

UNIVERSIDAD AGRARIA DE LA HABANA



"FRUCTUOSO RODRIGUEZ PÉREZ"

FACULTAD DE AGRONOMÍA



TRABAJO DE DIPLOMA EN OPCIÓN AL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO

*TÍTULO: Evaluación de las modificaciones a la
tecnología del Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz
(SICA) para la producción popular en el municipio
Melena del Sur, Provincia Mayabeque*



Autor: Orlando Martí Ramírez

Tutores: Ing. Elio Luis Marrero

Msc. Irelio Urra Zayas

Msc. Ricardo Izquierdo Vega

Mayabeque 2011

“El futuro de nuestra Patria, tiene que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencias, de hombres de pensamiento.”

“La ciencia es la exquisitez de la inteligencia. Esto es SICA; la exquisitez en el cultivo del arroz”.

AGRADECIMIENTOS

A nuestra grandiosa y humana obra revolucionaria, a nuestro comandante en Jefe por haberla logrado y con ella eliminar la ignorancia del pueblo. “Gracias Fidel “

A nuestros profesores del curso, por haber sembrado en nosotros la semilla del conocimiento y sed de aprender más cada día. A mi tutor: Ing. Elio Luis Marrero por su paciencia para instruirnos.

A mi directora: Msc Idalmis Hernández Escobar, por su perseverancia ante las dificultades y su fe en la victoria final,

A mi cotutor, experimentado y esclarecedor. Msc: Irelio Urra Zayas.

A mi cohesionado, persistente y decidido grupo que supo poner toda su fe en el triunfo final.

A mi tío José J. Cedeño Reyes por haber reafirmado en mi la fe en que si podía enfrentar los estudios superiores, por su ejemplo de que “ser culto es el único modo de ser libre” como dijera nuestro José Martí.

Trabajo de Diploma

A todos los amigos que siempre me dieron aliento en los momentos difíciles para continuar y a todos aquellos que de una forma u otra hicieron posible que este proyecto fuera la reafirmación de la sed de conocimiento

A mi vecina y ex compañera de trabajo Aracelys Gonzáles Gil, siempre dispuesta a cooperar y nunca se molesta. Así como a Yailin por su voluntad. A la persona más afable madre de la niña más hermosa. Inaysi Batista Cabrera.

DEDICATORIA

A mis queridísimos padres .José Martí Reyes e Inés Ramírez Pita. Por su ejemplo, apoyo y confianza en mi capacidad para logra este sueño.

A mi familia que me ha acompañado y apoyado en todo los momentos sobre todo en los difíciles, que no, han sido pocos.

Trabajo de Diploma

A mis abuelos, ya desaparecidos físicamente por hacer mío el dicho popular de “has bien y no mires a quien “, y por toda la enseñanza mostrada para enfrentar la vida con optimismo, paciencia, racionalidad y fe en el futuro.

INDICE	Página
I – INTRODUCCION	1
II. REVICION BIBLIOGRAFICA	4
2.1-El cultivo del arroz.	4
2.1.1-Origen.	4
2.1.2-Clasificación taxonómica del arroz	5
2.1.3- Características botánicas y fisiológicas del arroz	6
2.1.4- Exigencias del cultivo	6
2.1.5– Importancia Mundial y nacional del arroz.	6
2.1.6– Distribución Geográfica del arroz	7
2.1.7- Producción mundial y nacional de arroz.	7
2.1.8- Importancia de la semilla.	8

Trabajo de Diploma

2.1.9-Fisiología y nutrición del arroz.	8
2.1.10-Origen y Desarrollo del SICA.	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1.- Los tratamientos objeto de estudio fueron.	12
3.1.1– Observaciones y/o determinaciones.	12
3.1.2- En la siembra de arroz por la tecnología SICA se introdujeron las siguientes modificaciones.	13
3.1.3-Metodología empleada para las evaluaciones.	13
3.1.4-Variedad utilizada.	13
IV - RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.1- Comparación del gasto de semilla con el empleo SICA, respecto al método de siembra tradicional.	14
4.1.1-Tabla 1. Comparación del gasto de semilla.	14
4.1.2-Factibilidad del Trasplante.	14
4.1.3– Modificaciones en el manejo del agua.	15
4.1.4-Atributos del crecimiento y componentes del rendimiento.	15
4.1.5-Tabla 2. Atributos del crecimiento y componentes del rendimiento en el SICA modificado y el sistema de siembra tradicional de Arroz.	16
4.1.6-Análisis de los Rendimientos.	16

4.1.7- Impacto del SICA modificado entre los productores de arroz popular en el Municipio Melena del Sur.	17
4.1.8 - Análisis económico.	17
4.1.9-Tabla 3. Análisis económico.	18
V- CONCLUSIONES.	20
VI. RECOMENDACIONES.	21
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	22

I - INTRODUCCION

-El arroz (*Oryza sativa* L.) es el cultivo más importante del mundo en desarrollo y el alimento básico de más del 70% de la población mundial (Gutiérrez, 1988).

En Cuba la agricultura en su nuevo proceso de actualización tiene como objetivos principales, lograr incrementos en la producción arroceras, ya que no dispone de una producción nacional de arroz en las cantidades que se requiere para satisfacer la demanda, teniendo que importar más de 470 000 toneladas anuales que representan una erogación -a los precios actuales- de aproximadamente 248 millones de dólares. Es por ello que existe la necesidad de producir arroz (considerado el producto agrícola más importante en la dieta diaria de nuestra población) con menos gastos y mayor eficiencia.

