



Efectividad agronómica y socioeconómica del manejo de arvenses por métodos mecánicos en el arroz de riego

Agronomic and socioeconomic effectiveness of the weed management by mechanical methods at irrigated rice crop

 Deborah González-Viera^{1*},  Miguel Socorro-Quesada²,
 Teodoro López-Betancourt²,  José Marcelino Galbán-Méndez¹

¹Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700. Email: deborah@inca.edu.cu.

²Universidad Agraria de La Habana (UNAH), carretera Tapaste y Autopista Nacional, km 23½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700. Email: randisoto86@nauta.cu.

RESUMEN: El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto agronómico y socioeconómico de diferentes métodos de siembra directa, en combinación con el manejo de arvenses, por métodos mecánicos, en el cultivo del arroz de riego. Para ello, se condujeron experimentos en las condiciones de la producción popular de arroz en el municipio Madruga (provincia Mayabeque, Cuba) sobre suelo Gley Vértico Crómico, durante los meses de mayo a agosto. Se utilizó un diseño cuasiexperimental con tres tratamientos y cuatro repeticiones, donde se evaluó el rendimiento agrícola al 14 % de humedad del grano y sus componentes. El procesamiento estadístico consistió en el cálculo de los intervalos de confianza de las medias por tratamiento de las variables evaluadas, para un nivel de confianza del 95 %. En el análisis económico; se determinaron los Ingresos, el Costo de Producción, la Ganancia y la Relación Beneficio-Costo. Desde la perspectiva social, la socialización de los resultados y la retroalimentación se realizaron en un taller participativo con los actores locales de la innovación. Los resultados demostraron que el tratamiento T₃ (SDM) permitió el incremento del rendimiento agrícola del arroz un 21 %, por encima de la Tecnología Convencional y alcanzó los mejores resultados económicos. En el taller participativo, los actores identificaron los aspectos que podrían incidir en la adopción de la mejor alternativa tecnológica. Se sugiere profundizar en el efecto de estas alternativas tecnológicas sobre las variables de crecimiento y desarrollo del cultivo del arroz de riego.

Palabras clave: anegamiento, control cultural, fincas experimentales, investigación sobre sistemas de producción agrícola.

ABSTRACT: The present work aimed to evaluate the agronomic and socioeconomic effect of different direct seeding methods in combination with weeds management, by mechanical methods, in irrigated rice crop. Therefore, experiments were conducted in conditions of popular rice production in Madruga municipality (Mayabeque province, Cuba) on a Gley Vertic Chromic soil, during May to August. It was used a quasi-experimental design with three treatments and four repetitions, where crop yield was evaluated at 14 % grain humidity and its components. The statistical processing consisted of calculating the means confidence intervals by treatments of the variables evaluated, for a 95 % confidence level. In the economic analysis; the Gross Return, Production Cost of, the Net Return and the Benefit-Cost Ratio were determined. From the social perspective, the results socialization and the feedback were carried out in a participatory workshop with the local innovation actors. The results showed that the T₃ treatment (SDM) allowed an increase in crop yield of rice by 21 %, above the Conventional Technology and achieved the best economic results. In the participatory workshop, actors identified the aspects that could influence the adoption of the best technological alternative. It is suggested to deepen the effect of these technological alternatives on growth and development variables of the irrigated rice crop.

Key words: cultural control, farming systems research, pilot farms, waterlogging.

*Autor para correspondencia: deborah@inca.edu.cu

Recibido: 05/08/2021

Aceptado: 07/12/2021

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores: **Conceptualización-** Deborah González-Viera, Miguel Socorro-Quesada, Teodoro López-Betancourt. **Investigación-** Deborah González-Viera, Miguel Socorro-Quesada, José Marcelino Galbán-Méndez. **Metodología y Supervisión-** Miguel Socorro-Quesada, Teodoro López-Betancourt. **Escritura del borrador inicial, Escritura y edición final y Curación de datos-** Deborah González-Viera, Miguel Socorro-Quesada

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



INTRODUCCIÓN

La competencia de las arvenses con los cultivos de importancia económica es una de las principales restricciones biofísicas en los sistemas agrícolas. En este sentido, las arvenses pueden ocasionar la disminución del rendimiento de forma significativa, ya que inciden en el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Con respecto a las pérdidas ocasionadas por el daño de las arvenses, estudios realizados en el Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI) refieren que, en el cultivo del arroz de siembra directa, los detrimientos productivos pueden alcanzar hasta el 50 % (1).

