

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*



**Ministerio de Educación Superior.**

**Centro Universitario Guantánamo.**

**Facultad agroforestal de Montaña.**



**SEDE UNIVERSITARIA  
COSTA RICA**

**Trabajo de Diploma**

**Para optar por el título de Ingeniero Agrónomo.**

**Título: Comportamiento de la Variedad de Arroz Amistad 82 en condiciones de secano favorecido en la Granja Agropecuaria Costa Rica.**

**AUTORA: Deisy Puebla Olivares**

**TUTOR: Ing. Adrián Montoya Ramos**



**Año del 50 aniversario del triunfo de la Revolución.**

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **PENSAMIENTO**

“La naturaleza inspira, cura, consuela, fortalece y prepara para la virtud del hombre. Y el hombre no se halla completo, ni se revela a sí mismo, ni ve lo invisible, sino en una íntima relación con la naturaleza”.



**José Martí**

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi tutor Inge: **Adrián Montoya Ramos** y mi amigo y profesor

**Toma Fuente Calderil** por todo lo que he aprendido junto a ellos, por su dedicación y entrega a mi formación como profesional y mi preparación científica. A mi esposo e hijos,

Externamente queridos, que han trabajado junto a mí brindándome todos su apoyo.

A los profesores, amigos y compañeros de trabajo; a la Revolución.

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **Dedicatoria este trabajo:**

Al comodante en jefe **Fidel castro Ruiz** por ser el paradigma de este programa de universalización, que me permitió estudiar una carrera universitaria. A mi madre, la mujer más dedicada que he encontrado al paso de mi vida. A mi padre por todo lo que representa para mí, por educarme.

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **Resumen**

Con el objetivo de evaluar el comportamiento de la Variedad de arroz Amistad 82 se desarrolló un experimento en áreas del huerto intensivo de la granja agropecuaria Costa Rica perteneciente al municipio El Salvador de la provincia Guantánamo, en el periodo de siembra que corresponde a la campaña de frío 2008-2009. Se sembraron en un área de 0,15 ha. Través de la técnica de siembra a chorrillo. Se evaluaron dos frecuencias de riego, una vez a la semana y dos veces en la semana. se realizaron tres muestreos cada 15 días en el cultivo a partir de los 30 días de germinadas y de los datos obtenidos se midieron las siguientes variables fisiológicas, Altura de planta, Numero de hijos, Numero de hijos fértiles, Numero de panícula /Planta, El peso de mil granos, Granos llenos/ panícula, con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza simple y para la diferenciación de las medias el Test de rangos múltiples de Duncan. Obteniendo diferencias significativas entre las frecuencias de riego aplicadas siendo la mejor para el crecimiento y rendimiento del cultivo la que implica la aplicación de riego dos veces en la semana.

*Palabras claves: variables fisiológicas, siembra a chorrillo, Frecuencias de riego.*

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **Abstract**

For the sake of evaluating the behavior of Variety of rice Amistad-82 the Costa Rica developed an experiment in areas of the agricultural farm's intensive kitchen garden itself It belongs to the municipality El Salvador of the province Guantánamo, in the period of planting that he corresponds to cold 2008-2009's campaign. They sowed in 0.15 ha.'s area crosswise of technique of planting to little jet. They evaluated two frequencies of irrigation, once a week and two times in the week accomplished three samplings themselves each 15 days in the cultivation starting from the 30 days of germinated and of data obtained they measured following physiological variables, from the beginning, I Number Height of children, I Number of fertile children, Number of Scabbard Plants, The weight of thousand grains, full Grains Scabbard, with the data obtained Duncan's Test of multiple ranges accomplished simple varianza's analysis and for the differentiation of the stockings itself. Obtaining significant differences among the frequencies of irrigation applied being the best for the growth and performance of cultivation her that the application of irrigation implies two times in the week.

*Key words: Physiological variables, planting to little jet, Frequencies of irrigation.*

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

<b>Indices</b>	<b>Página</b>
1. <b>Introducción.</b>	1
2. <b>Revisión Bibliográfica</b>	4
2.1. Generalidades sobre el cultivo del arroz	4
2.2.Taxonomía.	6
2.3Características Botánicas.	7
2.4. Requerimiento Edafoclimático	9
2.5 .Plagas y enfermedades.	11
2.6 .Densidades de siembra y tipo de plantación.	12
2.7 .Variedad de arroz.	12
2.8. Fertilización.	12
2.9. Control biológico.	13
2.11. Alelopatía.	14
2.12. Manejo integrado de malezas.	14
2.13 Sistema de producción popular de arroz.	14
2.14. Estructura varietal.	15
2.15. Desarrollo del cultivo en condiciones de déficit hídrico.	15
2.16. Necesidades hídricas de las plantas y utilidad del agua.	15
2.17Estrés Hídrico	16
2.18.. Crecimiento y desarrollo en condiciones de deficiencia hídrica.	18
2.2.1. Producción de arroz popular	23
2.2.2. Impacto actual de la producción de arroz popular	23
3. <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	25
3.1 Ubicación	25
3.2 Variables climáticas	25
3.3 Metodología empleada	25
3.4 Tratamientos	26
3.5 Variables evaluadas:	26
3.6 Diseño Experimental y Análisis estadísticos	27
3.7. Valoración Económica	28
4. <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	29
4.1 Análisis de la variable de crecimiento (altura de la planta).	29
4.2 Análisis de la variable de crecimiento (número de hijos).	30
4.3 Análisis de la variable de rendimiento (número de hijos fértiles).	32
4.4 Análisis de la variable del rendimiento (Paniculas/planta).	34
4.5 Análisis de la variable de rendimiento (peso de 1000 granos).	35
4.6 Análisis de la variable de rendimiento (Granos llenos/panicula).	37
4.1.1Valoración Económica	39
4.7 Análisis de la valoración económica de los tratamientos evaluados).	41

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

4.1.2 Tabla. 2 Valoración Económica de la variedad de arroz Amistad 82 (para 1ha).	41
<b>5. Conclusiones</b>	<b>43</b>
<b>6. Recomendaciones</b>	<b>44</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>45</b>

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **1. Introducción.**

Los niveles demográficos actuales aumentan considerablemente. Este incremento trae aparejado tendencias mayores de producción de alimentos en aras de satisfacer las crecientes necesidades nutricionales de la población. (Casanova *et al.*, 2006). Entre las demandas y mandatos más significativos que están siendo recibidos por las instituciones de investigación, los centros de transferencia de tecnología, las organizaciones municipales, las organizaciones no gubernamentales y las agencias internacionales de cooperación, se encuentra el desarrollo y la transferencia de una tecnología apropiada para la producción de alimentos en las ciudades o en sus periferias. (Izquierdo y Rodríguez, 2005).

Dentro de este contexto, la generación y aplicación de tecnologías apropiadas y sostenibles adquiere, a la luz de los actuales desafíos de mega-urbanización, pobreza urbana, mal nutrición e inseguridad alimentaria, una crítica y perentoria importancia (Izquierdo y Rodríguez, 2005). Siendo una de las directrices fundamentales del Ministerio de la Agricultura en el país es el desarrollo de la producción de alimentos, especialmente el cultivo del arroz, priorizando esta esfera la cual es conocida como arroz popular (MINAG, 2005).

El cultivo del arroz es la fuente fundamental de alimento para más de un tercio de la población mundial. En la actualidad, la producción de arroz cáscara es de aproximadamente 519 millones de toneladas; de ellas América latina produce el 3,58%(Moreno, 2000)

Cuba, es el segundo consumidor de arroz de América Latina, con un consumo per cápita aproximado de 670 mil toneladas de arroz al año, que abarcan las cantidades que le llegan mediante la llamada canasta básica con cuotas controladas, los mercados agropecuarios y por los comedores de centros laborales, estudiantiles, de salud y unidades militares.(Acevedo, 1976) y según Rodríguez,2004) constituye el 60% de la dieta con una satisfacción de la demanda interna de este cereal de aproximadamente el 33%

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

En los últimos años en nuestro país la producción creció a razón de un 17% anual, con importante peso en ella el cultivo popular, esta modalidad se desarrolla a partir de la década de los noventa y ha sido posible por la entrega bajo contrato de tierras estatales ociosas a personas que se enfrascaron en el cultivo del cereal.

En el país, el arroz es el cereal de mayor consumo con 52 kilogramos per cápita y su producción ocupa actualmente una extensión total de 197945 ha de suelos agrícolas, con una producción de arroz cáscara de 350000 toneladas métricas (FAO, 2004).

La producción arrocera nacional, sin embargo, todavía dista de satisfacer la demanda interna, por lo que más del 50% de ese producto para el consumo de la población es importado (Mas, 1998), (Infoagro, 2004). Esto unido a las dificultades respecto al recurso agua para efectuar riego en estos sistemas (Barroso, 2004).

Con el propósito de mitigar esta dificultad, se desarrolló un programa de mejoramiento genético por el Instituto de Investigaciones del Arroz (IIA) y como resultado del mismo, han sido nominadas algunas variedades las cuales han mostrado buena productividad tolerancia a la salinidad, como es el caso de la variedad Amistad 82. Sin embargo, se requiere del conocimiento de su comportamiento en la producción, bajo otras condiciones antes de su generalización en otras localidades.

Por lo anterior dicho, una alternativa para el incremento de áreas y producción arrocera nacional, fundamentalmente en la provincia de Guantánamo es ampliar el espectro de variedades tolerantes a ser utilizadas en áreas con déficit hídrico.

Teniendo en cuenta estos antecedentes se ha definido como:

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

**Problema:** La reciente introducción del Cultivo del Arroz (Variedad Amistad 82) en la Granja Agropecuaria Costa Rica demanda estudios sobre su comportamiento para estas condiciones.

**Objeto:** El cultivo del Arroz

**Objetivo General:** Evaluar el comportamiento de la Variedad de arroz Amistad en la Granja Agropecuaria Costa Rica.

**Hipótesis:** Si se evalúa el comportamiento de la variedad de arroz Amistad 82 en la Granja Agropecuaria Costa Rica se tendrá elementos para decidir si es factible su generalización en la zona.

**Objetivos específicos:**

1. Determinar en condiciones de secano favorecido la frecuencia de riego más adecuada.
2. Evaluar indicadores fisiológicos de la Variedad de arroz Amistad 82
3. Evaluar componentes del rendimiento de la Variedad de arroz Amistad 82

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **2. Revisión Bibliográfica**

### **2.1. Generalidades sobre el cultivo del arroz**

El arroz (*Oryza sativa* L.) es nativo del Sureste asiático y se cultiva desde hace más de 7.000 años. Se han hallado pruebas de su cultivo datadas antes del año 5000 a.C. en el oriente de China, y antes del año 6000 a.C. en una caverna del norte de Tailandia (*Encarta*, 2004).

El arroz es el cereal que más se consume en el mundo después del trigo. A más de la mitad de la población mundial le proporciona el 50% o más de las calorías de su alimentación. Ocupa un lugar tan importante en Asia que llega incluso a tener repercusiones sobre el idioma y las creencias locales (Méndez, 2003). La producción de arroz es la principal actividad y fuente de ingreso de unos 100 millones de hogares en Asia y África (*FAO*, 2004)

Además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo a un amplio sector de la población rural de la mayor parte de Asia, pues es el cereal típico del Asia meridional y oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África y en América. En Europa meridional también se cultiva amplia e intensivamente en algunos puntos, sobre todo en las regiones mediterráneas (*Infoagro*, 2004).

