



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CIENCIAS AGRARIAS



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CENTRO UNIVERSITARIO
MUNICIPAL ABREUS

UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

Metodología del sistema intensivo en cultivo de
Oryza sativa L. (SICA): una alternativa que
incrementa la producción en CCS “Adolfo Ortiz
Fonte“ Abreus

Autor: Rodolfo Puerto Febles.

Tutor: Lic. Iván López Rodríguez. MsC., Prof. Auxiliar.

“Disciplina -- Gestión”

“Asignatura – Gestión Económica Agropecuaria”

Abreus, Diciembre 2023



UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS
CENTRO UNIVERSITARIO
MUNICIPAL ABREUS

Declaración de Autoridad

Hago constar que la presente investigación fue realizada en la Universidad de Cienfuegos como parte de la culminación de los estudios en la Especialidad de Ingeniero Agrónomo; autorizando a que la misma sea utilizada por la institución para los fines que estime convenientes, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en evento ni publicado, sin la aprobación de la Universidad.

Firma del Autor.

Los que abajo firmamos, certificamos que el presente trabajo ha sido revisado según acuerdo de la Dirección de Nuestro Centro y que el mismo cumple con los requisitos de la investigación, y con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada.

Información Científico-Técnica
Nombre y Apellidos. Firma

Computación
Nombre y Apellidos. Firma

Firma del Tutor

Aval



Título del Trabajo: Análisis de la metodología de sistema intensivo de cultivo de *Oryza sativa* L. (Arroz) (SICA): Una alternativa para incrementar la producción en la CCS Adolfo Ortiz Fonte, Abreus.

Hago constar que el trabajo fue realizado en áreas de la CCS Adolfo Ortiz Fonte en la comunidad, La Redonda, del municipio Abreus, y tiene como objetivo. Evidenciar que la metodología (SICA) puede resultar una práctica agrícola innovadora que ayuda en el manejo integrado del arroz y contribuye al incremento sostenible de la eficiencia productiva de arroz en la CCS Adolfo Ortiz Fonte y para el autoabastecimiento del Municipio de Abreus, como parte de la culminación de los estudios de la carrera de ingeniería en Agronomía a favor de Rodolfo Puerto Febles, que tiene como tutor al Msc. Iván López Rodríguez donde se cumplieron con los objetivos propuestos.

Certifico que dicha investigación ha sido revisada según acuerdo de la dirección del centro y la misma cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura, referido a la temática señalada. Además, consideramos los resultados de esta investigación como altamente valiosos para el trabajo en el municipio ya que en él se aportan herramientas para el incremento sostenido de la producción de arroz.

Dada en Abreus, a los 19 días del mes de Octubre del 2023.

Rolando Pérez Ramos
Director Empresa Agropecuaria.

Dedico a...

A la memoria de mi padre, a mi madre por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; a mi tía Rita, mi hermana y mi esposa por su amor y dedicación a mis primos y amigos que también han contribuido de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final me motivaron constantemente a conseguir mis anhelos.

A todos Gracias



Agradezco a...

Mi madre, por su amor, ejemplo, sacrificio, por su dedicación, ternura, cariño y la comprensión que me han tenido y por querer mi constante superación

Al claustro de profesores que hicieron posible mi transcurso por todos estos años satisfactoriamente siendo protagonistas en mi formación profesional.

A todos los que me ayudaron y me han enseñado a valorar la vida y sacar provecho de las oportunidades y experiencias como únicas e incalculables.

A todas las personas que de una forma u otra contribuyeron a la realización de este trabajo.

A TODOS LOS QUE CREYERON EN MÍ

Muchísimas gracias...

RESUMEN

En el sector agropecuario cubano, tanto en el modelo agrario convencional como en el actual modelo encaminado hacia la sostenibilidad sobre bases agroecológicas, la gestión de la tecnología y la innovación asume la incorporación de resultados científico técnicos en calidad de componente básico para garantizar la seguridad alimentaria del país y el desarrollo sostenible. La presente investigación tiene como objetivo: Evidenciar que la metodología (SICA) puede resultar una práctica agrícola innovadora que ayuda en el manejo integrado del arroz y contribuye al incremento sostenible de la eficiencia productiva de arroz en la CCS Adolfo Ortiz Fonte y para el autoabastecimiento del Municipio de Abreus; pues a pesar de poseer terrenos agrícolas idóneos, condiciones edafoclimáticas favorables para el cultivo del arroz, se alcanzan bajos rendimiento productivos, además que se han identificados un grupo problemas en el manejo del cultivo del arroz que pudieran ser mejorado con el (SICA). Esta modifica y simplifica en 6 pasos al cultivar tradicional: Preparación del terreno, Edad: 8-10 días. Plantas por golpe: 1 (una sola) Densidad de siembra: Patrón cuadrado (0.25x0.25m hasta 0.50x0.50m). Suministro de H₂O: Riego intermitente. Control de malezas: hasta antes de la formación de las panículas. Para desarrollar la investigación se utilizaron diferentes métodos teóricos, empíricos y estadísticos matemáticos, así como varias técnicas y herramientas de Gestión.

Palabras claves: Innovación, Sistema intensivo del arroz, Gestión, Producción, Desarrollo sostenible.

SUMMARY

In the Cuban agricultural sector, both in the conventional agricultural model and in the current model aimed at sustainability on agroecological bases, the management of technology and innovation assumes the incorporation of scientific and technical results as a basic component to guarantee food security of the country and sustainable development. The objective of this research is: To demonstrate that the (SICA) methodology can be an innovative agricultural practice that helps in the integrated management of rice and contributes to the sustainable increase in the productive efficiency of rice in the CCS Adolfo Ortiz Fonte and for the self-sufficiency of the Abreus Municipality; Because despite having suitable agricultural land, favorable edaphoclimatic conditions for rice cultivation, low productive yields are achieved, and a group of problems have been identified in the management of rice cultivation that could be improved with (SICA). This modifies and simplifies traditional cultivation in 6 steps: Preparation of the land, Age: 8-10 days. Plants per stroke: 1 (single) Planting density: Square pattern (0.25x0.25m to 0.50x0.50m). H₂O supply: Intermittent irrigation. Weed control: until before the formation of panicles. To develop the research, different theoretical, empirical and mathematical statistical methods were used, as well as various management techniques and tools.

Key words: Innovation, Intensive rice system, Management, Production, Sustainable development.

INDICE

	Pág.
RESUMEN.....	1
INDICE	3
LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	5
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO I. FUNDAMENTACION TEÓRICA DEL RENDIMIENTO AGRÍCOLA	12
1.1 Origen, importancia y expansión del arroz.....	12
1.2 Taxonomía del arroz	14
1.2.1. Tipos de <i>O. sativa</i>	15
1.3 Características Agronómicas.....	16
1.3.1. Semilla	16
1.3.2. Tallo	17
1.3.3. Macollamiento	17
1.3.4. Panícula	18
1.3.5. Espiguilla.....	18
1.3.6. Altura de Planta.....	19
1.3.7. Raíces.....	19
1.4 Requerimientos climáticos:	20
1.5 Fenología	20
1.5.1. La fase vegetativa.....	20
1.5.2. La fase reproductiva	21
1.5.3. La fase de madurez.....	21
1.6 Métodos de siembra.....	21
1.6.1 Siembra directa	21
1.6.2 Siembra por trasplante.....	21
1.7 Consumo de agua del cultivo de arroz.....	22
1.8 Métodos de riego	22
1.8.1 Riego por inundación continua	22
1.8.2 Riego de alternar humedecimiento y secado	23
1.9 El rendimiento productivo del arroz a nivel nacional y principales problemas.....	23

1.9.1	Efecto del agua en el crecimiento y el rendimiento.....	25
1.9.2	Efecto de los nutrientes en el crecimiento y el rendimiento.....	25
1.10	Sistema Intensivo para el cultivo de arroz (SRI) Inglés- Español (SICA).....	27
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....		29
2.1	Métodos y técnicas empleadas.....	29
2.2	Marco metodológico de la investigación.....	30
2.3	Escenario de la investigación, ubicación., selección, límites fisiográficos y condiciones edafoclimáticas del área objeto de estudio.....	33
2.3.1	Características:.....	35
2.3.2	Cantidad de tenentes de tierras.....	35
2.3.3	Situación de los rendimientos productivos de la CCS en 2022.....	36
2.3.4	Problemas identificados en el manejo del cultivo del arroz.....	38
2.4	La adopción de innovaciones tecnológicas.....	39
2.5	Sistema Intensivo Del Cultivo De Arroz (SICA) como innovaciones tecnológicas....	40
2.6	Beneficios pueden esperar los productores del uso del sistema SRI.....	41
2.7	Avances tecnológicos que pueden incluirse en el cultivo del arroz.....	42
CAPÍTULO III. RESULTADOS DE LA PROPUESTA.....		43
3.1	Situaciones detectadas.....	43
3.2	Solución planteada.....	47
3.3	Análisis económico del posible comportamiento productivo del rendimiento agrícola con la alternativa propuesta.....	59
CONCLUSIONES.....		61
RECOMENDACIONES.....		62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		64
ANEXOS.....		71

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- AGRUCO** – Centro Universitario Agroecología de la Universidad de Cochabamba
- ANAP** – Asociación Nacional de Agricultores Pequeños
- AQUASTAT** – Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua en la agricultura
- CCS** – Cooperativa de Créditos y Servicios
- CIAT** – Centro Internacional de Agricultura Tropical
- CITMA** – Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
- ECOFAS** – Marco Ecológico para Evaluar la Sostenibilidad
- ENPA** – Empresa Nacional de Proyectos Agropecuarios del Ministerio de la Agricultura
- FAO** – Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
- FLAR** – Fondo Latinoamericano de Arroz de Riego
- FP** – Fitomejoramiento Participativo
- GAIG** – Grupo Agroindustrial de Granos del Ministerio de la Agricultura
- GAIPA** – Grupo Agroindustrial Pecuario Arrocerero del Ministerio de la Agricultura
- GIAL** – Grupos de Innovación Agropecuaria Local
- GNAUSF** – Grupo Nacional de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar
- IAgric** – Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola
- IAVA** – Índice de Biodiversidad para la Alimentación y Conservación del Suelo
- ICOM** – Índice de Biodiversidad Complementaria
- IDA** – Índice de Diversidad del Agroecosistema
- IEG** – Grupo de Evaluación Independiente del Banco Mundial
- IFE** – Índice de Biodiversidad para la Alimentación Animal
- IFER** – Índice de Biodiversidad para la Alimentación Humana
- IIFT** – Instituto de Investigaciones de Fruticultura Tropical
- IIGranos** – Instituto de Investigaciones de Granos
- INCA** – Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas
- INIA-33** – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Treinta y Tres, Estación Experimental del Este. Uruguay
- INICA** – Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar
- INIFAT** – Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt”
- INNOVARR** – Modelo de Adopción de Innovaciones Tecnológicas para la producción local de arroz en las CCS del municipio Madrugá
- IRRI** – Instituto Internacional de Investigaciones de Arroz
- JICA** – Agencia de Cooperación Internacional de Japón
- JIT** – Justo a tiempo

MEDEBIVE – Metodología para el Desarrollo de la Biodiversidad Vegetal
Minag – Ministerio de la Agricultura
OCDE – Organización de Cooperación y Desarrollo Económico
ONEI – Oficina Nacional de Estadística e Información
PASEA – Proyecto Franco-Cubano de Apoyo al Sistema de Extensión Agraria
PIAL – Programa de Innovación Agrícola Local
PMG – Plataforma Multiactoral de Gestión
PROMEDAS – Propuesta Metodológica para el Desarrollo Agrario Sostenible de los Agroecosistemas
PYMES – Pequeñas y Medianas Empresas
SAR – Servicio de Asesoramiento al Regante
SCC – Sector Cooperativo y Campesino
SDE – Siembra directa en línea y a chorrillo manual a una norma de 75 kg ha-1 y manejo de arvenses con 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
SEA – Sistema de Extensión Agraria
SEICA – Sistema de Extensión del ICA
SIAL – Sistema de Innovación Agropecuaria Local
SICA – Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz
SIGEA – Sistema de Información y Gestión de la Extensión Agraria
SINCITA – Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica Agraria
Sistema DIA – Sistema Diversificado, Integrado y Autosuficiente
SVE – Siembra directa a voleo manual a una norma de 120 kg ha-1 y manejo de arvenses con escarda manual
TTM – Trasplante Tradicional Mejorado
UBPC – Unidad Básica de Producción Cooperativa
UCTB Los Palacios – Unidad Científica Tecnológica de Base Los Palacios
UNAH – Universidad Agraria de La Habana

INTRODUCCIÓN

El (*Oryza sativa* L.) arroz sería el cereal más importante del mundo en desarrollo si se considerara la extensión en que se siembra, la cantidad de personas que depende de su cosecha y constituye el alimento básico para más de la mitad de la población del planeta (Briceño & Álvarez, 2010).

En tal sentido, Alfonso, (2011) afirma que el arroz constituye el principal alimento en muchos países asiáticos y es considerado la principal fuente de empleo, ingresos y nutrición de muchas regiones pobres y con una alimentación precaria.

Por ello es considerado dentro de los principales sostenes de la seguridad alimentaria en distintas partes del mundo y para algunos, se trata de un cultivo de importancia económica, social y cultural, ya que es base de platos tradicionales en todos los países y alimento cotidiano en las mesas de los latinoamericanos y caribeños.

La FAO, (2019). Planteaba que: *“El arroz ocupa el segundo lugar después del trigo considerando la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como alimento, proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro producto agrícola”*.

Si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. Además proporciona empleo al sector de la población rural (Infoagro, 2011).

Actualmente se reporta su cultivo en 113 países y en casi todos los continentes, y su cultivo según el Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI), se extienden desde China hasta el sur de Australia, desde el clima lluvioso de la selva tropical de África Central a la zona templada continental de Rusia, desde el clima árido del desierto egipcio en el delta del Nilo y las regiones costeras de Guinea Bissau a los 2 700 m por encima del nivel del mar de las montañas del Himalaya (Boyer, 2005).

Ocupa 151 millones de hectáreas sembradas, la producción alcanzada se ha estimado en 562 millones de toneladas métricas y Asia produce el 90 % del total

mundial, siendo China el principal productor, seguido de Brasil, en el continente americano.

Jaramillo et al. (2017), indica que a nivel mundial el arroz constituye el producto más importante desde el punto de vista de la alimentación; se estima que para el año 2025 el mundo requerirá 400 millones de Toneladas adicionales de arroz para suplir la demanda. Esto representa un alza del 70% sobre la producción de 1996 que llegó a 575 millones de Toneladas.

Este incremento de la población mundial y por ende el consumismo del arroz, pone en cuestión el aseguramiento alimentario con este rubro tan importante. El aumento gradual de la producción y el rápido crecimiento de la población humana en los países consumidores de arroz. Hace que los investigadores se preocupen en una misión interminable para obtener mayores producciones con vistas a resolver este problema alimenticio (Rodríguez et al., 2010).

En el mundo las limitaciones de los altos producciones están comprendidas en dos categorías: 1) aquellas que afectan el potencial de rendimiento del cultivo en las condiciones del ambiente del agricultor, 2) aquellas que afectan la capacidad y la voluntad del agricultor para obtener el máximo potencial de su finca.

La primera categoría de limitaciones está relacionada con el desarrollo de nuevas tecnologías. La segunda categoría se relaciona con dos aspectos: en primer lugar, la obtención de su máximo potencial según las tecnologías existentes y el ambiente físico disponible y, en segundo lugar, el grado de equidad existente entre los agricultores y los trabajadores sin tierra para acceder a los recursos e insumos. Estos incluyen la difusión del conocimiento entre los agricultores, la disponibilidad de insumos, créditos y las modalidades de propiedad de la tierra (FAO, 2008).

Morejón, et al. (2013) manifiestan que en Cuba el arroz representa un alimento de consumo básico para la población y es el principal elemento de la canasta familiar, por tanto es un producto insustituible, con una demanda nacional de 700 mil toneladas y un índice de consumo promedio de más de 70 kg por persona al año, muy por encima de casi todos los países del continente americano.

Sin embargo, la producción nacional solo garantiza el 40 por ciento de esa demanda, por lo que el país está obligado a importar más de 400.000 toneladas de arroz anualmente.

El crecimiento productivo de arroz en Cuba no se corresponde con el mínimo requerido para cubrir la demanda, y los principales problemas que limitan la producción en la actualidad son: déficit de financiamiento para insumos e inversiones; deterioro de los sistemas de riego y drenaje; déficit de maquinaria agrícola, de implementos de labranza modernos y la nivelación; deterioro de la capacidad industrial; deterioro de la técnica de aplicación agrícola; baja fertilidad de los suelos; indisciplina tecnológica, no hay control de las evaluaciones técnicas, baja capacitación técnica de los arroceros; deterioro de la producción de semilla; presencia de arroz rojo y mezclas varietales; alta incidencia y severidad de plagas y enfermedades (IIA, 2014).

Ante esta situación, desde el año 2012 se lleva a cabo un programa integral de desarrollo que prevé antes del 2030 garantizar el 85 % de la demanda nacional, con la incorporación de nuevas zonas, la introducción de tecnología moderna y el incremento gradual del rendimiento en los campos, con el propósito de sustituir las importaciones. (Reyes. 2019)

En la actualidad la producción nacional en Cuba alcanza aproximadamente 225 mil toneladas. Los destinos principales de esta producción son: canasta básica, consumo social, mercados agropecuarios, ventas al turismo, ventas a las actividades de TCP y semillas para productores (GAIPA, 2010).

El imperativo actual está en elevar la producción arrocera en Cuba, la provincia de Cienfuegos y el municipio en aras de garantizar la soberanía alimentaria y el autoabastecimiento.

Actualmente en el país se trabaja en convenios de colaboración con países como Vietnam, China y Japón, lo cual fortalece el avance del programa de arroz a través de la aplicación de nuevos métodos de cultivo y la introducción de tecnologías de avanzada.