Ante esta realidad, el manejo de arvenses por métodos mecánicos representa una opción ecológica y viable para los agricultores de escasos recursos (2). Esta alternativa tecnológica constituye una de las vías empleadas en la disminución de las poblaciones, particularmente, en el manejo de especies con resistencia a herbicidas (3). A su vez, diferentes autores refieren niveles de eficiencia en la evaluación de dicho método, tanto en variantes individuales (4-8) como unido a las labores de fertilización (9).

Al respecto, las investigaciones cubanas se centran en la evaluación de la productividad del escardador rotatorio manual (10), las comparaciones de los rendimientos agrícolas en la siembra directa semimecanizada y a voleo (11,12), la definición de la zona de trabajo de los elementos mecánicos (13) y la evaluación de los impactos económicos y ambientales en variados sistemas de manejo de arvenses (14). Sin embargo, se requieren estudios integrales que comparen las alternativas tecnológicas anteriores, desde el punto de vista agronómico y económico, debido a su utilidad práctica por parte de los productores de arroz popular (15). A partir de los antecedentes expuestos, se desarrolló este trabajo con la finalidad de evaluar la efectividad agronómica y socioeconómica de diferentes manejos de arvenses, por métodos mecánicos, en el cultivo del arroz de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la finca del productor José Antonio Monteagudo (Figura 1), localizada a los 22°93' latitud norte y los 81°87' longitud oeste, a 119 m.s.n.m. (16), la cual pertenece a la Cooperativa de

Créditos y Servicios (CCS) Rolando Concepción (municipio Madruga, provincia Mayabeque, Cuba).

El clima del agroecosistema es tropical de sabana, según la clasificación climática de Köppen-Geiger (17), con temperatura media anual de 23,9 °C y fluctuaciones de valores mínimo y máximo entre 18,1 y 29,8 °C, respectivamente. La humedad relativa alcanzó el 80 % y en las precipitaciones, el valor acumulado ascendió a 2028 mm, de mayo a octubre y correspondió al 80 % de la cifra anual. A pesar de la variabilidad, las condiciones climáticas del área experimental fueron propicias para el cultivo del arroz, ya que los valores de temperatura fueron superiores a 10 °C e inferiores a 35 °C; por lo tanto, se encontraron en el rango óptimo.

El tipo de suelo del área experimental se clasificó como Gley Vértico Crómico, de acuerdo con la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (18). Estos suelos se localizan en relieves llanos, son arcillosos, con $pH \geq 6,5$ y Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) alta. El proceso principal de formación es la gleyzación, lo que genera un horizonte gléyico, debido a la saturación por un manto freático, ya sea permanente o temporal, que provoca fenómenos de oxidación-reducción en cualquier parte del perfil (19). Estas características constituyen potencialidades para el cultivo del arroz de riego, aunque debe considerarse que estos suelos tienden a la salinización.

Con la asesoría del extensionista municipal, tres agricultores-experimentadores montaron y condujeron los experimentos en un sistema de sucesión arroz-barbecho, durante los meses de mayo a agosto, con cuatro repeticiones (años 2011, 2012, 2013, 2014). Fueron evaluados tres métodos de siembra directa en combinación con el manejo de arvenses por métodos mecánicos (Tabla 1), mediante el uso de implementos manuales para superficies menores de 10 ha (20).

Se utilizó semilla básica del cultivar de ciclo corto Reforma, con 92 % de poder germinativo y proveniente del Instituto de Investigaciones de Granos. Se realizó la selección de la semilla por el método de gravedad en solución salina, con masa específica de 1,13 g cm⁻³ (21). Las semillas que emergieron a la superficie, se eliminaron y se utilizaron las que quedaron en el fondo, puesto que se correspondían con el peso específico. Después; se enjuagaron para efectuar la pre-germinación durante 24 horas.