La superficie dedicada a su cultivo en el mundo abarca más de 145 millones de hectáreas y se producen 560 millones de toneladas de cereal cada año (Paloma, 2004). La mayoría del arroz del mundo es cultivado en Asia con 130 millones de hectáreas, mientras que hay 1.34 millones de hectáreas de arroz cultivadas en los EE.UU. (Heinrichs y Molina, 2001). Hasta el año 2000 los principales países productores de arroz eran China, India, Indonesia, Bangladesh y Viet Nam (*FAO*, 2004).

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

A pesar de contribuir con apenas el 3.9 % de la producción mundial y el 5.5 % de la superficie cultivada, el arroz desempeña un papel estratégico para América Latina y el Caribe, tanto a nivel económico como a nivel social (Da Silva, 1997).

En Cuba el arroz es el cereal de mayor consumo con 50 kilogramos per cápita. Sin embargo, la producción nacional actual no cubre la demanda interna, ya que se ve afectada por diversos factores bióticos (Peteira *et al.*, 2004).

El arroz se cultiva en una gama variada de suelos y regímenes climáticos. La textura varía entre arenosa y arcillosa, el pH entre 3 y 10, los niveles de materia orgánica pueden ser casi nulos y la disponibilidad de nutrientes fluctúa entre muy escasa hasta excelente. Casi todos los tipos de suelo pueden ser utilizados para el cultivo del arroz, si las condiciones de humedad son favorables, existiendo grandes diferencias en sus propiedades físicas, químicas y biológicas. La productividad de los suelos de las zonas arroceras bajas depende, en gran medida, de su fertilidad o de su naturaleza química (López, 1991; Díaz, 2004).

La planta de arroz se adapta a una amplia variación de temperaturas, que pueden oscilar de 12 a 34 °C. Se ha notado que cuando se siembra en diciembre, enero y febrero, las temperaturas de 12 a 20 °C hacen que la germinación y el crecimiento sean lentos; aunque estas temperaturas alargan el ciclo del cultivo, las plantas no se dañan, pero si estas bajas temperaturas sorprenden a una siembra de arroz en floración, no habrá polinización y se presentará cierta esterilidad, es decir, no habrá formación de grano (FEDEARROZ, 2004)

Las bajas temperaturas provocan la aparición de distintas alteraciones en el cultivo como crecimiento anormal o daños en las distintas partes de la planta, lo que dependerá del estado de desarrollo del arroz y la duración e intensidad del período de frío. En general los síntomas visibles provocados por temperaturas adversas durante el estado vegetativo del cultivo, son baja germinación, decoloración de hojas, muerte de las plantas, bajo número de tallos, detención del desarrollo y reducción de la capacidad de macollamiento; durante el estado reproductivo producen excursión incompleta de la panícula, degeneración de las espiguillas,

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

polen inviable, alteración de la antésis, esterilidad y deformación de granos (Castillo y Alvarado, 2002).

Se ha informado una relación positiva entre la temperatura media y el rendimiento en grano, siendo este último afectado por la presencia de bajas temperaturas especialmente en las etapas de germinación y floración. Temperaturas por debajo de 20°C durante los primeros 5 días posteriores a la siembra disminuyen la población de arroz; el período de siembra a floración se prolonga a 120 días o más con temperaturas cercanas a los 16°C, y el porcentaje de esterilidad, que normalmente fluctúa entre 10 y 12%, puede aumentar hasta 60% cuando la temperatura, durante la floración, es menor a 20°C (Alvarado, 1999; Castillo y Alvarado, 2002).

- **Origen.**

El inicio del arroz data de más 10.000 años, (en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical). Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez debido a que en ella abundaban los arrozales silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron este cereal desde Asia a otras partes del mundo. (Infoagro, 2003)

Los japoneses llaman al arroz, *gohan*, que significa "comida completa" mientras que en la India, le dicen en sánscrito: *vrihik*, en español quiere decir, "semilla que da vida". Estas designaciones no son casuales, la existencia de muchos seres humanos dependen de este cereal (Viamonte, 2004) Dicha planta se clasifica taxonómicamente de la siguiente forma:

### **2.2Taxonomía.**

División: Magnoliophytina

Subdivisión: Monocotiledónea

Clase: Liliatae

Orden: Poales

Familia: Poaceae.

Sub.-familia: Pooideae

Tribu: Oryzae

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

Género: *Oryza*

Especie: *Oryza sativa* Lin

El Arroz (Hernández, 1999 a); (Ruiz, *et al.* 2005) es el cereal más consumido después del trigo por la población humana a escala mundial, pero tiene mayor importancia porque se cultiva actualmente en 113 países de todos los continentes, salvo en la Antártica y por la cantidad de población que depende de su cosecha constituye la base nutricional para más de un tercio de la humanidad (FAO. 2004). La población de Cuba es la segunda mayor consumidora de arroz de América Latina, con un per cápita aproximado de 60 kg por año, lo que eleva la demanda nacional a 450 mil toneladas (MINAGRI. 2001, MINAGRI.2001/a, MINAGRI. 2001/b) este cereal fue introducido en Cuba por los españoles en las primeras década de la colonización.

Existen por los menos 20 especies del género *Oryza*, siendo las más cultivadas *O. sativa* L. en realidad solo se encuentra en algunas regiones de África occidental. Sin embargo, su importancia está disminuyendo ha medida que es reemplazada por variedades modernas de *Oryza sativa*.L. (Viamonte, 2004)

Según Peni chet *et al.*, (2004), el rendimiento potencial de este cultivo se ha estancado en los últimos 10 años y si esta situación no se revierte se prevé un déficit severo en los próximos años, por estas razones, el estudio de los eventos fisiológicos que afectan el rendimientos es cada vez más importante para seleccionar y evaluar variedades con una elevada productividad tanto en sistemas de aniego como en seco

## **2.3 Características Botánicas.**

El arroz es una planta monocotiledónea, pubescente según las especies, de tallos rectos (en ciertas variedades a veces flotantes) dispuestos en manojos o haces, de raíces fibrosas, capilares y fasciculadas (*Agrobit.com. 2005*).

Sus raíces son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos: seminales, que se originan de la radícula y son de naturaleza temporal y adventicias secundarias, que tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven, estas últimas sustituyen a las raíces seminales. (INFOAGRO, 2003)

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

El desarrollo del sistema radical está controlado por los métodos de cultivo, los tipos de suelos y las características varietales. Las variedades de ciclo corto tienden a formar sistemas radicales pequeños y frágiles. Mientras que las tardías las forman fuertes y desarrolladas. El mayor volumen de raíces se desarrolla a una profundidad que oscila entre 20–25 cm, aunque en particular hay raíces que alcanzan de 30–40 cm. En cambio su máximo desarrollo lateral oscila entre 15-20 cm. (Socorro y Martín, 2000).

El tallo se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudosos, glabro y de 60-120 cm de longitud. Los entrenudos siguientes son algo mayores y finalmente los 4 ó 6 últimos son los más largos midiendo al principio unos pocos centímetros. Pero a partir de la formación de la panícula se alargan con gran rapidez lo que posibilita que esta emerja de la vaina de la hoja panicular y de la hoja bandera, la longitud de los entrenudos aumentan gradualmente de la base hacia el vértice, siendo el más largo el último, sobre el que se apoya la panícula, la altura final de la planta de arroz está en función del largo y del número de los entrenudos pudieran ser este ultimo entre 10-20 cm (Herrera y Andréu, 1999).

Las hojas son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos. La vaina de la hoja rodea al tallo hasta la inserción con el limbo, abarcando en tal caso al entrenudo adyacente (o varios entrenudos cuando la planta es joven) hacia arriba y en algunos casos hasta el nudo siguiente. El crecimiento de la vaina es basal y mantiene su ritmo hasta que el limbo alcanza su máxima longitud. (FAO, 2005)

La lígula tiene forma triangular apergaminada o membranosa, que emerge como una prolongación de la vaina al unirse esta con el limbo. La longitud de la misma es específicas de las variedades, oscilando entre 5-45 mm, esta puede ser incolora o pigmentada con tonos suaves de púrpuras o rozados. (INFOAGRO, 2003).

Esta planta presenta inflorescencia en panícula determinada, que se localiza sobre el vástago Terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo. (INFOAGRO, 2003)

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

La panícula esta compuesta del eje floral, dividido por nudos. De cada uno de ellos parten de 1-5 ramas primarias en las que se forman ramificaciones secundarias y en estas las espiguillas. La panícula puede ser compacta o no, según sea el número de espiguillas que tengan, su longitud puede variar desde 1,10–12 cm hasta 25–30 cm y cada una puede tener entre 9–12 ramificaciones y entre 50–500 granos o espiguillas (FAO, 2005).

Sus flores son de color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, Terminal, estrecha y colgante después de la floración la flor es hermafrodita con la presencia de dos glumelas florales, estas que son en definitiva la cáscara del grano del arroz reciben el nombre de lemma la de la parte inferior que es más grande y palea la de la parte superior. (INFOAGRO, 2003)

En la flor del arroz hay 6 estambres y 1 pistilo con estigma bifurcado. Las anteras de los estambres alcanzan hasta casi 4 mm de longitud conteniendo cada una entre 500-1000 g de polen, en el pistilo se diferencian el ovario, estilo y estigma. El ovario contiene un solo óvulo, el estilo es una formación corta que termina en un estigma plumoso bifurcado o bífido (Socorro y Martín, 2000).

El fruto es el grano de arroz que constituye el ovario maduro, endospermo es lo que constituye la mayor masa del grano, mientras que el otro componente del fruto (el embrión) constituye solo del 2–3 % de la masa de la cariósida. La capa exterior del endospermo contigua al tegumento de la semilla se compone de granos de aleurona, ricos en proteínas, que se pierden durante el pulido del grano. El endospermo esta constituido por tejido parenquimatoso de células cargadas de almidón. (Socorro y Martín, 2000). El grano descascarado (cariósida) con el pericarpio parduzco se conoce como arroz café y el grano sin cáscara con un pericarpio rojo, se denomina arroz rojo.