Por lo tanto, la tendencia actual es mejorar los métodos de manejo para aumentar la producción por unidad de superficie, lo cual conlleva al uso de alternativas

adecuadas, en este ámbito se viene investigando el reemplazo de los sistemas tradicionales de producción por el Sistema Intensivo del Cultivo de Arroz”, SICA (siglas en español) – SRI (siglas en inglés), la cual fue desarrollada entre los años 1983 a 1984 por el científico y técnico Henry de Laulanié y finalmente ejecutado por primera vez en la región de Madagascar. Años más tarde la aplicaron en el continente Asiático y Americano, en este último continente se hicieron pruebas en como Cuba, Haití y Ecuador y a su vez hubieron países que adoptaron ese sistema (Burhan 2017).

El SRI o SICA es promovido por la Oxfam de Australia y a su vez dirigida por agencias gubernamentales y siete ONG (Kunnathadi 2015), por lo general se observa que el SRI genera nuevas perspectivas en la agricultura moderna pues vale indicar que las alternativas agroecológicas que se fundamenta en métodos basados en: densidades de siembra, disminución considerable del uso de semillas, reducción de labranzas, ahorro significativo de agua y fertilizantes, menos uso de pesticidas, mejora en cuanto a la cantidad y diversificación biota del suelo lo cual se refleja en el rendimiento por unidad de superficie (Wu 2015).

Por otra parte, diferentes estudios en Cuba acerca de la adopción de técnicas agronómicas para el incremento de la productividad del arroz en las SCC, aportan soluciones basadas en la adopción de innovaciones tecnológicas (Rivero et al., 2006; Suárez et al., 2010; Pérez et al., 2018).

La temática cobra especial importancia en municipio Abreus donde existen condiciones favorables para de forma significativa autoabastecerse de arroz.

Sin embargo, según se ha podido apreciar durante la investigación, se cultiva típicamente en sistemas poco tecnificados que producen rendimientos inferiores (3.5 t/ha-1) en comparación a los regionales que rondan (3.5 -4.5 t/ha-1). (Periódico Granma, (2022).

Tradicionalmente, el incremento en rendimiento de este cultivo ha estado asociado a la liberación de variedades mejoradas y al incremento de uso de fertilizantes. Esto, representa una limitación para la mayoría de productores debido al consecuente incremento de los costos de producción.

En este contexto, prácticas como el SICA, representan alternativas atractivas que en teoría son capaces de mejorar el rendimiento del cultivo únicamente modificando prácticas culturales, sin incrementar el requerimiento de insumos.

En consecuencia, algunas prácticas derivadas del SICA podrían ser estudiadas con mayor detalle a fin de diseñar sistemas más eficientes de producción de arroz.

Estos sistemas, a su vez, podría facilitar la introducción de otras tecnologías, como por ejemplo, sistemas de siembra directa mecanizada, el uso de híbridos élite y la agricultura de conservación (ur Rasool et al., 2013; Wang et al., 2014).

Según lo anteriormente expuesto, se planteó el siguiente **problema de investigación**:

¿Será posible aplicar la metodología (SICA) para incrementar la producción de *Oryza sativa* L. (Arroz) en la CCS “Adolfo Ortiz Fonte”, del municipio de Abreus?

En correspondencia con el problema, se formuló la siguiente **hipótesis**:

La adopción de una alternativa basada en la metodología (SICA) como sistema de prácticas agrícolas innovadoras para el manejo integral del arroz, contribuye al incremento sostenible de la eficiencia productiva en la CCS “Adolfo Ortiz Fonte” y para el autoabastecimiento del municipio de Abreus

Para aceptar o refutar la hipótesis planteada, se concibieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

La adopción de una alternativa basada en la metodología (SICA) como sistema de prácticas agrícolas innovadoras para el manejo integral del arroz, contribuye al incremento sostenible de la eficiencia productiva en la CCS “Adolfo Ortiz Fonte” y para el autoabastecimiento del municipio de Abreus

Objetivos específicos

1. Analizar los fundamentos teóricos del cultivo del arroz y la metodología (SICA).
2. Caracterizar la CCS Adolfo Ortiz Fonte del Municipio de Abreus y las labores culturales que forman parte del manejo agronómico actual del cultivo de *Oryza sativa* L. (Arroz).
3. Proponer una herramienta que adopta la metodología (SICA) como práctica agrícola en el manejo agronómico integral y contribuye al incremento productivo de arroz en la CCS Adolfo Ortiz Fonte del Municipio de Abreus.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTACION TEÓRICA DEL RENDIMIENTO AGRÍCOLA

En el Capítulo, se realiza la fundamentación teórica del cultivo del arroz, desde su origen, importancia y expansión del arroz, Taxonomía del arroz, características Agronómicas, Requerimientos climáticos, fenología, métodos de siembra, Consumo de agua del cultivo de arroz, Métodos de riego, así como se consideraron contenidos respecto a las generalidades del rendimiento y principales problemas en la producción de arroz y las bondades de las prácticas agroecológicas en la mejora de los resultados productivos a partir del análisis de Sistema Intensivo para el cultivo de arroz.

1.1 Origen, importancia y expansión del arroz.

Es difícil establecer con exactitud la época en que se inició el cultivo del arroz.

Hay vestigios de que el arroz se inició a sembrar hace alrededor de 10,000 años en varias regiones húmedas de Asia tropical y sub-tropical.

El origen de la domesticación del cultivo del arroz se ha debatido bastante, si bien es seguro que proviene de Asia, el origen dentro de este continente se debate entre dos gigantes: China y Japón.

La literatura china menciona el arroz 3000 años antes de Cristo (AC), cuando se consideraba su siembra como una ceremonia religiosa importante, reservada al emperador. El primer cultivo de arroz se le atribuye al emperador Shen-Nung.

En el valle del Yang-Tse Kiang se han encontrado restos de arroz que datan de 3000 a 4000 años AC (Angladette, 1969).

El inicio del cultivo tuvo lugar en China, en la zona baja y alta, pero también existen evidencias que fue en la India donde se cultivó desde su inicio. Se cree que hubo muchas rutas o vías por donde se propagó el cultivo partiendo desde Asia hacia el resto del planeta donde se cultiva (Campo 2013).

Estudios morfológicos ubican claramente la transición del arroz en este país y la evolución de la recolección al cultivo doméstico del cereal.

En los comienzos, la recolección de arroz era básica para la supervivencia del pueblo, los cambios en el suelo muestran que la recolección cambió tiempo después para convertirse en el cultivo de las familias chinas. Poco tiempo después de

comenzar a cultivar arroz, las familias descubrieron nuevas variedades de este cereal que podían también cultivar y consumir.

Debería pasar mucho tiempo antes de que el arroz fuese introducido también en Europa, y mucho más para que llegara a América.

En Europa lo introdujeron los árabes en la Edad Media, y los europeos, tras el descubrimiento de América por Colón, lo llevaron a dicho continente.

En la antigua Europa, se creía que el arroz provenía de Egipto, pero se conoció primero en Grecia, debido a una expedición militar a Asia. Y, de Grecia, el arroz continuó su expansión hacia Roma y Alemania, poco tiempo después, este ya era un grano de alta popularidad en toda Europa.

Se admite que el arroz se propagó desde el sudeste asiático y el sur de India hasta China, en una época aún no establecida pero que se calcula transcurrió más de 3000 años AC. Este cereal fue llevado de China a Corea y de este país, o desde China, fue introducido en Japón, al parecer en el siglo I AC (Cheaney, 1974).

Antes del siglo XI de nuestra era ya existía el primer ideograma representativo del arroz. Ver siguiente figura:

Figura 1. Movimiento del arroz en el mundo desde su punto de origen.



Fuente: (Cheaney, 1974; González, 1985).

Se cree que, desde China, el arroz llegó a Filipinas, donde fue cultivado 2000 años AC y aun antes. Se cree también que pasó del sur de India a Indonesia y de allí entró en Ceilán (hoy Sri Lanka). Más tarde, el arroz llegó a Asia occidental y a la cuenca

del Mediterráneo, quizás bajo el imperio persa, y fue sembrado en Mesopotamia, a orillas del río Eufrates, y en Siria. Alejandro Magno invadió Persia y una porción de India en 320 AC y los griegos lo introdujeron luego en sus campos. Es posible que lo hayan conocido antes de la invasión de Alejandro Magno, por los contactos que habían hecho con viajeros árabes que visitaban la costa occidental de la India (González, 1985).

Los árabes fueron muy eficientes en expandir el cultivo del arroz. En el siglo IV AC lo introdujeron en Egipto, y entre el siglo VIII y el X llevaron el arroz asiático de grano largo a África oriental, al noreste de Madagascar, luego a Marruecos y poco después a España cuando invadieron la península ibérica (Angladette, 1969). Gracias a las colonias portuguesas, holandesas y españolas de África, las variedades asiáticas de arroz llegaron al continente africano (González, 1985).

Así que contrario a la creencia popular, el arroz no es nativo de América del Sur, tampoco de América Central, aunque, debido a la buena adaptación de este cereal en dichos suelos, es comprensible que así se crea. El arroz llegó a América Central y América Latina de la mano de los colonizadores europeos, en especial de los españoles y tuvo una gran recepción en los suelos latinoamericanos.

Algunos autores afirman que Cristóbal Colón, en su segundo viaje en 1493, trajo semillas de arroz al Nuevo Mundo, pero no germinaron (Cheaney, 1974). El historiador Simón, citado por Jennings (1961), afirma que en el valle del río Magdalena, en Colombia, hubo siembras de arroz en 1580 (González, 1985).

A finales del siglo XVII, los holandeses y los portugueses introdujeron el arroz en América del Norte, más exactamente en la colonia de Carolina. Un barco procedente de Madagascar fue dañado por una tempestad y tocó puerto en Charlestown; allí dejó 40 libras de semilla en 1685 (Cheaney, 1974)

1.2 Taxonomía del arroz

El arroz pertenece a las Fanerógamas, tipo Espermatofitas, subtipo Angiospermas, clase Monocotiledóneas, orden Glumifloras, familia Gramíneas, subfamilia Panicoideas, tribu Oryzae, subtribu oryzíneas, género **Oryza** (Angladette, 1969; González, 1985; Porter, 1959).

Según Zhukovsky (1971) se aceptan 28 especies en el género **Oryza**, casi todas descritas; no obstante, Vaughan (1994) describe 22 y los taxónomos las han clasificado de diversa manera. Baillon (1894) dividió el género **Oryza** en cuatro secciones: **Euoryza**, **Padia**, **Potamophila** y **Malbrunia**. En 1931, R.Y. Roschevich (citado por González, 1985) publicó los resultados de sus investigaciones sobre el género; basándose en las características de la espiga y de las glumas, abrió en él las cuatro secciones siguientes:

- La sección **sativa** Roschev, que abarca las especies cultivadas y la mayoría de las especies silvestres; unas y otras son, en su mayoría, anuales.
- La sección **granulata** Roschev, que se encuentra solamente en el sudeste de Asia y todas sus especies son perennes.
- La sección **coarctata** Roschev, que está distribuida en diferentes partes del mundo y cuyas especies son, casi todas, perennes.
- La sección **rhynchoryza** Roschev, cuyas especies tienen un tipo de planta diferente al de las especies de otras secciones.

Solo dos especies de arroz se cultivan actualmente: **Oryza sativa** L., que es de origen asiático, y **Oryza glaberrima** Steud., de origen africano. La expansión del cultivo se debe a la primera especie; la segunda sólo se encuentra en el oeste de África (Angladette, 1969).

En las especies del género **Oryza** como se puede apreciar en el Anexo 1, el número base de cromosomas es 12; a partir de este número, y por transploidización, se habría formado una serie de poliploides. Por tal razón, las especies del género **Oryza**, cuyo número cromosómico sea 24, pueden considerarse tetraploides, y aquéllas en que ese número sea 48 serían octoploides.

1.2.1. Tipos de *O. sativa*

En la especie **Oryza sativa** L. se consideran tres grupos o tipos de arroz: indica, japónica y javánica o bulú. Su origen estaría en la selección hecha, bajo diferentes ambientes, del arroz silvestre en los procesos de domesticación (Chandler, 1979). El tipo indica y el tipo japónica fueron considerados subespecies de **Oryza sativa**, pero actualmente son razas ecogeográficas.

1. Las variedades tradicionales de **tipo índica** que se cultivan en los trópicos tienen las siguientes características: mayor altura que otras variedades, macollamiento denso, hojas largas e inclinadas de color verde pálido, y grano de mediano a largo. Estos granos tienen un contenido de amilosa entre medio y alto que les da un aspecto seco y blando, y los hace poco aptos para desintegrarse en la cocción. Los trabajos de mejoramiento han producido variedades de arroz de tipo índica que tienen estatura corta, macollamiento abundante y respuesta al nitrógeno, y que dan un rendimiento tan alto como las de tipo japónica.
2. Las variedades de **tipo japónica** tienen hojas erectas de color verde intenso y una capacidad de macollamiento menor que la de las variedades de tipo índica; tienen mayor respuesta al nitrógeno (medida en rendimiento) que éstas, son insensibles al fotoperíodo y toleran las bajas temperaturas. Sus granos son cortos y anchos y su contenido de amilosa, que es bajo, los hace pegajosos y con tendencia a desintegrarse en la cocción.
3. Las variedades de tipo javánica o bulú son morfológicamente similares a las del tipo japónica, pero sus hojas son más anchas y pubescentes, emiten pocas macollas, y la planta es fuerte y rígida. Estas variedades son insensibles al fotoperíodo y sus granos son aristados.

1.3 Características Agronómicas

Entender las características agronómicas y las bases genéticas del arroz para desarrollar variedades de alto potencial de rendimiento, buena calidad, adecuada precocidad, altura de planta, entre otras, es un desafío constante en el proceso de mejoramiento genético del cultivos.

1.3.1.Semilla

La semilla constituye la base y el elemento más importante en la producción agrícola, por ser ellas las portadoras del potencial para obtener altos rendimientos y frutos de buena calidad (González y Douglas, 1981).

El grano de arroz es un ovario maduro, seco e indehiscente; consta de la cascara, formada por la lemma y la palea; el embrión, situado en el lado ventral cerca de la

lemma, y el endosperma que provee alimento al embrión durante la germinación. El fruto del arroz es una cariósida (Andrade, Celi, Hurtado y Valdiviezo, 2007).

1.3.2. Tallo

Los tallos cortos, fuertes y flexibles más que ningún otro carácter condiciona la resistencia de la planta al volcamiento. Aunque la resistencia al volcamiento está relacionada principalmente con la poca altura, depende también de otros caracteres incluyendo el diámetro del tallo, el espesor de las paredes del tallo y el grado hasta el cual la vaina de las hojas se adhiere a los entrenudos (Jennings, Coffman y Kanffman, 1981).

El tallo está provisto de nudos que limita un cierto número de correspondientes entrenudos; los entrenudos de la base del tallo son muy reducidos, con una longitud apenas superior al milímetro; los entrenudos siguientes alcanzan algunos centímetros en el vértice de la última hoja (hoja panicular); a partir de éste momento salen con gran rapidez, prosiguiendo éste aumento de longitud durante la formación de la panícula en la vaina de la hoja panicular; durante los siguientes días, los últimos entrenudos pueden alcanzar, en condiciones normales, de 10 a 40 cm (en variedades no flotantes).

En las axilas de las hojas inferiores y tallo primario, la yema axilar nodal puede originar un tallo secundario o vástago de primer orden; el fenómeno se repite en los vástagos, dando lugar a tallos terciarios o vástagos de segundo orden que se desarrollan en un plano perpendicular al de los vástagos de primer orden. Esto es el fenómeno del ahijamiento que da así lugar a la formación de un haz o manojo, que puede reunir alrededor de unos quince tallos, pero a veces muchos más (Gil, 2008).

La superficie del tallo es lisa por fuera y finamente estriada por dentro (Andrade, Celi, Hurtado y Valdiviezo, 2007).

1.3.3. Macollamiento

La habilidad de macollamiento en el cultivo del arroz está influenciada por las condiciones ambientales. Es la etapa más larga del ciclo del cultivo y dura entre los 45 días en las variedades precoces y 55 días en las variedades tardías (Bird y Soto, 1991).

Un hijo es un tallo con sus hojas. Los hijos se desarrollan en orden alterno en el tallo principal. Los hijos primarios se originan en orden ascendente en los nudos más bajos y a su vez producen hijos secundarios; estos últimos producen hijos terciarios. El conjunto de hijos y el tallo principal forman los macollos característica de la especie (Andrade, Celi, Hurtado y Valdiviezo, 2007).

Uno de los componentes del rendimiento y su máxima expresión estará en dependencia de los nutrientes, agua y espacio. Una combinación de alta habilidad de macollamiento y una agrupación compacta de tallos, permitirá que las macollas reciban mayor radiación solar (Jennings, 1985).

La planta de arroz macolla con una lámina baja de agua y no es necesario drenar el lote para que ocurra esta etapa del desarrollo. Conviene drenar en cambio, para fertilizar antes del primordio, y luego se inunda el campo hasta el llenado del grano (Tascon, 1998).

1.3.4. Panícula

En la fase vegetativa se determina el número de vástagos que equivale al número potencial de panículas (De Datta, 1986).

Debido a que no todo los hijos de la planta del arroz llevan panícula, de hecho el ahijamiento efectivo se mide por el número de vástagos con panícula (Angladette, 1975).

Se debería de expresar en rendimientos muy altos, de las líneas que combinan: buen macollamiento con panículas largas. Sin embargo, muchos investigadores se preocupan innecesariamente por el tamaño de la panícula como objetivo de mejoramiento (Jennings, Coffman y Kanffman, 1981).