La degradación física de los suelos arroceros debido fundamentalmente al sistema intensivo de manejo y prácticas inadecuadas (Amézquita, 1998), así como a la escasez de agua, debido al cambio climático, obligan a la búsqueda de nuevas tecnologías para enfrentar las demandas crecientes para la alimentación, es por esto que el Sistema Intensivo de Cultivo del Arroz (SICA) como tecnología novedosa y que cumple con esas exigencias, es adoptada cada día, por más

países, sufriendo adecuaciones según las necesidades y condiciones de cada localidad, país o productor, ya que el SICA no es una tecnología fija, ni rígida, sino una serie de principios que según Rabenandrasana (1999), Stop et. al., (2002) y Uphoff (1999; 2002), comprenden trasplante de posturas pequeñas, operación que se realiza de forma rápida, evitando dañarlas, las cuales pueden tener hasta 15 días.

El SICA, desarrollado primero en Madagascar, introducido en Cuba en los años: 1999–2001, ofrece la posibilidad de aumentar los rendimientos agrícolas del arroz de trasplante. Los principios básicos del SICA son radicalmente diferentes a los utilizados en el trasplante tradicional. Se hace todo lo posible para que las raíces no tengan competencia, dándoles suficiente espacio y mucha atención para que puedan desarrollarse en condiciones óptimas. En el SICA cambia la densidad de siembra y el número de raíces, cambian las prácticas utilizadas en el manejo del suelo y del agua, se obtienen más hijos por plantas, más panículas por plantas y más granos llenos por panículas. Pero tiene como desventaja, para la aceptación por los productores, el escalde y el manejo de las posturas. Esta tecnología recomendada por la FAO para la producción de Arroz, es empleada en varios países del mundo con gran éxito, logrando duplicar y triplicar los rendimientos.

Por la efectividad demostrada internacionalmente y lo económica que resulta dicha tecnología, se plantea el siguiente **Problema Científico**: ¿Cómo se podría alcanzar la aceptabilidad de la tecnología SICA para la producción de arroz popular en la superficie dedicada a este cultivo en Melena del Sur, Provincia Mayabeque?

Para darle solución a este problema existe la necesidad de introducirle cambios pertinentes que hagan aceptable la tecnología mencionada; ya que ha pesar de lo demostrado, no ha tenido un fuerte impacto entre los productores. A partir de lo anterior, nos planteamos la siguiente **Hipótesis**: es posible alcanzar la aceptabilidad de la tecnología SICA por parte de los productores, estableciendo

Trabajo de Diploma

las modificaciones pertinentes que posibiliten su incorporación al proceso productivo.

Para dar cumplimiento a la hipótesis planteada, nos trazamos el siguiente **Objetivo General:** Establecer las modificaciones pertinentes al SICA, que hagan posible la aceptabilidad por parte de los productores de arroz popular en el municipio Melena del Sur de la provincia Mayabeque.

Objetivos Específicos:

- 1.-Introducir la técnica de bandejas de cepellón para la producción de posturas de arroz.
- 2.-Sustituir las labores de escarda en el cultivo de arroz popular.
- 3.-Realizar talleres de capacitación e información sobre el SICA modificado.

II-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1-El cultivo del arroz.

2.1.1-Origen.

El origen del arroz (*Oriza sativa*, L) ha sido largamente debatido. Este cultivo es tan antiguo que el lugar y el momento exacto de su origen tal vez nunca sean conocidos. Lo cierto es que el arroz ha alimentado más personas que cualquier otro cultivo a través de los tiempos. Los estudios arqueológicos muestran que *O. sativa*, la especie Asiática de arroz cultivado, se originó hace mucho tiempo. Las excavaciones en Hasthinapura han revelado que el arroz ya existía 1000 años A.N.E. en el norte de la India. El Arroz descubierto en las ruinas de Yangshao, China, supuestamente es de 2600 años A.N.E., de forma similar el arroz con cáscara encontrado en Hemudú, China central, se estima que tiene entre 6000 y 7000 años de antigüedad. Abraham y Suárez (2008).

En relación con los centros originales de cultivo del arroz existen varias hipótesis: India, China, regiones montañosas en el Sudeste de Asia. (Curso de Producción de Semilla de arroz. Mayo de 2007).

Se considera originario de Asia Meridional. Esta hipótesis se basa en el hecho de que en estas regiones se continúan encontrando muchas variedades de arroz. Sin embargo esta afirmación es negada por muchos investigadores que hacen una clara distinción entre variedades espontáneas y variedades cultivadas. Según algunos de ellos las primeras son originarias de África y de allí se extendieron a Asia. El cultivo del arroz se difundió en la India con la invasión de los Arios. En Persia y mesopotámica, por ejemplo, el arroz fue conocido tras los intercambios comerciales y diplomáticos del rey de persa: Darío con China y la India. En los dos siglos siguientes, durante la expansión de China a Occidente, el arroz se difundió hacia Egipto y Siria. Según historiadores de la época fue Alejandro Magno quien trasladó el arroz de Oriente como un alimento y no como medicina. En España

debemos seguramente a los árabes asentados en los reinos del andaluz la plantación de los primeros arrozales. Con la colonización de América el arroz fue traído hacia el nuevo continente y posteriormente se extendió por el mismo, según Valpiana (2005).

2.1.2-Clasificación taxonómica del arroz

El arroz (*Oryza sativa* (Lin.)), pertenece a la clase Liliatae, Familia Poaceae. Es una planta herbácea con raíz fibrosa o fasciculada, tallo cilíndrico y delgado, hojas lineales, dísticas, alternas, con vaina desarrollada que abraza el tallo, entre la vaina y el limbo presenta la lígula pelosa, nerviacion paralelinervia, flor hermafrodita, fruto cariósida.

En la clasificación taxonómica del género *Oryza*, existen tres especies, en La especie *Oryza sativa* que es cultivada en todo el mundo, mientras la otra especie *Oryza glaberrima* es cultivada en pequeña escala en unos pocos países del oeste de África Tateoka (1963)

Harlan y DeWet. (1971), propusieron clasificar los parientes salvajes y las especies de cultivo en tres categorías atendiendo a las barreras de aislamiento y la facilidad de transferir genes a las especies cultivadas.

