



# Sustentabilidad y factores de la innovación tecnológica en agroecosistemas arroceros del municipio Madruga, provincia Mayabeque, Cuba

## Sustainability and technological innovations factors in rice agroecosystems at Madruga municipality, Mayabeque province, Cuba

 Deborah González-Viera<sup>1\*</sup>,  Miguel Socorro-Quesada<sup>2</sup>,  Ángel Leyva-Galán<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

<sup>2</sup>Universidad Agraria de La Habana (UNAH), carretera Tapaste y Autopista Nacional, km 23½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

**RESUMEN:** El presente trabajo analiza los agroecosistemas arroceros, por las dimensiones de la sostenibilidad y su relación con los factores que inciden en la adopción de innovaciones tecnológicas. Por tal motivo, se ejecutó un diagnóstico rural participativo, mediante los métodos de encuesta y observación. El tamaño de la población fue 354 agricultores que se dedican a la producción de arroz y pertenecen a Cooperativas de Créditos y Servicios, municipio Madruga. Se usó un cuestionario con 19 preguntas abiertas y cerradas, dividido en cinco secciones, que se aplicó a una muestra de 44 agricultores. Se obtuvo información de 26 variables afines a los factores institucionales y vinculados a la gestión del conocimiento, 13 asociadas con la dimensión sociocultural, cuatro en la dimensión económica, seis en la dimensión ecológica y 27 en los aspectos tecnológicos. El procesamiento estadístico consistió en la determinación de estadígrafos de razón, para cada variable. Luego, se hizo la comparación de proporciones múltiples por el método de Wald, para cada indicador. El análisis descriptivo demostró la importancia concedida por más del 50 % de los encuestados a la capacidad de los agricultores y la institucionalidad. Las dificultades externas identificadas fueron la poca disponibilidad de combustible y semilla. Las vulnerabilidades internas recayeron en el manejo fitotécnico del cultivo y las necesidades de información. Se recomienda para investigaciones futuras, utilizar métodos multivariados para discernir las variables de mayor contribución con la adopción de innovaciones tecnológicas, en estos agroecosistemas.

**Palabras clave:** diagnóstico rural participativo, encuestas, explotación agrícola cooperativa, necesidades de información, relaciones entre extensión-investigación.

**ABSTRACT:** The present work analyzes rice agroecosystems, by sustainability dimensions and its relation with influential factors at the technological innovations adoption. For that reason, it was done a participatory rural appraisal through surveys and observation methods. The population size was 354 farmers who are dedicated to rice production and belong to the Credit and Service Cooperatives of the Madruga municipality. It was used a questionnaire with 19 open-closed questions, divided in five sections, which was applied to a sample of 44 farmers. It was obtained information of 26 variables related of institutional factor and concerning to the knowledge management, 13 associated with sociocultural dimension, four in economic dimensions, six in ecological dimension and 27 in technological aspects. Statistical process consisted in the ratio statistics determination, for each variable. Afterwards, it was done the multiple ratio comparison by Wald method, for each indicator. Description analyzes demonstrated the importance given to farmers' skills and institutional framework, by more than 50 % of these surveyed. It is recommended to future research, to use multivariate methods to discern the variables with the greatest contribution to the technological innovations adoption, in these agroecosystems.

**Key words:** participatory rural appraisal, surveys, cooperative farming, information needs, extension-research linkages.

\*Autor para correspondencia. [deborah@inca.edu.cu](mailto:deborah@inca.edu.cu)

Recibido: 25/03/2024

Aceptado: 27/09/2024

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

**Contribución de los autores:** **Conceptualización-** Miguel Socorro Quesada, Ángel Leyva Galán. **Investigación-** Deborah González Viera. **Metodología y Supervisión-** Ángel Leyva Galán, Miguel Socorro Quesada. **Escritura del borrador inicial-** Deborah González Viera. **Escritura, edición final y curación de datos-** Deborah González Viera, Miguel Socorro Quesada, Ángel Leyva Galán

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

El arroz (*Oryza sativa* L.) constituye un cultivo importante debido a que ocupa el segundo lugar de los cereales con alta demanda para la alimentación mundial. Su aporte a la ingesta diaria es de 551 calorías y el consumo per cápita mundial asciende a 81,43 kg. También, se proyecta incrementar el valor nutricional de este cereal (1). De acuerdo con las estimaciones de esta organización, aunque la producción mundial de arroz en 2022 supera las 770 millones de toneladas, muestra un descenso del 1,6 % con respecto al récord alcanzado en 2021. No obstante, es posible atender el consumo con la reconstrucción de las existencias a partir de las reservas, que alcanzan el 38 % de las necesidades mundiales (2).

En Cuba, desde el punto de vista productivo, se distinguen dos formas de producción de arroz: una es la producción especializada, desarrollada en grandes empresas estatales y en Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) con el alto empleo de insumos y maquinarias; la otra es la denominada producción no especializada o popular, en pequeña y mediana escala, con el empleo de técnicas locales y reducido uso de insumos, productos químicos y máquinas (3). En la producción popular, el Sector Cooperativo y Campesino (SCC) juega un rol significativo. De las 133 716 hectáreas de superficie total dedicadas al cereal, más del 80 % se ubican en este sector y su aporte al balance anual asciende a 386 955 toneladas, que representa el 83,9 % de la producción nacional (4).

Por otra parte, diferentes estudios en Cuba acerca de la adopción de técnicas agronómicas para el incremento de la productividad del arroz en el SCC, prescinden de una valoración integral que conciba el análisis de la sostenibilidad a nivel de agroecosistemas, unido al estudio de los factores que inciden en la adopción de innovaciones tecnológicas. Por lo tanto, las investigaciones en ese sentido aportan soluciones puntuales y centradas en la identificación de las debilidades de carácter tecnológico, como único problema crítico (5).

En virtud de contribuir al conocimiento teórico del proceso de la adopción de innovaciones tecnológicas, en un rubro de importancia económica, este artículo tiene el objetivo de caracterizar los agroecosistemas arroceros, según las principales dimensiones de la sustentabilidad (sociocultural, económica y ecológica) en relación con los factores que inciden en la adopción de las innovaciones tecnológicas, apropiadas para la producción local de arroz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante el período 2008-2015 en el municipio Madruga. Este municipio tiene una extensión territorial de 465,6 Km<sup>2</sup>. Su punto centro se ubica en los 22°55' latitud norte y los 81°52' longitud oeste (6), al nordeste de la provincia Mayabeque (Figura 1) (7).