### **2.4 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS.**

- **Clima:** Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos y en climas templados. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

cultivan en tierras altas, donde están más influenciadas por la variabilidad de las mismas (INFOAGRO, 2003)

- **Temperatura:** El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13 °C, considerándose su óptimo entre 30 y 35 °C por encima de los 40 °C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo de 7° C, considerándose su óptimo en los 23 °C Con temperaturas superiores a esta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades. El espigado está influido por la temperatura y por la disminución de la duración de los días. (INFOAGRO, 2003)

El mínimo de temperatura para florecer se considera de 15 °C el óptimo de 30 °C por encima de los 50 °C no se produce la floración, las temperaturas altas de la noche intensifican la respiración de la planta, con lo que el consumo de las reservas acumuladas durante el día por la función clorofílica es mayor. Por esta razón, las temperaturas bajas durante la noche favorecen la maduración de los granos. (FAO, 2005)

- **Suelo:** El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos. Los suelos de textura fina dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes. (INFOAGRO, 2003)

La producción arrocerera en Cuba se ha visto afectada por diferentes factores que tienen mucho que ver con el actual período especial que atraviesa el país; no obstante, la situación que presentan los suelos arroceros puede cambiarse si somos capaces de introducir formas de mejoramiento que lleven a recuperar la fertilidad propia de estos. Cuando un suelo es inundado ocurren grandes cambios electroquímicos, estos cambios pueden ser beneficiosos o no a la producción arrocerera, por tal motivo el manejo de ellos es de vital importancia para mantener altos rendimientos (Navarro *et al.*, 1994).

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

- **Ph:** La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para suelos alcalinos ocurre lo contrario. El pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica y la disponibilidad de fósforo son altas y además las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos están por debajo del nivel tóxico. (FAO, 2005)

### **2.5 Plagas y enfermedades.**

El cultivo del arroz (*Oryza sativas* L.) es afectado por numerosos y diferentes enemigos naturales, encontrándose entre éstos un extenso grupo de agentes infecciosos que causan diferentes enfermedades, las cuales en determinadas condiciones ambientales constituyen uno de los factores limitantes de mayor importancia en la explotación de este cereal. La actividad desarrollada por estos agentes (hongos, bacterias, virus, etc.) en los órganos invadidos (hojas, tallos, inflorescencias, semillas) origina disminución, tanto en la calidad como en la cantidad de las cosechas. La magnitud de las pérdidas económicas se encuentra determinada por los niveles de susceptibilidad de las variedades sembradas y por el tipo de manejo agronómico que ellas reciben. (INFOAGRO, 2003)

La piricularia (*Pyricularia oryzae*): constituye el principal problema fitopatológico del arroz, debido a que el hongo manifiesta gran capacidad destructiva y desarrolla rápida adaptabilidad en las nuevas variedades y a los fungicidas específicos. (Rodríguez y Nass, 1991).

- **Control de malezas.**

Sin la técnica de inundación, las malas hierbas pueden constituir un problema, la competencia de las malas hierbas en el arroz varía con el tipo de cultivo, el método de siembra, la variedad y las técnicas de cultivo (preparación del terreno, densidad de siembra, abonado, etc.). Esta competencia resulta más importante en las primeras fases de crecimiento del cultivo, por tanto, su control temprano es esencial para obtener óptimos rendimientos. (Rivero *et al.*, 2001)

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

El primer desyerbe debe ser a los 10-12 días después del trasplante, seguido por un segundo desyerbe dos semanas después. Para añadir más oxígeno al suelo y a la vez eliminar cualquier competencia de las malas hierbas por los nutrientes, se recomienda uno o dos desyerbes más antes de la formación de las panículas. (Pérez, 2001, citado por Rivero *et al.*, 2001)

La presencia masiva de malas hierbas puede reducir los rendimientos del arroz hasta un 50%. Entre los métodos agronómicos para el control de las malas hierbas destacan el laboreo (profundidad y época de realización), rotaciones y siembra (época, tipo y densidad). (Rivero *et al.*, 2001)

### **2.6 Densidades de siembra y tipo de plantación.**

Los campesinos, muchas veces, han utilizado elevadas dosis de siembras para eliminar la competencia de la flora adventicia, usando variedades de porte bajo y alto. Con plantas de porte bajo el incremento de la norma de siembra no significó decrecimiento de la presión de las plantas indeseadas, en tanto altas normas usando cultivares de porte alto garantizaron una supresión del 59 % del peso de las malezas. El aumento de las densidades de cultivo, a través de la disminución del esparcimiento entre surcos, reduce los nichos disponibles para las malezas. (Rivero *et al.*, 2001)

En muchos países se siembra el arroz por trasplante para garantizar una satisfactoria supresión de malezas, en especial en zonas con gran disponibilidad de recursos hídricos, pero los altos costos han provocado la siembra directa, con el consiguiente empeoramiento de la situación de los enmalezamientos. (Rivero *et al.*, 2001)

### **2.7 Variedad de arroz.**

El uso de especies o variedades más agresivas puede ser una alternativa efectiva para la inhibición de malezas. Se afirma que las variedades mejoradas de arroz de porte bajo son menos competitivas que las variedades tradicionales de porte alto, especialmente con altos niveles de fertilización. Las variedades de ciclo corto, precoces y de tipo erecto poseen menor capacidad de competencia que las de ciclo largo, tardías y no erectas. Las plantas de

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

arroz con mayor tendencia a producir hijos tienen mejor aptitud para la competencia. (Rivero *et al.*, 2001).

.La variedad Amistad - 82 es de ciclo corto, resistente a la sequía, el rendimiento industrial es de un 57 % de granos enteros, la altura es de 97 cm., rendimiento agrícolas de 5 t en la época de frío y 4 T en primavera, Resistente a *Tagosodes oriculus*, susceptible a la *Pyricularia grisea*

### **2.8 Fertilización.**

Ya desde 1960, se observó que el arroz que no fue fertilizado, pero se mantuvo libre de malezas, rindió mucho más que aquel intensamente infestado con hierba y que había recibido más de 100 Kg./ha de nitrógeno. (Rivero *et al.*, 2001)

### **2.9 Control biológico.**

En amplios términos, el control biológico puede definirse como el uso de organismos vivos para el control de plagas. Los enemigos naturales utilizados para el control biológico de malezas son aquellos que las atacan, sea ingiriendo la masa vegetal (usualmente insectos, ácaros, nemátodos) o por enfermedades fungosas. Muchas investigaciones, en el pasado, se han dirigido a malezas dicotiledóneas, pero en recientes años la atención se ha dirigido a especies monocotiledóneas. (Rivero *et al.*, 2001)

La introducción de agentes de control biológico de malezas es un proceso rápido en países de gran desarrollo económico, pero no sucede igual en países en desarrollo. El Instituto Internacional de Control Biológico, a través de la FAO, edita guía para la introducción de agentes biológicos al alcance de todos. Es evidente que el control biológico clásico puede ser utilizado para el manejo de malezas específicas que causan problemas en los sistemas agrícolas de bajos insumos. Algunas especies de difícil control por vía de deshierbe manual, como por ejemplo la *Cyperus* spp. Son posibles candidatas a ser sometidas a este tipo de control. (Rivero *et al.*, 2001)

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

Los patógenos de las plantas ofrecen excelentes opciones para el control biológico, ya que algunos patógenos pueden producirse masivamente a bajo costo en escala industrial y ser vendidos comercialmente como micoplaguicidas. (Rivero *et al.*, 2001)

El uso de animales domésticos para el control selectivo de malezas es un tema que ha recibido alguna consideración y se ha clasificado como control biológico aumentativo. El término es utilizado para abarcar el uso de los enemigos naturales de la maleza, los que han sido producidos previamente a nivel de laboratorio u otras instalaciones apropiadas. Estos enemigos naturales son aquellos que existen habitualmente en el área de control pero que, por diversas razones, no han ejercido su función controladora con eficiencia. El uso de patos para el control selectivo de la flora indeseable en arroz es de amplia difusión en China y se encuentra en proceso de introducción en Japón. (Rivero *et al.*, 2001)

El control biológico natural es una estrategia que puede describirse como la manipulación de los enemigos naturales para incrementar su impacto sobre las malezas objeto de control. Un mecanismo ya desarrollado para potenciar el impacto de los enemigos naturales, es ayudar a éstos a sobrevivir las condiciones adversas. En los Estados Unidos reportaron que *Cyperus esculentus* L. ha sido controlado con el uso del hongo nativo causante de la roya (*Puccinia canaliculata*) (Rivero *et al.*, 2001)

### **2.11 Alelopatía.**

Se denomina alelopatía a la capacidad de una especie de inhibir el desarrollo o germinación de otra por la exudación de sustancias tóxicas. (Fernández-Leyva, 2005)

Existen dos formas por las cuales el principio de alelopatía puede ser usado como opción potencial de control de malezas; mejorando cultivares con aceptable tendencia alelopática y desarrollando herbicidas botánicos con eleloquímicos. (Rivero *et al.*, 2001)

### **2.12 Manejo integrado de malezas.**

En los campos de arroz, la flora de malezas que prevalece depende de varios factores: condiciones climáticas, tipo de suelos y sistema de cultivo. Existen ciertas especies que necesitan idénticos requerimientos de cultivos que el arroz, algunas de ellas ocurren en

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

cualquier ecosistema de arroz y existen otras que sólo se desarrollan en ciertas condiciones. Geográficamente, especies de malas hierbas como *Cyperus iria* y *Cyperus difformis* aparecen en cualquier lugar que se siembre el arroz. Otras como *Cyperus ritundus* son comunes en arroz de secano. (Rivero *et al.*, 2001)

### **2.13 Sistema de producción popular de arroz.**

Desde su comienzo, en la década del 90, hasta la actualidad se ha incrementado con la incorporación de 178 productores organizados en 7 diferentes formas de producción, lográndose hasta el año 2003 un ritmo de crecimiento anual del 20 % y una reducción significativa del precio del arroz (61 % de reducción), todo esto ha sido posible por la aplicación de políticas y acciones técnico-organizativas y de comercialización que han proporcionado un ahorro de insumos en moneda libremente convertible por concepto de no importación de arroz, dado por la satisfacción nacional de producción popular de este cereal, aunque aún es insuficiente la labor realizada, redoblabremos los esfuerzos para incrementar la producción de arroz y disminuir los costos. (IIA, 2006)

### **2.14 Estructura varietal.**

La estructura varietal de la producción de arroz en el sector especializado no ha rebasado las 5 variedades en los últimos 30 años, siendo lo más común el empleo de 3 variedades por año. En el programa de arroz la diversidad de ecosistemas y las diferentes tecnologías empleadas ha motivado que se exploten un gran número de variedades que incluyen variedades tradicionales de porte alto, variedades sem.-enanas y selecciones realizadas tanto en unas como en otras. (García *et al.*, 2002).

### **2.15 Desarrollo del cultivo en condiciones de déficit hídrico.**

### **2.16 Necesidades hídricas de las plantas y utilidad del agua.**

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

La vida está íntimamente asociada al agua, muy especialmente a su estado líquido, y su importancia para los seres vivos es consecuencia de su propiedad física y química exclusivas Novel (1991) y Galego (1998). El agua en su forma líquida permite la difusión y el flujo masivo de solutos, siendo por esta razón esencial para el transporte y distribución de nutrientes y metabolitos en toda la planta. También es importante en las vacuolas de las células vegetales ya que ejerce presión sobre el protoplasma y pared celular, manteniendo así la turgencia en las hojas, raíces y otros órganos de las plantas. Con excepción de algunos tipos de semillas y unas pocas especies vegetales, la dilatación de los tejidos por debajo de un nivel crítico, se acompaña de cambios irreversibles en la estructura y finalmente la muerte de la planta (Sánchez-et, al, 1993).