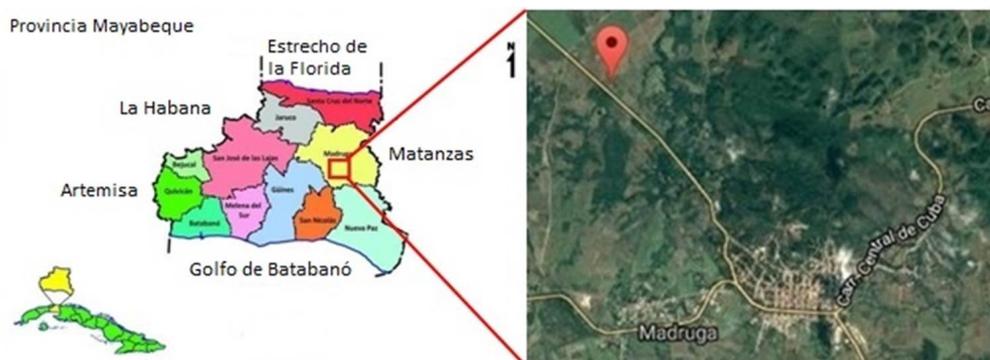


Figura 1. Localización del área experimental

La tecnología de preparación de suelos fue fanguero directo y la siembra directa se efectuó con semilla pregerminada. En las atenciones culturales, el riego fue por aniego permanente con lámina de agua de 10 cm y el resto de las labores se efectuó de acuerdo a la tecnología del cultivo del arroz a pequeña escala (22), con excepción del manejo de arvenses, lo cual fue objeto de estudio.

Se utilizó un diseño cuasiexperimental con 1 ha por parcela, área útil de 0,96 ha y bordes de 1 m. Las variables evaluadas fueron el rendimiento agrícola, al 14 % de humedad del grano (expresado en t ha⁻¹) y sus componentes, según lo descrito en la literatura (23). El procesamiento estadístico consistió en el cálculo de los intervalos de confianza de las medias por tratamiento de las variables evaluadas, para un nivel de confianza del 95 %.

El análisis económico se realizó en pesos cubanos (CUP), sobre la base de los resultados experimentales. La propuesta descrita en el Texto de Economía Agrícola de la Universidad Agraria de La Habana (24), permitió el cálculo de los indicadores siguientes: los Ingresos, el Costo de Producción, la Ganancia y la Relación Beneficio-Costo; por lo tanto, el producto del rendimiento agrícola y el precio de venta del arroz cáscara húmedo (expresado en \$ t⁻¹), según la Dirección de Contabilidad y Precios del Ministerio de la Agricultura (25) precisó el valor de los ingresos (expresado en \$ ha⁻¹).

La ficha de costo de cada tratamiento aportó el Costo de Producción (expresado en \$ ha⁻¹). La diferencia entre los Ingresos y los Costos de Producción reflejó el valor de la Ganancia (expresada en \$ ha⁻¹), mientras que la división de los Ingresos y los Costos de Producción determinó la Relación Beneficio-Costo.

Por último, la socialización de los resultados de la experimentación se ejecutó en un taller participativo. Además, se realizó la retroalimentación, donde se

cuantificaron los principales criterios acerca de las ventajas y las desventajas del uso del manejo de arvenses por métodos mecánicos, que pueden incidir en la adopción de la mejor alternativa tecnológica. Dicho taller contó con la participación de 38 actores locales de la innovación (30 agricultores, tres agricultores-experimentadores, un extensionista municipal y cuatro decisores) y dos investigadores de las ciencias agrícolas. Se efectuó en el momento de la madurez fisiológica del cultivo del arroz y se sustentó metodológicamente en las experiencias del Proyecto de Apoyo al Sistema de Extensión Agraria en Cuba (26).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los intervalos al 95 % de confianza, para los componentes del rendimiento, mostró que las medias de los tratamientos no difirieron estadísticamente, de acuerdo con los resultados de la experimentación que se aprecian en la [Tabla 2](#).

Sin embargo, se evidenció que los tratamientos T₂ (SDE) y T₃ (SDM) alcanzaron resultados superiores del rendimiento agrícola del 19 % y 21 %, en relación con la Tecnología Convencional T₁ (SVE), respectivamente; el incremento de los rendimientos estuvo motivado por la contribución del número de panículas/m² y los granos llenos/panícula.

Aunque el intervalo de confianza para la media del número de panículas/m² y los granos llenos/panícula del tratamiento T₂ (SDE) comprendió los valores de estos componentes en el resto de los tratamientos, se encontró que el número de panículas/m² en el tratamiento T₃ (SDM) fue 0,8 % y 9 % superior, en comparación con T₂ (SDE) y T₁ (SVE) y el número de granos llenos, mostró similitudes con incrementos del 2 y 16 %, respectivamente.