El clima es tropical de sabana (8) con temperatura media anual de 23,9 °C, con valores mínimos y máximos entre 18,1 y 29,8 °C; respectivamente. La humedad relativa alcanzó el 79 % y el promedio de precipitaciones anuales



**Figura 1.** Ubicación del municipio Madruga en la provincia Mayabeque

fue 1954 mm. El tipo de suelo predominante es el Ferralítico Amarillento Lixiviado, influenciado por procesos de formación de ferralitización (9).

El municipio Madruga se escoge como referente sobre la base de su representatividad, dentro de 137 municipios, que realizan la producción popular de arroz en Cuba. Asimismo, existe tradición en este rubro agrícola y el rendimiento asciende a 3,17 toneladas por hectárea, el cual se corresponde con los valores de la media nacional (4).

Dicha investigación tuvo un alcance exploratorio-descriptivo (10) donde se utilizaron métodos teóricos (inducción-deducción, análisis-síntesis, histórico-lógico) y empíricos (diseño no experimental de corte transversal). Por tal motivo, se realizó un diagnóstico rural participativo, que asumió las tres principales dimensiones de la sostenibilidad y los factores de la innovación (11,12).

Se utilizó la encuesta como método para la recolección de datos provenientes de 43 variables de tipo cualitativa y cuantitativa. El instrumento consistió en un cuestionario de 19 preguntas abiertas y cerradas, el cual estuvo integrado por cinco apartados que respondieron a: (i).- la dimensión sociocultural, la cual contempló la información general del agricultor; (ii).-su situación tecnológica, con el análisis de las tecnologías de preparación de suelos y las atenciones culturales en el cultivo del arroz; (iii).- la dimensión ecológica, donde se abordaron aspectos referentes a los recursos naturales y las prácticas agroecológicas; (iv).- la dimensión económica, que comprendió el acceso a insumos externos y su repercusión en los resultados productivos y (v).- los factores institucionales y vinculados a la gestión del conocimiento (Tabla 1).

Además, se usó el método de observación y una guía como instrumento, a fin de verificar el acceso del agricultor a la infraestructura básica de servicios públicos que brinda el Estado cubano, un aspecto de suma importancia en la dimensión sociocultural.

El tamaño de la población estuvo representado por la totalidad de agricultores que se dedican a la producción de arroz y pertenecen a las Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS). Dicha cifra alcanzó un valor de N = 354, de acuerdo con el Registro municipal de asociados de la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP).

**Tabla 1.** Dimensiones e indicadores utilizados en el cuestionario

Dimensión sociocultural	Situación tecnológica	Dimensión ecológica	Dimensión económica	Factores institucionales y vinculados a la gestión del conocimiento
Nivel escolar	Preparación de suelos y semilleros	Prácticas agroecológicas	Factores limitantes	Capacidad de los agricultores e institucionalidad
Edad	Semilla	Recursos hídricos		Temáticas de interés
Experiencia en el cultivo del arroz	Arreglos espacio-temporales			Sitios de capacitación
	Atenciones culturales			Frecuencia de capacitación
	Cosecha y postcosecha			Otras actividades de capacitación

Se utilizó la fórmula para el cálculo del tamaño de muestra necesario para una estimación con error máximo prefijado (13) mediante la expresión (1).

$$n = \left( \frac{\sigma z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{d} \right)^2 \quad (1)$$

n: Tamaño de muestra deseado

$\sigma$ : Desviación estándar

$1-\alpha$ : Intervalo de confianza. Es fijado por el investigador y se asumió un nivel de confianza de 0,95 (95 %) de acuerdo con lo informado en la literatura (14)

$Z_{1-\alpha/2}$ : Valor de la Tabla Z según el nivel de confianza  $1-\alpha$ .

d: Margen de error. Se consideró un margen de error o error máximo admisible del 30 % (0,30) de la desviación estándar según el rango establecido ( $0,25 > \sigma < 0,50$ ) por estudios sobre este tema (14,15).

De la cifra total, se seleccionó una muestra de  $n=44$  (12,4 % de la población), mediante el muestreo aleatorio simple y con cumplimiento de criterios de elegibilidad, la cual estuvo conformada por agricultores que declararon sus intenciones de colaboración.

La organización de la información recopilada en el diagnóstico rural participativo concibió la definición operacional de las variables, según los resultados de estudios afines (16) y la estandarización se realizó mediante el otorgamiento de códigos, de acuerdo con las opciones de respuesta a cada pregunta. Así pues, se determinaron estadígrafos de razón (porcentajes) a los datos obtenidos en los cuestionarios, que se analizaron mediante la comparación de proporciones múltiples por el método Wald y se utilizó el programa CompaProp versión 2.0 (17).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### La dimensión sociocultural y la adopción de innovaciones tecnológicas

El análisis de la dimensión sociocultural es de vital importancia para la adopción de innovaciones tecnológicas en el sector agrario. La información general del diagnóstico, referente a las variables de esta dimensión, indicó lo siguiente (Figura 2).

El nivel escolar de los agricultores se enmarcó desde la enseñanza primaria hasta universitario y se apreció que más del 60 % posee niveles superiores al séptimo grado. La edad de los agricultores osciló entre 22 y 69 años, con promedio

de 48 años. Más de la mitad de los encuestados consideró su experiencia en el cultivo como positiva y esto puede deberse a que el 54,5 % superó los 20 años de permanencia en esta actividad agrícola.

Estas variables evidencian la continuidad de la tradición en el cultivo del arroz en los agroecosistemas estudiados, dado por la presencia de jóvenes menores de 30 años, con una participación activa junto a sus padres en las atenciones culturales. En relación a este aspecto, en un estudio realizado en Cuba (18) se plantea que los agricultores jóvenes tienden a involucrarse en las actividades agrícolas, impulsadas por la satisfacción de sus necesidades personales. A su vez, estos autores indican que dicha actitud y la ejecución de propuestas innovadoras que impliquen cambios en los agroecosistemas, podrían generar tensiones generacionales con sus colegas de mayor edad y experiencia, cuestión que no se aprecia a primera instancia en los resultados de este trabajo.