1.3.5. Espiguilla

Las espiguillas de la planta de arroz están agrupadas en una inflorescencia denominada panícula, que está situada sobre el nudo apical del tallo. La base de la panícula se denomina cuello. Una espiguilla consta de dos lemmas estériles, glumas rudimentarias, la raquilla y la florecilla. La florecilla consta de dos brácteas o glumas florales (lemma y palea) con seis estambres y un pistilo (Andrade, Celi, Hurtado y Valdiviezo, 2007).

1.3.6. Altura de Planta

La altura en la planta de arroz, es fuertemente influenciada por condiciones ambientales (CIAT, 1983).

Este cultivo posee una altura variable, ya que existen variedades de porte bajo, intermedios y alto. La altura de las variedades comerciales oscilan entre 1.00 m a 1.50 m (Zavala y Ojeda, 1988).

La altura de la planta disminuye conforme incrementa el tiempo de transplante de una variedad, debido a que la planta sufre un mayor daño mecánico, ya que su sistema radical se encuentra más desarrollado (Orozco y Gonzáles, 1983).

1.3.7. Raíces

La planta tiene dos tipos de raíces: las seminales o temporales, y las adventicias o permanentes. Las primeras sobreviven corto tiempo y son reemplazadas por las segundas que brotan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes, y en algunos casos también de nudos aéreos. Las raíces adventicias son fibrosas, con raíces secundarias y pelos radicales. La punta de la raíz está protegida por una masa de células de forma semejante a la de un dedal, llamada coleoriza, la cual facilita su penetración en el suelo (Andrade, Celi, Hurtado y Valdiviezo, 2007).

La importancia del sistema radicular, su densidad y desarrollo, dependen de la estructura del suelo, de las modalidades de cultivo, del riego, de la aireación del suelo, de su riqueza en elementos nutritivos y del empleo o no del trasplante. Si inicialmente las raíces se desarrollan en superficie, su crecimiento en profundidad es luego mucho más importante (Gil, 2008).

La cantidad por fuerza (Kg) requerida para levantar una planta, bajo una razonable cantidad estandarizada de humedad del suelo, es un poder para la masa total radicular reflejando la cantidad de fricción y la tensión de la superficie que la raíz tiene alrededor del suelo (CIP, 2001).

Las raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y las raíces adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven.

1.4 Requerimientos climáticos:

- ✓ Radiación solar debe ser mayor de 450 cal/cm² por día.
- ✓ Temperaturas mínima de 10 a 13°C, tomando en cuenta que la óptima se encuentra entre 30 y 35°C.
- ✓ pH adecuado se encuentra entre 5.5 – 6.5.
- ✓ Humedad relativa alta, este cultivo consume 7.650 m³ / ha.
- ✓ Suelos con alto contenido de arcilla, ya que son suelos que se mantienen con mayor humedad por más tiempo.
- ✓ Precipitación de unos 1.200 milímetros bien distribuidos durante el ciclo de cultivo es suficiente para la obtención de buenos rendimientos.

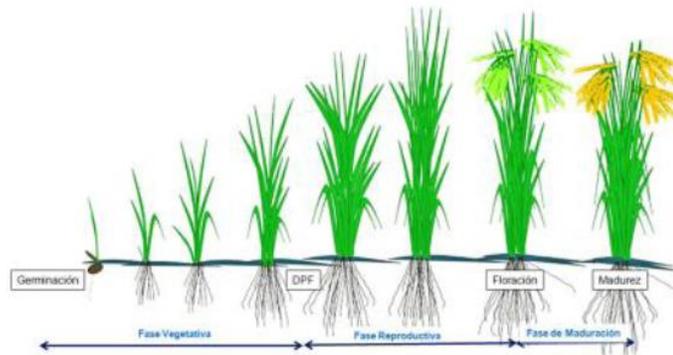
1.5 Fenología

En las plantas que producen semilla, se distinguen tres fases de desarrollo, las cuales tienen períodos de crecimiento definidos en cuanto a la diferenciación de la planta y los días de duración de estas tres fases. En el caso del arroz, estas fases son las siguientes:

1.5.1. La fase vegetativa

La fase vegetativa por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio. Esta fase comprende desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento, hasta la diferenciación del primordio floral. En esta fase se puede diferenciar a unas variedades de otras, según sea la precocidad o tardanza de la misma en alcanzar su respectivo ciclo de cultivo. Ver la figura 2.

Figura 2. Fases de desarrollo del cultivo de arroz.



Fuente:

<http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Paginas/GUIA.BPA.ARROZ.CTES%20.2016.pdf>

1.5.2. La fase reproductiva

Esta incluye el período desde la formación del primordio floral, embuchamiento (7-14 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días. La duración de esta fase en variedades cultivadas, es poco variable.

1.5.3. La fase de madurez

Empieza desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. Esta fase también varía muy poco de una variedad a otra.

1.6 Métodos de siembra

En el cultivo del arroz se utilizan varios métodos de siembra. Se diferencian dos sistemas de siembra en el cultivo de arroz; siembra directa (con semilla seca en suelos secos o fangueados o pre-germinada en suelos fangueados) y siembra indirecta o por trasplante.

1.6.1 Siembra directa

Para la siembra directa se tiene que preparar el terreno y realizar nivelación, las semillas se pueden sembrar en hileras o al voleo.

La siembra directa en suelo seco puede generar un importante ahorro en el uso de semillas de hasta el 30%. (Franquet, 2018).

1.6.2 Siembra por trasplante

El trasplante debe iniciarse cuando el suelo esté totalmente listo (fangueado) y las plántulas tengan como mínimo 15 días de germinado en el semillero y no excedan de 30 días. Se debe mantener después del trasplante la lámina de agua de 3 a 5 cm, por espacio de 2 a 3 días hasta que se observe que las plantas se han recuperado. Se debe realizar el recalce de los golpes que falten entre 7 y 10 días después del transplante. (IIA, 2002 como se citó en Fuentes, 2009).

1.7 Consumo de agua del cultivo de arroz

En todo el mundo, se estima que hay 150 millones de hectáreas de arroz, de las cuales el 50 por ciento se riega. Tradicionalmente, el arroz se cultiva en campos continuamente inundados donde casi la mitad del agua aplicada se pierde por percolación y la filtración. Los científicos han estimado que para 2025, 15-20 millones de hectáreas de arroz bajo riego sufrirán algún grado de escasez de agua (IRRI, 2013).

Se han desarrollado una serie de tecnologías de ahorro de agua de riego para reducir su uso, aumentar la productividad del agua de riego y mantener o aumentar la producción de sistemas basados en arroz, como un sistema de arroz aeróbico (Zhang et al., 2018).

1.8 Métodos de riego

Las alternativas de riego en la producción de arroz son varias por lo que es necesario identificar cuáles son las mejores. Para producir un kilogramo de arroz son necesarios de 3,000 a 5,000 litros de agua. Estimaciones para el 2025, en Asia 17 millones de hectáreas no contarán con agua suficiente para producir y 22 millones de hectáreas en producción no tendrán la rentabilidad necesaria para proporcionar agua suficiente al cultivo (Cantrell, 2002).

Los métodos de riego de alternar humedecimiento y secado son: el sistema de producción de arroz con suelo cubierto (Ground Cover Rice Production System, GCRPS), el arroz cultivado en Suelo Saturado (SS) o con intermitencia en el riego (IR), donde se pueden utilizar tecnologías para alternar la humedad y el secado (Alternate Wetting Drying, AWD), politubos con múltiple entrada de agua (Multiple Inlet Rice Rrrigation, MIRI) e hidrotenedores, además de técnicas para la eficacia del riego inicial y para la fertilización nitrogenada (Gonzalez y Alonso, 2018).

1.8.1 Riego por inundación continua

En arroz inundado el suelo se mantiene bajo una lámina de agua continua desde el momento en que las plántulas de arroz han completado su emergencia hasta dos semanas antes de la cosecha. (Alfonzo et al., 2012).

Este sistema del arroz irrigado representa el 55% de la superficie cosechada en el mundo y 75% de la producción mundial de arroz. (Benavides y Segura, 2005).

1.8.2 Riego de alternar humedecimiento y secado

Es una técnica de riego que apunta a disminuir las tasas de infiltración y las pérdidas laterales, mediante la aplicación de láminas de forma intermitente, manteniendo el suelo en punto de saturación como mínimo. El tiempo transcurrido entre la aplicación de una lámina y la siguiente varía según las condiciones climáticas (precipitaciones, temperaturas, etc.), los requerimientos del cultivo, tasa de infiltración y las pérdidas laterales. Por lo tanto, este sistema se caracteriza por presentar un uso más eficiente de las precipitaciones ocurridas entre riegos. (Böcking et al., 2009-2010).

1.9 El rendimiento productivo del arroz a nivel nacional y principales problemas.

Según Suárez et al. (2014) la tasa actual de crecimiento del rendimiento arrocero en Cuba no se corresponde con el mínimo requerido para cubrir la demanda, que asciende a unas 700 mil toneladas de arroz consumo, los principales problemas que limitan la producción en la actualidad son:

- Déficit de financiamiento para insumos e inversiones.
- Deterioro de los sistemas de riego y drenaje.
- Déficit de maquinaria agrícola y de implementos de labranza modernos necesarios para la labranza y la nivelación esta última muy deteriorada.
- Deterioro de la capacidad industrial, muchos años sin inversiones en este sector.
- Deterioro de la técnica de aplicación agrícola.
- Baja fertilidad de los suelos.
- Indisciplina tecnológica, entendiéndose no aprovechamiento de la época de siembra óptima, aplicaciones fuera del momento oportuno que dependen de la aviación agrícola, (agroquímicos, fertilizantes, etc.). mala preparación de tierra, no hay control de las evaluaciones técnicas, baja capacitación técnica de los arroceros.
- Deterioro de la producción de semilla
- Presencia de arroces rojo y mezclas varietales.
- Alta incidencia y severidad de plagas y enfermedades

En la producción de arroz especializado (los Complejos Agroindustriales) y la producción de arroz del sector no especializado (Arroz Popular, las asociaciones cooperativas y otras instituciones que no pertenecen a los Complejos Agroindustriales), están puestas las esperanzas de resolver el problema del autoabastecimiento, producto que en el Mercado Internacional se incrementa cada vez más el precio del arroz y es más difícil su adquisición.

La Agroindustria arrocera está llamada a un profundo proceso de cambio, fundamentado en el reordenamiento y perfeccionamiento de sus empresas. La realización de tan trascendentales cambios con profunda implicaciones económicas y sociales, tiene que estar basados necesariamente en el proceso científico - técnico que permite reducir al mínimo de errores las decisiones tomar en la elevación de los rendimientos del arroz (IIA, 2010).

En este sentido, el Ministro de la Agricultura decidió estimular este tipo de producción y designó a la Unión de Complejos Agroindustriales actualmente grupo agroindustrial pecuario arrocero, GAIPA y al Instituto de Investigaciones del Arroz para que tomaran las medidas necesarias para la rectoría técnica y la organización de este tipo de producción, (Martínez et al., 2014).

Los aspectos principales son los siguientes:

- ✓ Producción sostenible y bajo uso de insumos.
- ✓ Producciones, principalmente ecológicas, basadas en el uso de variedades adaptadas a los diferentes ecosistemas. Máximo uso de biofertilizantes, bioplaguicidas, materia orgánicas uso de abonos verdes en los sistemas de rotación de cultivos.
- ✓ Producción a pequeña y media escala; amplia utilización de la tracción animal en el cultivo.
- ✓ Capacitación de los productores.

Para dar cumplimiento a los objetivos previos se ha introducido la implementación de semilla de alta calidad y valor genético y tecnologías de cultivo que garanticen un rendimiento económicamente sostenible y sustentable (Suárez, 2013).

1.9.1 Efecto del agua en el crecimiento y el rendimiento

El agua incide de forma directa en el crecimiento y el rendimiento del arroz pero puede ocasionar problemas a este por déficit o exceso.

El déficit de agua provoca hojas reseca, enrollado de las hojas, macollaje limitado, el raquitismo, el retraso de la floración, la esterilidad de las espiguillas y un llenado incompleto de los granos. La falta de agua en las etapas vegetativas reduce la altura, el macollaje y el área foliar. La planta de arroz es muy sensible a la sequía desde la etapa de la iniciación de la panoja hasta la espigamiento; reduce el rendimiento al aumentar la esterilidad de la espiguilla (Nix, 2012).

Las áreas con exceso de agua según Ramírez et al. (2014) se dividen en tres categorías, a saber, aguas profundas, inundadas y sumergidas. Las áreas de aguas profundas son aquellas en que la profundidad del agua está entre 150 y 400 cm y permanece en el campo por tres a cuatro meses. El arroz flotante, con gran capacidad para la elongación de los entrenudos, se siembra en esas áreas. Las áreas inundadas incluyen áreas de aguas profundas marginales, áreas bajas y áreas cubiertas por las mareas marinas. El agua, con una profundidad de 150 cm, permanece en esas áreas por varios meses (OMA, 2009).

En las áreas sumergidas, el nivel y la duración del agua son variables y el arroz permanece completamente sumergido por períodos variables. Una gran parte del área de tierras bajas de secano está comprendida en la categoría de áreas sumergidas, en las que una sumersión parcial es una limitación corriente. La reducción del rendimiento debido a la sumersión es atribuida a un menor macollaje y a una reducción del área fotosintética. Hay variedades con tolerancia a la sumersión, altura intermedia y buenos rendimientos. En áreas de aguas profundas es recomendable el uso de cultivares mejorados con gran capacidad de elongación de los entrenudos, buena habilidad para doblarse y enraizamiento en los nudos (Ramírez et al., 2011).

1.9.2 Efecto de los nutrientes en el crecimiento y el rendimiento

La fertilización es un aspecto a tener en cuenta para lograr buenos rendimientos en el cultivo del arroz. Con una correcta aplicación de fertilizante se pueden incrementar los rendimientos aproximadamente en un 30%. La práctica de la fertilización del arroz

contempla la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio fundamentalmente. (Socorro & Martín., 2010).

La urea es el más popular de los fertilizantes nitrogenados, pero no por ello puede considerarse el ideal, la urea en los suelos anegados es hidrolizada a carbonato de amonio, tal conversión ocurre más rápidamente en los suelos anegados y con altas temperaturas, sugiriéndose en tal sentido que debe retrasarse de 2 - 3 días el aniego después de aplicar la urea, para favorecer la formación de carbonato de amonio (Saborit et al., 2010).

Uno de los aspectos más importantes para la sostenibilidad de los sistemas agroecológicos de producción es el equilibrio de la fertilidad del suelo. En este sentido, existe la polémica acerca de si es posible o no, a través del reciclaje de nutrientes y enmiendas orgánicas, restaurar los nutrientes del suelo y suplir las extracciones realizadas por la cosecha a partir de métodos y prácticas agroecológicas (Pérez et al., 2011).

El suministro adecuado de los nutrientes hacia la planta depende del estado del nutriente en el suelo y de la capacidad del sistema radicular para tomarlo. Son muy importantes las características químicas del suelo y que están muy condicionadas a los ciclos de inundación-drenaje. Estas características químicas provocan que ciertos elementos sean más solubles mientras que otros no, pudiéndose provocar toxicidades y/o deficiencias (Carreras, 2014).

La planta de arroz requiere varios nutrientes esenciales para llegar a un óptimo rendimiento. Entre los elementos que aportan el agua y el aire se encuentran el carbono, hidrógeno y oxígeno, donde el suelo aporta los elementos macro (que se demandan en mayores cantidades) como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre (InfoAgro, 2014).

Los nutrientes necesarios para producir una tonelada de arroz con cáscara en el trópico oscilan entre 20,5 Kg de nitrógeno, 5,1 Kg de fósforo y 44,4 Kg de potasio por hectárea (Lau et al., 2010).

1.10 Sistema Intensivo para el cultivo de arroz (SRI) Inglés- Español (SICA)

El crecimiento de los rendimientos del arroz está disminuyendo, y ya está quedando atrás del crecimiento de la población. La mayoría de los agricultores de arroz son pobres, pero a menudo las políticas nacionales a favor del consumidor y mercado de exportación.

La FAO y sus asociados están trabajando juntos para promover el desarrollo sostenible basados en el arroz y los sistemas de producción que reduzcan el hambre y la pobreza, y a contribuir a la conservación del medio ambiente y una vida mejor para las generaciones presentes y futuras cuyo medio de vida y la vida dependen del arroz

El método, llamado Sistema de Intensificación de cultivo de Arroz (SRI por sus siglas en inglés), hace incapié en la calidad y cuidado de cada planta más que en el número de las plantas sembradas en un arrozal. Las cosechas se doblarían si los agricultores plantaran pronto, dieran a cada planta sembrada más terreno para crecer y limitarían la inundación del arrozal. Este sistema de cuidar planta por planta reduce los costos de agua y de semillas, mientras aumenta las raíces y el crecimiento de las hojas proporcionando un mayor rendimiento por hectárea cultivada.

En sólo una década, la idea ha pasado a ser de una obscura teoría a convertirse en una tendencia global, aunque desde luego se ha topado con una feroz resistencia por parte de los científicos convencionales del arroz.

Un millón de agricultores ya han adoptado el sistema, y pronostica que éste ejército rural aumentará hasta diez millones en los próximos años, multiplicando así las cosechas de arroz.

El Sistema de Intensificación de Cultivo de Arroz (SICA/SRI) está brindando nuevas perspectivas sobre la agricultura moderna y sus alternativas agroecológicas. Que algo se ha creído o practicado por muchas personas no significa necesariamente que sea verdad o la mejor manera de hacer las cosas. Estar abiertos a nuevas evidencias y nuevas ideas es esencial en el mundo contemporáneo.

El SRI ofrece oportunidades sin precedentes para mejorar la producción de arroz en una variedad de situaciones, no sólo por incrementos.

El SRI suena demasiado bueno para ser cierto, pero las evidencias en incrementos por la investigación y su adopción cada vez más multiplicada por los sembradores, está demostrando que SRI es tan productivo y beneficioso como lo ratifican los proponentes.