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Método de siembra directa	Norma de siembra (kg ha ⁻¹)	Manejo de arvenses por métodos mecánicos
T ₁ (SVE)	A voleo manual	120	Escarda manual
T ₂ (SDE)	En línea y a chorrillo manual	75	Escarda manual
T ₃ (SDM)	En línea y a chorrillo semimecanizada (sembradora de arroz SAM-160)	75	Con Máquina (escardador rotativo manual ER-15)

SVE (representa la Tecnología Convencional): siembra directa a voleo manual a una norma de 120 kg ha⁻¹ y escarda manual. SDE: siembra directa en línea y a chorrillo manual a una norma de 75 kg ha⁻¹ y escarda manual. SDM: siembra directa en línea y a chorrillo con la sembradora de arroz manual SAM-160 a una norma de 75 kg ha⁻¹ y manejo de arvenses con máquina mediante el escardador rotativo manual ER-15

Tabla 2. Rango del rendimiento agrícola y sus componentes en la evaluación del efecto de los tratamientos

Tratamientos	Panículas/m ²	Granos llenos/panícula	Masa de 1000 granos (gramos)	Rendimiento agrícola al 14 % de humedad del grano (t ha ⁻¹)
T ₁ (SVE)	280,2 ± 40,51	49,8 ± 9,01	26,93 ± 1,45	3,88 ± 0,26
T ₂ (SDE)	305,6 ± 82,90	57,8 ± 19,85	27,22 ± 1,88	4,79 ± 0,90
T ₃ (SDM)	308 ± 37,38	59,2 ± 12,82	26,11 ± 2,54	4,90 ± 0,73

± representa el intervalo de confianza de las medias, n=5

Relacionado con este tema, trabajos similares realizados en el arroz popular (11) indican que la siembra directa en línea supera en 9 % el número de panículas/m², en comparación con la siembra a voleo, con la peculiaridad de no encontrar diferencias significativas en el período lluvioso, lo cual coincide con los resultados de esta investigación.

Por otra parte, la alta densidad de población en la Tecnología Convencional T₁ (SVE), en comparación con los tratamientos restantes, pudo ocasionar la afectación por organismos nocivos que provocan el vaneo y el manchado del grano, lo cual incide en la disminución del número de granos llenos/panícula y limita la obtención de altos rendimientos (12).

Asimismo, desde el punto de vista fisiológico, las diferencias significativas del rendimiento agrícola de los tratamientos T₃ (SDM) con la Tecnología Convencional T₁ (SVE) pudieran atribuirse a varias causas. Entre ellas, la literatura señala que el arreglo espacial del cultivo en hileras, permite la ubicación apropiada y rápida emergencia de la semilla. Este aspecto, de conjunto con el reblandecimiento y la aireación del suelo, producto de la acción del manejo de arvenses por métodos mecánicos, específicamente con máquinas manuales, genera efectos beneficiosos en la altura de la planta, el crecimiento y la emisión de tallos fértiles (27-29).

En sentido general, el resultado del análisis económico reveló que los indicadores evaluados presentan diferentes valores, de acuerdo con las características de cada tratamiento, en cuanto a las atenciones culturales, la utilización de la fuerza de trabajo y los insumos requeridos, los cuales se registran en las Tablas 3 y 4.

A pesar de los gastos incurridos en las labores de preparación de suelos, se evidenció que en la parcela donde se aplicó el tratamiento T₃ (SDM), mostró una

reducción de los costos de producción en 774,00 \$ ha⁻¹ y se incrementó el rendimiento en 1,02 t ha⁻¹, con respecto a la Tecnología Convencional T₁ (SVE). Esto se debió a la disminución de los gastos en 259,00 \$ ha⁻¹, donde incidieron diferentes conceptos como: la fuerza de trabajo, la adquisición de insumos externos (semilla), el establecimiento del cultivo en la siembra semimecanizada y el manejo de arvenses, por métodos mecánicos, con el uso de máquinas manuales. En consecuencia, el tratamiento T₃ (SDM) obtuvo un incremento de la ganancia en 5 053,84 \$ ha⁻¹.

Una situación similar se halló en la comparación del tratamiento T₃ (SDM) con el tratamiento T₂ (SDE). En este caso, la elevación de los gastos del tratamiento T₂ (SDE) estuvo dado por la intensificación de las actividades manuales en la siembra del cultivo en hileras y la escarda manual, lo que conllevó a la contratación de mayor cantidad de trabajadores para estas labores.

Resultó interesante comprobar que el tratamiento T₃ (SDM) alcanzó la mayor relación Beneficio:Costo, dado por el empleo de la sembradora manual, unido al manejo de arvenses con el escardador, que permitieron la humanización de las atenciones culturales, lo cual incidió en la disminución de los costos de producción en 70 y 88 %, comparado con los tratamientos T₂ (SDE) y T₁ (SVE), respectivamente. Estos resultados corroboran investigaciones similares expuestas en la literatura (11,12), en cuanto a la trascendencia económica que reviste el manejo de arvenses, por métodos mecánicos, en el cultivo del arroz de siembra directa y en condiciones de riego.