El agua es el componente mayoritario de las plantas (aproximadamente un 80 a 90 % de la masa fresca de las plantas herbáceas y más del 50% de las plantas leñosas), ésta influye directa o indirectamente en la mayoría de los procesos fisiológicos. Por eso, en gran medida la fisiología vegetal es el estudio de las relaciones hídricas (Galego., 1998) y (Barroso., 2004).

El desarrollo de la agricultura en las condiciones de bajos insumos, presupone el estudio de diferentes alternativas de producción, en lo que el manejo del agua, resulta un aspecto de gran interés por varias razones: es recurso natural finito (Girona, 1995) es decir, las reservas hay que explotarlas con precaución, por lo que es necesario estudiar los abastecimientos óptimos de agua al suelo que permita obtener producciones elevadas con pocos gasto de este líquido.

Una de las contribuciones importantes a las relaciones hídricas en plantas es el estudio del movimiento del agua desde el suelo hasta las raíces y a través de las plantas hasta el aire como una serie de procesos muy relacionados. Este es el llamado continuo suelo-planta-atmósfera. El modelo CSPA (continuo-suelo-planta-atmósfera) es posiblemente la propuesta mas utilizada para explicar los procesos de control y movimiento de agua en las plantas, además, de la conductancia de los estomas en función del grado de déficit hídrico a que está sometida la planta (Ruiz-Sánchez y Girona, 1995). Asimismo, intenta explicar el crecimiento frente al estrés hídrico, utilizando las variables relacionadas con este proceso.

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

En los estudios más reciente de la necesidad de agua para los cultivos se ha empleado la metodología del riego deficitario controlado (Trimmer, 1990; Jurriens y Wester, 1994; Domingo, 1997) la misma consiste en disminuir la cantidad de agua a aplicar al cultivo en cuestión en los momentos de su ciclo en que menos falta le haga (Torrecillas, 1995).

La utilización de la estrategia de riego deficitario, elaborada en estrecha relación con la fisiología del cultivo, puede constituir una esperanzadora alternativa para reducir los aportes hídricos con mínimo efecto en la cosecha (Sánchez-et, al., 1995).

En ensayo realizado en almendro (Girona, 1992) mediante la utilización del riego deficitario controlado frente al control regado al 100% de la evapotranspiración, se consiguió un ahorro de agua del 62% sin afectar la producción ni calidad del almendro. (Domingo, 1994) en limonero fino logro un ahorro de agua del 30% sin disminuir la producción.

Según (Barroso., 2004) en estudios realizados en el cultivo de la Albahaca blanca con diferentes abastecimientos hídricos, al analizar el comportamiento de los aceites esenciales en las plantas, se observó que la concentración de estos fue mayor en el tratamiento menos abastecido 25% del balance evaporación-transpiración.

### **2.17 Estrés Hídrico**

El estrés hídrico constituye para cualquier especie vegetal una situación anormal, de la que los efectos más generales será la reducción del tamaño de las plantas, de la superficie foliar y del rendimiento. Esto es realmente así, por la relación física y química entre el estado hídrico de las plantas y los procesos metabólicos que tienen lugar en las mismas. (Sánchez-Díaz y Aguirreolea, 1993).

El estrés hídrico se considera como uno de los más extendidos y afecta el desarrollo vegetal, no solo en zonas áridas sino en cualquier otra, donde la demanda evaporativa exceda a los aportes hídricos; sin embargo, debido a la complejidad de las relaciones hídricas en la planta, este no es un índice sencillo y no es más que el resultado de complejas interacciones entre la rizosfera, la planta y la atmósfera, el que, además, se considera el principal factor que limita la productividad de las plantas, al afectar su crecimiento y sus diferentes funciones fisiológicas y metabólicas.

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

El efecto del estrés hídrico en la reducción del crecimiento y la producción de las plantas ha sido ampliamente investigado en los últimos años, debido a que en ambientes naturales la disminución detectada en estos procesos no solo depende del estrés en sí, sino de su interacción con otros factores (luz, temperatura, déficit de presión de vapor, entre otros) en el proceso fotosintético. (Natali, *et al*; 1997).

Las plantas terrestres se encuentran frecuentemente sometidas a una amplia variedad de estrés ambientales, el déficit hídrico, es sin lugar a dudas, uno de los mas comunes (Hsiao, 1990; Sánchez-Blanco, 1993) de ahí que evaluar los indicadores fisiológicos de las relaciones hídricas en las plantas constituye una herramienta fundamental, no solo para conocer con mayor exactitud los requerimientos de las mismas, sino que también permiten conocer las potencialidades de adaptación de estas a deficientes regímenes de humedad en el suelo, elementos muy importantes a considerar para realizar un manejo eficiente de la aplicación de agua al cultivo.

Según Savé, (1995), el más simple estrés de sequía es aquel en que la humedad del perfil del suelo, en el que penetra el sistema radical, decrece, provocando daños en el comportamiento de las plantas y alteraciones bioquímicas capaces de inducir genes específicos, propios para esa condición (Shinozaki y Yamaguchi-Shinozaki, 1996 y Joshee, Kisaka y Kitagawa, 1998, citado por Torres, 2005).

El cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.), si bien en nuestras condiciones se cultiva bajo regadío, responde a la aplicación de condiciones de estrés hídrico en la fase de desarrollo y crecimiento, principalmente en el ahijamiento, incrementando el número de estos y por ende del rendimiento, lo cual puede ser una alternativa agronómica como ha señalado Polón, (1995).

### **2.18. Crecimiento y desarrollo en condiciones de deficiencia hídrica.**

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

El desarrollo constituye el conjunto de eventos que contribuyen a la progresiva elaboración del cuerpo de la planta y que la capacita para obtener alimentos, reproducirse y adaptarse plenamente a su ambiente. El desarrollo comprende dos procesos básicos: crecimiento y diferenciación (Bieto y Talón, 2001).

El crecimiento constituye un aumento irreversible del tamaño del vegetal asociado generalmente a un incremento de la masa seca, señalado de forma coincidente por todos los autores (Torres, 1985). Denota los cambios cuantitativos que tienen lugar durante el desarrollo, mientras que la diferenciación se refiere a los cambios cualitativos.

El mantenimiento de la turgencia en las plantas mesofilicas se considera el factor más importante y condicionante para que se lleven a cabo los procesos fisiológicos esenciales como crecimiento, división celular, apertura estomática y fotosíntesis (Hsiao, 1990) lo que implica conocer el comportamiento del crecimiento de las plantas cuando están sometidas a condiciones estresantes por deficiencias hídricas.

En la historia de la agricultura se conoce que el déficit hídrico en el suelo constituye un factor limitante de gran importancia para la producción (Martín, 1996) esta limitante puede influir de forma directa o indirecta sobre el desarrollo del vegetal afectando algunos procesos fisiológicos y el estado de hidratación de las plantas. Además disminuye la conductancia estomática al propiciar el cierre de los estomas y por tanto la fijación de CO<sub>2</sub> afectando notablemente el rendimiento (Hsiao y Bradford, 1983).

El déficit hídrico, según Kramer (1983) afecta muchos procesos anatómicos, morfológicos, fisiológicos y bioquímicos en algunas etapas del crecimiento y desarrollo de las plantas, una pérdida de la turgencia en los tejidos de las plantas de un 10–15%, debido a una reducción del potencial de agua, puede provocar los siguientes efectos: concentración de macromoléculas y solutos de baja masa molar, reducción de la presión de turgencia de las células y cambios en las relaciones espaciales de las membranas y orgánulos debido a la reducción del volumen celular.

La magnitud del déficit hídrico necesario para afectar el crecimiento de un cultivo depende en gran medida del tiempo en que éste ocurra y de las condiciones en que las plantas son cultivadas (Núñez, y Foster, 1996). Así por ejemplo, la tasa de crecimiento de hojas de maíz

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

cultivadas en macetas disminuye considerablemente el potencial hídrico de -0,2 MPa hasta -0,7 y -0,9 MPa, mientras que el agua disponible en el suelo puede disminuir hasta un 20% antes de influir en el crecimiento de cualquier órgano.

Coobear y megill (1990) señalaron que la restricción del agua al cultivo del tomate reduce el crecimiento vegetativo produciendo un mayor crecimiento generativo, reduce la producción de materia seca y los rendimientos provoca el abarquillamiento de las hojas, la caída de las flores y el aumento del sabor picante, disminuyendo también el tamaño de los frutos (Niorse, 1987).

En plantas cultivadas el déficit hídrico produce un efecto deprimente sobre el crecimiento y producción, su alcance está en dependencia del grado de desarrollo en el cual se presente. De presentarse en la etapa de floración éste puede disminuir la intensidad de la misma debido a que ocurre el cierre estomático y como consecuencia directa hay un bloqueo de la fotosíntesis, esto provoca una mala polinización debido a la baja fertilidad del polen, hay una aceleración de la senescencia de las hojas, teniendo una corta duración y por tanto hay mal llenado de los frutos con la consiguiente afectación del rendimiento (Hsiao y Breadford, 1983).

### **Manejo del agua en diferentes ecosistemas arroceros**

Según García *et al*, (2002) el agua es un elemento esencial para garantizar altos rendimientos en el cultivo del arroz, múltiples son las ventajas que tiene realizar un suministro de agua adecuado sobre la planta debido al papel que juega en los diferentes procesos fisiológicos productivos entre ella se puede mencionar:

- Garantiza el establecimiento de la población y uniformidad requerida para lograr altos rendimientos.
- Contribuye a solubilizar los nutrientes disponibles en el suelo de forma tal que as raíces puedan asimilarlos mejor.

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

- Favorece el control de las malezas en los siguientes aspectos: Reserva la lámina e herbicida pre.emergente, además de que complementa el control de herbicida evitando la emersión de nuevas malezas.
- Es un elemento termorregulador.

Debido a la gran diversidad de variedades, condiciones ecológicas y conceptos de explotación de la tierra se ha podido hacer la caracterización de los siguientes ecosistemas de arroz. (Garcia *et al.*, 2002)

- Arroz de riego ( aniego)
- Arroz de secano
- Secano favorecido.