Morishima y Oka. (1991), sugieren que el género *Oryza* puede ser dividido en tres grupos principales:

- 1.- *O. sativa* y sus parientes.
- 2.- *O. officinalis* y sus parientes.
- 3.- Otras especies parientes más alejadas.

2.1.3- Características botánicas y fisiológicas del arroz

Según Puldón (2007) y Alfonso (2008), el arroz es una gramínea anual de tallos redondos y huecos compuestos por nudos llenos y entrenudos huecos, hojas de lámina plana unidas al tallo por la vaina y su inflorescencia es en panícula. El tamaño de la planta varía de 0.4 m (enanas) hasta más de 7.0 m (flotantes). Clasificándose los órganos de la planta de arroz en dos grupos: órganos vegetativos (raíces, tallos y hojas) y órganos reproductivos (flores y semillas). No es una planta acuática ni amante del agua sino tolerante del agua.

2.1.4- Exigencias del cultivo

Este cultivo para que logre un adecuado desarrollo tiene sus propias exigencias tales como la temperatura, que tiene una influencia pronunciada sobre la germinación, afectando el estado de activación y el estado de crecimiento posterior a la germinación, a una temperatura media de 26°C a 30°C, la emergencia ocurre dos días después de la siembra de semillas pregerminadas y de 7 a 8 días en semillas sin pregerminar. La humedad del suelo debe ser a capacidad de campo, con intermitencia, para lograr la aireación de las plantas. Se le debe suministrar un promedio de agua en condiciones de riego de (8000 - 12000) m³/ha. Los suelos adecuados son aquellos de textura arcillosa, medios y arenosos con subsuelos impermeables que retengan la humedad y topografía llana. (Angladette, 1969), con un nivel de materia orgánica de 2,2 y un pH entre 6 y 6,5.

2.1.5- Importancia Mundial y nacional del arroz.

El arroz es un alimento muy estratégico en la nutrición de los habitantes de casi todos los países en desarrollo. Es el cultivo más subsidiado como alimento básico y de mayor importancia. Más de la mitad de la población mundial depende del arroz como principal fuente diaria de calorías y proteínas. En Cuba, ocupa un lugar muy importante en la dieta de la población, lo cual sitúa al país entre los mayores

consumidores de América Latina, es utilizado en más de 36 recetas inéditas en la cocina criolla, incluyendo platos medicinales con el arroz integral, empleados en la macrobiótica y en el tratamiento de cáncer en el instituto Carlos. J .Finlay, (Alfonso, 2010).

2.1.6– Distribución Geográfica del arroz

El arroz es un cultivo ampliamente difundido en nuestro planeta encontrándose presente en todos los continentes, siendo más representativo en Asia (Japón, China, Indonesia, Viet Nam, India, Laos, Camboya, entre otros muchos), en América (Estados Unidos Americanos, Brasil, Colombia) y en África (Madagascar, Sudáfrica, Nigeria).

2.1.7- Producción mundial y nacional de arroz.

La demanda de arroz para consumo en el mundo es creciente y no se aprecian saltos de producción espectaculares en los próximos años, por tal razón las reservas han disminuido gradualmente y los precios mantienen una tendencia al incremento. (Aleman, 1998).

Socorro (1998), señala que el incremento en la producción agrícola es una de las tareas vitales del estado, para satisfacer la demanda interna con el empleo de tecnologías novedosas.

Según aparece en el Instructivo Técnico del Arroz (2008), la producción mundial durante el 2006, alcanzó 600 millones de toneladas anuales cáscara húmedo, mientras la superficie se ha mantenido entre 140 y 150 millones de hectáreas, pero el consumo también ha crecido, lo que ha provocado una declinación de las reservas de arroz cáscara.

En la producción nacional se ha logrado alcanzar 531 866,0 t de arroz húmedo en un área de 147 740,0 ha con un rendimiento promedio de 3,6 t.ha⁻¹. (MINAGRI 2010).

2.1.8- Importancia de la semilla.

Entre los insumos agrícolas, la semilla, por ser la portadora del potencial genético que determina la productividad del cultivo, es un elemento de gran importancia. (Hernández et. al., 1998). La semilla garantiza la continuidad del proceso productivo, además constituye el insumo más importante para alcanzar altos rendimientos en cualquier cultivo y el arroz no es la excepción (Gall et. al., 1988).

2.1.9-Fisiología y nutrición del arroz.

Muñiz (2002) expresa que para la nutrición de las plantas también hay que tener presente los coeficientes de aprovechamiento de los nutrientes.

Döbreiner (1987) y Boddy. et .al., (1995) plantean que al parecer el resultado de que en las tierras enriquecidas con abono orgánico, la acción microbiana puede aumentar la disponibilidad de nutrientes, es decir, a través de la fijación de nitrógeno biológico.

Con referencia al estudio realizado por Laulanié en conferencia magistral Uphoff hizo referencia de cómo estas prácticas, produjeron resultados beneficiosos, sobre todo cuando se emplearon juntas (Uphoff. 1999).

Puartd. et. al., (1989), Bauldin (1989) y Krk (1991), plantearon que la muerte prematura de las raíces no ocurre cuando el arroz es producido en tierra sin inundar.

Las plantas de arroz que crecen en tierras saturadas de agua, al comenzar la panícula hay síntomas de degeneración de las 3/4 partes de las raíces, comparado con las pocas raíces que mueren prematuramente en tierras bien drenadas. (Kar. et. al., 1974)

Baldini, et. al., (1997) plantea que al parecer, en las tierras enriquecidas con abono orgánico, la acción microbiana puede aumentar la disponibilidad de nutrientes, es decir, a través de fijación de nitrógeno biológico.

Uno de los aspectos a tener presente en el balance de los nutrientes es la demanda por la planta. (DNSF, 1998); (Instructivo Técnico, 2000).

2.1.10-Origen y Desarrollo del SICA.