La reducción del costo de producción es la base esencial del aumento de la eficiencia económica en el sector agropecuario y la introducción de los adelantos de la ciencia y la técnica constituye una de las vías para lograr este objetivo (24). Particularmente en esta investigación, el

Tabla 3. Costos de producción (\$ ha⁻¹) en cada tratamiento

Concepto	Tratamientos		
	T1 (SVE)	T2 (SDE)	T3 (SDM)
Fuerza de trabajo	1 790,00	2 372,00	1 329,00
Alquiler maquinaria y consumo de combustible para la preparación de suelos	2 085,00	2 304,00	2 304,00
Insumos	786,00	527,00	527,00
Riego	340,00	340,00	340,00
Siembra/Semillero y trasplante	723,00	642,00	642,00
Nutrición vegetal	155,00	155,00	155,00
Manejo de plagas	arvenses	576,00	1 026,00
	organismos nocivos	89,00	89,00
Total	6 544,00	7 455,00	5 770,00

Tabla 4. Efecto de los métodos de siembra y el manejo de arvenses por métodos mecánicos sobre los costos de producción, los ingresos, la ganancia y la relación Beneficio:Costo

Tratamientos	Rendimiento agrícola al 14 % de humedad del grano (t ha ⁻¹)	Ingresos (\$ ha ⁻¹)	Costos de Producción (\$ ha ⁻¹)	Ganancia (\$ ha ⁻¹)	Relación Beneficio:Costo
T ₁ (SVE)	3,88	16 280,17	6 544,00	9 736,17	2,49
T ₂ (SDE)	4,79	20 098,46	7 455,00	12 643,46	2,70
T ₃ (SDM)	4,90	20 560,01	5 770,00	14 790,01	3,56

empleo de cultivar Reforma (con resistencia al ácaro del arroz *Stenotarsonemus spinki* Smiley) contribuye a la eliminación de todo tipo de pérdidas y mermas debido a la afectación por este organismo nocivo.

Otras vías conducen al mismo objetivo, y estas son: el aumento de los rendimientos de los cultivos agrícolas, la reducción de los gastos de la fuerza de trabajo y por concepto de insumos externos (semilla), la utilización correcta de las normas científicamente argumentadas en el desarrollo de las atenciones culturales y la reducción de los costos a través de la mecanización.

En la retroalimentación realizada durante el taller participativo, más de la mitad de los criterios de los actores concordaron en que las ventajas y desventajas se centran en dos aspectos concretos: la implementación de la alternativa tecnológica (definido por la utilidad, fácil operación de los equipos agrícolas y la competitividad) y las posibilidades de adquisición, respectivamente.

Con referencia a la implementación, el 76 % de los actores (con predominio de 21 agricultores) resaltó la utilidad práctica del tratamiento T_3 (SDM), como una ventaja y alternativa agroecológica, motivado por el manejo de arvenses sin insumos externos (herbicidas). Otro criterio positivo, expuesto como ventaja por el 92 % de los actores (de ellos, 29 agricultores), fue la facilidad de operación de la sembradora de arroz manual SAM-160 y el escardador rotativo manual ER-15.

Relacionado con este criterio, los actores argumentaron que este podría ser un elemento determinante para garantizar una rápida difusión de la alternativa tecnológica, en el escenario de la producción popular de arroz. Estos razonamientos refuerzan las características intrínsecas de esta forma de producción del arroz en Cuba, que se realiza a pequeña y mediana escala, con amplio uso del trabajo manual y, además, se emplean, fundamentalmente, los métodos agrotécnicos de manejo del cultivo, a fin de reducir la competencia de las arvenses (15).

Aunque la experimentación demostró que, la uniformidad de la población en el tratamiento T_3 (SDM) permite la obtención de rendimientos por encima de 4 t ha⁻¹, con menores costos de producción, existen otros métodos prácticos, como el Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SICA) con rendimientos que superan las 6 t ha⁻¹. Por tales razones, solo el 58 % de los actores (entre ellos, 17 agricultores) señaló que dicha alternativa tecnológica es muy competitiva para la producción de arroz a pequeña escala, en caso de no contar con la fuerza de trabajo suficiente para el trasplante y las atenciones culturales.

Este punto de vista coincide con la literatura (10-12) sobre la validación de esta alternativa tecnológica en escenarios cubanos. Por otra parte, el manejo de arvenses por métodos mecánicos posee amplia difusión en Asia y África; por sus ventajas en la respuesta agronómica, la reducción de las labores y la minimización de los daños al cultivo del arroz (30-32).