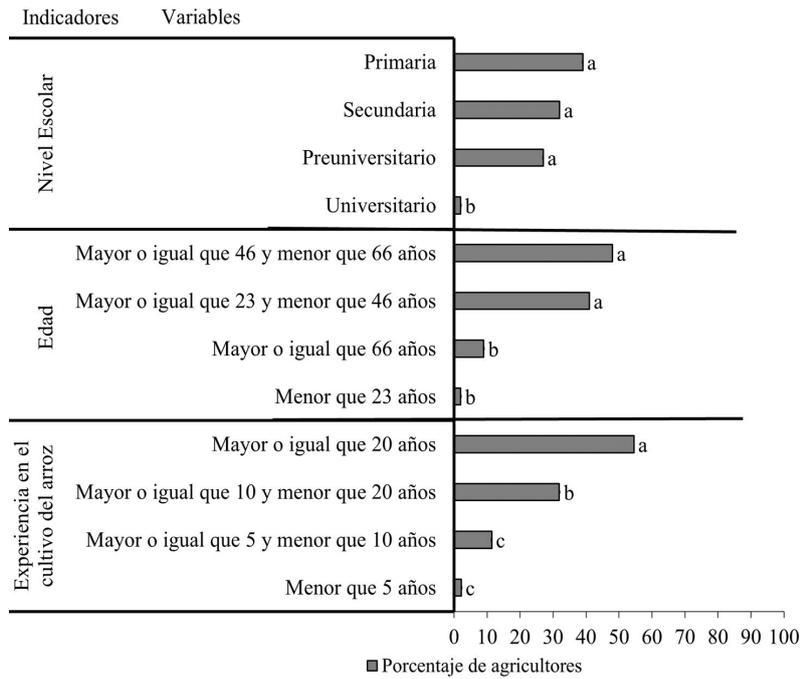
La información obtenida de la observación reveló que el 100 % de las familias reciben los beneficios del sistema de salud y educación, poseen viviendas electrificadas con servicio de agua potable y alcantarillado, adquieren los productos de la canasta básica a precios normados en la red minorista del Comercio interior y que el acceso a las fincas es por carreteras.

Entonces, se deduce que los encuestados y sus familiares acceden a los principales servicios públicos que brinda el Estado cubano, por lo que se corroboran los criterios del Programa Mundial de Alimentos, en cuanto al Proyecto de Plan Estratégico para Cuba 2021-2024 (19). Al respecto, se señalan a los servicios públicos, la calidad de la vivienda, el acceso a la educación y la salud, junto con la cobertura sanitaria, como indicadores sociales que contribuyen a la sustentabilidad de los sistemas de producción de arroz (20).

### Aspectos tecnológicos de la producción popular de arroz en la localidad

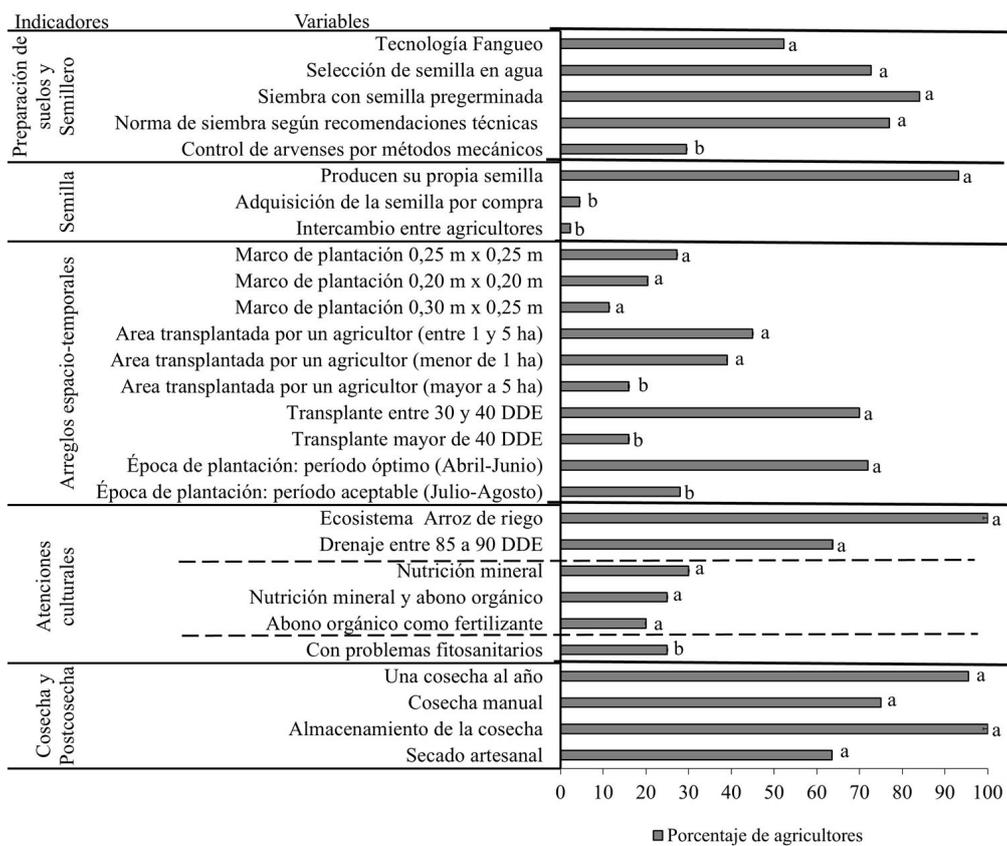
Los aspectos tecnológicos que caracterizan la producción de arroz por la vía popular en los agroecosistemas estudiados se resumen en 27 variables (Figura 3).

Preparación de suelos y semilleros: este indicador asumió cinco variables consideradas como las de mayor importancia. Se manifestó el predominio de la tecnología de preparación de suelos en fangueo, debido a su nivel de difusión entre los agricultores. Más del 70 % declaró que realizan la selección de la semilla en agua y más del 80 %, utilizan la semilla



Proporciones con letras diferentes, difieren significativamente con  $p < 0.05$  según Método Wald

**Figura 2.** Variables de la dimensión sociocultural



Proporciones con letras diferentes, difieren significativamente con  $p < 0.05$  según Método Wald. DDE: Días Después de la Emergencia. Las líneas discontinuas separan las variables con dos o más opciones de respuesta

**Figura 3.** Variables relevantes que caracterizan la situación tecnológica

pregerminada para la siembra. La selección de la semilla por el método de gravedad en solución salina (21) pudiera constituir una alternativa, con la introducción de elementos novedosos, en las buenas prácticas del cultivo popular de arroz (3).