El incremento en la producción agrícola es una de las tareas vitales del estado, por la importancia que reviste satisfacer la demanda interna de este grano, siendo la utilización de novedosas tecnologías una de las actividades fundamentales a implementar para lograr incrementar la producción optimizando el uso de semillas, agua y la explotación del suelo (Socorro, 1998).

Esto solo puede lograrse como ya habíamos señalado con el perfeccionamiento de las tecnologías tradicionales y la implementación de otras novedosas, tales como: El SICA, tecnología descrita por Fraile Henri de Laulanié (Sacerdote Jesuita francés), quien había estudiado Ciencias Agrícolas antes de hacerse sacerdote, al apreciar la pobreza y el hambre, decidió en 1961 dedicar el resto de su vida a mejorar el cultivo del arroz. Aunque Fraile de Laulanié sabía algo de agricultura, no sabía mucho de arroz. Trabajó directamente con los campesinos para ganar una mayor comprensión y terminó considerando las plantas de arroz como sus maestros. Observó y luego experimentó con varias prácticas que fueron adoptadas por los campesinos, tales como una sola postura en vez de varias y mantener durante la fase vegetativa los campos húmedos, pero no inundados. Posteriormente, Fraile de Laulanié diseñó un sistema para plantar las posturas en un modelo cuadrado con anchos espacios, 25 x 25 cm o más, en lugar de sembrarlas muy unidas en surco. En 1983 como respuesta a una lluvia irregular, y luego una sequía, experimentó con trasplantes de posturas muy jóvenes, solo de 15 días de edad, para su sorpresa las plantas de arroz florecieron con mucho

Trabajo de Diploma

mayor ahijamiento, y con granos más grandes. Posteriormente probó con posturas más jóvenes y todas las pruebas tuvieron resultados exitosos. (Laulanié .F 1993).

Fraille, basado en sus estudios crea un sistema de plantación para el arroz, apoyado en la experiencia personal con los niños que desarrollaban tareas agrícolas bajo su custodia.

Uphoff, N. (1999), del Instituto Internacional de CORNELL para los alimentos; expresa que estas prácticas del SICA se realizan por primera vez en Madagascar; insistiendo en la necesidad de emplearlas conjuntas.

El Dr. Ding Yanfeng de la Universidad Agraria de Nanjing, China en 1999, expone que los primeros resultados en su país demuestra la superioridad del SICA con respecto al Sistema de Siembra Tradicional.

Kartaatmadja, (1999), se refiere a los primeros resultados en Indonesia en dos años, por lo que el SICA es incorporado a una nueva estrategia nacionalmente.

En el período 1999 al 2001, el empleo de la tecnología del SICA se conoce en Cuba por la colaboración y empeño desinteresado de la Dra. Rina Pérez W. del grupo Agroalimentario del Ministerio del azúcar.

Pérez (2002), señala que en la C.P.A Camilo Cienfuegos de Bahía Honda, empleando la variedad Vietnamita 2084; se obtiene entre 60 y 87 hijos fértiles y logrando rendimientos entre 12 y 14 t. ha⁻¹ de arroz húmedo.

Yuan, (2002), Destaca que en experiencia preliminar con arroz híbrido, en Sanya, China, el empleo de estas variedades , utilizando marcos de plantación de 30 x 30 cm. y 50 x 50 cm. lograron rendimientos de 12 y 18 t. ha⁻¹ en la época de seca.

Sanzo, (2003), plantea que en su experiencia con el sistema SICA, en plantaciones de arroz en Cuba se garantizan mejores rendimientos en pequeña y mediana escala de producción, este sistema tiene características diferenciales con

el método de trasplante tradicional utilizado en el país, al variar la edad de la postura, distancia de siembra, el manejo del agua y otras prácticas agronómicas.

Tang, (2004), Destaca que el hecho de trasplantar no es nuevo para muchos productores, sin embargo, a todo lo largo del país se cometen deficiencias que afectan los rendimientos, tales como: Forma de pregerminar la semilla, manejo del semillero, densidad de la postura, formas de fertilización y riego. Esto denota falta de conocimiento.

Alfonso. (2004) y Hernández. (2005), Del Instituto de Investigaciones del Arroz en Memorias del III Encuentro Internacional del Arroz en junio del 2005, señalan que el marco de plantación para el sistema SICA debe estar sujeto a nuevas investigaciones fisiológicas sobre todo el grado de ahijamiento de las variedades; pues las variedades actuales no se pueden extender marcos superiores a 25 x 25 cm. pues puede presentarse enyerbamiento no controlable.

Caballero. (2005) en la C.P.A “Gilberto León” de San Antonio de los Baños, Coincide en sus estudios que el SICA logra:

- Duplicar rendimientos
- Reduce el 50 % del consumo de agua
- Reduce el consumo de semillas
- Demanda menos fertilización
- Plantas más, vigorosas y menos susceptibles a enfermedades
- Granos más grandes y llenos

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Finca San Lorenzo perteneciente a la "CCS Ismael Troncoso" ubicada en el Municipio Melena del Sur, provincia Mayabeque; sobre un suelo Oscuro Plástico no Gleyzado, según Hernández (1999)., con un pH de 6,2. Se desarrolló la tecnología del SICA modificado.

El objetivo de la investigación fue comparar el SICA con el sistema de Siembra Tradicional del Arroz. Se utilizó un diseño experimental de Bloques al Azar compuesto por dos tratamientos y cuatro réplicas. Las parcelas experimentales tuvieron una dimensión de 400m² para un área de 1600m².

3.1.- Los tratamientos objeto de estudio fueron:

- Siembra de arroz por la tecnología SICA.
- Siembra de arroz mediante el sistema tradicional.
- Los datos obtenidos fueron procesados a través de una comparación simple de medidas utilizando la "t de student" para $p \leq 0,05$.