Por último, el 87 % de los actores (con preponderancia de 27 agricultores) declaró, como desventaja, la existencia de dificultades para la adquisición de los implementos

utilizados en el tratamiento T_3 (SDM), ya que no se realiza la fabricación de los mismos a gran escala. En referencia a este criterio, la construcción con materiales reciclables podría ser una propuesta de solución a este problema (10).

En virtud de ello, uno de los desafíos de la extensión agraria es la evolución hacia la flexibilidad de su organización, donde se concrete la interrelación entre los servicios técnicos agrícolas, como la reparación de máquinas e implementos agrícolas con la extensión agraria a escala municipal, con la finalidad de hallar soluciones a las demandas de los agricultores, con recursos endógenos de la localidad (33).

El análisis de los criterios emitidos por los actores reveló que el Tratamiento T_3 (SDM) podría tener aceptación en productores y productoras populares de arroz, con superficie mayor de 1 ha, por causa de los beneficios económicos y sociales que aporta la siembra semimecanizada y el manejo de arvenses con máquinas manuales de fácil operación; que implican menos gastos por fuerza de trabajo, mayor productividad de la labor y bajo empleo de insumos externos que puedan afectar el medio ambiente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El método de siembra directa en línea y a chorrillo semi-mecanizada, con el manejo de arvenses mediante máquina manual, representa una oportunidad para los agricultores cubanos, ya que produjo incrementos del 21 % del rendimiento agrícola del arroz y ganancias superiores en \$ 5 000,00 \$ ha⁻¹; con respecto a la Tecnología Convencional.
- Las principales ventajas que, a criterio de los actores locales, favorecen la adopción de esta alternativa tecnológica son: la utilidad práctica, la facilidad de operación de los equipos agrícolas y la competitividad; mientras que la adquisición de los implementos se considera un aspecto restrictivo.
- Se requiere profundizar en investigaciones futuras que aborden el efecto combinado de los métodos de siembra directa en línea y el manejo de arvenses por métodos mecánicos, sobre el crecimiento y desarrollo, así como en la emersión de los tallos fértiles, en el cultivo del arroz de riego.

BIBLIOGRAFÍA

1. Singh Chauhan, B. *Weed management in direct-seeded rice systems*. [en línea], edit. International Rice Research Institute (IRRI), Los Baños, Philippines, 2012, p. 20, ISBN 978-971-22-0294-0, [Consultado: 25 de mayo de 2021], Disponible en: <<http://books.irri.org/9789712202940>>.
2. Khaliq, A.; Ahmad, H.B.; Nadeem, M.A.; Mehmood, A.; Ahmad, N.; Yasin, M. y Sher, R. ul. "Valuation of Weed Control Methods by using Inter Row Rotary Weeder in Sugarcane Crop.", *Indian Journal of Agricultural Research*, vol. 54, 2020, pp. 666-670, DOI [10.18805/IJRe.A-549](https://doi.org/10.18805/IJRe.A-549).