**Arroz de riego (con aniego):** Para realizar este tipo de manejo se debe contar con suficiente disponibilidad de agua de manera que se garantice una lámina de agua al cultivo en toda o en una gran parte de su ciclo vegetativo. Por ello se debe contar con las redes de riego y drenaje necesarias para su conducción y evacuación respectivamente. (García *et al.*, 2002)

**Aniego permanente:** Se crea cuando la altura de la planta lo permita. Esto dependerá de la nivelación existente y no será mayor de 25 días de germinado el arroz en las siembras de frío, 20 días en las de Marzo y Abril y 15 días en las siembras a partir de Mayo. Durante la etapa de aniego permanente la altura de la lámina de agua será tan pequeña como la nivelación lo permita, no será nunca mayor de los 10 cm. para evitar el acame de las plantas. (García *et al.*, 2002)

**El arroz de secano:** Es aquel que depende de las precipitaciones durante todo su ciclo de vida, bajo estas condiciones el cultivo sufre falta de agua a lo largo de su ciclo cuando no existen abundantes precipitaciones y fuentes de abasto. Los suelos tienen buen drenajes y por lo regular escasean los nutrientes para las plantas. Es muy usado en zonas montañosas y se realiza una preparación de suelo rudimentaria. En las llanuras también es usado pero con una mayor tecnología donde se realiza la preparación de suelo en seco y la siembra se efectúa en hileras a chorrillos o a golpe, lo cual facilita el control de las malezas. Este ecosistema abre camino a la erosión de los suelos sin practicarse actividades para restituir

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

sus propiedades físicas químicas, empleando enmiendas y o rotación de cultivos. Requieren además la introducción de variedades resistentes a la sequía y con alta eficiencia para el aprovechamiento de los nutrientes. (García *et al.*, 2002)

El arroz de secano exige un promedio aproximado de 200 mm de agua por mes y es importante tanto la cantidad como la frecuencia de las lluvias, por eso es importante dominar en cada región el regimenes de lluvia para seleccionar la época mas apropiada para la siembra. Es muy importante en este ecosistema la aplicación de materia orgánica y/o abonos verdes para retener en mayor cuantía la humedad del suelo. En este ecosistema es importante la construcción de pequeños diques con el fin de retener el agua proveniente de las lluvias. Muchos productores con esta práctica logran incluso realizar la practica del trasplante. (García *et al.*, 2002)

**Secano favorecido:** El arroz es transplantado o sembrado directamente en suelo seco o fangueado con ligero humedecimiento. Se construyen diques cuya finalidad es aprovechar el agua de lluvia o el de una fuente que pueda entregar agua durante los periodos críticos del cultivo. De esta forma el nivel de agua y el tiempo de duración del periodo de aniego dependerán de las precipitaciones y del momento de entrega de la fuente (riego). El rendimiento varía de acuerdo con la cantidad de agua (Lluvia- Fuente), Las características de los suelos y las disponibilidades de los insumos que existan. No ostente el manejo que se hace en dependencia de las precipitaciones resulta de vital importancia para cualquier productor de arroz, conocer que, durante el periodo vegetativo del cultivo del arroz los momentos más susceptibles a la falta de agua según, García *et al.*, (2002) son:

- La germinación,
- De 20 a 25 días antes de la floración.
- A los 5 a 15 días después que iniciara la floración.

Cuando se trate de variedades de bajo insumo y o reportada como tolerantes a la sequía, el agua se puede manejar de la siguiente forma: riego hasta los 40 días después de germinado-suspensión hasta el cambio de primordio (25–30 días) riego hasta la floración con lo que se logran altos rendimientos y una reducción del 30 % del agua. (García *et al.*, 2002)

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **2.2.1. Producción de arroz popular**

Las investigaciones científicas más recientes realizadas en el país van encaminadas a desarrollar alternativas del cultivo del arroz bajo diferentes condiciones, tanto de los ecosistemas arroceros, las variedades, suelo, fertilidad, entre otras; uno de los propósitos es crear una guía metodológica que apoye o motive la producción de arroz popular y de arroz ecológico, (Quero, 2004), implicando a pequeños productores que propician un mayor incremento de este cultivo en el país, diversificación varietal, mejor uso de la tierra y aumento de la productividad favoreciendo la economía del país y el abastecimiento de arroz a la población .

## **2.2.2. Impacto actual de la producción de arroz popular**

El sistema de producción de arroz popular desde su comienzo, en la década del 90 hasta la actualidad se ha incrementado con la incorporación de 178 000 productores organizados en 7 diferentes formas de producción del arroz, lográndose hasta el año 2003 un ritmo de crecimiento anual del 20% y una reducción significativa del precio del arroz a un 61%), según investigaciones de Alemán, *et al* (2003) citado IIA, (2006)

El impacto del Programa Nacional de producción de arroz se manifiesta en su aumento del 20% y que en 1996 se logró una producción de 111,8 miles de toneladas y en el 2003 se logró alcanzar 272.2 miles de toneladas. Además de los factores apuntados por el autor, ha influido la aplicación de las políticas y acciones técnico organizativas y de comercialización siguientes:

- Implementación de una estructura de atención al movimiento popular, mediante la organización del Grupo Nacional, unidades provinciales, municipales, extensionistas y la organización de los grupos de productores populares.
- Siembra y evaluación anual de 250 jardines y 12 variedades mejoradas cada uno, para seleccionar y definir genotipos de mejor comportamiento local.
- Constitución anual de 200 bancos de semillas certificadas en los municipios.
- Rescate de 175 variedades tradicionalmente cultivadas por los productores.

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

- El Grupo de Producción Popular de arroz ha asimilado la experiencia de los métodos y estilos de trabajo de la agricultura urbana, aplicados conforme a las particularidades propias del cultivo, desarrollándose un sistema de extensionismo y control de la producción y las tecnologías a nivel de municipios.

El Programa Nacional de Producción de Arroz ha constituido una importante alternativa en el incremento de la producción nacional del grano y ahorro de insumos en MLC.

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Ubicación**

El experimento se desarrolló en áreas del huerto intensivo de la granja agropecuaria Costa Rica perteneciente al municipio El Salvador de la provincia Guantánamo, en el periodo de siembra que corresponde a la campaña de frío 2008-2009

### **3.2 Variables climáticas**

VARIABLES CLIMÁTICAS	Meses en el periodo experimental						
	O	N	D	E	F	M	Medias
T. Máx. medias (°c)	32.8	30.1	29.9	28.6	30.6	30.9	30.5
T. Mín. medias (°c)	20.7	19.0	16.0	18.1	20.6	18.6	18.8
Humedad relativa (%)	85	66	69	67	72	73	72.0
Precipitaciones (mm)	13	6.4	8.7	9.3	1.7	7.45	7.8
Evaporación (mm)	154.5	165.3	159.4	145.6	113.2	148.1	147.7

El periodo experimental estuvo caracterizado por escasas precipitaciones y altas temperaturas, influencia que para nuestras condiciones dificultan los procesos de desarrollo de ciertos cultivos y como es el caso particular del arroz quien demanda un régimen hídrico muy específico.

### **3.3 Metodología empleada**

Se utilizaron semillas de arroz de la variedad Amistad 82 y se sembraron a través de la técnica de siembra a chorrillo en un área de 0,15 ha. Las características de los suelos de esta área corresponden a un suelo pardo con carbonatos según (Minagri, 1999).

Se evaluaron dos frecuencias de riego con una norma de  $250 \text{ m}^3/\text{ha}^{-1}$  para las condiciones de secano favorecido previstas, una frecuencia semanal y una frecuencia cada dos semanas.

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

A partir de los 30 días de germinadas se realizaron tres muestreos cada 15 días en el cultivo y de los datos obtenidos se evaluaron variables de crecimiento y del rendimiento para el cultivo del arroz.

### **3.4 Tratamientos**

- Una aplicación de riego semanal
- Dos aplicación de riego a la semana.

### **3.5 Variables evaluadas:**

Variables fisiológicas: Estas fueron medidas a los 30, 45, 60 días después de germinadas las semillas de arroz.

- Altura de planta
- Numero de hijos

Variables de componentes del rendimiento: Estas fueron medidas en etapas finales del desarrollo del cultivo. (Ver figuras respectivas en resultados y discusión)

- Número de hijos fértiles
- Número de panícula /Planta
- Granos llenos/ panícula (20 panículas al azar)
- El peso de mil granos

Se evaluaron un total de 30 plantas por tratamiento y por réplica.

### **3.6 Diseño Experimental y Análisis estadísticos**

A partir de los datos obtenidos se le realizara un análisis de varianza doble, Para el análisis de los mismos se utilizó el modelo matemático correspondiente a un diseño de bloques al azar. Para la determinación de las diferencias entre los tratamientos se utilizó el Test de comparación de rangos múltiples de Duncan para un 95%. Con vista a llevar a cabo este procesamiento y análisis estadístico se utiliza el paquete estadístico STATGRAPHICS PLUS versión 5.0.

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **3.7. Valoración económica**

Los datos para la valoración económica serán calculados tomando como base la metodología de la carta tecnológica y la ficha de costo establecida en la Granja. Objeto de estudio, ambos documentos vigentes en la actualidad en la Granja, además se incluirán los gastos por concepto de agua, combustibles y salarios calculados sobre la base de las normas establecidas por la agricultura.

La misma se realizará sobre la base de los gastos que se incurren para la producción del Arroz, utilizándose los siguientes índices económicos descritos por (Carrasco, 1992).

- Costo de production total

Serán tomados los costos de todas las actividades realizadas para la producción del Arroz, determinando gasto por salario, biofertilizantes, agua, corriente, entre otros.

- Valor de la production:

Para determinar la misma se tendrá en cuenta la cantidad de la producción y el valor de las mismas.

- Ganancia:

Se determina utilizando la siguiente expresión.

$$\text{Ganancia} = \text{Valor de la producción} - \text{Costo de producción}$$

- Rentabilidad:

Este indicador será determinado según la expresión siguiente

$$\text{Rentabilidad} = \text{Ganancia} / \text{Los Costos de producción} * 100$$

- Costo por peso:

El costo por peso será determinado de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$\text{Costo por peso} = \text{Valor de la producción} / \text{Costo}$$

# Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis de la variable de crecimiento (altura de la planta).

En cuanto al crecimiento en altura, las respuesta de las plantas a los 30, 45, y 60 días después de germinadas las semillas de arroz se puede observar en la figura 1 en la que se destaca de forma notable el aumento del crecimiento de las plantas de la variedad Amistad 82 con la aplicación de riego cada siete días, donde se refleja una diferencia significativas a los 60 días de germinadas las semilla de arroz.

La respuesta ante esta variable se vio favorecida en las plantas que contaron con mayor suministro de agua (frecuencia de riego cada 7 días), lo que indica la importancia de un buen abastecimiento hídrico para este cultivo en la fase de crecimiento después del trasplante, según lo expresado por (Polón *et al.*, 2004a) quienes comparo la altura de las plantas de arroz en periodos lluviosos y pocos lluviosos siendo la mejor respuesta de forma significativa a favor del periodo lluvioso, provocando un incremento en su crecimiento (altura) respecto al tratamiento del periodo poco lluvioso. Resultado acorde con estos han sido presentados por (Saitsev, 2002).