3.1.1- Observaciones y/o determinaciones:

- Gasto de semillas en el semillero (Kg. /ha).
- Factibilidad de trasplante.
- Modificaciones en el manejo del agua en el arroz.
- Atributos del crecimiento y componentes del rendimiento.
 - Número de hijos por planta.
 - Panículas/m².
 - Número de Granos llenos /panícula.
 - Peso de 1000 granos en gramos.
 - Rendimiento Agrícola.

3.1.2.- En la siembra de arroz por la tecnología SICA se introdujeron las siguientes modificaciones.

- Utilización de la bandeja de cepellón para el crecimiento inicial de las plantas, provenientes de la semilla pregerminada.
- Eliminación de los escardes.
- Empleo de hasta el (30% de la dosis total). de herbicidas (Rapsode) a los 15 días después de trasplantado el arroz.
- Manejo restringido del agua.
- El trasplante se realizo en ambas variantes en la segunda quincena del mes de junio de los años 2009 y 2010 a los 15 días después de germinada las plantas.

3.1.3- Metodología empleada para las evaluaciones.

- Sistema de evaluación estándar para arroz (CIAT-IRRI, 1983).

3.1.4-Variedad utilizada.

La variedad utilizada fue la INCA LP-5, que entre sus características posee la de presentar un ciclo vegetativo más corto, propiciando el ahorro de agua y fertilizantes, es tolerante al ácaro y la pericularia, con un excelente rendimiento agrícola, con potencial de hasta $8,0 \text{ t.há}^{-1}$, comprobado en grandes áreas de producción. (Pérez, 2011).

IV - RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1- Comparación del gasto de semilla con el empleo SICA, respecto al método de siembra tradicional.

En la Tabla 1 aparece reflejada la cantidad de semilla empleada para sembrar una hectárea expresada en Kg., en una y otra tecnología.

Si comparamos el gasto de semilla (según aparece en la tabla 1) del SICA con relación al sistema tradicional, el impacto de ahorro es extremadamente importante; pues empleando el SICA solo utilizamos 4,6 Kg para sembrar una hectárea y en el sistema tradicional se emplean 24 Kg, por lo tanto nos ahorramos 19,4kg de semilla, con un efecto económico de \$120,67, convirtiéndose de hecho en una respuesta a la demanda de semilla, que como todos conocemos escasea más cada día en el país y el mundo.

En tal sentido, Pérez (2011), ha reportado la importancia de la semilla en los procesos agrícolas. La FAO (2010) ha informado que éste rubro representa uno de los elementos de mayor impacto en el crecimiento de la actividad agrícola.

4.1.1-Tabla 1: Comparación del gasto de semilla.

INDICADOR DE GASTOS	NORMA DE SEMILLA Kg./ha		DIFERENCIA
	SICA	TRADICIONAL	
Semillas (Kg.)	4,6	24	19,4
Precio de 1Kg. (\$6,22)	28,61	149,68	120,67

4.1.2-Factibilidad del Trasplante.

Tang (2004) ha indicado que en general, en todos los cultivos y en especial el arroz, la actividad del trasplante no solo requiere esfuerzo, sino también resulta costosa.

Las modificaciones establecidas posibilitan volar las posturas a una altura de 1-1,5m en suelo fangueado, el peso de la tierra que rodea a las semillas en la técnica de cepellón posibilita la caída libre de forma vertical o ligeramente inclinada. (Orientaciones de las técnicas en el cultivo popular del Arroz 2007).

4.1.3– Modificaciones en el manejo del agua.

El manejo del agua consistió en una secuencia de riegos a intervalos cortos con intermitencia en unos diez días, esto, está en dependencia de las incidencias de las lluvias, garantizando de esta forma la humedad necesaria. Establecer una lámina de agua de 1,5 a 2cm a los 52 ó 53 días, y retirarla cuando el campo haya logrado el 50% o más de la paniculación.

4.1.4-Atributos del crecimiento y componentes del rendimiento.

De los datos expresados en la tabla 2 se desprende que tanto el No de hijos por plantas como los diferentes componentes del rendimiento del arroz arrojaron magnitudes mayores en el SICA modificado que en la tecnología de Trasplante Tradicional de Arroz, mostrando diferencias significativas para $p < 0.05$ entre ambas tecnologías. Del análisis de los datos se desprende las potencialidades del SICA modificado en cuanto a expresión de estos atributos y componentes se refieren.

4.1.5-Tabla 2. Atributos del crecimiento y componentes del rendimiento en el SICA modificado y el sistema de siembra tradicional de Arroz.

Atributos de componentes	SICA	Tradicional	t-Student
No de hijos/plantas	28	10,0	*
Panículas/m²	415,0	298,0	*
Granos llenos/panículas	81,0	58,0	*
Peso de 1000 Granos en gramos	28,9	27,9	*
Rendimiento (t/ha)	10,4	4,2	*

* Indica significación estadística.

Como podemos apreciar, en los resultados que aparecen en la Tabla 2 existen diferencias significativas, que avalan el impacto positivo del sistema SICA, respecto al sistema tradicional en los diferentes atributos evaluados. El SICA tiene múltiples Posibilidades una de ellas, la principal es duplicar los rendimientos agrícolas, pues potencia las principales variables de rendimientos: Panícula /m² y granos llenos por Panículas. Según Sanso (2005) y Pérez (2007) el SICA constituye un novedoso método. Pues se han obtenido rendimientos entre 8 y 14 t.ha⁻¹ de arroz húmedo, superando más del doble el rendimiento promedio nacional en el arroz de siembra por trasplante tradicional.

4.1.6-Análisis de los Rendimientos.

Quedó demostrada la superioridad del Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz (SICA) modificado, con respecto a la siembra por trasplante tradicional, pues como podemos observar en la Tabla 2, con esta tecnología se logró superar ampliamente los rendimientos de la siembra por trasplante tradicional.

Según Cabello (2001) y García (2010) con el SICA se obtienen mayores rendimientos que con el tradicional llegando a superarlo en más del doble del rendimiento promedio nacional.

4.1.7- Impacto del SICA modificado entre los productores de arroz popular en el Municipio Melena del Sur.

