de eficiencia y costes del plante

Tipo de trasplante		Tradicional			Con prototipo		
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Precio	Total	Cantidad	Precio	Total
Semilla certificada	Kilos	100,00	3,50	350,00	60,00	3,50	210,00
Siembra semillero	Jornal	1,00	45,00	45,00	1,00	50,00	50,00
Extracción de plántulas	Jornal	7,00	45,00	315,00	-	-	0,00
Preparación del terreno	Servicio	1,00	600,00	600,00	1,00	650,00	650,00
Personal para plante	Jornal	20,00	40,00	800,00	-	-	0,00
Combustible	Litros	-	-	0,00	4,00	14,00	56,00
Operarios plante	Jornal	-	-	0,00	2,00	80,00	160,00
Total				2,110.00			1,126.00

Se puede observar que, con el proceso tradicional que utiliza la empresa su proceso de trasplante cuesta 2,110.00 soles/ha el cual se considera alto debido a que la empresa siembra por año promedio de 20 ha y se complica la situación del proceso de plante debido a la falta de mano de obra.

CONCLUSIONES

Hemos diseñado, ensamblado y validado una máquina plantadora de plántulas de arroz con eficiencia de plantar 1 ha en 2 h, satisfaciendo las expectativas en la cadena productiva de arroz con una exactitud de distancia de plante del 99%, precisión de cálculo de plántulas por manojos de 99%, cosecha uniforme con un 98% de grano maduro, capacidad de reutilizar sus antiguos semilleros y con un incremento productivo de al menos el 25% (9,979.5 kg/ha).

FINANCIAMIENTO

Ninguno

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de conflicto de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W., Rojas-Casique, J. y Martínez-Guevara, N.

Curación de datos: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W., Rojas-Casique, J. L.

Análisis formal: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W.

Investigación: Cabanillas-Pardo, L., y Rojas-Casique, J. L.

Metodología: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W.

Supervisión: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W., Rojas-Casique, J. L. y Martínez-Guevara, N.

Redacción-borrador original: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W., Rojas-Casique, J. L. y Martínez-Guevara, N.

Redacción-revisión y edición: Cabanillas-Pardo, L., Estela-Deza, U. W., Rojas-Casique, J. L. y Martínez-Guevara, N.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Crespo-Amaya, R., Paneque-Rondón, P., & Miranda-Caballero, A. (2018). Determinación del costo energético y de explotación de la cosecha mecanizada del arroz. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27(2), 1–10. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542018000200003

Guzmán, C. (2016). *Perú es uno de los mayores consumidores de arroz en América Latina*. PQS. <https://pqs.pe/actualidad/economia/peru-es-uno-de-los-mayores-consumidores-de-arroz-en-america-latina/>

Hernández Llanes, J. (2017). Resultados de la evaluación de la trasplantadora automática de arroz ISEKI. *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(1), 51-55. <https://rcta.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/730/731>

Heros Aguilar, E. C., Villacorta Soplín, H., & Peralta Sosa, G. (2019). Incorporación de nitrógeno para mejorar la eficiencia de uso del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en La Libertad, Perú. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 7, 41–56. <https://doi.org/10.5377/payds.v7i0.8426>

Jun, Z., Xinglong, W., Guangyue, S., ChangSheng, M., Baowei, G., Bizhong, L., Shuliang, F., Haikong, L., Zhonghong, L., Yongjin, Z., & Yuedong, Y. (2015). Yield and its formation of hybrid rice under different mechanical transplanted methods. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 31(10), 84–91. <https://www.ingentaconnect.com/content/tcsae/tcsae/2015/00000031/00000010/art00012#>

Menéndez Cardentey, L., Ramos Díaz, S., & Miranda Caballero, A. (2012). Evaluación de la calidad de trabajo de la trasplantadora semi-mecanizada TMA-4 en el cultivo del arroz. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(2), 34–37. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542012000200006

MIDAGRI. (2019). *El consumo de arroz en el Perú*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://www.midagri.gob.pe/portal/26-sector-agrario/arroz/220-mercado#:~:text=Mercado&text=Elconsumodearroz,subajoprecioalconsumidor>

- Miranda-Caballero, A., Díaz-López, G. S., 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), 1–8.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93271464005>
- Miranda-Caballero, A., Domínguez-Vento, C., & Ruiz-Sánchez, M. (2021). Analysis of the Use of Shift Time of the ERP-60 Rice Transplanter. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(3), 1–8.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542021000300004&lng=en&nrm=i&tlng=en
- Miranda Caballero, A. (2020). Impacto de la tecnología de trasplante mecanizado de arroz. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 4(3), 334–349.
<https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/143>
- Nawaz, A., Rehman, A. U., Rehman, A., Ahmad, S., Siddique, K. H. M., & Farooq, M. (2022). Increasing sustainability for rice production systems. *Journal of Cereal Science*, 103, 103400.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103400>
- Ortiz Zelada, J. D., & Cáceres Guerrero, F. O. (2018). Comparación técnico-económico del trasplante tradicional vs el trasplante en hileras de arroz (*Oryza Sativa* L.) en la provincia Bellavista (departamento de San Martín). *Studium Veritatis*, 16(22), 201–227.
<https://doi.org/10.35626/sv.22.2018.290>
- Orús, A. (2022). *Los diez principales países consumidores de arroz a nivel mundial 2021/2022*. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/598940/principales-paises-a-nivel-mundial-segun-el-consumo-de-arroz/>
- Ríos-Ruiz, W. F., Torres-Chávez, E. E., Torres-Delgado, J., Rojas-García, J. C., Bedmar, E. J., & Valdez-Nuñez, R. A. (2020). Inoculation of bacterial consortium increases rice yield (*Oryza sativa* L.) reducing applications of nitrogen fertilizer in San Martin region, Peru. *Rhizosphere*, 14, 100200. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100200>
- Valdivieso López, C. S., & Vera Montenegro, L. O. (2018). Tiempo de trasplante en la productividad del cultivo de arroz *Oryza sativa*, INIAP-11. *Revista ESPAMCIENCIA*, 99(1), 7–12.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7020067>