En lo que respecta a la norma de siembra, se conoció que éstas oscilaron desde 12 kilogramos por hectárea (en semillero y trasplante) hasta 108 kilogramos por hectárea (en siembra directa), por lo que se deduce que los métodos de siembra son variados. Por otra parte, más del 70 % de los encuestados expresó que cumplen con el valor óptimo (24 kilogramos por hectárea), según lo estipulado en la literatura (3). Otro aspecto a destacar es que no se declararon prácticas para la desinfección de la semilla, el control fitosanitario en el semillero y el manejo de las arvenses con métodos químicos. En cambio, el método mecánico de manejo de las arvenses con acciones como la escarda o desyerbe manual es utilizado por el 29,5 % de los agricultores.

**Semilla:** con relación a las vías de adquisición de la semilla, predominó la producción propia con el 93,2 %, aunque un productor (2,3 %) declaró que obtiene la semilla mediante intercambios con otros agricultores vecinos. Esta situación corrobora el hecho de que los agricultores no utilizan la semilla proveniente del sistema formal, lo que indica la falta de semilla certificada a escala local. En estas circunstancias, existe la necesidad de contar con un sistema local de producción de semillas, que garantice la disponibilidad y el acceso de material genético de alta calidad para los agricultores.

**Arreglos espaciales y temporales:** el diagnóstico reflejó que los agricultores utilizan diferentes arreglos espaciales con predominio de las distancias superiores a 0,20 m x 0,20 m; lo que puede propiciar la adopción del Sistema de Intensificación del Cultivo del Arroz (en inglés, SRI), al cumplirse con el principio requerido de marco de plantación (3). Se apreciaron diferencias significativas en el área trasplantada (entre menos de 1 hectárea hasta mayor de 5 hectáreas) y en la edad de la postura en el momento del trasplante, ya que según el criterio de los agricultores y la tradición local, a partir de los 30 días después de la emergencia (DDE) o superior a este valor, la postura se encuentra suficientemente "crecida" y es posible realizar esta actividad. En cuanto al calendario de siembra de arroz, se evidenciaron dos períodos bien definidos: (i) la etapa de semilleros que transcurre desde marzo hasta julio y (ii) la etapa del trasplante, desde abril hasta agosto; lo que se corresponde con la siembra de pre-primavera y primavera, una cuestión aconsejable para la producción popular de arroz (3).

**Atenciones culturales:** el suministro de agua es un elemento fundamental, el 100 % de los agricultores declararon que el cultivo del arroz se realiza en condiciones de riego (Figura 2), específicamente aniego, cuestión que permite contrarrestar la emergencia de las arvenses y facilita su manejo por este método cultural. En cuanto al drenaje, más del 60 % declaró que ejecuta esta actividad entre los 85 a 90 DDE, en dependencia del ciclo biológico del cultivar

y la fecha de siembra. Dentro de este indicador, fueron identificadas diferentes variables que reflejan las alternativas en el manejo de la nutrición, tanto en la fase vegetativa (el 30 % de los encuestados) como en la preparación de suelos (el 20 %) y el 25 %, emplea la combinación mixta (nutrición mineral y abono orgánico) para lograr una nutrición adecuada de las plantas. En relación con este tema, se considera relevante el efecto positivo de la combinación mixta, puesto que constituye una vía para reducir los insumos externos y una de las enmiendas pertinentes para el mejoramiento y la conservación de los suelos (3).

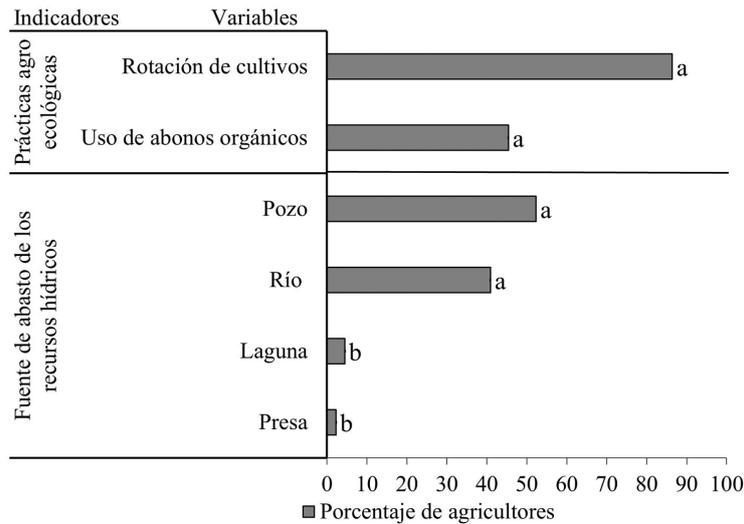
El análisis de los cuestionarios reveló que más del 50 % de los agricultores declara la ausencia de problemas fitosanitarios. Esto pudo deberse a la aplicación de diferentes métodos en el manejo de plagas: el método químico (herbicidas), el método mecánico (escarda manual), el método cultural (rotación de las áreas, época de siembra y lámina de agua) y el método agroecológico (aplicación del agente de control biológico *Metarhizium anisopliae*). Otra opción podría ser el uso de cultivares con resistencia, tolerancia o menor susceptibilidad a más de una de las principales plagas presentes, según recomienda la literatura (3) para el manejo agroecológico de plagas y por ende, bajo las condiciones de la localidad en estudio, es necesario conocer las de mejor comportamiento agronómico.

**Cosecha y postcosecha:** se constató que predomina la cosecha por métodos manuales, una vez al año, sin el cultivo de rebrote y con rendimientos que superan las cuatro toneladas por hectárea. También, predomina el secado artesanal y esta actividad se efectúa por un trabajador por cuenta propia que cuenta con un secadero rústico, tipo caja, acoplado a un motor mecánico. Estos resultados confirman que las prácticas tradicionales en el arroz popular son: labores manuales de cosecha y trilla, el secado al sol, así como el uso de secaderos construidos con piezas recuperadas y de molinos "criollos" (3). Se destaca que los cuestionarios no aportaron información acerca de la presencia y manejo de plagas de almacén, entonces se deduce que esta no es una problemática para los agricultores, aunque se debe profundizar en estudios de la percepción de los agricultores en este tema.