3. Tippe, D.E. ; Rodenburg, J. ; Schut, M. ; Ast, A.V. ; Kayeke, J. y Bastiaans, L. "Farmers' knowledge, use and preferences of parasitic weed management strategies in rain-fed rice production systems.", *Crop Protection*, vol. 99, 2017, pp. 93-107, DOI <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2017.05.007>.
4. Weerasooriya, G.V.T.V. ; Jayatissa, D.N. y Rambanda, M. "Comparative Assessment of Newly Designed Burial Type Lowland Power Cultivator for Weed Control.", *Tropical Agricultural Research*, vol. 29, no. 1, 2017, pp. 1-11.
5. Islam, I.A.K.M.S. ; Hossen, M.A. ; Bhuiyan, M.K. y Rahman, M.A. "Performance of Weeder in Mechanically Transplanted Rice Cultivation.", *Bangladesh Rice Journal*, vol. 22, no. 1, 2018, pp. 25-34.
6. Johnson, J.-M. ; Rodenburg, J. ; Tanaka, A. ; Senthilkumar, K. ; Ahouanton, K. ; Dieng, I. ; Klotoe, A. ; Akakpo, C. ; Segda, Z. ; Yameogo, L.P. ; Gbakatchetche, H. ; Acheampong, G.K. ; Bam, R.K. ; Bakare, O.S. ; Kalisa, A. ; Gasore, E.R. ; Ani, S. ; Ablede, K. y Saito, K. "Farmers' perceptions on mechanical weeders for rice production in Sub-saharan Africa.", *Experimental Agriculture*, vol. 55, no. 1, 2019, pp. 117-131, DOI <https://doi.org/10.1017/S001447971700059X>.
7. Vala, V.S. ; Kathiria, R.K. y Bheda, A.K. "Performance evaluation of mini tractor operated rotary weeder.", *International Journal of Chemical Studies*, vol. 7, no. 4, 2019, pp. 1124-1127.
8. Sai Mohan, S. ; Sanjana, G. ; Avinash, D. ; Rohitha, M. y Anil Kumar, D. "Performance Evaluation of Power Weeder in Sugarcane Crop.", *Current Journal of Applied Science and Technology*, vol. 39, no. 38, 2020, pp. 70-81.
9. Venkat, R. y Dharmendra, P. "Evaluation of Mini Tractor Operated Rotary Weeder Cum Fertilizer Drill.", *Agricultural Science & Green Energy e-Newsletter*, vol. 1, no. 3, 2020, pp. 37-44.
10. Arrastia, M.O. y Olivares, E. "Influencia del escardador manual sobre el control de malezas y el rendimiento agrícola en el arroz.", *Revista Cubana del Arroz*, vol. 9, no. 2, 2007, pp. 51-63, ISSN 1607-6273.
11. Cruz, F. ; Suárez, E. ; Navarro, I. ; Arrastia, M. y García, A. "Tecnologías y prácticas de cultivo mejoradas para la producción popular de arroz a pequeña escala.", *Revista Cubana del Arroz*, vol. 11, no. 1, 2009, pp. 70-82, ISSN 1607-6273.
12. Rodríguez, R. ; García, J. ; Meneses, P. ; Pérez, R. ; Sanzo, R. ; Saborit, R. ; Valle, J.A. y Delgado, M. "Comportamiento del rendimiento agrícola y el manchado del grano en diferentes tecnologías de siembra del arroz popular.", *Revista Cubana del Arroz*, vol. 11, no. 1, 2009, pp. 83-89, ISSN 1607-6273.
13. Romero, L. y Díaz, M.E. "Control de malezas por medios mecánicos en el cultivo del arroz en el sector no especializado. Primera parte", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol. 20, no. 1, 2011, pp. 12-15, ISSN 1010-2760, 2071-0054.
14. Rodríguez, D. ; Nivardo, R. y Rodríguez, E. "Manejo de arvenses en caña de azúcar, impacto ambiental, efectividad económica y de control.", *Centro Agrícola*, vol. 46, no. 2, 2019, pp. 64-71.
15. Socorro, M. y Sánchez, S. "Capítulo 16.- Producción de arroz con bajos insumos.", eds. Funes-Aguilar, F. y Vázquez, L.L., *Avances de la Agroecología en Cuba. Sección C: Sistemas agroecológicos de cultivos.*, Primera Edición, edit. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas., La Habana, Cuba, 2016, pp. 263-278, ISBN 978-959-7138-21-1.
16. Google Imágenes [en línea], *Datos de mapas*, Repositorio de mapas, 2016, [Consultado: 20 de junio de 2016], Disponible en: <http://googleearth.es/>.
17. Cruz, D.M. ; Gómez, R.A. y Cordovés, C. *Clasificación climática de Köppen. Orientaciones para su estudio*. [en línea], *Ilustrados*, Repositorio de documentos, 2007, [Consultado: 22 de octubre de 2019], Disponible en: <http://www.ilustrados.com/tema/10346/Clasificacion-climatica-Koppen-Orientaciones-para-estudio.html>.
18. Hernández, A. ; Pérez, J.M. ; Bosch, D. ; Rivero, L. y Camacho, E. *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. [en línea], edit. AGRINFOR-Ministerio de la Agricultura, La Habana, 1999, p. 66, ISBN 978-959-246-022-5, [Consultado: 19 de noviembre de 2019], Disponible en: <http://repositorio.geotech.cu/jspuil/handle/1234/2946>.
19. Vantour, A. ; Hernández, A. y Garea, E. "Características de los suelos predominantes en los agroecosistemas arroceros de Cuba.", En: *Memorias XX Congreso Científico Internacional, XX Congreso Científico Internacional. V Simposio de Edafología y Nutrición de las Plantas*, edit. Ediciones INCA, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, Mayabeque. Cuba, 23 de noviembre de 2016, ISBN 978-959-7023-89-0.
20. González, F. ; Navarro, I. y Sotolongo, A. "Mecanización de la producción de arroz en parcelas y fincas pequeñas", *Ingeniería Agrícola*, vol. 1, no. 1, 2011, pp. 33-37, ISSN 2227-8761.
21. Matsushima, S. "Simple Methods for Estimating the Actual Yield in Individual Rice Fields.", *Japan A Research Q*, vol. 5, no. 3, 1970, pp. 7-11.
22. Socorro, M. y Sánchez, S. *Tecnología del cultivo del arroz a pequeña escala.*, edit. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF), La Habana, Cuba, 2008, p. 36.
23. Amador, M. y Peña, R. "Tamaño óptimo de muestras para evaluar rendimiento y sus parámetros en el cultivo de arroz en la Estación Experimental de «Jucarito».", *Ciencia y Técnica en la Agricultura*, vol. 5, no. 2, 1982, pp. 41-62.
24. Trujillo, C.M. ; Cuesta, E. ; Díaz, I. y Pérez, R. *Libro de texto Economía Agrícola para las carreras de Agronomía e Ingeniería Agropecuaria. Universidad Agraria de la Habana.*, 2007, p. 334.
25. MINAG, Dirección de Contabilidad y Precios. "Ficha de precios y su componente en pesos convertibles. Producto: Arroz cáscara húmedo (campana primavera).", *Manual de fichas de costos tecnológicos para la elaboración del Plan*