La práctica de SRI se está extendiendo en el mundo con variedades de ecosistemas con resultados envidiables en variedad de suelos “en gran escala como en pequeñas parcelas”. Un método de cultivar arroz que produce rendimientos substancialmente más altos con la siembra de mucho menos plántulas y el uso de menos insumos ya sea en los métodos tradicionales o métodos más modernos (fertilizantes químicos o agroquímicos). Involucra el uso de prácticas diferentes para el manejo de la planta, el suelo, el agua y los nutrientes

Más que una tecnología, el SICA/SRI es un sistema que se basa en la formación interna que tiene la planta de arroz para producir más brotes, raíces y granos y porque se sabe que éste potencial se puede lograr al trasplantarlo tempranamente colocando una por sitio y sin agua estancada para un crecimiento óptimo (espaciamiento, humedad, suelos biológicamente activos y sanos, condiciones aeróbicas del suelo durante la fase vegetativa), aplicación del compost; y, deshierbe temprano y frecuente. Estos principios se traducen en un conjunto de prácticas innovadoras.

En el municipio Abreus esta implementada generalmente, desde la década del 90, la producción no especializada soportada en productores particulares y otras empresas en que su objeto social no incluye la producción de arroz.

Estas producciones se basan en métodos que comprenden el laboreo manual, las siembras por trasplante, el uso de fertilizantes químicos y otros aspectos que encarecen los costos de producción, mayor impacto medioambiental y otros problemas significativos.

Es por eso que el municipio dentro de su estrategia de desarrollo local para fortalecer el programa de arroz, pretende adoptar alguna alternativa que contenga implementar nuevas prácticas agrícolas innovadoras para el manejo integral del arroz que

contribuyan al incremento sostenible de la eficiencia productiva de arroz para el autoabastecimiento del Municipio de Abreus.

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

En este Capítulo se presenta la concepción asumida para el estudio de carácter descriptivo, explicativo y no experimental, proyectándose para identificar los problemas que afectan el rendimiento arrocerero en el municipio Abreus tomando como muestra para la investigación a la CCS Adolfo Ortiz Fonte.

2.1 Métodos y técnicas empleadas

Entre los métodos y las técnicas que se emplearon en el proceso de investigación, se encuentran:

1. Revisión documental: favoreció el acceso a la información documental registrada en las políticas con resoluciones, leyes y otros documentos necesarios y en las concepciones teóricas del tema en cuestión, todo lo cual aporto a la gestión del conocimiento del investigador.
2. Las encuestas: facilitó obtener la información necesaria sobre la percepción que tienen los productores de la CCS Adolfo Ortiz Fonte, sobre los problemas que están afectando al rendimiento del arroz en sus producciones para sentar las regularidades que serán evaluados para la propuesta y concepción de la investigación. Ver anexos 2, 3, 4
3. Observación participante: facilitó al investigador el acceso al campo de acción de la investigación, y el establecimiento de relaciones con los productores de la CCS Adolfo Ortiz Fonte, para obtener los datos necesarios para, luego conformar la caracterización en la investigación.

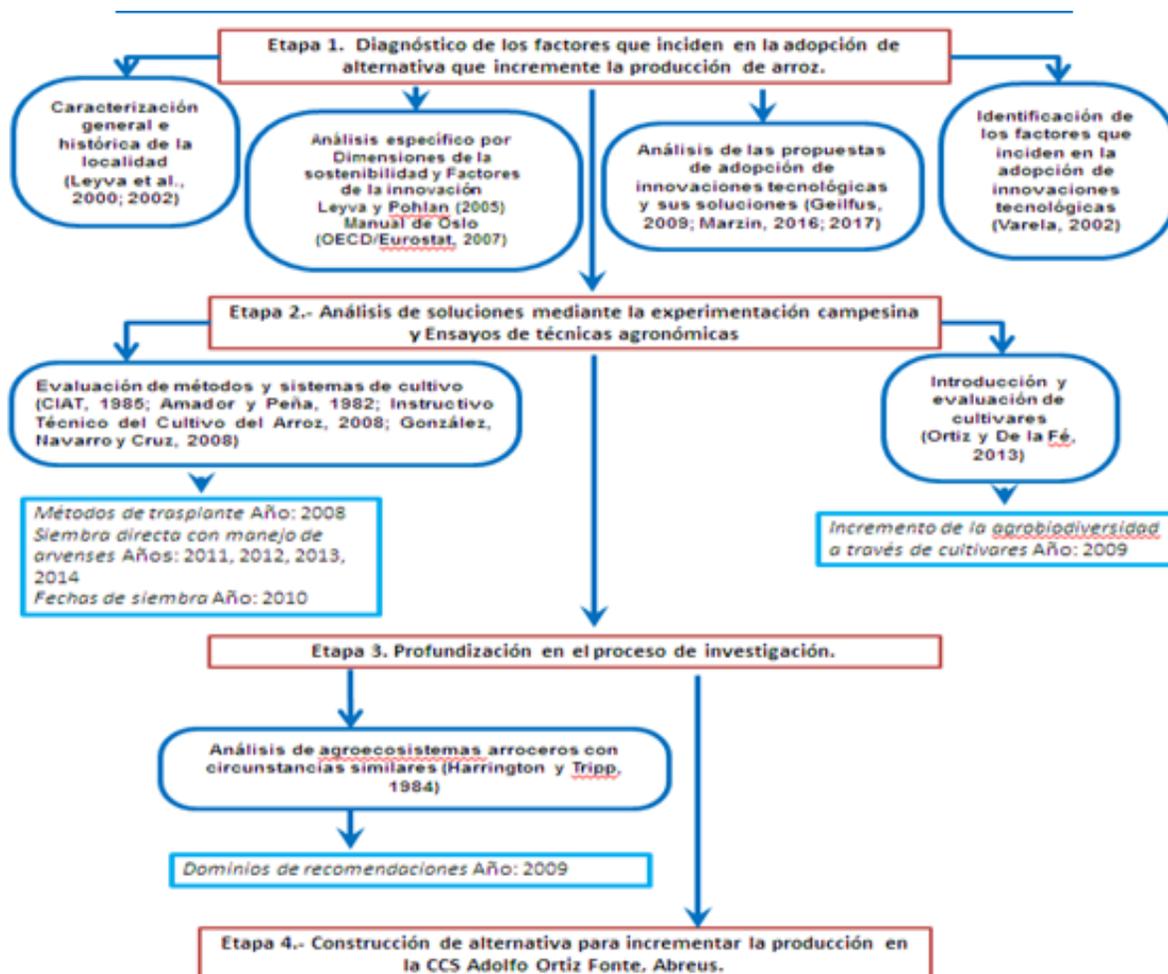
Para desarrollar la investigación se utilizaron diferentes métodos teóricos y empíricos, así como varias técnicas y herramientas de Dirección y Gestión.

Entre los métodos aplicados se encuentran la matriz Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades (DAFO), el diagrama causa-efecto. También fueron utilizados paquetes informáticos.

2.2 Marco metodológico de la investigación

Se utilizó el enfoque mixto de investigación, el cual se fundamentó en la combinación de (diseños no experimentales) unido a los métodos cualitativos como la investigación-acción participativa (Hernández-Sampieri et al., 2010), elaborándose el esquema metodológico de la investigación que aparece en la Figura 3.

Figura 3. Esquema metodológico de la investigación.



Fuente: Elaboración propia

El esquema metodológico se sustentó en la propuesta metodológica MEDEBIVE (Leyva, 2003) enriquecida con la estrategia PROMEDAS (Lores, 2009), el cual fue ajustado a los objetivos de la investigación y estuvo conformado por cuatro etapas fundamentales:

Etapa 1. Se realizó el diagnóstico de los agroecosistemas arroceros con un enfoque integral que asumió: la caracterización general e histórica de la y el análisis específico por dimensiones de sostenibilidad (sociocultural con inclusión de los factores institucionales y vinculados a la gestión del conocimiento según el Manual de Oslo, la económica y la medioambiental) y de la situación tecnológica de este cultivo, como factor de la innovación.

Se realizó un Diagnóstico Rural Participativo, a fin de analizar los agroecosistemas arroceros con un enfoque integral, que asumió las tres principales dimensiones de la sostenibilidad y los factores de la innovación

La dimensión social contempló la información general del productor, de conjunto a los criterios relacionados con los factores institucionales de mayor significación y vinculados a la gestión arroceras, mientras que la dimensión económica comprendió aspectos básicos como el acceso a insumos externos y su repercusión en los resultados productivos.

La dimensión ambiental abordó la comparación de las principales variables climáticas (temperatura y precipitaciones) en la época de siembra con los rangos definidos por Yoshida (1981), el recurso natural suelo y las prácticas agroecológicas como vía para su uso y conservación sostenible. En este sentido, se consideraron: las medidas para el mejoramiento y la conservación del suelo y la rotación del arroz con otros cultivos. En esta dimensión, se consideró el análisis de la disponibilidad de los recursos hídricos por medio del mapa municipal de potencial hídrico, para categorizar las fuentes de abasto a las fincas, según los criterios de la FAO.

Con esas evidencias, se procedió al análisis e identificación de los factores cuantitativos y cualitativos que inciden en la adopción de innovaciones tecnológicas en los productores de arroz de la CCS Adolfo Ortiz Fonte del municipio Abreus.

Etapa 2: Las soluciones se validaron con la experimentación campesina. Con el registro de los aspectos señalados por los campesinos, con las opiniones sobre la Evaluación de métodos y sistemas de cultivo a partir de las experiencias de cada cultivador, referidas a Métodos de trasplante o Siembra directa.

La integración de los resultados del Diagnóstico Rural Participativo permitió el diseño y conducción de experimentos para la adopción de innovaciones tecnológicas con actividades concretas en: (i) la introducción de técnicas agronómicas en la producción local de arroz y (ii) la evaluación de cultivares para la elección de las más eficientes en las condiciones específicas de la localidad e incrementar la agrobiodiversidad, como vía para alcanzar un mayor equilibrio en el agroecosistema.

Etapas 3: En esta etapa, se profundizó en dos aspectos fundamentales del proceso de investigación: (i) se efectuó el análisis de los agroecosistemas arroceros con circunstancias similares, en cuanto a las necesidades y limitantes tecnológicas, para obtener los dominios de recomendaciones (Harrington y Tripp, 1984) y (ii) se realizó la identificación preliminar de los indicadores, a partir de la revisión documental y de resultados similares en variadas investigaciones cubanas (Suárez et al., 2004; Torres et al., 2008; Díaz-Untoria, 2008).

La tecnología de preparación de suelos fue fangueo directo y las atenciones culturales se efectuaron según las indicaciones técnicas para el arroz popular (Socorro y Sánchez, 2008).

Los métodos de siembra que se analizaron en la investigación fueron el Sistema y Trasplante Tradicional pues es el más utilizado por los productores y en menor medida se usa el de siembra directa.

Luego se realiza un análisis de los beneficios demostrados que este tiene. el sistema Intensivo del cultivo de arroz con relación al sistema tradicional.

Etapas 4: Se realizó la construcción de una alternativa para incrementar la producción en la CCS Adolfo Ortiz Fonte, Abreus enfocada en la adopción de innovaciones tecnológicas en la producción local de arroz.

La identificación de los factores que inciden en la innovación tecnológica, la definición e implementación de soluciones sustentadas en los problemas de los agroecosistemas arroceros, la determinación y caracterización de los dominios de recomendaciones así como la validación del conjunto de indicadores por dimensiones de la sostenibilidad, son aspectos aún no contemplados en la adopción de innovaciones tecnológicas ejecutadas por el Sistema de Producción de Arroz del Minag.

Por tanto, sobre la base de la investigación realizada y a partir de los resultados obtenidos, enunciados anteriormente, se propuso un modelo para la adopción de innovaciones tecnológicas en la producción local de arroz (*Oryza sativa* L) en el Sector Cooperativo y Campesino del municipio Madruga, donde se combinaron las metodologías MEDEBIVE (Leyva, 2003), PROMEDAS (Lores, 2009), ECOFAS (Funes-Monzote, 2009) y PASEA (Marzin et al., 2014) en el análisis integral y la evaluación de agroecosistemas arroceros.

2.3 Escenario de la investigación, ubicación., selección, límites fisiográficos y condiciones edafoclimáticas del área objeto de estudio.

La investigación se desarrolló en el período de Febrero de 2023 a octubre de 2023 en la CCS Adolfo Ortiz Fonte en la comunidad, “La Redonda”, perteneciente al consejo Popular Cieneguita, ubicado a 1 Km del Circuito Sur (carretera) del municipio Abreus. Ver la figura.

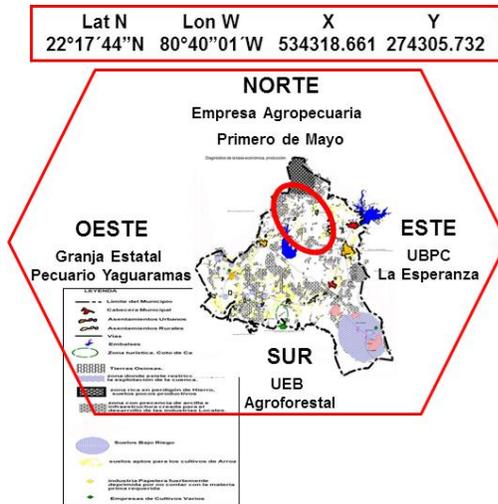
Figura 4. Imagen satelital de la CCS Adolfo Ortiz Fonte



Fuente: Tomada de google

Limita al norte con Empresa Agropecuaria Primero de Mayo, al este con UBPC La Esperanza, al sur con UEB Agroforestal y al oeste con Granja Estatal Pecuario Yaguaramas. Ver figura a continuación.

Figura 5. Límites geográficos de la CCS Adolfo Ortiz Fonte del municipio Abreus.

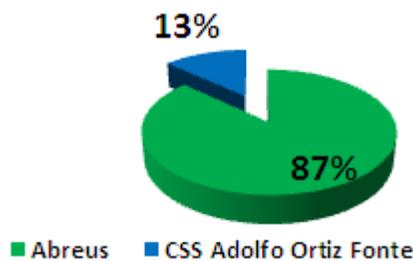


Fuente: Elaboración propia

Se escoge como referente sobre la base de su Organización funcional y documental, representatividad de la CSS de ser la segunda área a nivel municipal productora del grano y cercanía a la cabecera municipal para facilitar la investigación fundamentando las características siguientes:

- a) La CCS Adolfo Ortiz Fonte cuenta con **451,01** ha destinadas al cultivo del arroz de las 2992,62 ha que decreta el municipio Abreuz destinados a estos fines productivos lo que representa un 13%, como se aprecia en el siguiente gráfico.

Grafico 1. Porcentaje de ha de tierras destinadas al arroz en la CCS Adolfo Ortiz Fonte con relación al municipio Abreuz.



Fuente: Elaboración propia

- b) Los actores y decisores del municipio manifestaron su interés en el aprendizaje de diferentes técnicas agronómicas del cultivo del arroz a pequeña escala para elevar los resultados productivos del sector arrocero como el primero de los programa de la Línea Estratégica # 1 de la Estrategia de Desarrollo Municipal donde se acuerda que el municipio debe cumplir con los siguientes requisitos: (i) antecedentes históricos en la producción agrícola, (ii) participación en el

Programa de Arroz Popular a nivel provincial y (iii) correspondencia con la media nacional de los rendimientos agrícolas.

- c) Existe tradición en la producción de arroz en el municipio. Así pues, un trabajo de caracterización del arroz popular en este refiere que dicha producción disminuye considerablemente, muy por debajo de los índices de rendimiento de la media nacional y territorial.

2.3.1 Características:

La economía de la CCS está basada en la actividad agropecuaria destacándose los cultivos varios. La superficie cultivada de arroz es de 451.01 ha, que representa el 13 % de la superficie cultivada en el municipio.

Relieve

Llano, morfo estructural que presenta la altura promedio de 82,82 m

Suelos

Predominan los medianamente productivos (categoría II) seguidos de los muy productivos (categoría I), pocos productivos (categoría III) y los muy pocos productivos (categoría IV) en ese orden respectivamente.

Clima

Marcado por la influencia marítima y predominan los vientos alisios, las brisas terral soplan con dirección NE en otoño e invierno y del E-SE en primavera y verano, ellos suavizan las altas temperaturas de la masa de aire tropical

Temperatura

El mes más frío. Enero con una mínima de 22,4° y los más cálidos Junio y Julio de 26,9°

2.3.2 Cantidad de tenentes de tierras

Decreto-Ley	Cantidad
24 A 13	5
259	7
300	17
356	30
358	71

propietarios	96
Total	226

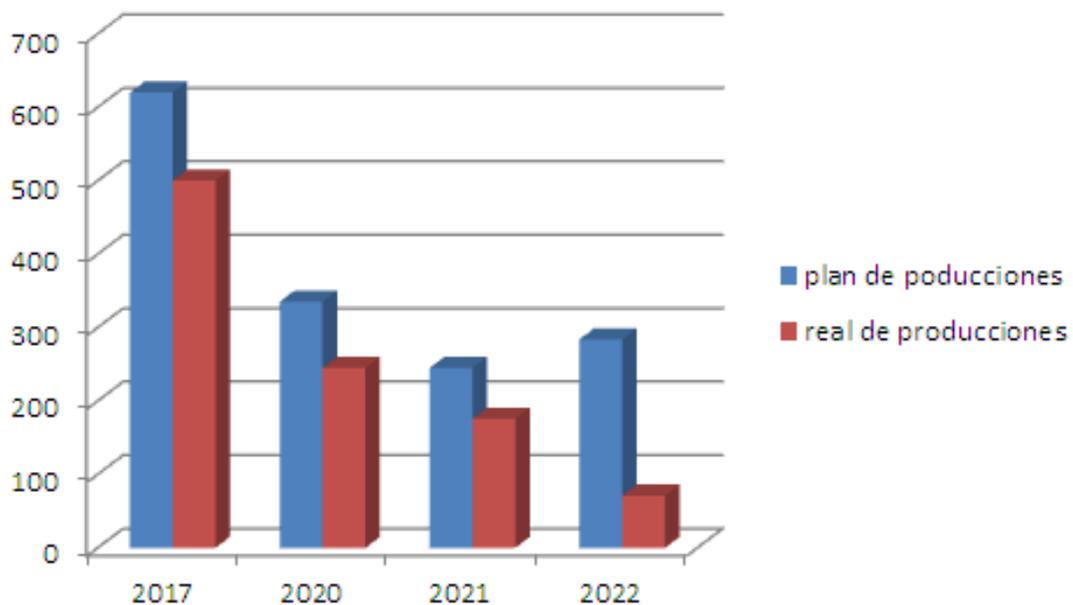
Cultivadores de Arroz

Tipo de tenentes	Cantidad	Ha
Propietarios	35	280,56
Usufructuarios	21	170,45
Total	56	451,01

2.3.3 Situación de los rendimientos productivos de la CCS en 2022

Los resultados del análisis de tendencia en el cultivo del arroz en la CCS, desde el año 2017 hasta el 2022, evidenciaron variaciones de la superficie cosechada y la producción de arroz húmedo. Ver la siguiente gráfico.