## La dimensión ecológica en la adopción de innovaciones tecnológicas

Lograr producciones sostenibles en los agroecosistemas es posible con el uso de prácticas agroecológicas (22), las cuales constituyen la alternativa hacia estos fines. La Figura 4 expone las variables asumidas en el análisis de esta dimensión.

Los resultados del diagnóstico evidenciaron que la rotación de cultivos se realiza en el período poco lluvioso (meses de septiembre a abril) y es utilizada por la mayoría de los agricultores (86,4 %), sobre todo, las rotaciones arroz-pastoreo del ganado vacuno, arroz-barbecho, arroz-frijol y arroz-girasol son las predominantes en los agroecosistemas analizados. Respecto al uso de abonos orgánicos en la nutrición y enmiendas, el diagnóstico arrojó que el estiércol



Proporciones con letras diferentes, difieren significativamente con  $p < 0.05$  según Método Wald

**Figura 4.** Variables de la dimensión ecológica

vacuno y la cachaza son utilizados por más del 40 % de los agricultores. El análisis de disponibilidad de las fuentes de abasto de los recursos hídricos mostró que todos los agricultores tienen acceso al agua. Se destaca la presencia de pozos particulares en sus agroecosistemas con el 52 %, mientras el 41 % aprovechan los ríos cercanos y, el resto, emplea el agua acumulada en lagunas y micro-presas.

La rotación del arroz con cultivos de ciclo corto y el uso de abonos orgánicos en la nutrición y enmiendas podrían considerarse entre las bases para la producción sostenible del cereal, debido a los efectos positivos en las propiedades físicas y químicas de los suelos (3). Estos autores refieren que dichas prácticas contribuyen al mejoramiento y conservación de los suelos, lo que permite el manejo sostenible de este recurso.

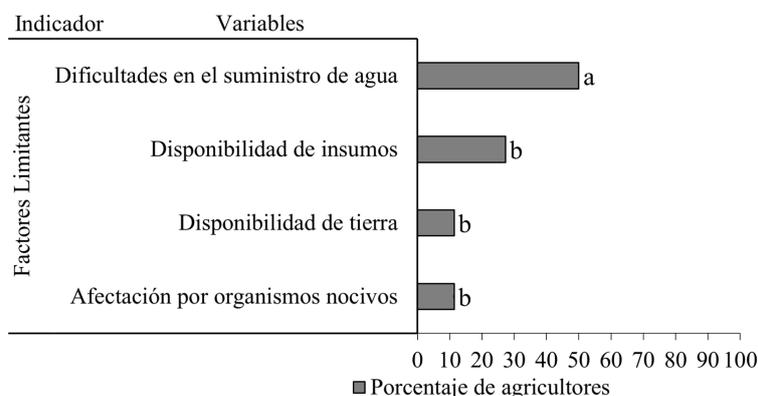
El acceso al agua, según los encuestados, requiere del uso de insumos externos (combustible) para su extracción de los pozos, fuente de abasto principal de la mayoría de los agricultores. Ante esta situación, la alternativa del uso de molinos de viento y el ariete hidráulico resultan útiles en los agroecosistemas con rotaciones arroz-ganado y pudiera

resultar una variante a considerar, para el riego con el ahorro de recursos energéticos. Aunque, se considera que se requiere del aprendizaje acerca de diferentes técnicas como el estrés hídrico y el riego intermitente por surcos (23) ya que ofrecen impactos favorables en el ahorro de este recurso y han demostrado su uso factible en la producción local de arroz.

### La dimensión económica y su papel en la adopción de innovaciones tecnológicas

Los recursos financieros son un aspecto de especial relevancia para Cuba, que incide en la adopción de innovaciones tecnológicas, dentro de la dimensión económica. La Figura 5 expone los factores limitantes identificados por los agricultores, a través de cuatro variables básicas.

Desde el punto de vista del proceso productivo, las dificultades en el suministro de agua fue el indicador identificado como el de mayor relevancia o interés dado que, sin ese recurso no han tenido experiencias exitosas. A



Proporciones con letras diferentes, difieren significativamente con  $p < 0.05$  según Método Wald

**Figura 5.** Variables de la dimensión económica

su vez, los agricultores opinaron que la baja disponibilidad de insumos externos (combustibles, lubricantes, plaguicidas y fertilizantes minerales) es el segundo factor limitante de la producción popular de arroz. El resto de las variables no mostraron alta relevancia desde el análisis matemático, pero deben ser atendidas por su incidencia en el desempeño productivo y la sustentabilidad del agroecosistema.

Los problemas relacionados con la adquisición del combustible se deben a su escasez y altos precios del producto en el mercado (24). Esta situación ocasiona grandes dificultades en el suministro de agua al cultivo, aunque esté disponible el recurso hídrico, porque los agricultores individuales de pequeña y mediana escala utilizan bombas de pequeños motores de petróleo en los sistemas de riego.

Estos resultados corroboran lo indicado por la literatura (25,26) donde se destacan los altos índices de dependencia de los insumos externos y que este aspecto influye en la eficiencia de las fincas familiares cubanas. Por otro lado, la disponibilidad de tierra y la afectación por organismos nocivos parecen ser problemas de menor trascendencia para los agricultores que han contado con el apoyo gubernamental, a través de diferentes programas y proyectos centrados en el fortalecimiento de los sistemas alimentarios locales, a partir de la innovación agropecuaria (27).

### El rol de los factores institucionales y vinculados a la gestión del conocimiento

Los resultados del diagnóstico revelaron la importancia concedida a la Capacidad de los agricultores e institucionalidad, como factor de la innovación en los agroecosistemas arroceros, donde se obtuvieron respuestas afirmativas para las tres variables de este indicador (Tabla 2).

El conocimiento de los cultivares alcanzó el 59 %. Lo más trascendente en cuanto a coincidencia de los agricultores, estuvo relacionado con el dominio de la tecnología del cultivo popular de arroz, donde más del 90 % se consideró con habilidades. De la misma forma, la pertinencia del soporte institucional fue avalada por más del 80 % de los agricultores.