Si tenemos en cuenta que el SICA es una tecnología poco difundida entre los productores y con recursos limitados para su implementación (sobre todo falta de conocimiento) podemos considerar que este trabajo sirvió para motivar y crear expectativas dentro de los productores, ya que de 35 que participaron en diferentes fases, 12 han manifestado interés para realizarla y 31 reconocieron la tecnología del SICA como muy superior en rendimiento y rentabilidad a la del trasplante tradicional, 4 productores plantearon que con fertilizante químico el sistema tradicional puede acercarse a los rendimientos del SICA modificado y todos los dirigentes de base apoyaron al SICA.

4.1.8 - Análisis económico.

El análisis de estos resultados se realizó considerando gastos totales por hectárea el cual fue de \$5127,00 para el control y de \$6281,00 para el tratamiento con el empleo del SICA con herbicida. Según se aprecia en la Tabla 3 los valores de ingreso neto por hectárea entre el tratamiento y el control oscilan entre \$30242,00 y \$9482,00, se denota que el mayor efecto económico lo obtiene el tratamiento en orden ascendente. De forma similar se observa el comportamiento en el costo por peso de producción para el tratamiento con respecto al control, una disminución del 50%. Esto nos indica que el SICA es mucho más eficiente y altamente rentable con respecto al trasplante tradicional.

Como se puede apreciar en la Tabla 3 existen grandes diferencias en cuanto a los rendimientos entre el sistema tradicional de trasplante y el sistema SICA, así como en los ingresos y el costo por peso de producción. En cuanto a los gastos, no

Trabajo de Diploma

existe una gran diferencia entre un sistema y el otro, aunque el SICA tiene un ligero incremento en diferencia de ingresos netos en una hectárea, la cual es de \$20 760.00.

Esto confirma lo señalado por los autores. Pérez. (2007) y Sanso. (2003) que el sistema SICA tiene múltiples posibilidades y una de ellas, la principal, es superar con gran eficiencia en su comportamiento al sistema tradicional.

4.1.9-Tabla 3: Análisis económico.

Tratamiento	Rendto t / ha	Ingreso Bruto (MN) \$xha	Gastos (MN) \$1 ha	Ingreso neto \$1 ha	Diferencia	Costo x peso de producción
Sistema Tradicional (control) 15 x .	4,2	14609.00	5127.00	9482.00		0.35
Sistema SICA 25 x . con herbicida	10,5	36523.00	6281,00	30242,00	20760,00	0,17

NOTA: El precio de compra de arroz húmedo es de \$ 3478,4 / t hasta el 10 % de Impureza y un rango de humedad entre 18 y 24 %.

Como se puede apreciar en la Tabla 3 existen grandes diferencias en cuanto a los rendimientos entre en sistema tradicional de trasplante y el sistema SICA; así como en los ingresos y el costo por pesos de producción, pues cuando el sistema tradicional para producir un peso gasta 0,35 pesos, el SICA solo utiliza 0,17 pesos.

En cuanto a los gastos para una hectárea no existe una gran diferencia entre un sistema y el otro; aunque el SICA tiene un ligero incremento en los gastos; esto es

Trabajo de Diploma

resarcido con el incremento en los rendimientos, lo cual queda demostrado con la diferencia de ingresos netos en una hectárea, la cual es de \$20760,00.

Esto lo confirma Sanso. (2005) y Pérez. (2007), que el sistema SICA constituye un novedoso método, pues se han obtenido rendimientos entre 8 y 14 t.ha⁻¹ de arroz húmedo, superando más del doble el rendimiento promedio nacional en arroz de trasplante.

V- CONCLUSIONES

1-La introducción de la técnica de bandeja de cepellón para el crecimiento inicial de las plantas, proveniente de la semilla pregerminada, tuvo buena aceptación por parte de los productores, por la facilidad para el manejo de las posturas y el ahorro de esfuerzo físico.

2 – La sustitución de las labores de escarda en el cultivo del arroz, con el uso de hasta el 30 % de la norma de herbicida indicada por el Instructivo Técnico del Arroz, realizando la aplicación de éste a los 15 días de sembrado, y efectuando un manejo intermitente del agua, permitió el control del 70% de las plantas indeseables, lo que provocó la aceptación del SICA modificado.

3 - En la realización de los talleres de capacitación e información sobre la tecnología del SICA modificado, participaron 35 productores, de los cuales 12 manifestaron interés por ejecutarla y 19 la aceptaron. El resto plantearon que la siembra por trasplante tradicional con fertilizante químico se acerca a los rendimientos alcanzados por el SICA modificado.

VI. RECOMENDACIONES

1. Extender esta tecnología SICA modificado a todo el municipio de Melena del Sur y Provincia Mayabeque.
2. Incidir sobre los directivos provinciales y nacionales del cultivo del arroz para extender en la provincia y nación estas modificaciones.
3. Darle prioridad dentro del programa de capacitación del cultivo de arroz en Cuba, a la implementación del Sistema Intensivo del Cultivo del Arroz con las modificaciones propuestas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán. L. (1988) Taller nacional del Arroz Popular. Instituto. de Investigaciones. del Arroz. Pág.18 – 24 Prov. Holguín. Cuba
- Alfonso. R. (2010). Lanzamiento de la variedad IA cuba 30. Hotel Florida. Camaguey. Cuba.
- Alfonso. R. (2004). Hernández. J. (2005). Instituto de Investigaciones del Arroz en Memorias del III Encuentro Internacional del Arroz. Junio 2005.
- Amézquita y Cabrera. S, (1998). Memorias del II encuentro internacional de Arroz. 2002. Palacio de las convenciones La Habana Cuba.
- Angladete, A (1969). El arroz. Técnicas Agrícolas y Producciones tropicales. Instituto de libro. Editorial Blume .Barcelona.
- Au-SICA Taller.PPt. Información digital (2010) Internet. consultado:07-05-2011
- Caballero. G. R. (2005) II Forum Nacional Ramal del arroz, palacio de las convenciones. 2005. La Habana. Cuba.
- Cabello. R. (1990).Los Abonos Orgánicos en suelos arroceros. II Arroz. 1990 Cuba.
- Cabello R. (2001) y García B. J (2010). II Encuentro internacional de Arroz, palacio de las convenciones. La Habana. Cuba. junio del 2005.
- Carta Agropecuaria Azucarera (2000), Sistema Intensivo de Cultivo Arrocero 1; 2003, Sistema Intensivo de Cultivo Arrocero 2. III Encuentro Internacional de Arroz – junio 05-SI.
- CIAT-IRRI. (1983). Sistema de evaluación Estándar para el Arroz. Programa de pruebas Internacionales de Arroz. Cali:CIAT-IRRI.26P.
- Döbereiner, Johanna (1987). Nitrogen – Fixing Bacteria in Non – Leguminous Crop Plants, Berlin: Springer Verlag.
- Döbreiner. (1987) y Boddy. (1995). Biological nitrogen fixation associated with sugar cane and rice: Contributions and prospects for improment. Plantand soll, 174, 195-209: Memorias del 2do encuentro internacional de arroz julio de2002 Cuba.