Grafico 2. Tendencia en el cultivo del arroz en la CCS.



Fuente: Elaboración propia

El decrecimiento se refleja en de la siguiente forma.

2017	⇒	2020	⇒	2021	⇒	2022
Plan		Plan		Plan		Plan
620 t	80,6%	335,36 t	73%	244,88 t	29%	283,88 t 25,02%
Real		Real		Real		Real
500 t		244.88 t		175.52 t		71.03 t

Tabla 1: Análisis productivo de la CCS 2021

Productores de arroz	tierras (ha)	Índice promedio de (ha)	Índice de rendimiento en (t)	Producción (t) Arroz Cascara	Producción (t) Arroz Limpio
56	451,01	8,1	≈0,16	71,03	49,721

Fuente: Elaboración propia

En la actualidad, se mantiene la tendencia decreciente de los indicadores productivos y para evitar esto, se requiere de la valoración objetiva sobre bases científicas, entre decisores y actores locales, referente a la situación tecnológica y el desempeño productivo histórico del cultivo del arroz.

Los intercambios con informantes locales aportaron que la tecnología de producción de arroz en el municipio y la CCS es tradicional en cuanto a las prácticas de cosecha y postcosecha con técnicas de la agricultura moderna como el uso de cultivares mejorados.

De la misma manera, se comprobó la aplicación de algunos principios de la agricultura ecológica sostenible como la rotación de cultivos y el uso de abonos orgánicos, que repercuten en el mejoramiento y la conservación de los suelos utilizados en el cultivo popular de arroz.

Los entrevistados opinaron que la ausencia de herbicidas, los efectos nocivos en la competencia inter-específica, la escasa fuerza de trabajo para el manejo de las arvenses por métodos mecánicos y la inexistencia de alternativas agroecológicas eficientes incrementan su complejidad para lograr rendimientos loables.

Devenido de estos datos se pudo identificar los siguientes problemas.

2.3.4 Problemas identificados en el manejo del cultivo del arroz

1. Poca información sobre la cantidad y características de los suelos destinados al arroz
2. **Insuficiente Financiamiento** para la gestión total del proceso productivo del arroz.
3. Deficiente planificación y organización del proceso productivo.
4. Mala nivelación, con presencia de malezas vivas y restos de cosecha después de la **Preparación del suelo..**
5. Uso de semilla con mezcla varietal, sin desinfectar o sin certificar (**calidad de la semilla**)
6. **Siembra o trasplante** fuera del período óptimo para la variedad y la época.
7. **Inadecuada población** en los campos de arroz de algunos productores.
8. Deficiente disponibilidad de agua en el suelo para el cultivo en etapas con mayores requerimientos hídricos. (**riego de agua**)
9. **Déficit, entrada tardía o altos precios** de los productos del paquete tecnológico.
10. Carencia o exceso de nutrientes en el arroz de algunos productores. (**fertilización**)
11. **Control deficiente de plagas, enfermedades y malezas** en el arroz de algunos productores.
12. Deficiente planificación y organización de la cosecha.
13. **Rendimiento** por debajo del potencial de las variedades que se establecen.
14. **Falta de capacitación** de algunos productores sobre el manejo del arroz y las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

Sin embargo, cada productor asume criterios propios para la realización de su siembra debido a varias causas: *(i)* generalmente, se desconocen los nuevos aportes de la ciencia y la técnica y *(ii)* por la carencia de una adecuada adopción y difusión de las innovaciones tecnológicas a escala de la localidad. Por lo tanto, la adopción de innovaciones tecnológicas en este rubro permitiría una mayor eficiencia productiva del cultivo, lo cual podría repercutir de manera positiva,

en el programa que impulsa el gobierno cubano hacia el desarrollo local (Díaz-Canel, 2019).

2.4 La adopción de innovaciones tecnológicas

Las actividades de innovación pueden ser obstaculizadas por diversos factores tales como:

- La carencia de personal calificado, expresado en el insuficiente grado de capacitación gerencial, técnica y especializada en el sector agrario y desde el punto de vista institucional y organizativo, por una infraestructura insuficiente así como la poca integración entre los actores de la innovación y tiene que tenerse en cuenta
- Dominio de la tecnología del cultivo popular de arroz.
- Interés de los agricultores por adquirir conocimientos acerca de nuevos cultivares
- Las necesidades de información acerca de la siembra y trasplante
- La dimensión sociocultural
- La dimensión económica como aspecto que incide en la adopción de innovaciones tecnológicas es el concerniente a los recursos financieros.
- La dimensión ambiental comprendiendo las condiciones climáticas unidas al aprovechamiento de los recursos hídricos.

Los aspectos tecnológicos de la producción arroceras se perciben a lo largo del ciclo productivo e incluyen un grupo de variables biológicas que inciden directamente en los rendimientos, según las investigaciones realizadas por Pérez y Penichet (2014).

Los aspectos tecnológicos que caracterizan la producción de arroz por la vía popular en los agroecosistemas estudiados se resumen en cinco indicadores

1. Preparación de suelos y Semilleros:
2. Semilla:
3. Arreglos espaciales y temporales:
4. Atenciones culturales:
5. Cosecha y Postcosecha:

2.5 Sistema Intensivo Del Cultivo De Arroz (SICA) como innovaciones tecnológicas

Es una metodología agroecológica y climáticamente inteligente que permite aumentar la productividad del cultivo de arroz y reducir a la vez la cantidad de insumos que toman parte en él, como el agua, las semillas y los fertilizantes, realizando cambios en el manejo de las plantas, el suelo, el agua y los nutrientes. Constituye un sistema innovador comprobado en más de 60 países

Se ha conertido es una solución concreta y sostenible para los productores de arroz, ya que les permite plantar en seco y en forma intensificada con ahorros de agua de hasta un 50 %, Además, favorece un mayor uso de fertilizantes orgánicos y de microorganismos, Este método innovador prevé, por otro lado, el empleo de desyerbadores mecánicos u otros Avances tecnológicos que pueden incluirse en dependencia del desarrollo y cantidad de áreas, así como también, él manejo integrado de plagas y enfermedades,

El sistema consta de cuatro principios básicos:

- Promover el establecimiento temprano y rápido de plantas saludables (cuando la planta alcance dos hojas).
- Reducir la competencia entre plantas (baja densidad de siembra en cuadro)
- Mantener suelos saludables, aireados y enriquecidos con materia orgánica, y favorecer el desarrollo de microorganismos benéficos.
- Mejorar la gestión del agua alternando suelos secos y mojados, a través de la reducción y el control del riego.

Para ello se sostiene en seis elementos claves como aspectos tecnológicos que caracterizan su esencia para la producción de arroz.

- Preparación del terreno
- Preparación de plántulas
- Trasplante innovador
- Riego intermitente
- Deshierbe rotativo

- Fertilización orgánica

Basado en los siguientes fundamentos:

- Plántulas jóvenes y suficiente oxigenación en las raíces, lo que condujo a plantas más robustas con espigas pesadas. El trasplante realizado a los 10 días después de la germinación requiere de buen drenaje del campo el (Fainstein 2013).
- El método SICA puede ser acoplado de la manera que valla conforme circunstancias de siembra (para la realización en siembra directa los fundamentos deben ser modificados, aun no existiendo trasplante, el método podría aplicarse).
- No se requiere comprar algún nuevo insumo.
- Los resultados aplicando correctamente el SICA pueden ser espectaculares: plantas robustas, panículas más cargadas.
- El sistema radicular presenta un mejor desarrollo.
- Incremento muy notable de producción por unidad de superficie.
- Alto ahorro de semillas y por lo general el 80% del área aplicada para semillero puede ser cambiada a la producción.
- Grandes oportunidades de tipo educacional: pues este sistema permite que la gente vea el crecimiento de las plantas más cuidadosamente y pensar en las prácticas agrícolas.
- El SICA demuestra mejor método para el mejoramiento de la producción de semillas, pues se puede generar alrededor de 4.000 granos por semilla.

2.6 Beneficios pueden esperar los productores del uso del sistema SRI

De acuerdo con los ensayos realizados a la fecha en América Latina y el Caribe ALC y los resultados obtenidos en Asia y África, el SRI permite:

Lograr un mayor rendimiento con menos insumos:

- Se ahorra entre el 20 y el 50 % del agua, ya que la inundación total y continua resulta innecesaria.
- Se reduce el uso de agroquímicos.
- Se disminuye la cantidad de semillas necesarias para el establecimiento del cultivo.

Obtener beneficios agronómicos:

- Se producen raíces más fuertes, grandes y profundas, con mayor soporte y capacidad exploratoria para hallar agua y nutrientes.
- Se aumenta la capacidad fotosintética de las plantas.
- Se obtiene un número mayor de macollos, lo que se traduce en una mayor cantidad de panículas, más desarrolladas y con más granos, y en granos más desarrollados y de mayor peso.
- Se aumenta la calidad de los suelos y se mejora la nutrición de las plantas mediante la aplicación de materia orgánica.

Hacer frente al cambio climático:

- Se reduce la emisión de gases de efecto invernadero (metano y óxido nitroso).
- Se aumenta la resiliencia ante climas adversos (sequías y vientos fuertes, entre otros eventos).
- Se utiliza eficientemente el recurso hídrico y se reduce su consumo.
- Se disminuyen las pérdidas de arroz por ataques de plagas y enfermedades.

2.7 Avances tecnológicos que pueden incluirse en el cultivo del arroz

- Tecnologías de preparación de suelo
- Utilización de Sistemas Satelitales para la nivelación de campos
- Tecnologías para la captación y almacenamiento de agua
- Tecnologías para ahorrar agua
- La tecnología GCRPS
- Uso de drones para la fumigación

Las tecnologías de cultivo por las que se interesaron la totalidad de los productores fueron la aplicación de humus de lombriz, el uso de semilla certificada, la selección de semilla por el método de gravedad, así como el empleo del escardador manual combinado con transplante regular y siembra en hileras. Son además estas las tecnologías que recomiendan a otros productores de la zona para mejorar el crecimiento e incrementar la producción de arroz.

CAPÍTULO III. RESULTADOS DE LA PROPUESTA

En este capítulo tienen salida los objetivos específicos y de la investigación a tono con la descripción de la metodología utilizada, para luego, proceder a la presentación de los resultados de la propuesta, que pretende la intención de proponer una herramienta que adopta la metodología (SICA) como práctica agrícola en el manejo agronómico integral y contribuye al incremento productivo de arroz en la CCS Adolfo Ortiz Fonte del Municipio de Abreus.

3.1 Situaciones detectadas

En vista a lo analizado se detectó que en lo referente al SICA las posibles problemáticas de su implementación radican netamente en la siembra, las siguientes situaciones son:

- Temor en los productores arroceros a la implementación de nuevos sistemas de siembra como lo es el SICA, debido a más comodidad o seguridad aplicando sistemas tradicionales.
- Mayor porcentaje de germinación de malezas debido a que la siembra en SICA posee mayor distancia de lo tradicional
- El SICA funciona con terrenos totalmente nivelados, lo cual es adverso a los suelos de la CCS, y al nivelarlos se generan gastos que afectan al bolsillo del

pequeño agricultor, no obstante, en el sistema tradicional este no es un problema.

- Los campesinos muestran arraigo al uso de fertilizantes químicos y recelo al uso de abonos orgánicos y bioherbicidas.

Además el estudio arrojó un grupo de problema relacionados con aspectos agro técnicos como la preparación de suelos, siembra, fertilización, riego, control de malezas, manejo de plagas y enfermedades, cosecha.

Por tal motivo se se plantean Medidas que se proponen para su solución de los problemas antes mencionado y que se recogen como premisas o elementos para la propuesta de alternativa. Ver tabla 2.

Tabla 2: Medidas que se proponen

Problema causal	Medidas que se proponen para su solución
1. Poca información sobre la cantidad y características de los suelos destinados al arroz	1.1 Establecer un sistema de información para conocer las Áreas totales (ha) con que se cuenta para la siembra de arroz.
	1.2 Establecer un sistema de información para conocer las Área sembrada (ha) de arroz
	1.3 Establecer un sistema de información para conocer las Áreas contratadas (ha) de arroz
2. Insuficiente Financiamiento para la gestión total del proceso productivo del arroz.	2.1 Trabajos de capacitación y extensiónismo en la obtención de los créditos
	2.2 Elaborar manuales de procedimiento para el proceso de créditos a productores)
	2.3 Organizar y planificar las verificaciones físicas para el control y ejecución del financiamiento otorgado.
3. Deficiente planificación y organización del proceso productivo.	3.1 Establecer un sistema organizado del proceso productivo desde el inicio hasta el final del mismo

	3.2 Establecer un sistema organizado del proceso productivo para la disponibilidad operativa de la maquinaria necesaria.
	3.3 Trabajos de capacitación y extensionismo
4. Mala nivelación, con presencia de malezas vivas y restos de cosecha después de la Preparación del suelo..	4.1 Elevar la disponibilidad de equipos de fanguero y de nivelación, con buen estado técnico.
	4.2 Trabajos de capacitación y extensionismo.
5. Uso de semilla con mezcla varietal, sin desinfectar o sin certificar (calidad de la semilla)	5.1 Incrementar la producción de semilla certificada con aumento del área e incorporando nuevos productores con gran experiencia en el cultivo del arroz.
	5.2 Elevar la disponibilidad de productos para la desinfección de la semilla como Celes top, TMTD. Tabaquina. entre otros.
	5.3 Trabajos de capacitación y extensionismo.
6. Siembra o trasplante fuera del período óptimo para la variedad y la época.	6.1 Elevar la disponibilidad de equipos mecanizados para dichas actividades y con buen estado técnico.
	6.2 Trabajos de capacitación y extensionismo.
7. Inadecuada población en los campos de arroz de algunos productores.	7.1 Elevar la utilización de equipos mecanizados para dichas actividades y con buen estado técnico.
	7.2 Elevar el control para establecer sistemas de resiembra en tiempo
	7.3 Trabajos de capacitación y extensionismo
8. Deficiente disponibilidad de agua en el suelo para el cultivo en etapas con mayores requerimientos hídricos. (riego de agua)	8.1 Planificar y Organizar y generalizar la utilización y aprovechamiento de los canales de forma colectiva y la limpia de malezas en estos
	8.2 Trabajos de capacitación y extensionismo
9. Déficit, entrada tardía o	9.1 Elevar las disponibilidades de productos.

altos precios de los productos del paquete tecnológico.	9.2 Mejorar la organización y planificación de la entrega de los productos disponibles.
10. Carencia o exceso de nutrientes en el arroz de algunos productores. (fertilización)	10.1 Trabajos de capacitación y extensionismo.
	10.2 Elevar la disponibilidad de fertilizantes para aplicarlos al suelo y en aspersiones foliares
11. Control deficiente de plagas, enfermedades y malezas en el arroz de algunos productores.	11.1 Establecer sistemas de organización y planificación de monitoreos de plagas, enfermedades y malezas en el arroz.
	11.2 Establecer sistemas de información de plagas, enfermedades y malezas en el arroz en cada cosecha (registro de monitoreo)
	11.3 Trabajos de capacitación y extensionismo
12. Deficiente planificación y organización de la cosecha.	12.1 Establecer un sistema de cosecha escalonada sobre la base de la fecha de siembra, ciclo de las variedades y máquinas cosechadoras disponibles.
	12.2 Elevar las disponibilidades de máquinas cosechadoras.
	12.3 Elevar las disponibilidades de secado artificial del grano.
	12.4 Trabajos de capacitación y extensionismo
13. Rendimiento por debajo del potencial de las variedades que se establecen.	13.1 Establecer sistemas de información de rendimientos, (registro de rendimientos)
	13.2 Establecer sistemas de organización y planificación de muestreos de rendimientos por parcelas o diques en cada cosecha.
	13.3 Trabajos de capacitación y extensionismo.

14. Falta de capacitación de algunos productores sobre el manejo del arroz y las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).	14.1 Trabajos de capacitación y extensionismo.
	14.2 Elaboración, presentación y ejecución de proyectos que contribuyan a mejorar la capacitación y el extensionismo agrícola.

Fuente: Reajustado de Franco, (2022)

3.2 Solución planteada

El concepto de sinergia sirve para ayudar a explicar el comportamiento del rendimiento cuando utilizamos el SICA; en este contexto sinergia significa que las prácticas utilizadas en el sistema intensivo actúan en positivo. Cada una de las prácticas culturales utilizadas en el SICA hace una diferencia positiva en las productividades, pero el potencial real de este sistema es enfocado solamente cuando las prácticas son usadas en conjunto, pues así resulta una estructura de planta de arroz diferente de aquellas con las prácticas tradicionales. Con este nuevo sistema, las plantas de arroz tienen muchos más hijos, mejor desarrollo del sistema radicular y panículas más grandes con más granos, incidiendo en el rendimiento agrícola de manera positiva.