Del resultado anterior, se deduce que existe capacidad suficiente, dado por la aptitud de los agricultores de reconocer los cultivares de arroz y el conocimiento de las tecnologías. Al respecto, varias investigaciones cubanas indican la consideración de los saberes de los agricultores, como elemento favorecedor de la difusión y adopción de innovaciones en el sector (28-30).

Igualmente, se asume la institucionalidad como aspecto relevante, debido a la vinculación de las instituciones científicas con el escenario productivo. Esta cuestión es

de vital importancia, ya que según la literatura (25), los procesos de innovación requieren de las interacciones entre el componente tecnológico con el sistema de relaciones desarrolladas por los agricultores.

En cuanto al análisis de la influencia de otros factores institucionales y vinculados a la gestión del conocimiento en la adopción de innovaciones tecnológicas, los resultados de la investigación revelaron la existencia de 23 variables (Figura 6).

El interés de los agricultores por adquirir conocimientos acerca de nuevos cultivares no sobrepasó el 20 % por contarse con el cultivar INCA-LP 5, con un excelente rendimiento industrial, el cual supera el 50 % de grano blanco entero. Esta percepción impide la necesidad de asumir otros cultivares más adaptados a los eventos naturales adversos, con vistas a elevar la agrobiodiversidad y la resiliencia de los agroecosistemas (22).

Las necesidades de información, acerca del manejo sostenible de las arvenses, se ubicaron en la primera posición a nivel porcentual y esto pudo deberse a la falta de dominio de dicha práctica. Este resultado coincide con estudios que señalan a la invasión de arvenses en el cultivo del arroz (31) y el enyerbamiento en la caña de azúcar (32,33), entre las limitantes identificadas que ocasionan perjuicios en el funcionamiento de los agroecosistemas y, por lo tanto, se sitúa dentro de las prioridades a solucionar, desde la visión de la agricultura sostenible.

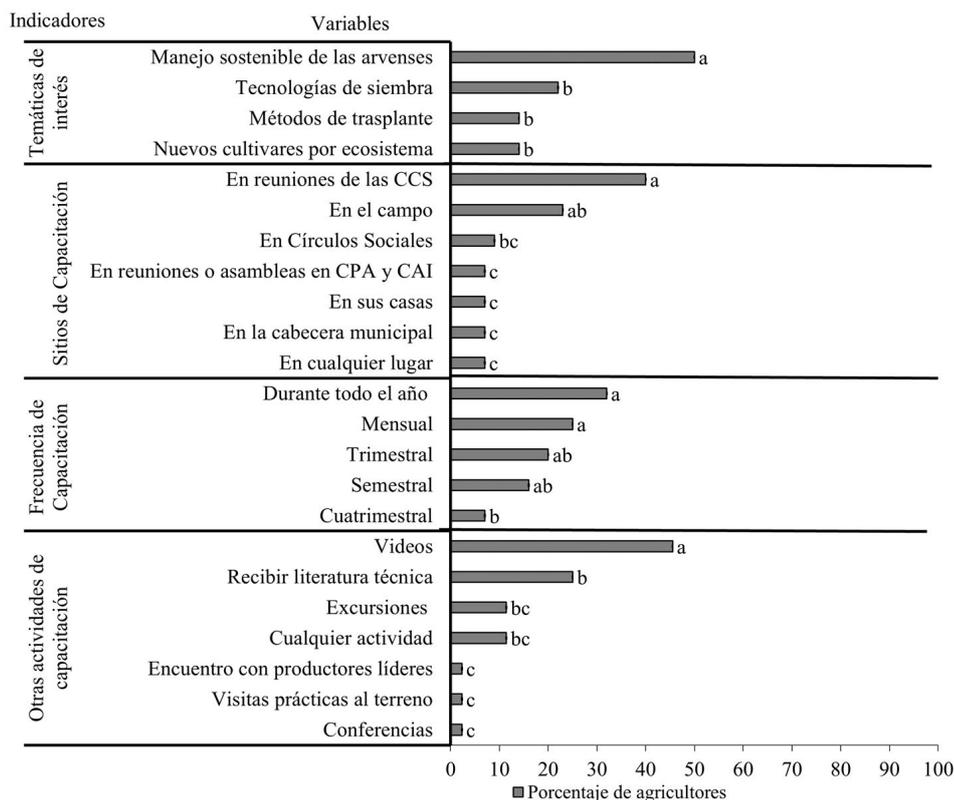
En cuanto al análisis de los sitios de capacitación se reflejó que las reuniones de las CCS es el espacio preferido para esta actividad, mientras que el campo ocupó la segunda posición a nivel porcentual. En referencia a la frecuencia de capacitación solicitada, los agricultores refirieron que las actividades mensuales resultan ser las más provechosas. Y con relación al indicador otras actividades de capacitación, los encuestados definieron siete propuestas, donde se destaca como la más popular la proyección de videos técnicos sobre el cultivo.

El análisis de estos indicadores evidencia que los agricultores poseen un acervo de conocimiento tradicional en el cultivo del arroz. Al mismo tiempo, los encuestados son capaces de identificar sus necesidades de información y otras modalidades de capacitación, que les permitiría actualizar los conocimientos y proponer opciones diferentes para el aprendizaje, ya que el conocimiento de los cultivos sienta las bases de su manejo agroecológico. De acuerdo con varios autores (34,35) se requiere el rediseño de los programas actuales de capacitación e introducción de prácticas agroecológicas, por lo que estas

**Tabla 2.** Variables del indicador capacidad de los agricultores e institucionalidad

Indicador	Variable	Aceptación (%)
Capacidad de los agricultores e institucionalidad	Conocimiento de los cultivares	59 a
	Dominio de la tecnología del cultivo	98 a
	Pertinencia del soporte institucional	84 a

Proporciones con letras diferentes, difieren significativamente con  $p < 0.05$  según Método Wald



Proporciones con letras diferentes, difieren significativamente con  $p < 0.05$  según Método Wald

**Figura 6.** Variables de los factores institucionales y vinculados a la gestión del conocimiento

alternativas pueden contribuir a mejorar el proceso educativo de intercambio de conocimientos y habilidades entre los agricultores del SCC.

En tanto que, otras investigaciones (36), identifican a las revistas científicas, los materiales audiovisuales y las actividades de capacitación en el conjunto de fuentes de información y conocimiento para la innovación, lo cual concuerda con los resultados de este trabajo.