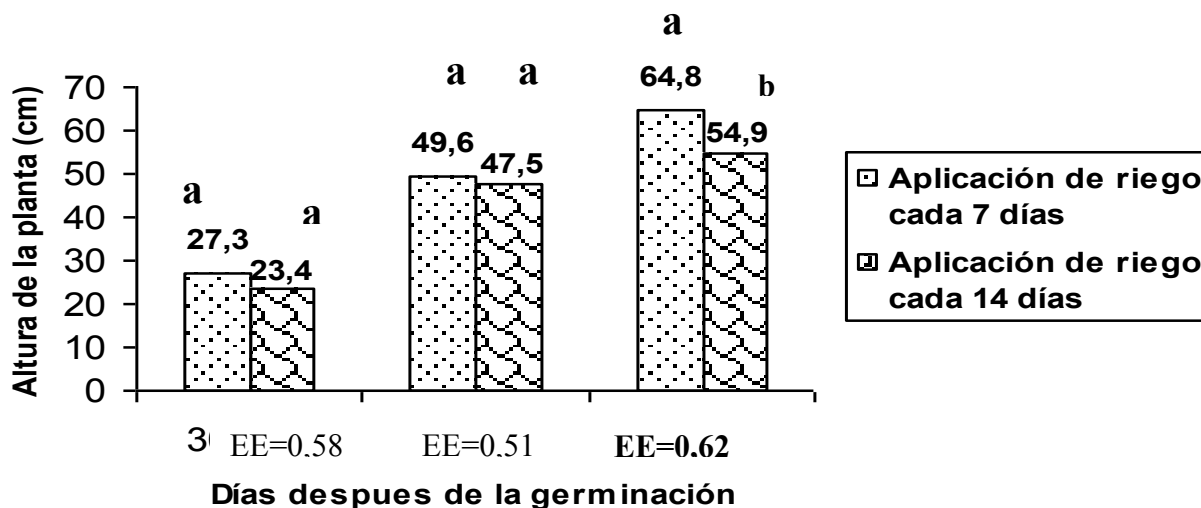


Figura. 1. Comportamiento de la altura de la planta a los 30, 45 y 60 días después de la germinación de las plantas de arroz. *Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0,005$ )*

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

Como se observa en la figura 1 la variedad obtiene la mayor altura con el riego cada 7 días, La magnitud del déficit hídrico es necesario para afectar el crecimiento de un cultivo depende en gran medida del tiempo en que este ocurra, de las condiciones en que las plantas son cultivadas, incluyendo el tipo de especie y variedad planteada, (Moreno, 2000).

Por lo que se infiere que estos resultados influyen en la forma de asimilación del agua de la variedad y la capacidad ante el régimen hídrico. Por otro lado es necesario destacar para comprender las descripciones de los fenómenos observados es conocido que desarrollar estudios de variedades en granjas de producción estatal ha sido durante muchos años una tarea difícil, por las necesidades de contar con áreas de fomento para evitar las mezclas de variedades, así como requisitos de cosecha independientes, para lograr una correcta evaluación de los nuevos genotipos que se pretenden introducir así como un mínimo de condiciones específicas (Pérez *et al.*, 2002).

### **4.2 Análisis de la variable de crecimiento (número de hijos).**

El ahijamiento evaluado en tres momentos de crecimiento del cultivo aparece en la figura 2, en donde podemos observar que en las evaluaciones realizadas a los 30, 45 y 60 días después de germinadas las semillas el cultivo mostró comportamientos diferentes, la variedad AMISTAD 82 tuvo diferencias entre los tratamientos, la mayor proliferación de hijos se produjo con el riego cada 7 días, mientras que el tratamiento de aplicación de riego cada 14 días fue notablemente menor, mostrando diferencias significativas para los distintos niveles de humedad que proporcionaban las frecuencias de riego señaladas.

A los 45 y 60 días de germinadas las plantas mostraron aumento en el número de hijos con diferencias significativas para ambos tratamientos. Es apreciable que a medida que aumentan los niveles de humedad dados por la frecuencia de riego incrementa el ahijamiento, aunque debemos destacar que la variedad AMISTAD 82 presentó resultados en esta variable muy superior cuando la frecuencia de riego fue semanal, lo cual indica una

## Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria

sensibilidad marcada en cuanto al régimen hídrico en esta etapa de desarrollo. Como ha sido comentado por Sánchez, Blanco y Torrecillas, (1995); Polón *et al.*, 2004b)

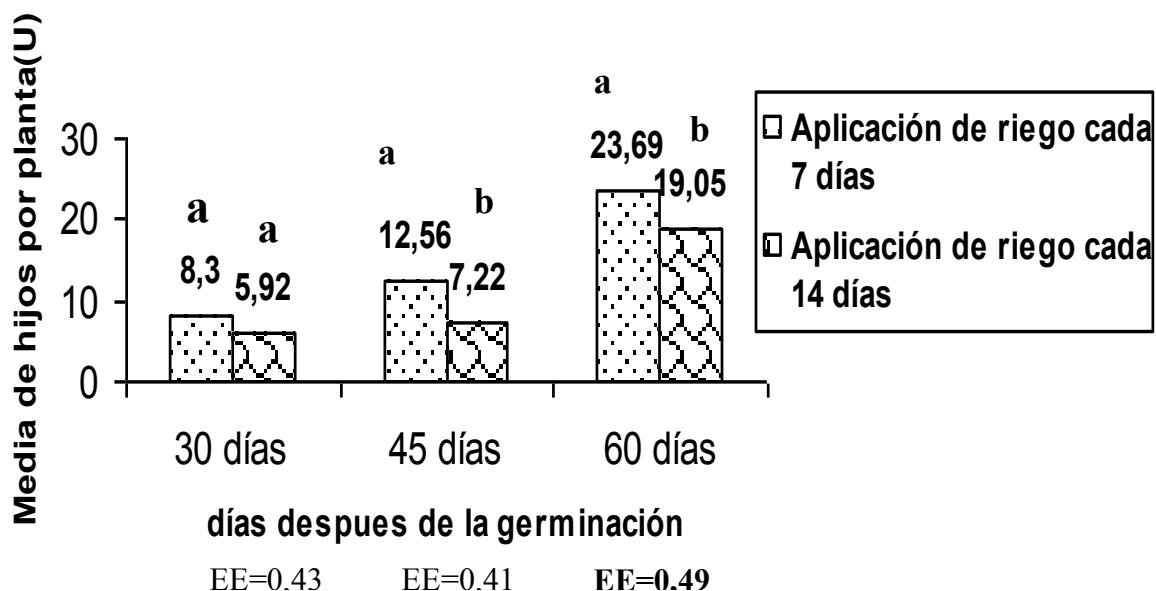


Figura. 2. Comportamiento del número de hijos por planta a los 30, 45 y 60 días después de la germinación de las plantas de arroz. *Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0,005$ )*

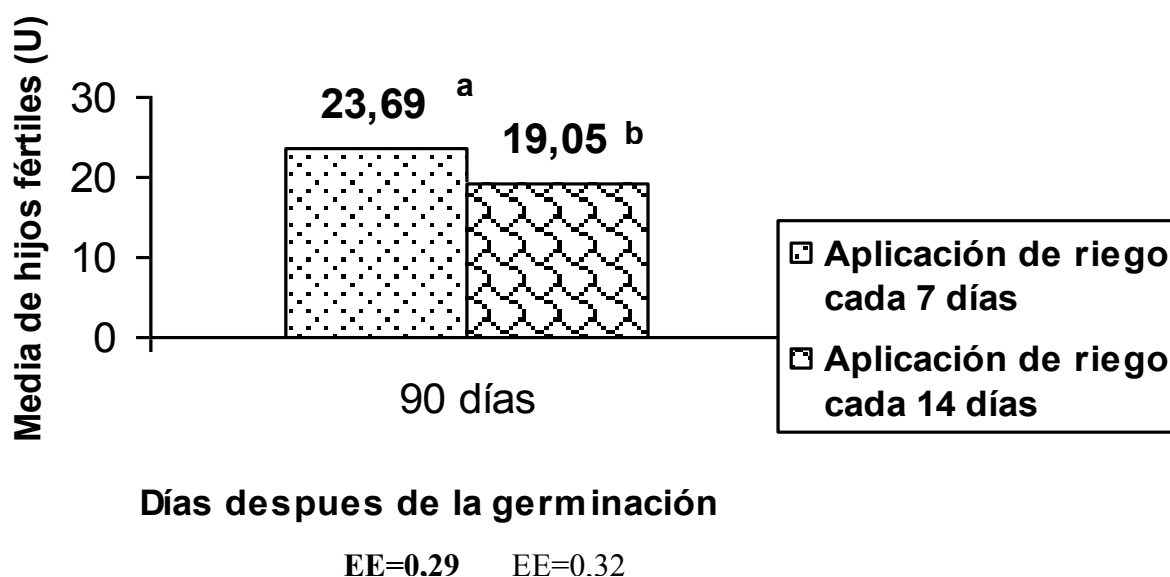
Resulta interesante que independientemente del comportamiento diferenciado en la sensibilidad de la variedad al estrés hídrico en la etapa de ahijamiento, la tendencia general fue de incrementar esta variable en el primer tratamiento con riego cada 7 días en las dos etapas (45 y 60 días), por lo que demuestra que este porcentaje de humedad en el suelo estimula la formación de hijos, tal como señalan Castro *et al.*, (1990) y Polón *et al.*, 2004a)), quienes encontraron incremento en el número de hijos en suelos con limitaciones de humedad y espaciados o en secano.

## Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria

### 4.3 Análisis de la variable de rendimiento (número de hijos fértiles).

La variable número de hijos fértiles se encuentra dentro de los componentes del rendimiento, se observa en la figura 3. ya que evidencia la perspectiva de la paniculación, en este sentido debemos destacar que el número de hijos fértiles para esta variedad se vio favorecido difiriendo significativamente entre las frecuencias de riego utilizada, resultados muy similares han sido obtenidos por (Morejón, *et al.*, 2005). Al evaluar variedades comerciales de arroz en cuatro granjas del complejo agroindustrial arrocero Los Palacios.

Se puede observar además, que favoreciendo las etapas críticas del cultivo del arroz, se puede desarrollar esta variedad sin alterar los parámetros de crecimiento y desarrollo, corroborando así lo planteado por (Sánchez, *et al.*, 1995 y Polón *et al.*, 2004a); Polón *et al.*, 2004b), otros resultados aunque para otros cultivos se han experimentado por (Barroso, 2004) en el cultivo de la Albaca.



## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

Figura. 3. Comportamiento del número de hijos fértiles por planta a los 90 días después de la germinación de las plantas de arroz. *Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0,005$ )*

Por otro lado resulta interesante destacar que el ciclo de desarrollo de esta variedad (ciclo medio) puede constituir un factor importante para la obtención de altos rendimientos, lo cual ha sido objeto de estudio de diversos autores, quienes han encontrado una correlación alta y positiva entre ellos (Rajeswari, et al., 1998); (Shanthakumar *et al.*, 1999). Sin embargo, esta variedad fue capaz de formar un número elevado de hijos fértiles que le permitieron que al parecer combinado con los indicadores de otras variables le permitieron obtener resultados favorables.

### **4.4 Análisis de la variable del rendimiento (Panículas/planta).**

El número de panículas es una de las variables a tener en cuenta dentro de los componentes de rendimiento, esta se puede apreciar en la figura 4, destacando mucha importancia ya que denota la fase de cambio que establece el cultivo, preparándose para la formación del grano, y a mayor paniculación del cultivo mayor será la probabilidad de garantizar una buena producción de arroz. (Moreno *et al.*, 2001); (Morejón, *et al.*, 2005).

Para esta variable se observa que fue estimulado de forma notoria el tratamiento que comprende una frecuencia de riego mayor (aplicación de riego cada 7 días), en donde se obtiene una buena paniculación con diferencias significativas entre los tratamientos. Superando el tratamiento en donde la frecuencia de riego es a los 14 días. Este resultado esta asociado al riego en la fase vegetativa el cual asegura el desarrollo de un mayor número de espigas fértiles( Moreno *et al.*, 2001) además evidencia que las plantas de arroz pueden con los riegos aplicados cada 7 días suplir sus necesidades hídricas garantizando un número superior de panículas fértiles, por otro lado resulta interesante destacar que para la adaptación de determinadas variedades uno de los principales indicadores son el tipo de planta eficiente y las características de las panículas. (Moreno, 2000).