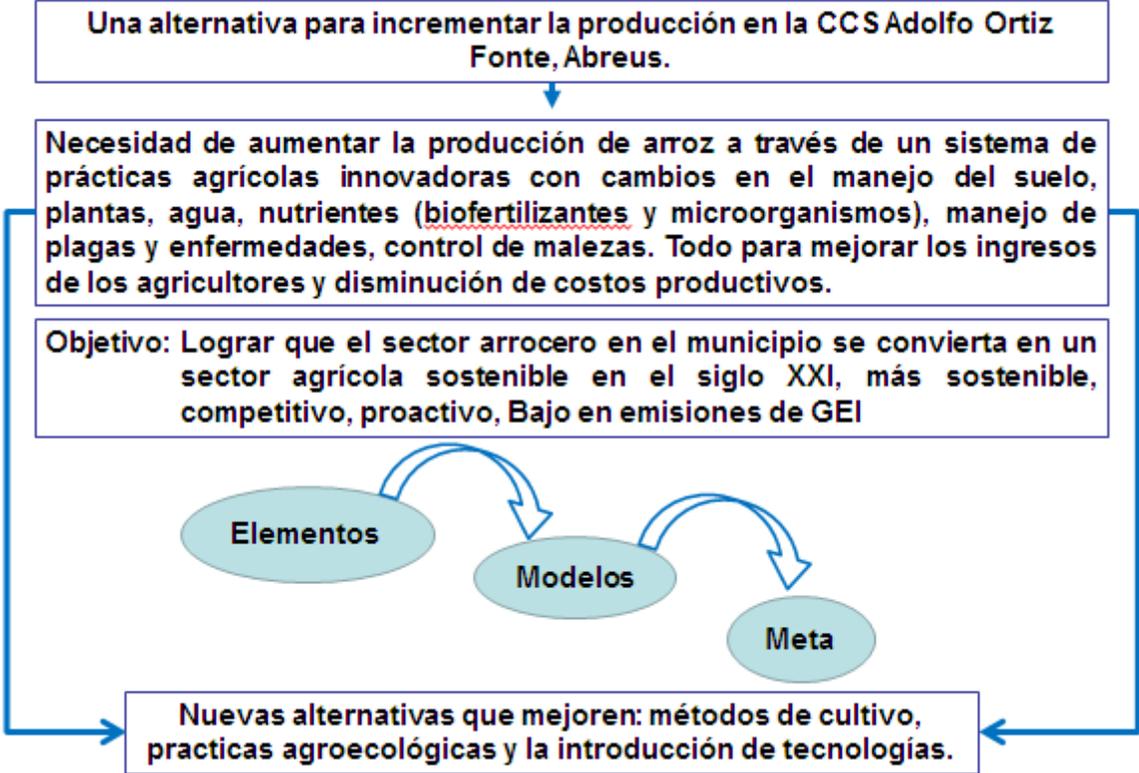
La sostenibilidad en la agricultura significa el equilibrio armónico entre el desarrollo agrario y los mecanismos del agroecosistema. Este equilibrio se basa en un apropiado uso de los recursos localmente disponibles como (clima, tierra, agua, vegetación, cultivos locales y animales, habilidades y conocimiento propio de la localidad) para situar una agricultura que sea económicamente factible, ecológicamente protegida, culturalmente adaptada y socialmente justa, sin exceptuar los insumos externos que se puedan usar como un complemento al uso de recursos Locales.

La integración de las múltiples técnicas benéficas y la precisión en el manejo con medios preventivos, biológicos-alelopáticos, mecánicos y químicos, incluso bioherbicidas, como se ha demostrado en varios estudios, mantienen al SICA como un sistema innovador de gran potencial de aquí que la propuesta de la investigación se soporte sobre las bases de esta metodología combinándola con métodos de la

forma tradicional para que se ajuste a las condiciones locales pero que además pretende que se incorporen a medida de lo posible nuevas tecnologías.

De esto se deriva el diseño de la alternativa que consta de título, fundamentación, objetivo, elementos, modelos, meta, como se muestra a continuación.

Figura 6: Diseño de la alternativa



Fuente: Elaboración propia

En el caso de la alternativa que se propone se sostiene en 11 elementos claves como se describe a continuación.

1. Tipología del suelo (*New tecnologías*)

Para este elemento se propone seleccionar el terreno y la mejor fuente de abasto de agua con calidad que se pueda obtener, además de realizar levantamiento topográfico de calidad para conocer las condiciones y características del área; así como obtener los mapas de diseño para la nivelación y trazado de los diques. Además es fundamental realizar el Muestreo del suelo para su análisis y determinar el PH y las necesidades de nutrientes que este pueda estar necesitando. Para ello se plantea el modelo del anexo 5

2. Preparación del suelo (*Tradicional - SICA- New tecnologías*)

En el cultivo del arroz se pueden aplicar cuatro tecnologías de preparación.

- Seco
- Seco Desinfección
- Seco Fangueo
- Fangueo Doblaje

Preparación del suelo en seco: En esta tecnología se debe lograr una estructura granular donde el 95 % de los terrones tengan diámetros inferiores a 5 cm, que representa el óptimo para facilitar el primer riego y la germinación de la semilla. Se realiza fundamentalmente en el período seco del año y es la tecnología recomendada para los suelos arenosos (ligeros); el agua no interviene en el proceso.

Seco desinfección: Es una variante de la tecnología anterior, específica para la desinfección de los campos que presentan mezclas varietales, fundamentalmente de arroces rojos; el agua interviene al concluir la preparación.

Seco fangueo: Esta se realiza igual que la anterior, incluye el fangueo como última actividad. Esta tecnología se emplea en aquellos suelos que presentan desórdenes nutrimentales y para aquellos otros campos donde el proceso se inició en seco y por una causa u otra recibieron agua.

Se propone además la preparación de suelos para aquellos campos que una vez cosechados permanecían un tiempo en barbecho; a esta se le denomina **Fangueo**

Directo, donde el agua también está presente desde el inicio del proceso de preparación.

Para este elemento de la alternativa y los demás que faltan ver anexo 6 con modelo que se propone para recoger por cada uno los costos y las actividades que se realizan en el cultivo del arroz.

3. Semillas (SICA- New tecnologías)

El Programa de Arroz a nivel nacional entre sus trabajos científicos centra "La introducción, evaluación y selección de material genético de calidad, buscando variedades mejoradas que han conseguido establecerse en el país, logrando el mejoramiento del cultivo. Las variedades que se han obtenido son superiores en gran escala en comparación a las tradicionales en cuanto a su precocidad, resistencia y tolerancia a enfermedades, ataque de insectos plagas y presenta además un alto rendimiento por unidad de superficie.

Sin embargo los campesinos siguen escogiendo semillas más adaptativas a sus suelos y no se centran ni en rendimientos ni en la calidad de este para el consumo de la población.

En cuanto a la selección se analiza que estos se centran, por su orden, en el uso de semillas Propia, Comprada no certificada y como última opción semilla comprada certificada.

Es por ello que la alternativa propone incentivar el uso de semilla certificada y antes de sembrar usar el sistema SICA para lograr un mayor porcentaje de germinación. Aunque se puede utilizar maquinaria para la siembra en bandejas.

4. Siembra (SICA- New tecnologías)

En la CCS se utiliza la siembra por trasplante, similar al planteado por la metodología SICA pero se emplea aun mayor cantidad de plantas y además se trasplantan con plántulas de aproximadamente un mes de nacidas lo que retarda el proceso de macollages como plantea el SICA que realiza el trasplante con plántulas de 8 a 10 días de nacidas. Esto para pequeñas parcelas pero con la inclusión de máquinas trasplantadoras de arroz que abarataría los costos de mano de obra en la actividad de trasplante.

Una máquina trasplantadora de arroz de surcos (25 cm. de distancia cada uno), que coloca los plantines a 25 cm. de distancia dentro de la línea y a 5 o 6 cm. de profundidad. Con esta máquina el agricultor podrá realizar la labor en menor tiempo y sin consumo de energía fósil o animal. Por otro lado, se priorizó la sencillez del prototipo que posibilitará cambios y ajustes que se consideren necesarios en talleres locales sin necesidad de demasiada infraestructura

Aunque el método de siembra en hileras tiene la ventaja de poder controlar fácilmente las malezas mediante el empleo del escardador en el surco y el desyerbe manual entre las plantas de arroz, esta tecnología no tiene aceptación entre los productores por implicar el drenaje de las parcelas con el fin de propiciar la germinación después de la siembra, lo cual requiere de un costo extra en el riego.

5. Riego (Tradicional -SICA- New tecnologías-FER)

Si bien aún es incierto si esta medida será viable de implementar en las condiciones actuales del sector arrocero de la CCS porque como se pudo apreciar durante las entrevistas, el nivel de aceptación no es muy favorable porque estos argumentan la relación del costo extra por el tener que implementar más riegos, como ya fue mencionado anteriormente.

En la CCS Se emplea el sistema de **Riego por inundación**

Esto pudiera revertirse si se realiza un estudio que se centre en determinar la posibilidad del uso de fuentes de energía renovables (FER) en el caso de que pudiera implementarse sería deseable contar con un registro sistemático de la superficie sembrada de arroz en la que se pudieran aplicar este tipo de tecnologías de riego para implementar la idea del SICA.

6. Control de Malezas (Tradicional -SICA- New tecnologías)

El control de malezas se realiza de forma manual, por medio de la inundación del área y química.

Control manual: se realiza a los 30 y 50 días después del trasplante en ambos sistemas.

Control por medio de la inundación del área: se realiza el llenado de los diques por un periodo de 7 días con una gruesa lámina de agua para evitar el brote de plantas. Este control se plantea debe ser sustituido por el empleo del utilizado por el sistema SICA

Control químico: se fumiga con el herbicida por bombada de mochila a los 20 días después del trasplante en ambos sistemas.

Se propone la inclusión de técnicas con escardador manual para controlar de mejor forma las malezas en los surcos y entre las plantas de arroz. Esto ayuda también en la oxigenación del suelo.

7. Control de Plagas y enfermedades (*Tradicional -SICA- New tecnologías*)

La fumigación y el riego con mochilas aspersores es la más utilizada en la CCS. Pero siempre sobre la base del uso de agroquímicos e insecticidas agresivos al medio ambiente en este sentido se recomienda como plantea el SICA el uso de bioproductos.

En la actualidad, ya es una alternativa para el agro. El uso de drones para actividades agrícolas se ha incrementado en un 80% desde 2020,

Se logró determinar factores que hacen de los drones un vehículo más eficiente, dando beneficios para el agricultor, siendo aplicado en diferentes tareas de la producción agrícola.

El dron tiene ventajas en fumigación, en poco tiempo puede cubrir una hectárea (15 minutos), en cambio las demás formas necesitan de un gran tiempo para poder cubrirla, lo que eleva el costo de aplicación para una hectárea, en cambio el dron solo necesita la configuración de lugar que va a cubrir generando un gasto, entre otra ventaja del dron es que cubre toda la hectárea uniformemente, no así cuando el trabajador puede dejar líneas sin fumigar, con las otras alternativas se corre el riesgo de intoxicarse al tener contacto con la molécula del químico por acción del viento.

Además la propuesta de usar dron es que este puede observar los diversos espectros de colores en los cultivos, determinar durante su proceso de crecimiento si tiene o no afectaciones que perjudiquen su desempeño. El sistema se basa en detección de colores mediante una cámara especial de seguimiento.

8. Fertilización o Aplicación de nutrientes (*SICA- New tecnologías*)

Los sistemas agrícolas actuales tienen el desafío de buscar alternativas económicamente aceptables, amigables con el ambiente y con perspectivas futuras, logrando mantener las condiciones agrícolas para las generaciones futuras.

En este sentido la fertilización en la CCS se aplica solo basado en la utilización de abonos químicos sustentados fundamentalmente en **Nitrógeno** u otro que aparezca como fórmula alternativa y no se usan abonos orgánicos ni microorganismo.

El SICA favorece un mayor uso de fertilizantes orgánicos y de microorganismos, que contrasta con el amplio uso de fertilizantes sintéticos del cultivo convencional.

Se puede confeccionar para implementar un sinnúmero de abonos orgánicos como son.

El humus de lombriz, gallinaza, compost, abonos verdes, abonos líquidos y biofertilizantes.

Los abonos orgánicos tienen una gran importancia en la agricultura. El uso de los abonos orgánicos contribuye al mejoramiento de las estructuras y fertilización del suelo a través de la incorporación de nutrimento y microorganismos.

Con estos abonos se pueden conseguir mejores resultados al no generar contaminación en los suelos, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, la estabilidad estructural, regula el balance hídrico del suelo reteniendo los nutrientes y nivelando los niveles de pH.

Por otra parte la importancia fundamental del uso de abonos orgánicos obedece a que éstos son fuente de vida bacteriana para el suelo y necesarios para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos posibilitan la degradación de los nutrientes del suelo y permiten que las plantas los asimilen de mejor manera ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos. De igual manera los abonos orgánicos no solo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo. Su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico.

9. Cosecha (*Tradicional -SICA- New tecnologías*)

La tecnología ha avanzado de forma sorprendente, buscando abastecer las necesidades del ser humano en las diferentes áreas, en la agricultura se ha visto implemento de estos medios tecnológicos, en los diferentes cultivos demostrando así el rendimiento y los buenos resultados que se han logrado a bases de la misma. Remontando con un hecho histórico es factible plasmar como antes la agricultura clásica, no se utilizaba ningún tipo de medio tecnológico, por lo mismo generaba mayor gasto económico para el agricultor, pero gracias a los años de estudios por adicionar la tecnología en esta área, se obtuvo buenos resultados entre ellos tenemos la aparición de tractores y máquinas cosechadoras

En la CCS la cosecha se utiliza generalmente la cosecha directa con máquinas cosechadoras, pero por las condiciones del suelo y de los equipos involucrados en el proceso se utilizan distintos métodos para la organización del mismo generalmente cuando el grano alcanza entre 24 a 26% de humedad.

La cosecha directa de cereales, se basa en integrar el corte, la trilla, la limpieza y la entrega del grano a los medios de transporte, todo en un proceso tecnológico continuo realizado por una cosechadora para la actividad de corte de arroz.

Sin embargo, todavía existen lugares con un bajo grado de implementación de la mecanización provocado por:

Presencia de características muy particulares, tales como: gran cantidad de materia verde, grano muy abrasivo, húmedo y delicado, que sumado a las dificultades del tránsito de la maquinaria por la escasa sustentabilidad del suelo, frecuentemente en condiciones de elevado grado de humedad, hacen de esta labor una tarea más compleja que en otros cultivos. Esta situación provoca mayores posibilidades de encontrar altas pérdidas en el proceso de cosecha, de aquí que se use otro tipo de cosecha.

La cosecha de cereales por fases, como su nombre lo indica se realiza en dos fases. La primera: la fase de corte e hilerado, en la cual se utilizan plataformas de corte (máquinas segadoras). La segunda fase es la recogida, trilla y limpieza; esta se realiza con máquinas trilladoras.

Este último sistema provoca mayor ineficiencia, por las posibles pérdidas en cosecha y que al final es el cultivo el que carga con esa ineficiencia que encarece los costos y afecta el rendimiento por hectárea.

El objetivo final de una cosechadora es el de obtener una gran capacidad de trabajo, versatilidad y obtención de un producto de alta calidad.

10. Acareo (Tradicional -SICA- New tecnologías)

Las operaciones de cosecha-transporte del arroz conforman una cadena productiva, donde cada uno de sus eslabones componentes garantiza el correcto desarrollo del proceso.

Entre las causas que encarecen las operaciones pos-cosecha del arroz, la transportación del producto desde el campo en cosecha hasta el centro de recepción del grano, posee una marcada influencia. Los costos correspondientes a los trabajos de transportación pueden ascender del 40...60% del total de los costos del proceso de cosecha, lo cual está dado esencialmente por la productividad de la cosechadora, la capacidad de los medios de transporte, las distancias a recorrer hasta el centro de recepción, el tipo y condiciones de los viales y los tiempos de espera que surgen durante el proceso cosecha-transporte, esto trae como consecuencia la baja estabilidad de flujo del proceso tecnológico y su costo.

En la CSS se utiliza generalmente la cosecha directa con máquinas cosechadoras, pero en muchas ocasiones se ha visto afectada la cosecha por condiciones climáticas que inciden con fuerza en las condiciones del suelo y de los equipos involucrados en el proceso y que de hecho son escasos.

Por esto se proponen distintos métodos para la organización de las cosechas.

El primer método es el que se utiliza cuando no se cuenta en la cosecha con tractolva y las condiciones de los campos en cosecha no permiten la entrada de los medios de transporte. En este método la cosechadora después de haber llenado la tolva interrumpe el corte y se dirige a la cabecera del campo donde se encuentran los medios de transporte para realizar la descarga del grano (este es el que se utiliza).

El segundo método es el que se utiliza en época de lluvia, cuando el terreno está hídricamente saturado y se hace imposible la entrada de los medios de transporte al campo en cosecha, por lo que se utilizan para transportar el arroz, elemento de

rodaje utilizan esteras. Durante la realización de la cosecha, la cosechadora va almacenando el grano en la tolva, cuando el sensor de llenado emite la señal de que la tolva ha completado su capacidad, la cosechadora detiene el corte y la tractolva se dirige hacia ella, donde recibe el grano cosechado, después de haber completado su llenado, regresa al camino o guardarraya, donde esperan los medios de transporte para efectuar la entrega del grano.