Trabajo de Diploma

- DNSF, (1998), Instructivo técnico ,2000. Muñiz. (2002). II Forum ramal Arroz. Cienfuegos, del 2006.
- Ding Y. Universidad Agraria de Nanjing. China (1999). Página Web de SICA (www.ciifad.cornell.edu/sri/). El desarrollo del SICA en el mundo.consultado:05-07-2011.
- DNSF (1984); Instructivo técnico ,2000. Muñiz. (2002). II forum ramal arroz. Cienfuegos, 22y23 de noviembre del 2006.
- Díaz. C. (2010) .Molino de Bizarrón. EES .CAI arrocero La Habana.
- El desarrollo del SICA en el mundo (2008). Disponible en: www.ciifad.cornell.edu/sri/, consultado el: 07-05-2011.
- FAO. 2010. Producción de Arroz. Reporte Anual.
- FAX 120/07. Hernández. J y Rodríguez, A. (2007). INIFA. Cuba. .
- Gall (1988).Pureza de Sementede Arroz e o surgimiento De “novascultivares “.LAV., Porto alegre .41 (382).
- Gall, J. (1988).Pureza da Semente de arroz .e o Surgimiento de novas cultivares “. LAV. Arrozeira , Potoalegre .41 (382)
- García, B, J. (2005) El SICA bajo las condiciones de Cuba. Memorias del III Encuentro Internacional de Arroz. Junio 2005. Palacio de las convenciones de la Habana , Cuba
- García. B. J. (2005). Memorias del III Encuentro Internacional de Arroz, Junio del 2005
- Harlan y DeWet. (1971).Citados por Suárez. E, (2005). Origen, Diversidad y Distribución del Genero Oryza. Instituto de Investigaciones del arroz (IIA).Autopista del mediodía, Km. 16 ½, Bauta La Habana.
- Hernández (1998). Instituto de Investigaciones del Arroz. Memorias del III Encuentro Internacional del Arroz .Junio del 2005.
- Hernández, Jorge,(2002) Semilla. Curso básico de producción de Arroz en Guatemala.(2002)

Trabajo de Diploma

- Iglesias M. (2005) Instituto de investigaciones del arroz. La Habana .Resúmenes del III encuentro Internacional de Arroz. Junio2005. Cuba
- IIP, 2002, Manual del Arrocero. II Edición, Proyecto UNDP CUB/98/003/U03 pp 69.
- Instructivo técnico del arroz. Instituto de investigaciones del Arroz. Ministerio de la agricultura .Diciembre ,(2008), generalidades,
- Instructivo técnico del arroz. Segunda edición. IIA .Cuba. Abril (2001).
- J. Dein. (1998). El cultivo del arroz en Cuba, en el contexto de la agricultura orgánica. III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Las Villas Cuba 1982.
- Katayama. T. (1951). Ine mugi no bungetsu kenkyu (Studies on Tilling in Rice, Wheat and Barley). Tokyo: Yokendo Publishing.
- Kar. (1974), S. s. Bvarade , T.K. Sbramanyam, and B. P. Ghildyal. Nature and growth paq̄ttern pf rice root system under submerged and unsaturate d condiyions. II Riso (Itali), 23:2, 173 -179. Memorias del II Encuentro Internacional de Arroz. Palacio de las convenciones ,2002 .Cuba.
- katayama. (1951) y Laulanié (1993). Conferencias magistrales sobre el SICA. Memorias del segundo encuentro Inter. de Arroz. 2002, Cuba.
- Learch, G. La experimentación en las ciencias biológicas t agrícolas. Editorial Científico- Técnica. La Habana. 1977.
- Laulanié, H (1993). Le sistimé de riziculture intensive malgache. Tropicultura (Brusseis). 11:3, 110-114 Resúmenes del III encuentro Internacional 2005. Palacio de las convenciones. La Habana. Cuba.
- Morishima y Oka H.I (1991). Resúmenes del III encuentro Internacional de Arroz 2005. La Habana Cuba.
- Morishima y Oka H. (1991). Origen, Diversidad y Distribución del Genero Oryza. Proyecto Regional (TCP/RLA- 3102 (A). Proyecto Regional Agrosalud. Proyecto de semilla. citados por: Suárez .E. (2004) .Instituto de