## CONCLUSIONES

1. La representación porcentual de los indicadores y variables, a partir de las respuestas ofrecidas por más del 50 % de los encuestados, demostró la importancia concedida a la capacidad de los agricultores y la institucionalidad para propiciar los procesos de adopción de innovaciones tecnológicas, con vistas a la producción sostenible de arroz.
2. Los agricultores afrontan dos dificultades externas (la poca disponibilidad de combustible para el suministro de agua y el poco acceso a la semilla certificada) y dos vulnerabilidades de carácter interno (las necesidades de información en el manejo sostenible de las arvenses y la fitotecnia del cultivo) que podrían incidir en la sustentabilidad de los agroecosistemas arroceros y propiciar los procesos de innovación.
3. Se recomienda realizar investigaciones futuras con aplicación de métodos multivariados, que permitan

identificar las variables de mayor contribución a la adopción de innovaciones tecnológicas, en este escenario productivo

## BIBLIOGRAFÍA

1. FAO. Sistema mundial de información y alerta sobre la alimentación y la agricultura. Perspectivas de cosechas y situación alimentaria [Internet]. Available from: <http://www.fao.org/3/ca7236es/ca7236es.pdf>.
2. Méndez P. INFOARROZ - Informativo mensual del mercado mundial del arroz. [Internet]. Francia: Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD) [Internet]. 2023. Available from: [http://www.infoarroz.org/portal/uploadfiles/20230713051604\\_15\\_ia0623es.pdf](http://www.infoarroz.org/portal/uploadfiles/20230713051604_15_ia0623es.pdf).
3. Socorro M, Sánchez S. Capítulo 16.- Producción de arroz con bajos insumos. In: B6-499 Avances de la agroecología en Cuba-Libro [Internet]. 1ra Edición. La Habana, Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas; 2018. p. 263-78. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/327105934\\_B6-499\\_Avances\\_de\\_la\\_agroecologia\\_en\\_Cuba-Libro](https://www.researchgate.net/publication/327105934_B6-499_Avances_de_la_agroecologia_en_Cuba-Libro)
4. ONEI (Oficina Nacional de Estadística e Información). Anuario Estadístico de Cuba 2018. Capítulo 9: Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. [Internet]. 2019. Available from: <http://www.onei.cu/aec2018/09>.
5. Rivero LE, Cruz F, García J, García Y, Delgado M. Primeras experiencias en el empleo de las Escuelas

- de Agricultores y su influencia en el desarrollo de iniciativas en productores para el manejo de arroz rojo. *Revista Cubana del Arroz* [Internet]. 8(2):8-15. Available from: [http://www.actaf.co.cu/revistas/revista-grano/Revista en PDF \(Vol 8 No 2\)/Trabajo2.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/revista-grano/Revista%20en%20PDF%20(Vol%208%20No%202)/Trabajo2.pdf).
6. GEOCUBA. Municipio Madruga. Infraestructura de Datos Espaciales de la República de Cuba [Internet]. 2013. Available from: <http://www.iderc.co.cu/phpGeodic/>
  7. INOTU. Provincia Mayabeque. Mapas provinciales. Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial y Urbanismo [Internet]. 2023 [cited 2024 Nov 25]. Available from: <https://www.inotu.gob.cu/es/content/mayabeque-1>
  8. Clasificación climática de Köppen. Orientaciones para su estudio [Internet]. 2023. Available from: <http://www.ilustrados.com/tema/10346/Clasificacion-climatica-Koppen-Orientaciones-para-estudio.html>.
  9. Hernández Jiménez A, Bosch Infante D, Pérez-Jiménez JM, Castro Speck N. Clasificación de los suelos de Cuba 2015 [Internet]. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 2015 [cited 2024 Sep 19]. 91 p. Available from: <https://isbn.cloud/9789597023777/clasificacion-de-los-suelos-de-cuba-2015/>
  10. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación [Internet]. 7ma ed. México: Editorial McGraw-Hill Interamericana; 2018. Available from: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201800256927>.
  11. Schonhuth M, Kievelitz U. Diagnóstico rural rápido. Diagnóstico rural participativo mét... [Internet]. Alemania: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Postfach 5180, 65726 Eschborn, República Federal de Alemania; 1994 [cited 2024 Nov 25]. 137 p. Available from: <https://bivica.org/file/view/id/4184>
  12. Europeas EO de E de las C, Económicos OO para la C y el D. Manual de Oslo: guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. 3ª edición [Internet]. 3ra ed. Madrid, España: Grupo Tragsa; 2006 [cited 2024 Jan 25]. 90 p. Available from: <http://repositorio.conacyt.gov.py/handle/20.500.14066/2676>
  13. Guerra CW, Menéndez E, Borrero R, Egaña E. Tamaño de muestra necesario para una estimación con error máximo prefijado. In *Estadística*. Editorial Pueblo y Educación [Internet]. 1989;136-7. Available from: <https://search.worldcat.org/es/title/928636303>
  14. Bartlett JE, Kotlik JW, Higgins CC. Organizational Research: Determining Appropriate Sample Size in Survey Research. *Learn Perform J* [Internet]. 2001;19(1):43-50. Available from: <https://www.opalco.com/wp-content/uploads/2014/10/Reading-Sample-Size1.pdf>
  15. Glenn I. Determining Sample Size [Internet]. Florida Cooperative Extension Service; 1992. Available from: [https://www.gjimt.ac.in/web/wp-content/uploads/2017/10/2\\_Glenn-D.-Israel\\_Determining-Sample-Size.pdf](https://www.gjimt.ac.in/web/wp-content/uploads/2017/10/2_Glenn-D.-Israel_Determining-Sample-Size.pdf)
  16. Sarandón SJ, Zuluaga MS, Cieza R, Janjetic L, Negrete E. Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. *Agroecología* [Internet]. 2006 [cited 2024 Nov 25];1:19-28. Available from: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/14>
  17. Duvergel YC, Miranda I. COMPAPROP: Sistema para comparación de proporciones múltiples. *Rev Protección Veg* [Internet]. 2014 [cited 2024 Nov 25];29(3):231-231. Available from: <https://revistas.censa.edu.cu/index.php/RPV/article/view/528>
  18. Veitia ABH, Gentile A, Moya IH. Participación juvenil para el desarrollo rural: análisis de un caso cubano en cooperativas agrarias. *REVESCO Rev Estud Coop* [Internet]. 2021 Feb 24 [cited 2024 Nov 25];137:e73864-e73864. Available from: <https://revistas.ucm.es/index.php/REVE/article/view/73864>
  19. Proyecto de Plan Estratégico para Cuba [Internet]. Roma : Programa Mundial de Alimentos; 2020 p. 40. (Informe presentado a la Junta Ejecutiva. Segundo período de sesiones. Ordinario /EB.2.). Available from: <https://executiveboard.wfp.org>.
  20. Cobos Mora FJ, Gómez Pando LR, Reyes Borja WO, Medina Litardo RC, Cobos Mora FJ, Gómez Pando LR, et al. Sustentabilidad de dos sistemas de producción de arroz, uno en condiciones de salinidad en la zona de Yaguachi y otro en condiciones normales en el sistema de riego y drenaje Babahoyo, Ecuador. *Ecol Apl* [Internet]. 2021 Jan [cited 2024 Nov 25];20(1):65-81. Available from: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1726-22162021000100065&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1726-22162021000100065&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  21. Matsushima S. Simple Methods for Estimating the Actual Yield in Individual Rice Fields. *Japan A Research Q* [Internet]. 1970;5(3):7-11. Available from: [https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/jarq/05-3-007-011\\_0.pdf](https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/jarq/05-3-007-011_0.pdf)
  22. Nicholls CI, Altieri MA. Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Cuad Investig UNED* [Internet]. 2019 Mar [cited 2024 Nov 25];11(1):s55-61. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/5156/515661223008/html/>
  23. Moreno H, Bonet C, Recio Y, Fernández E, Rodríguez PW. Ahorro de agua con empleo de tubería flexible para el riego del arroz. *Revista Ingeniería Agrícola* [Internet]. 2019;9(1). Available from: <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/IAgric/article/view/1042>.
  24. Calzada A, Prieto JL, Socarrás Y. Cuba y el Tránsito a una Agricultura Sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas* [Internet]. 2022;10(2):109-15. Available from: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
  25. Casimiro-Rodríguez L, Casimiro-González JA, Suárez-Hernández J, Martín-Martín GJ, Navarro-Boulandier M, Rodríguez-Delgado I, et al. Evaluación de la resiliencia socioecológica en escenarios de agricultura familiar en cinco provincias de Cuba. *Pastos Forrajes* [Internet]. 2020 Dec [cited 2024 Nov 25];43(4):304-14. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-03942020000400304&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942020000400304&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
  26. Borràs-Escayola M, Casimiro-Rodríguez L, Suárez-Hernández J, Borràs-Escayola M, Casimiro-Rodríguez L, Suárez-Hernández J. Evaluación de la resiliencia socioecológica en seis fincas de la provincia de Sancti Spiritus, Cuba. *Pastos Forrajes* [Internet]. 2021 [cited