El tercer método se utiliza fundamentalmente en época poco lluviosa donde las condiciones de los suelos permitan la entrada de los medios de transporte al campo en cosecha, situándose lo más cerca posible de las cosechadoras, para que cuando estas tengan totalmente llenas sus tolvas se pueda efectuar la descarga del grano cosechado. Después de estar lleno el remolque, el tractor lo traslada hacia el camino, donde lo deja y engancha los restantes, esta operación se repite hasta que quede formado el tren de dos, tres remolques.

En cualquiera de los tres métodos en época de lluvia se dificulta, debido a que los remolques se atascan, y se dificulta el tiro de los mismos por los tractores pues se transita través de diferentes viales generalmente en malas condiciones, esto ocasiona una gran pérdida de tiempo, afectándose la productividad del proceso.

11. Procesamiento (*Tradicional -SICA- New tecnologías*)

Una vez cosechado el arroz es transportado para realizar las últimas actividades que se realizan durante el procesamiento.

En la CSS, las tecnologías empleadas actualmente por el sector de producción popular de arroz en las actividades necesarias dentro del procesamiento, no siempre son las más adecuadas. Generalmente se utiliza el secado solar y el molinado, en molinos del tipo criollos, contruidos de forma artesanal y con medios propios.

El secado puede y se realiza de diferentes formas:

- Secado solar en mantas.
- Secado solar en azoteas.
- Secado solar las carreteras (Una práctica que se aboga por eliminar en el municipio: primero por los peligros que esto puede ocasionar, segundo por la cantidad de materia extraña; dígase piedras, vidrios, plásticos y otros que se

agregan en el proceso de recogida y tercer problema la pérdida de arroz en estos procesos que afectan a la larga el rendimiento total de la producción.)

- Secado solar en pedestal (mazos colgados en un pedestal).
- Secado mecánico (secadero un tema que sigue siendo un lastre en el municipio).

Algunos sistemas de secado industrial:

- a) Secado normal o recirculación, es el que se hace estacionario en una secadora columnar.
- b) Pretemperado, se reduce la humedad del arroz, en una secadora columnar hasta más o menos de 15 a 16 grados de humedad, luego se deposita en un silo por 24 horas, y luego se vierte nuevamente en otra secadora para así llegar a la humedad requerida para almacenar.
- c) c) Temperamiento de flujo continuo, se produce con una secadora columnar y varios silos de temperado.

Luego de completar cualquiera de estos pasos anteriormente descritos y estando el arroz en condiciones para su almacenamiento por varios meses, es vertido en silos, o es ensacado para almacenar en bodegas.

El tiempo que el arroz es almacenado, es objeto del ataque de insectos, roedores y también de hongos, los cuales van a afectar el producto durante el tiempo que este se pase almacenado. La merma puede afectar más o menos en la medida que se tomen los correctivos para evitar que estos agentes sean combatidos en una forma rápida y efectiva.

El molinado, que ocupa un lugar crucial, tiene como objetivo básico eliminar la cáscara y las capas de salvado para producir un grano blanco, de buena apariencia y libre de impurezas. En dependencia de los requerimientos de los productores, el producto debe tener un mínimo de granos partidos

El proceso de molinado puede realizarse por medio de dos tecnologías

En un **molino industrial** que se realiza en secaderos (en este caso pendiente de puesta en marcha).

Un sistema de molinado puede ser simple o de varios pases. En el primero, la cáscara y las capas de salvado son eliminadas simultáneamente del grano; en el segundo se van generando productos intermedios (arroz integral, arroz

semielaborado y otros). Sin embargo todos los sistemas deben contribuir a producir arroz con características adecuadas al consumidor y a maximizar el recobrado total con el mínimo de granos partidos en el producto final.

En un **molino criollo** perteneciente a productores del área.

Durante la realización de este trabajo se llevó a cabo un diagnóstico sobre el estado técnico del equipamiento de molinado existente en la CCS y el municipio, mediante el mismo se pudo constatar que los molinos predominantes (uno en la CCS y dos del municipio), la mayoría han sido construidos por esfuerzo propio de sus propietarios, aunque en un casos su construcción se le encargó a terceros. A pesar de partir todos de un mismo diseño, los propios constructores han introducido cambios en las dimensiones y proporciones de los diferentes mecanismos, con la finalidad de mejorar su funcionamiento y calidad.

Las operaciones de descascarado y pulido se realizan de forma simultánea; en ningún caso se emplea el molinado por pases. Para realizar esta práctica incrementan considerablemente la presión que se ejerce sobre el grano de arroz, lo que puede generar mayor cantidad de granos partidos.

Generalmente utilizan motores eléctricos, cuyos consumos energéticos varían desde 10 kW hasta 22 kW. En todos los casos son motores que se encontraban en desuso o con deficiencias técnicas y fueron recuperados para accionar dichos molinos.

Para ellos se propone un estudio con relación a la FER.

La capacidad de procesamiento de estas tecnologías es muy variable, depende fundamentalmente de la calidad que posea la materia prima a procesar (contenido de humedad e impurezas del arroz cáscara) y de las dimensiones del equipo en particular. Se determinó que la capacidad promedio es de 480 kg/h, aunque varía entre 400 kg/h y 600 kg/h.

A partir del muestreo realizado a molinos en funcionamiento se pudo comprobar que, en estos el recobrado del proceso osciló en un rango entre 62 % y 65 %; aspecto que representa la cantidad de capas externas del endospermo del grano que son eliminadas durante el proceso. En relación con esto se aprecia que se está perdiendo más del 3 % del producto, ya que el porcentaje de recobrado debe ser

alrededor de 67 %. Es necesario señalar que la materia prima que se procesa contiene gran cantidad de impurezas y no están creadas las condiciones para realizar una limpieza previa.

Es por ello que para hablar de cómo entregar más toneladas del grano a la industria, y, por ende, obtener más arroz con destino a la canasta básica se hace necesario un análisis económico se realizó en pesos cubanos (CUP), sobre la base de los resultados el producto del rendimiento agrícola y el precio de venta del arroz cáscara húmedo.

La idea es que urge revertir la matriz importadora del grano con más cosechas desde el campo y mayor eficiencia en la industria. Un asunto que requiere de ajustes entre los costos y las utilidades para incentivar la productividad, es posible lograrlo.

3.3 Análisis económico del posible comportamiento productivo del rendimiento agrícola con la alternativa propuesta.

En los resultados se pudo constatar que en los documentos de la CCS se registran 56 productores de arroz, de ellos 21 son usufructuarios y 35 propietarios.

Total de tierras de la CCS para uso arroz **451,01 ha**.

Según el Centro Nacional de Control de la Tierra, en el municipio existen 1492 ha destinadas al sembrado de arroz, que generaron una producción anual de aproximadamente 3425,82 t listo para consumo. Según los datos consultados, la CCS aporta 1 492 ha con una producción de 5 219,13 t en cascara para un rendimiento de 3 425,82 t listo para consumo, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Relación rendimiento producción

	ha	índice de rendimiento	prod anual t	t/m arroz limpio
Abreus	1492	3,50	5219,13	3425,82
CCS	451,01	0.16	71,03	49,721

Fuente: Elaboración propia

Según estos datos pudiéramos decir que si se cultivan 451,01 ha con un índice promedio de rendimiento de 3,5 tm/Ha se producen el municipio 1578,5 tm de arroz.

Utilizando la fórmula de:

Rendimiento de la tierra o rendimiento agrícola=producción /superficie

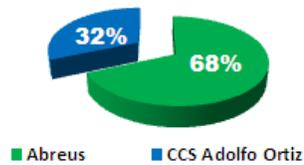
$$RA = \frac{\text{Producción}}{\text{Superficie utilizada}}$$

Y

Productividad Total=producción Real/ producción Estándar

$$PT = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Superficie utilizada}}$$

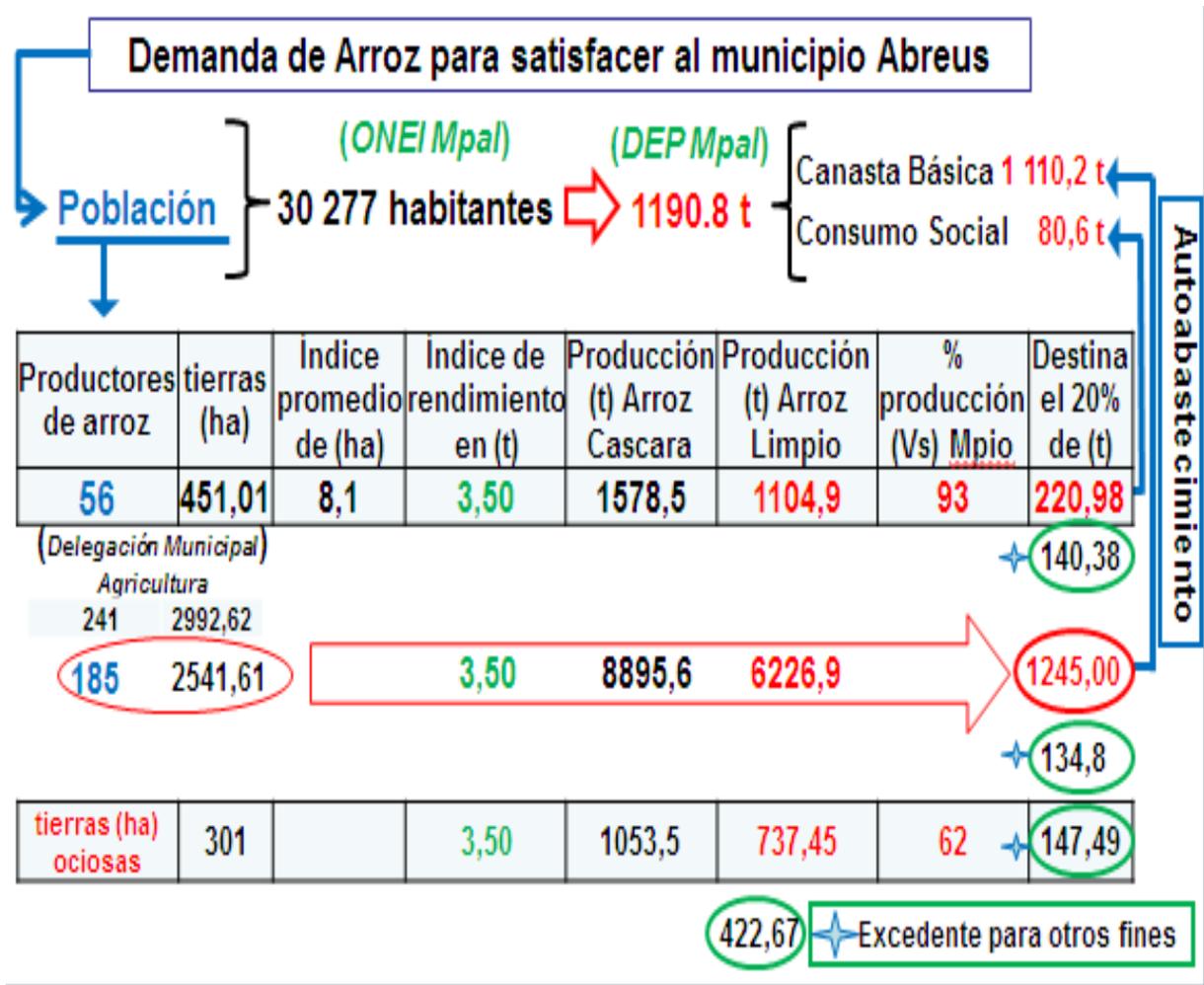
Grafico 3. Comportamiento del rendimiento de la CCS con relación al municipio.



Fuente: Elaboración propia

Si se realiza un análisis económico del posible comportamiento productivo del rendimiento agrícola con la alternativa propuesta se puede realizar un diagnóstico de cual pudiera ser el comportamiento después de la aplicación si se logra alcanza un rendimiento del 3.5 t/Ha y poner en producción las tierras ociosas como se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 7: Necesidad de demanda de arroz en el municipio



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Brinda una fuente de información de elementos vitales para lograr una producción de arroz menos dependiente de insumos externos y mejor adaptados a las posibilidades locales.
- Identifica un grupo de problemas en el manejo del cultivo del arroz en la CCS Adolfo Ortiz Fonte del municipio Abreus.
- A partir de los problemas detectados, se logró plantear la propuesta de alternativa agroecológica para mejorar los resultados productivos y el el manejo agronómico integral del cultivo de Arroz, además que demuestran su viabilidad agroecológica, socioeconómica y ambiental.
- La alternativa propuesta para la producción local de arroz en la CCS Adolfo Ortiz Fonte del municipio Abreus, refleja todo un procedimiento con los pasos necesarios para manejo agronómico integral, la gestión tecnológica y la innovación en los agroecosistemas arroceros.

RECOMENDACIONES

- Lograr la interacción con los productores de arroz de la CCS Adolfo Ortiz Fonte y el municipio de Abreus, para aplicar los resultados de la investigación e impulsar el uso de la alternativa.
- Profundizar en la investigación para mejorar la información que tributa a la toma de decisiones sobre la producción de arroz que demanda el municipio y lograr un estudio detallado de las potencialidades que tiene este para la producción de este cereal.
- Realizar días de campo para familiarizar a los productores con la alternativa y la importancia de las labores culturales agrícolas de la metodología SICA.
- Desarrollar investigaciones, en la producción local de arroz, que evalúen: el agroecosistema arrocero en unión a cultivos precedentes o sucesores a este como un sistema productivo integral, la mecanización de las labores en el cultivo del arroz a pequeña escala desde el enfoque de género y el impacto de la adopción de cultivares sobre la dinámica espacio-temporal del incremento de la agrobiodiversidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán, L. (2011). *Situación Actual y Perspectivas del Movimiento del Arroz Popular en Cuba*. Instituto de Investigación del Arroz.
- Alfonso, R. (2011). *Resultados de los ensayos de secano*. Instructivos Técnicos de Arroz.
- Alfonzo, N., España, M., López, M., Cabrera, E., & Abreu, P. (2012). Eficiencia de uso del nitrógeno en arroz de secano en un suelo ácido del occidente del estado. *Agronomía tropical*, 61(3-4), 215-220.
- Andrade, F., Celi, R., Hurtado, J., & Valdiviezo, E. (2007). *Manual del cultivo de arroz* (Vol. 66). Blume.
- Angladette, A. (1969). *El arroz* (1a ed). Blume.
- Angladette, A. (1975). *El Arroz. Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales*. Blume.
- Benavides, H., & Segura, O. (2005). El entorno internacional del sector arrocero Centroamericano. *IICA*.
- Bird, W., & Soto, S. (1991). *El cultivo del arroz*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos.
- Böcking, B., Bandeira, S., Carnelli, J., García, C., Gusonni, A., Henderson, J., & Moor, J. (2009). Riego intermitente una alternativa que debemos ir incorporando en nuestros sistemas de riego. *INIA*, 612, 1-23.
- Boyer, J. (2005). Mechanismus for obtaining water use efficiency and drought resistance. *Plant breeding*, 181-200.
- Briceño, I., & Álvarez, L. E. (2010). Evaluación de un sistema de preparación del suelo y siembra en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Unell. Cienc. Tec*, 28, 16-24.
- Burhan, O. O. (2017). *Rice—Arroz*. Magdalena.

- Canada. FAO. (2016). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. FAO
- Cantrell, R. (2002). *Water-wise Rice Production In: Bouman BAM, H. Hengsdijk, B. Hardy, PS Bindraban, TP Tuong, y Ladha JK (ed) Water-wise Rice Production:Foreword. International Rice Research Institute.*
- Carreras, R. (2014). Necesidades de fertilización en los cultivos. *Agricola Vergel*, 267, 122-127.
- Cheaney, R. L. (1974). *Historia del arroz como cultivo importante* Programa de Arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1983). *Componentes del rendimiento. Cuba. Ministerio de Agricultura MINAG.* (2013). *Cultivo de arroz* Dirección General de Competitividad Agraria DGCA.
- http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/arroz/arroz_en_barrizal.pdf
- Cuba. IIA. (2009). *Instructivo Técnico del Cultivo del Arroz*. Ministerio de la Agricultura -The chemical company Basf. Instituto de Investigaciones del Arroz.
- Cuba. IIA. (2010). Manual del agricultor arrocero. *Instituto de Investigaciones del arroz*.
- De Datta, S. K. (1986). *Producción de Arroz. Fundamentos Prácticos* (1ra ed.). Limusa.
- De Datta, S., Obcemea, W., Chen, R., Calabio, J, & y Aevancelista, R. (2014). Effect of water depth on nitrogen use efficiency and nitrogen 15 balance in lowland rice. *Agronomy*, 79, 210-2016.
- ECC. (2012). Cultivo del Arroz. *Enciclopedia colaborativa cubana*. <http://ecured/arroz.html>.
- Franquet, M. (2018). *El nuevo sistema de siembra en seco del arroz*. [http://e-
spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:UNEDCentroAsociadoTortosa-Libros-](http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:UNEDCentroAsociadoTortosa-Libros-)

7160/Franquet_Bernis_Nuevosistema.pdf

Fuentes, L. (2009). *Efecto de la siembra directa y el trasplante en el rendimiento de arroz, en áreas de productores privados*. Centro Universitario Vladimir I Lennin.

García, E. (1992). *Incidencia de las prácticas culturales en la arquitectura de la planta de arroz*. *Arroz*. 41(377), 12.

Gil, C., J. (2008). *Cultivo De Arroz Sistema Intensificado Sica-Sri En Ecuador*.

<http://ciifad.cornell.edu/sri/countries/ecuador/EcuGilLibroCultivodiArroz08.pdf>

González, J., & Douglas, J. (1981). *Producción y beneficio de semilla certificada de Arroz*.

González, M., & Alonso, A. (2018). *Tecnologías para ahorrar agua en el cultivo de arroz*. 13(26), 67-82.

Hocdé, H. (2006). Fitomejoramiento participativo de cultivos alimenticios en Centro América: Panorama, resultados y retos. Un punto de vista externo. *Agronomía Mesoamericana*, 17(3), 291-308.