En la variedad evaluada (AMISTAD 82) los mejores indicadores correspondieron al régimen hídrico con frecuencia de riego cada siete días lo que refleja claramente que en estas variedades de ciclo medio se estimula la formación de panículas, cuando existe una

## Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria

adecuada humedad del suelo corroborando lo planteado por (Polón *et al.*, 2004a;(Molejón, *et al.*, 2005).en ensayos realizados en el cultivo del arroz con la utilización del riego controlado aplicado solo en las periodos críticos del cultivo sin afectar el desarrollo de las plantas.

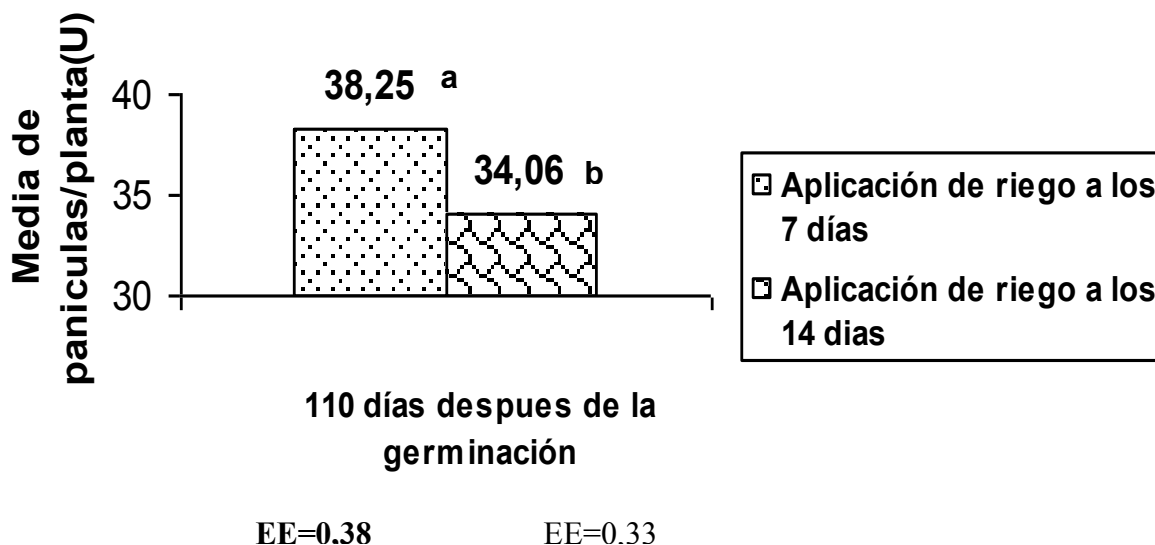


Figura. 4. Comportamiento del número de panículas por planta a los 110 días después de la germinación de las plantas de arroz. *Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0,005$ )*

Similares resultados obtuvo Torres, citado por Barroso, (2004) en cuanto a estudios realizados en fase de crecimiento y desarrollo del arroz en condiciones de sequía.

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

### **4.5 Análisis de la variable de rendimiento (peso de 1000 granos).**

En la figura 5 reflejan los valores alcanzados en el peso de los granos por la variedad AMISTAD 82 ante diferentes frecuencias de riego aplicadas. Ambas frecuencias de influyeron de forma similar para esta variable, la variedad AMISTAD 82 no reflejo diferencias significativas entre tratamientos descartando que el peso de los granos no tuvo variación notable ante las frecuencias de riego reflejando así su capacidad de adaptación a condiciones de estrés hídrico, según lo planteado por (Polon, 1995) quien comentó que estas condiciones de estrés en algunas variedades favorecen el ahijamiento y formación de granos sin dañar los procesos fisiológicos de las plantas, lo que se revierte en el rendimiento, constituye una alternativa económica y ahorro de recursos hídricos.

Moreno *et al.*, 2001 informo resultados coincidentes para esta variable la cual en evaluaciones de comportamiento de tres nuevas variedades de arroz y diferentes condiciones de producción no mostraron diferencias significativas entre variedades y entre tratamientos aunque si para otras variables.

Similares consideraciones plasmadas por (Sam Ofelia (*et al.*, 2004) se refieren a la adaptabilidad y resistencia al estrés de estas variedades de arroz sin sufrir cambios en su anatomía foliar (Gironi, 2004) plantea que esta variedad de ciclo medio admite cultivo en condiciones de secano favorecido y tienen la cualidad de aprovechamiento óptimo de los factores edafoclimáticos.

En estudios realizados sobre el manchado del grano y el vaneo a esta variedad por Cárdenas, Rosa M. (*et al.*) 2004, fue comprobado que obtuvo buenos resultados esta variedad mostrando también una mejor relación genotipo-ambiente.

Aunque resulta interesante destacar, que esta variedad bajo estas condiciones demostró su tolerancia al estrés hídrico, lo cual confirma sus cualidades para alcanzar rendimientos favorables.

## Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria

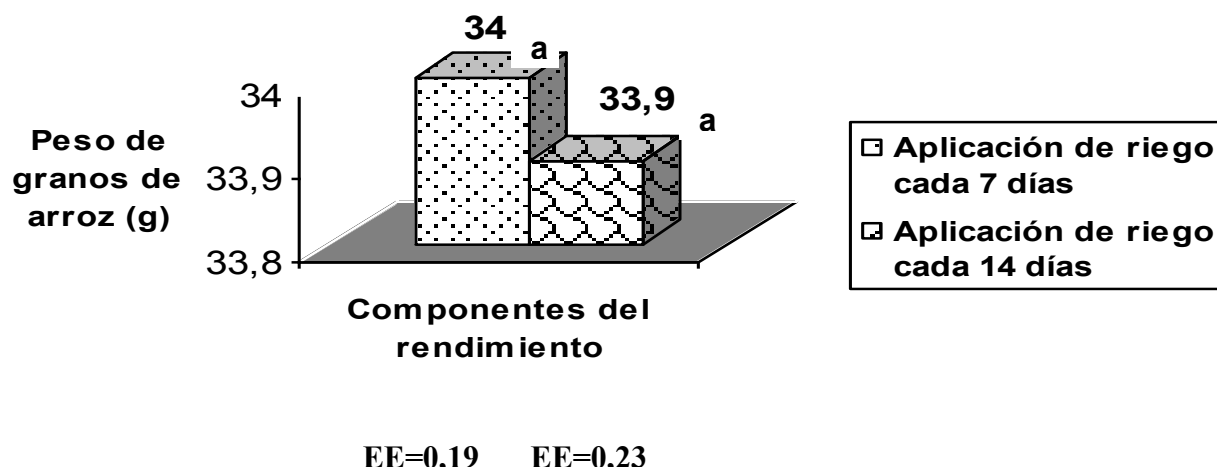


Figura. 5. Comportamiento del peso promedio de 1000 granos a los 120 días después de la germinación de las plantas de arroz. *Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0,005$ )*

De forma general se evidencia que la variedad AMISTAD 82 es prometedora y efectiva en cuanto a los rendimientos teniendo en cuenta una frecuencia de riego adecuada ya que sus rendimientos dependen del riego aplicado no solo en los periodos críticos.

## Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria

### 4.6 Análisis de la variable de rendimiento (Granos llenos/panícula).

Dentro de los componentes del rendimiento esta variable es una de los parámetros más efectivos para valorar de forma general el resultado de la producción final en el cultivo del arroz y evidencia la eficacia o no de su explotación.

Es notable en la figura mostrada una reducción en los granos llenos por panícula lo que pudo deberse a la esterilidad de las espiguillas y al llenado deficiente de los granos. Trabajos realizados indican que las plantas de arroz son más sensibles a la sequía, después de la fase de división celular hasta la floración, (Moreno, 2000).

Otros autores consideran que una sequía de tres días en uno de los periodos críticos como es el caso de la paniculación causa un alto porcentaje de esterilidad. (Díaz *et al.*, 2000).

Los resultados de la comparación entre estas dos frecuencias de riego han demostrado que la variedad de arroz AMISTAD 82 difiere considerablemente en su habilidad para producir granos, cuando es sometida a una frecuencia de riego cada 14 días.

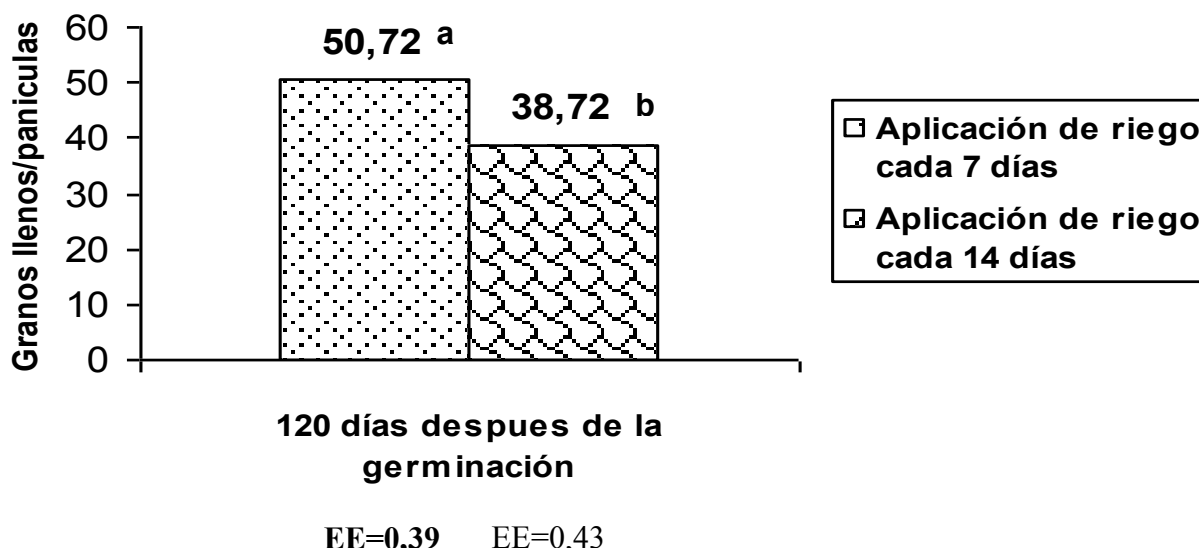


Figura. 6. Comportamiento del número de Granos llenos/panículas a los 120 días después de la germinación de las plantas de arroz. *Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ( $p < 0,005$ )*

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

Para desarrollar la tecnología de secano y secano favorecido, (Moreno *et al.*, 2001) es recomendable realizar siembras en primavera para aprovechar las precipitaciones y en los meses fríos aplicar riegos complementarios al desarrollo del cultivo en secano favorecido, para alcanzar rendimientos aceptables.

### **4.7 VALORACIÓN ECONOMICA**

#### **4.1 Análisis de la valoración económica de los tratamientos Evaluados).**

Como se puede apreciar en la tabla se plasman los resultados correspondientes a la valoración económica para cada tratamiento. En cuanto al costo de producción en ambos tratamientos presentaron similares valores en el costo de producción.