- 2024 Nov 25];44. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0864-03942021000100026&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942021000100026&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
27. Gutiérrez R, Medina A, Cruz D, Orellana N. Implementación del Sistema de Innovación Agropecuaria Local en el municipio de Sancti Spiritus, Cuba. *Rev Iberoam Ambiente Sustentabilidad* [Internet]. 2021 Jun 15;4:e108. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/352454665\\_Implementacion\\_del\\_Sistema\\_de\\_Innovacion\\_Agropecuaria\\_Local\\_en\\_el\\_municipio\\_de\\_Sancti\\_Spiritus\\_Cuba](https://www.researchgate.net/publication/352454665_Implementacion_del_Sistema_de_Innovacion_Agropecuaria_Local_en_el_municipio_de_Sancti_Spiritus_Cuba)
28. Pedroso Souchkina D. Impacto del proceso de innovación en la Finca La Joya en la cultura agraria de sus consumidores. *Revista Gestión del Conocimiento y el Desarrollo Local* [Internet]. 2020;7(1):45-55. Available from: <https://revistas.unah.edu.cu/index.php/RGCDL/article/view/1294>
29. Pérez I. Transferencia de tecnología e innovación en la producción de caña de azúcar en Cuba.
30. de la Cruz Santos ID, Infante Abreu MB, de la Cruz Santos ID, Infante Abreu MB. Estrategia para perfeccionar la gestión de ciencia, tecnología e innovación en el sector agrario cubano: principales resultados. *Rev Univ Soc* [Internet]. 2022 Jun [cited 2024 Nov 25];14(3):696-713. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2218-362022000300696&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-362022000300696&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
31. Sanjinez F, Julca Otiniano AM. Caracterización de parcelas productoras de arroz (*Oryza sativa* L.) en Tumbes, Perú. *Agroindustrial Sci* [Internet]. 2019 [cited 2024 Nov 25];9(1):67-75. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7023247>
32. Rodríguez Tassé D, Barbosa García RN, Rodríguez Vicente E, Rodríguez Tassé D, Barbosa García RN, Rodríguez Vicente E. Manejo de arvenses en caña de azúcar, impacto ambiental, efectividad económica y de control. *Cent Agríc* [Internet]. 2019 Jun [cited 2024 Nov 25];46(2):64-71. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0253-57852019000200064&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0253-57852019000200064&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
33. Mesa Sarmiento J, Quintero Cabrera A, Suarez Benitez D, Sacerio Vidal J. Impacto del sistema de extensión agraria en la UBPC “San Alejo”. *Empresa Azucarera Ciudad Caracas. Agroecosistemas* [Internet]. 2023 Aug 1 [cited 2024 Nov 25];11(2):39-44. Available from: <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/621>
34. Rosales-Jenqui PR, Salguero-Rubio Z, Herrera-Altuve JA. Los sistemas participativos y generalistas en la extensión agraria y rural en Cuba. *Cultiv Trop* [Internet]. 2022 [cited 2024 Nov 25];43(4)://cu-id.com/2050/v43n4e16. Available from: <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1721>
35. López D, León K, Rodríguez FL. Sostenibilidad agroecológica de fincas familiares del Consejo Popular “El Cafetal”, San Juan y Martínez, Cuba. *Avances* [Internet]. 2023;25(4):473-88. Available from: <http://avances.pinar.cu/index.php/publicaciones/article/view/782/2111>.
36. Herrera JA. Enfoques esenciales en la innovación y transferencia tecnológica. *Pastos y Forrajes*. 2023;46(e11):1-10.