Infoagro. (2011). *El cultivo del arroz (Ira parte)*.

<http://www.infoagro.com/formacion/cursosuperiorherbaceoscerealesarroz.htm>

InfoAgro. (2014). *Exigencias edafoclimáticas del arroz*. <http://www.infoagro.com>

Colegio de Ingenieros del Perú. (2001). *Innovadoras prácticas culturales del arroz está triunfando en Madagascar*. CIP. http://bpa.peruv.com/documentos/sri_itcia.pdf

Jaramillo, S., Pulver, E., & Duque, M. (2017). *Efecto del Manejo de la Fertilización Nitrogenada en Arroz de Riego, sobre la Expresión del Potencial de Rendimiento de Líneas Elite y Cultivares Comerciales*.

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0002-192X2011000100002&script=sci_arttext

Jennings, P., Coffman, W., & Kanffman, H. (1981). *Mejoramiento Genético de las*

Características Agronómicas y Morfológicas del arroz. CIAT.

Jennings, P. R. (1961). Historia del cultivo de arroz en Colombia. *Agricultura Tropical*, 17(2).

Kunnathadi, M., Abraham, C., Thomas, C. G., & Girija, T. (2015). Comparative evaluation of SRI with conventional system in the irrigated rice tracts of Kerala. *Journal of Tropical Agriculture*, 53(1), 8–16.

Lau, A., Garea, E., & Ruiz, M. E. (2010). Estimación de la salinidad de los suelos utilizando una imagen espectrozonal y e l sistema de información geográfica Telemap. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 1(14), 47-54.

Mejoramiento del arroz. Arroz: Investigación y Producción (Referencias de los cursos de capacitación sobre arroz, por el CIAT). (1985).

Morales, O, Martínez, J., & Pérez, D. (2015). Una estrategia para el manejo de la fertilización del cultivo del arroz. *Arroz*, 2(7), 18-21.

Muñoz, J., Martínez, L., & Giraldo, R. (2018). Variabilidad espacial de propiedades edáficas y su relación con el rendimiento en un cultivo. *Agron. colomb*, 24(2).

Nix, H. A. (2012). Aspects of drowht from agroclimatic perspective. *Drowght resistance in crops with emphasis on rice*, 3-5.

Roma. FAO. (2019). *Sistema mundial de información y alerta sobre la alimentación y la agricultura*. <http://www.fao.org/3/ca5308es/ca5308es.pdf>.

Ordeñana, O. (2018). *Arroz*. Malena.

Orozco, M., & Gonzáles, A. (1983). *Comportamiento de seis variedades de arroz (Oryza sativa L.) Bajo diferentes sistemas de siembra en suelo salino – sódico*. *Arroz*. 32, 7-11.

Pérez, R., Alfonso, R., Cruz, Y. R., & Herrera, Y. (2018). *Comportamiento de las principales*

- variedades comerciales de arroz en cinco provincias del país con la participación de productores líderes. Memorias XII Congreso del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Varadero, Matanzas. Cuba.*
- Pérez, S. A, Maqueira, L., Torres, W., & Rodríguez, O. (2011). Crecimiento y rendimiento de dos variedades de arroz de ciclo corto, en época poco lluviosa. *Programa Resumen V Encuentro Internacional de Arroz y Primer Simposio de Granos.*
- Ramírez, E., . Alfonso, R., Alemán, L., Mosses, A., & Rodríguez, S. (2014). Influencia de la falta de la lámina de agua en diferentes fenofases sobre la duración del ciclo en 3 variedades de arroz de ciclo medio y 3 de ciclo corto. *Agrotécnica de Cuba.*
- Reyes, D. (2019). *Del arroz en barco al arroz que cultivamos.*
- Ricchetto, S., Capurro, C., & Roel, A. (2017). Estrategias para minimizar el consumo de agua del cultivo de arroz en Uruguay manteniendo su productividad. *Agrociencia* 21, 109-119. <http://www.scielo.edu.uy/pdf/agro/v21n1/2301-1548-agro-21-01-00109.pdf>
- Rice almanac 4th Edition.* (2013). 40 Global Rice Science Partnership, GRISP. http://books.irri.org/9789712203008_content.pdf.
- Rice in the tropics: A guide to the development of national programs. Inter- agriculture Development Service* (p. 256). (1979). Westview.
- Rivero, L. E., Cruz, F., García, J., García, Y., & Delgado, M. (2006). *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.* 8, 8-15.
- Rodríguez, R., De la Osa, J., & Valle, J. (2010). *Comportamiento del rendimiento en seis variedades de arroz de ciclo corto frente a las enfermedades fungosas.* 14(Infociencia), 1(14).
- Ron, M., Mandolesi, M., Facchinetti, C., & Jürgen, R. (2014). *Efecto antrópico sobre la*

fertilidad química de un suelo en el sudoeste bonaerense. 30(2).

Roschevicz, R. J. (1932). *Documents sur le genre Oryza. Revue de Botanique Appliquée a l'Agriculture Tropicale.*

International Rice Research Institute, (IRRI). (2013). *Smart water technique for rice.*

International Rice Research Institute

http://agritech.tnau.ac.in/agriculture/pdf/csa_pdf/Smart_water_technique_for_rice.pdf

Socorro, M. A, & Martín, D. (2010). Granos. *Pueblo y Educación.*

Suárez Crestelo, E. (2013). Manual para el uso de variedades y producción de semillas en el arroz popular. *Programa de mejoramiento genético.*

Suárez, E., Cruz, F., Arrastía, M., Navarro, I., García, A., García, Y., & Amador, M. (2014).

Programa para el Desarrollo sostenible de la producción de arroz en la zona central de

Cuba. *Arroz*, 2(8), 12-15.

System of Rice Intensification. (2015). SRI-Rice.

<http://sri.cals.cornell.edu/countries/ecuador/index.html>.

ur Rasool, F., Habib, R., & Bhat, M. (2013). Agronomic evaluation of rice (*Oryza sativa* L.)

for plant spacings and seedlings per hill under temperate conditions. *African Journal of Agricultural Research*, 8(37).

Vaughan, D. A. (1994). *The wild relatives of rice: A genetic resources handbook.*

International Rice (p. 137). Rice Research Institute (IRRI).

World Rice Statistics Online Query Facility. (2013). Instituto Internacional de Investigaciones

del Arroz (IRRI). <http://ricestat.irri.org:8080/wrs2/entrypoint.htm>

Wu, W., Ma, B., & Uphoff, N. (2015). *A review of the system of rice intensification in China.*

393, 361. <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2440-6>

Zavala, M. I., & Ojeda, L. R. (1988). En *Fitotecnia especial* (p. 237). Puebla y Educación.

Zhang, H., Yu, C., Kong, X., Hou, D., Gu, J., Liu, L., Wang, Z., & Yang, J. (2018).

Progressive integrative crop managements increase grain yield nitrogen use efficiency and irrigation water productivity in rice. *Field Crops Research*, 215, 1-11.

Zhukovsky, P. M. (1971). *Las plantas cultivadas y sus ancestros*.

ANEXOS

Anexo 1. Especies del género *Oryza* y sus principales sinónimos, números cromosómicos, grupos genómicos y usos potenciales.

Sección ^a	Especies del complejo	Otros nombres que se hallan en la literatura	Número cromosómico	Grupo genómico	Caracteres útiles o potencialmente útiles
Oryza	Complejo de <i>O. sativa</i>				
	<i>O. sativa</i> L.		24	AA	Cultigen
	<i>O. nivara</i> Sharma et Shastry	<i>O. rufipogon</i> (hábito anual)	24	AA	Resistencia parcial a la pudrición del tallo (Rutger et al., 1987)
	<i>O. rufipogon</i> Griff. ^b	<i>O. perennis</i> , <i>O. rufipogon</i> (hábito perenne)	24	AA	Tolerancia de la mancha de la vaina (Bastaweei, 1983)
	<i>O. glaberrima</i> Steud.		24	AA	Cultigen
	<i>O. barthii</i> A. Chev.	<i>O. brevifololata</i>	24	AA	Resistencia al saltahoja verde (Heinrichs et al., 1985)
	<i>O. longistaminata</i> Chev. et Roehr.	<i>O. barthii</i>	24	AA	Resistencia al añublo bacteriano (Khush et al., 1990)
	<i>O. meridionalis</i> Ng		24	AA	Evasión de la sequía
	Complejo de <i>O. officinalis</i>	También llamado complejo o grupo de <i>O. latifolia</i>			
	<i>O. officinalis</i> Wall. ex Wall. ^c	<i>O. minuta</i>	24	CC	Resistencia a los trips (Nugaliyade y Heinrichs, 1984)
	<i>O. minuta</i> Presl. et Presl.	<i>O. officinalis</i>	48	BBCC	Resistencia al añublo de la vaina (IRRI, 1991b)
	<i>O. rhizomatis</i> Vaughan		24	CC	Rizomatosa
	<i>O. eichingeri</i> Peter		24	CC	No se infecta con el moteado amarillo (Ou, 1985)
	<i>O. punctata</i> Kotschy ex Steud.	<i>O. schweinfurthiana</i> , para la forma tetraploide	24, 48	BB, BBCC	Resistencia al saltahoja en zigzag (Heinrichs et al., 1985)
	<i>O. latifolia</i> Desv.		48	CCDD	Resistencia a tres biotipos del saltahoja marrón (Heinrichs et al., 1985)
	<i>O. alta</i> Swallen		48	CCDD	Resistencia al barrenador del arroz (IRRI, 1991b)
	<i>O. grandiflumis</i> (Doell) Prod.		48	CCDD	Tipo de planta grande
<i>O. australiensis</i> Domin		24	EE	Rizomatosa	

Anexo 1. (Continuación)

Sección ^a	Especies del complejo	Otros nombres que se hallan en la literatura	Número cromosómico	Grupo genómico	Caracteres útiles o potencialmente útiles
Ridleyanae Tateoka^d	<i>O. brachyantha</i> Chev. et Roehr.		24	FF	Resistencia al gusano del cogollo (Heinrichs et al., 1985)
	<i>O. schlechteri</i> Pilger		48	Desconocido	Estolonífera
	Complejo de <i>O. ridleyi</i>		48	Desconocido	Resistencia al barrenador del tallo (Van y Guan, 1959)
	<i>O. ridleyi</i> Hook. f.		48	Desconocido	Tolerancia del sombreado
	<i>O. longiglumis</i> Jansen		48	Desconocido	Tolerancia del sombreado
Granulata Roschev.	Complejo <i>O. meyeriana</i>				
	<i>O. meyeriana</i> (Zoll. et Mor. ex Steud.) Bail. ^e		24	Desconocido	Tolerancia del sombreado
	<i>O. granulata</i> Nees et Arn. ex Watt.		24	Desconocido	Tolerancia del sombreado

- Se han empleado los nombres de las secciones según el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (Lanjouw, 1966). La asignación de las especies a las secciones se hizo de conformidad con los puntos de vista de Roschevitz (1931) y Tateoka (1964).
- Algunas de las poblaciones de arroz silvestre de genoma AA de América Latina se distinguen bastante (Tateoka, 1962b; Oka, 1988), lo que sugiere que se han aislado mucho tiempo de las poblaciones asiáticas de *O. rufipogon*. Se ha usado el nombre *O. glumaepatula* Steud. para las poblaciones latinoamericanas de *O. rufipogon*. No obstante, las observaciones de varios autores (por ejemplo, Tateoka, 1962b) sugieren la existencia de formas intermedias entre las formas que se distinguen por sus espiguillas grandes y las poblaciones que no son distinguibles de *O. rufipogon*. Puesto que no se han encontrado caracteres buenos y decisivos que puedan diferenciar a *O. rufipogon* de *O. glumaepatula*, no se ha utilizado este último nombre en este cuadro.
- La especie *malampuzhaensis* Krishnaswamy et Chandrasakharan está restringida a unas pocas poblaciones de Kerala y de lugares adyacentes de Tamil Nadu, en India. Es posible hallarla cerca de poblaciones de *O. officinalis*. Algunos autores consideran que *O. malampuzhaensis* es sólo una raza cromosómica.
- La sección *Ridleyanae* se llamó anteriormente sección *Coarctata* Roschev. hasta que *Oryza coarctata* se reclasificó en *Porteresia*, un género aparte.
- La especie *O. indonesianica* Ellis se ha reportado solamente en una población de las Islas Andamán, en la India. Partiendo de la información disponible actualmente (por ejemplo, en Khush y Jena, 1985), esta diminuta variante del complejo *O. meyeriana* merece ser considerada solamente como entidad intraspecifica. No se dan características claras y decisivas en la descripción original para poder diferenciarla tanto de *O. granulata* como de *O. meyeriana*. En este cuadro el taxón es una variante de *O. granulata*.

Traducido de Vaughan, 1994.

Fuente: (Vaughan, 1994)

Anexo 2. Guía de entrevista informativa aplicada a los arroceros seleccionados.

1. ¿Cuáles son las labores que más dificultades presentan para su ejecución en su finca?
2. ¿Cuáles son las causas de ello?
3. ¿A su juicio cuáles son los problemas que más entorpecen el rendimiento del arroz en su finca?
4. ¿Qué fenómenos climáticos han afectado al arroz en su finca?
5. ¿Cuáles son las plagas y enfermedades que afectan al arroz en su finca?
6. ¿Qué productos aplica y qué dosis emplea?

Anexo 3**Valor de la producción en (Cascara)****\$2.80 el Kg**

Según listado oficial de precio de la Empresa arrocera Aguada Pasajero

Variedades	Producción	Precio	Importe
	Real		
	(kg)	(\$)	(\$)
XXX	5219,13 t (5219130)	2.80	146 135.64

Valor de la producción en (Venta Industria)**\$35.00 el Kg**

Según listado oficial de precio de la Empresa arrocera Aguada Pasajero

Variedades	Producción	Precio	Importe
	Real		
	(kg)	(\$)	(\$)
XXX	3425,82 t (3425820)	35.00	119 903 700.00

**Valor
de la
prod
ucción
en
(Com****ercialización)****\$45.00 el Kg**

Anexo 4

Indicadores para el cálculo del costo de producción.

Según listado oficial de precios topados Gobierno Provincial Cienfuegos.

Variedades	Producción	Precio	Importe
	Real (kg)	(\$)	(\$)
XXX	3425,82 t (3425820)	45.00	154 161 900.00

Actividad	U/M	Cantidad	Precio	Importe
Diésel Total	l		25.00	
Semilla	kg		10.43	
Preparación y Fangueo del suelo	ha		1728.00	
Siembra Mecanizada	ha		100.00	
Fertilizante N. P. K.				
+ N	kg		20.15	
+ P	kg		23.02	
+ K	kg		23.02	
Productos Químicos				
+ Fungicida	ml		1.14	
+ Insecticida	ml		1.35	
+ Herbicida	ml		3.86	
Jornales de Fumigo (3 aplicaciones)	mochila		30.00	
Jornales de Abono	kg		0.80	
Jornales de Chapea Dique (3 pases)	pases		100.00	

Corte Mecanizado	qq		10.00	
Jornales Seque (Eléctrico)	qq		4.00	
Sacos	U		1.45	
TOTAL				12941.40

Anexo 5

Datos del tipo de terreno para planificar el tipo de alternativa a utilizar.

	Forma	Características	Cantidad
Datos del terreno	Altos	Muy fértiles	
		Fértiles	
		Regulares	
		Poco fértiles	
		Infértiles	
	Bajos	Muy fértiles	
		Fértiles	
		Regulares	
		Poco fértiles	
		Infértiles	
	Pantanosos	Muy fértiles	
		Fértiles	
		Regulares	
		Poco fértiles	
		Infértiles	
	Ociosas	Muy fértiles	
		Fértiles	
		Regulares	
		Poco fértiles	
		Infértiles	
Otro tipos	Muy fértiles		
	Fértiles		
	Regulares		
	Poco fértiles		
	Infértiles		

Anexo 6

PLANILLA DE SOLICITUD DE INFORMACIÓN PARA AGRICULTORES

Actividad Cultural	Forma	Tipología	Costo Activ	Cantidad	Costo Total	
Preparación de Tierra	Tracción-Animal	Aradura				
		Cruce				
		Grada				
		Nivelación				
		Fanguero				
		Mureo				
	Mecanizado	Aradura				
		Cruce				
		Picadora				
		Nivelación				
		Fanguero				
		Mureo				
	Uso de combustible	Aradura				
		Cruce				
		Picadora				
		Nivelación				
		Fanguero				
		Mureo				
	Mano de Obra					
Semillas	Propia	Granos				
		Plántulas				
	Comprada Certific	Granos				
		Plántulas				
	Comprada N/Certific	Granos				
		Plántulas				
	Mano de Obra					
Siembra	Manual	Boleo				
		Surcos				
		Trasplante				
	Tracción-Animal	Tape				
	Mecanizado	Surco				
		Transplante				
	Mano de Obra					
Riego	Natural	Por gravedad				
	Uso de energía renovable	Energía eólica				
		Energía solar				
	Uso de energía no renovable	Energía eléctrica				
		Diesel				
Mano de Obra						

Control de Malezas	Manual	Escarde				
		Guataquea				
	Mecanizado					
	Herbidas					
	Mano de Obra					
Control de Plagas	Manual	Plaguicidas				
		Biológicos				
	Mecanizado	Plaguicidas				
		Biológicos				
	Mano de Obra					
Fertilización o Aplicación de nutrientes	Manual	Orgánicos				
		Inorgánicos				
	Mecanizado	Orgánicos				
		Inorgánicos				
	Mano de Obra					
Cosecha	Manual	Corte				
		Trille				
	Mecanizada					
	Mano de obra					
Acareo	Manual					
	Mecanizada					
	Mano de obra					
Procesamiento	Secado					
	Molinería					
	Mano de obra					
Comercialización	Venta acopio					
	Venta f/P					
	Venta of/Demanda					
	Mano de obra					