- 2019 de la Economía, edit. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, mayo de 2019, p. 66.
26. Marzin, J. ; Benoit, S. ; López, T. ; Cid, G. ; Peláez, O.V. ; Almaguer, N. ; Herrera, J.A. y Mercoiret, M.R. *Herramientas Metodológicas para una Extensión Agraria Generalista, Sistémica y Participativa.*, Primera Edición, edit. Editora Agroecológica, La Habana, Cuba, 2014, p. 150, ISBN 978-959-7210-70-2.
27. Kaur, J. y Singh, A. "Direct Seeded Rice: Prospects, Problems/Constraints and Researchable Issues in India", *Current Agriculture Research Journal*, vol. 5, no. 1, 2017, pp. 13-32, ISSN (PRINT) 2347-4688 (ON-LINE) 2321-9971, DOI <http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.5.1.03>.
28. Vallal Kannan, S. ; Veeramani, A. ; Hemalatha, M. ; Elamathi, S. ; Umamageswari, C. ; Satheesh Kumar, N. y Shri Rangasami, S.R. "Suitability of rice transplanters and weeders in different soil types.", *Journal of Experimental Agriculture International*, vol. 43, no. 4, 2021, pp. 103-113.
29. Wang, W. ; Du, J. ; Zhou, Y. ; Zeng, Y. ; Tan, X. ; Pan, X. ; Shi, Q. ; Wu, Z. y Zeng, Y. "Effects of different mechanical direct seeding methods on grain yield and lodging resistance of early indica rice in South China.", *Journal of Integrative Agriculture*, vol. 20, no. 5, 2021, pp. 1204-1215.
30. Ragesh, K.T. ; Jogdand, S.V. y Victor, V.M. "Field Performance Evaluation of Power Weeder for Paddy Crop", *Current Agriculture Research Journal*, vol. 6, no. 3, 2018, pp. 441-448, ISSN (PRINT) 2347-4688 (ON-LINE) 2321-9971, DOI <http://dx.doi.org/10.12944/CARJ.6.3.24>.
31. Singh, A. ; Nandal, D.P. ; Punia, S.S. y Malik, P. "Integrated weed management in direct seeded rice in Trans Indo-Gangetic plains of India- A review", *Journal of Applied and Natural Science*, vol. 10, no. 2, 2018, pp. 779-790, ISSN (PRINT) 0974-9411 (ON-LINE) 2231-5209, DOI <https://doi.org/10.31018/jans.v10i2.1679>.
32. Kathia, M.K. ; Mati, B. ; Ndiiri, J. y Wanjogu, R. "Integrating Mechanical Weeding and Planting for Reduced Labour Input in Paddy Rice under System of Rice Intensification (SRI).", *Agricultural Sciences*, vol. 10, 2019, pp. 121-130.
33. Pérez, J. ; Caballero, R. ; Blanco, J. ; Perera, E. ; Pérez, M. del C. ; Pavón, M.I. ; Almenares, G.R. y Pérez, Y. "Contribución al perfeccionamiento de los servicios técnicos de apoyo a la agricultura a escala municipal.", *Cultivos Tropicales*, vol. 37, no. 2, 2016, pp. 15-21, ISSN (IMPRESA): 0258-5936 (DIGITAL): 1819-4087, DOI <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3844.2484>.