Trabajo de Diploma

- Investigaciones del Arroz (IIA).Autopista del mediodía, Km. 16 ½, Bauta La Habana.
- Morishima y Oka H. (1960)). Origen, Diversidad y Distribución del Genero Oryza. citados por: Suárez. E. (2004) Instituto de Investigaciones del Arroz (IIA).Autopista del mediodía, Km. 16 ½, Bauta La Habana Cuba.
 - Nemoto K, (1995). y Uphoff N. (2002). Conferencias magistrales sobre el SICA .Memorias del segundo encuentro Inter. de Arroz. 2002. La Habana Cuba
 - Uphoff. N. (1999) .Instituto internacional de Cornell para los alimentos.), Memorias del segundo encuentro Inter. de Arroz. 2002. Cuba
 - Oka (1988) Proyecto Regional (TCP / RLA – 3102 (A) Proyecto de semilla. Japón. Mayo del 2007) Pág. 1-2; 3-6.
 - Página Web de SICA (www.ciifad.cornell.edu/sri/) . El desarrollo del SICA en el mundo. Conferencias magistrales .El sistema intensivo de cultivo arrocero .II encuentro Internacional de Arroz. Cuba. 2002
 - Puard, M, And G. lasceve (1989). Etude des mecanismes d´adaptation du riz aux contraintes du milieu I: Modification de l´anatomie cellulaire. L´Agronomie Tropicale, 44:2, 156 – 173.
 - Pérez. W. R. (1999-2001), grupo Agroalimentario del Ministerio del azúcar. Información digital consultada el 05-2011
 - Pérez. W y Cabello, R (2001). Las bondades del SICA, proyecto de capacitación para la provincia Habana. Cuba.
 - Pérez, R. MINAZ. (rena@mail.minaz.cu); 2da versión CAA00-1 (08/02).

 - Pérez. W. (2002) El impacto productivo logrado con el sistema de trasplante conocido como SICA. . Disponible en MINAGRI.
 -
 - Pérez. W. (2002). Impacto del SICA en La CPA Camilo Cienfuegos. Información digital. Disponible MINAGRI.

Trabajo de Diploma

- Pérez R. (2005). Three SICA workshops in the middle of Cuba. (<http://ciifad.cornell.edu/sri/>).
- Pérez. Z (2011). Viaje a la semilla. Periódico Granma. Abril 9.
- Pérez. W y Romero. L (2007) El SICA su desarrollo e impacto en la comunidad de Sau Paúl de San Antonio, Cuba. Información digital. Disponible en MINAGRI
- Proyecto Regional. (TCP / RLA – 3102 (A). Proyecto de semilla. Japón. Mayo 2007.
- Proyecto Regional (TCP/RLA-3102(A). Proyecto Regional Agrosalud. Proyecto de Semilla. Curso de Producción de Semilla de Arroz. Mayo (2007).
- Puldón. P. (2007) y Alfonso. C. (2008). Instituto de Investigación del Arroz. Autopista del mediodía Km. 161/2 .Bauta, La Habana, Cuba: E-mail: violeta--iiarroz. cu
- Rabenandrasana (1999) y Uphoff (2002). Conferencias magistrales sobre el SICA .Memorias del segundo encuentro Inter. de Arroz. Palacio de las convenciones .Cuba.
- Robenandranasa J. (1999). Revolution in rice intensification in Madagascar. ILEIA: Newsletter for low External Input and Sustainable Agriculture, 15:3/4 (December), 48-49.
- Romero. L.)2007). Comunidad San Juan Paúl. Trabajos realizados en el campo. Información digital. Disponible en MINAGRI.
- Sanso. R. (2005) y Pérez. W .R. (2007).Confirmación de la capacidad del SICA para superar los rendimiento. II Encuentro Internacional del Arroz. Palacio de las convenciones. Junio 2005.
- Socorro, M y Sanzo, R (2003). Evaluación de los marcos de plantación con el implemento de la normativa del sistema intensivo para el autor del (SICA). Primer forum Ramal del cultivo del arroz. Camaguey; Cuba; 2003.

Trabajo de Diploma

- Sunendar Kartaatmadja (1999). Página Web de SICA (www.ciifad.cornell.edu/sri/). El desarrollo del SICA en el mundo consultado: 05-2011.
- Tang Le Man. 2004. Instituto de investigaciones del Arroz .Evaluación de los resultados y deficiencias del empleo de la técnica del trasplante del arroz en Cuba.Holguín. Mayo del 2007.
- Tateoka (1963) Origen, Diversidad y Distribución del genero Oryza. Proyecto Regional Agrosalud. Proyecto de Semilla. Mayo 2004
- Tateoka (1963); Oka H. (1991) y Matsuo. T (1997). Origen, Diversidad y Distribución del genero oryza. Proyecto de semilla. Mayo de 2004.
- Uphoff, N. (1999). Agroecological implications of the Sistem of Rice intensification (SRI) from Madagascar. Environment, Developoment and Sustainability, 1, 297 – 313.
- Uphoff N. (2002). Appotunities for raising yields by changing management practices: The sistem of rice intensification in Madagascar. In Agroecological innovations: Increasing food production with parcipatory Development, ed. N. Uphoff, 145 – 165. London: Earthscan.
- Uphoff, N. (2004). A Review of Experience with the System of Rice Intensification: Panel for World Rice Research Conference, Tokyo-Tsukuba, November 4-7, 2004. III Encuentro de arroz – junio 05-SI.
- Valpiana (2005). Los orígenes del Arroz. El Arroz alimentos sanos. España. Editorial. Océano I bis.Pág.3.
- Yuan, L.P. (2002). Preliminary experienceson SRI for growing supery hybrid rice. Papir foe internacional Conferense on SRI, Sanya, China, April 1- 4, 2002

VIII. ANEXO

Tabla 6: Comportamiento nacional del SICA.

No.	Provincia	Tradicional	SICA
1	Pinar del Río	4,2	8,1
2	La Habana	5,0	8,0
3	Villa Clara	3,9	8,6
4	Cienfuegos	3,4	8,6
5	S. Espíritu	6,0	9,2
6	Holguín	5,3	9,3
7	S. Cuba	2,6	3,6
8	Granma	4,5	7,7
*	Cuba	4,5	8,0

Tomado de: Au-SICA Taller.PPt. Información digital (Internet).

Mayo del 2010