Estos resultados están influenciados principalmente por el costo de la aplicación de riego y en menor cuantía por la demás labores agrícolas que se realizó al cultivo.

**Tabla. 2 Valoración Económica de la variedad de arroz Amistad 82 (para 1ha).**

<b>Tratamientos</b>	<b>Rend. (tn/ha)</b>	<b>Prod. (tn)</b>	<b>Precio/tn</b>	<b>Valor de Prod.</b>	<b>Gasto total</b>	<b>Utilidades</b>
<b>Aplicación de riego cada 7 días)</b>	3.06	0.23	\$6304.60	\$19292.07	\$6284.17	\$13007.9
<b>Aplicación de riego cada 14 días</b>	1.86	0.14	\$6304.60	\$11726.55	\$5690.60	\$6035.95

Los datos económicos que se muestran en la tabla. 2 son valorados como necesarios para establecer una valoración económica factible del cultivo del Arroz, debido a que los datos relacionados en ella reflejan los indicadores económico- productivos en que se incurre para la producción de este cereal. Los tratamientos evaluados no se acercan al rendimiento

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

potencial de la variedad en época de frío que es de 5 toneladas/hectárea. Pero el tratamiento en el que se emplea una frecuencia de riego semanal alcanza un mayor monto de utilidades (\$13007.9) respecto al otro empleado que comprende aplicación de riego cada dos semanas (\$6035.95) sin descartar además que fue realizada en condiciones de secano favorecido.

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

### **5. CONCLUSIONES**

- 1) La variedad amistad 82 se adapta positivamente a las condiciones edafoclimáticas de la Granja Agropecuaria Costa Rica cuando se le proporciona riego complementario.
- 2) La aplicación de riego con una frecuencia semanal alcanzo los mejores valores para las variables de crecimiento y rendimiento evaluadas.
- 3) La aplicación de riego con una frecuencia semanal alcanza utilidades de \$13007.9 superiores a la obtenida cuando se emplea la frecuencia de riego cada dos semanas (\$6035.95).

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **6. RECOMENDACIONES**

- 1) Continuar evaluando frecuencias de riego que permitan el establecimiento del cultivo en las condiciones edafoclimáticas de Costa Rica.

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **VII. BIBLIOGRAFÍA**

1. Acevedo López, A. 1976. Combinadas (cosechadoras). Departamento de Irrigación. Universidad Autónoma de Capingo. Capingo, México.
2. Agrobot.com 2005. Agricultura, siembra directa de Arroz (en línea) publicado el 24 de octubre de 2005. Disponible en <http://www.agrobot.com/Cereal/Arroz.htm> fecha de consulta 25 de septiembre de 2008.
3. Alvarado, R. 1999. Influence of air temperature on rice population length of period from sowing to flowering and spikelet sterility. Póster. 2nd Temperate Rice Conference, Sacramento, California, USA. 13-17 June. University of California, Davis, California, USA.
4. Balbín, Irene. 1989. Cambios fisiológico de la caña de azúcar ante el déficit hídrico . (Tesis en opción de título de licenciada en biología ) Universidad de la Habana (U H ), Faculta de biología , 150 h.
5. Barroso, L, 2004, Crecimiento, desarrollo y Relaciones Hídrica de la Albahaca en función del abastecimiento hídrico. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Centro Universitario de Guantánamo.
6. Biето, J; Talón, M 2001. Fundamentos de fisiología vegetal 2da Reimpresión, Editorial Universidad. Barcelona. España op 515.
7. Saitsev, I. B. 2002. Algunas consideraciones para el manejo del agua para variedades de ciclo corto. *Obras hidrotécnicas en el cultivo del arroz*, vol.1 no. 1, p. 26-29.
8. Casanova, A.S.; Gómez, Olimpia; Hernández, M.; Chailloux, Mariza; Depestre, T.; Pupo, F.R.; Hernández, J.C.; Moreno, V.; León, María; Igarza, A.; Duarte, Carmen; Jiménez, Irene; Santos, R.; Navarro, A.; Moreno, Aleyda; Cardozo, Hortensia, Piñeiro, F., Arozarena, N.; Vilarno, Luisa (2006). Manual para la Producción Protegida de Hortalizas. Instituto de Investigaciones Hortícola “Liliana Dimitrova”. Editorial Liliana, Ministerio de la Agricultura, 113 pp.
9. Castillo, D.; Alvarado, R.A. 2002. Caracterización del germoplasma de arroz para tolerancia a frío en la etapa de germinación. *Agric. Téc.*[online]. 2002, vol.62, no.4 [citado 11 Mayo 2005], p.195-199. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php>.

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

10. Clifford, s, c. 1998. The role of solute accumulation, osmotic adjustment and changes in cell wall elasticity in drought tolerance in ziziphus Mauritania (Lamk). J. Exp., vol.49 pp. 967-977.
11. Coobear, P; Megilla, C. R. 1990 Effects of low temperature presowing treatment on the germination of tomato seed under temperature and osmotic stress Scientia horticulture.. Vol 44 p 43-54.
12. Da Silva, C. 1997. Biotecnología del arroz. En: Cultivo del arroz en clima mediterráneo. Junta de Andalucía. Universidad de Valencia. 10 p.
13. Díaz, S. H., Pérez, N. Morejón, R. 2000. Evaluación de germoplasmas de arroz (*Oryza sativa* L.) *Rev. Cultivos Tropicales*. vol. 21, no. 2, p. 55-58
14. Domingo, R, 1994 . Respuesta del limonero fino al riego deficitario controlado. (tesis de grado). Universidad de Murcia, España, 237 p.
15. Domingo, R, 1997. Fene lemon tree response to regulated deficit irrigation, En: The use of water in sustainable agricultur, Workshop. (1997: Jun 2-4: Albacete). Universidad de Castilla.
16. Encarta 2004. Biblioteca de consulta. Microsoft Corporation. CD Rom.
17. FAO, 2004. El cultivo del arroz.(en línea) artículo disponible en <http://www.rice2004.com./cereales/arroz.htm>. consultado 1 de diciembre de 2006.
18. FAO, 2005. El cultivo del Arroz (en línea) noviembre 2004. Disponible <http://www.infoagro.com/Cereal/Arroz.htm> . El arroz. Consulta noviembre 20 de 2008
19. FAO. 2004. El Arroz es vida. Secretaria del Año Internacional del Arroz. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Plegable Divulgativo.
20. FEDEARROZ. 2004. Clima para el cultivo de arroz. Consulta: 10 de Diciembre del 2007. Disponible en <http://www.fedearroz.com.co/clima.htm>.
21. Frensch, J, 1994. Primary responses of root and leaf elongation to water deficits in the atmosphere and soil solution. J . Exp. Bot. , 1997, vol 48 , pp, 985- 999.
22. Galego, Raiza. 1998. Evaluación del impacto de la sequía en distintos periodos fonológico del albaricoquero Mecanismo de resistencia. (tesis de grado). Centro de Edafologías y biología Aplicada del segura. CEDAS, 278 p.
23. García Rubial ,A ; Hernández Adelfa; Castillo ,Dánaso ;Hernández ,Digna ;Suárez Cretino ;Ramírez Esther; cruz F; 2002. Manual del arrocero. Instituto de Investigación

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

- del arroz. Ministerio de la Agricultura. Segunda edición. Ciudad de la Habana. Cuba p65
24. Gerona, J...M. 1992. Patterns of soil and tree water status and leaf functioning during regulated deficit irrigation scheduling in peach. J, Amer. Soc Hort Sci, Vol 188, p. 580-586.
25. Girona, J 1995, Estrategia del riego deficitario en el cultivo del Almendro. Revista Fruticultura profesional, Vol. 47,p 38-45
26. Heinrichs, E. A.; Molina-Ochoa, J. 2001. Manejo de los insectos plaga del arroz. Consulta: 10 de Diciembre del 2008. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr./tecnologia/arroz/cultivo.htm>.
27. Hernández, T. 1999<sup>a</sup>. La rotación de cultivos. Una alternativa para la producción sostenible de arroz en las condiciones de Pinar del Río. Tesis de Maestría, INCA, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. 101h.
28. Herrera, M. Andréu. 1999. Plagas y enfermedades de los cultivos en Cuba. Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de la Habana. Cuba.
29. Hsiao, C. T. 1990 Plant- atmosphere interaction and irrigation scheduling symposium on scheduling of irrigation for vegetable crop under field conditions. Acta Horticulturae, pp 45-51.
30. Hsias, C T; Bradford, J K. 1983 Physiological consequence of cellular Water deficits. En limitation to efficient Water use in crops production. Londres Howard. M. Taylor. 265p.
31. Iglesia, I 1994. Revisión sobre diversos aspectos relacionados con la tolerancia al estrés de calor en plantas. Revista cultivo tropicales. La Habana. Cuba p 99-107.
32. Infoagro, 2003. el Arroz (en línea). Mayo 2003, artículo disponible en <http://www.comherbaceos/cereales/arroz.htm>. fecha de consulta 20 de diciembre 2008.
33. Infoagro, 2004. El cultivo del arroz en el mundo. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr./tecnologia/arroz/cultivo.htm>. Consulta: 12 de noviembre del 2004.

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

34. Izquierdo, J. y Rodríguez, A. (2005): Enfocando una agricultura orgánica sostenible frente al desafío de la mega-urbanización en América Latina y el Caribe. Capítulo I. Introducción. Pág. 3-4, FAO-INIFAT
35. Jerez, E, 1991. El abastecimiento hídrico al suelo y su efecto sobre el desarrollo y la relaciones hídrica en el cultivo de la papa *Solanum tuberosum* L. (Tesis de grado), INCA, 1991, 173 h.
36. Jurriens, M: Wester, p. 1994 protective irrigation in India, Annual. Annual Report International Intitute for Land Reclamation and Improvement, 1994, p 15
37. Kramer, P. J. 1983. Water relation in plants, Londres. Academic press. Londres, Gran Bretaña. 570 p.
38. López, L. (1991). Arroz. Cultivos Herbáceos. Cereales. Madrid. Ed. Mundi–Prensa. 419.p.
39. IIA. 2006 El SICA. Folleto. Instituto de Investigaciones del arroz (IIA). Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana. Cuba. p 56.
40. Lloyd, J, E; Daniel, A; Rose, M A, 1999. Effects of Nursey production practices on the growth, insect resistance, and stress tolerante of *sutyzam* crabappel in the landscape. Ornamentel plants Annual Reports and Research reviews p 26-31.
41. Más, S. (1998). Integra Cuba la Asociación de Arroceros del Caribe. Gamma 12. Junio. P. 3.
42. Méndez, V. P. 2003. Evaluación del mercado internacional del arroz. Disponible en <http://www.rO.unctad.org/infocomm/arroz/cultivo.htm>. Consulta: 27 de febrero del 2007.
43. MINAG, 2005. Instructivos Técnicos del Arroz. Ministerio de la Agricultura. Unión C.A.I. del Arroz. 75 p.
44. Minagri, 2001. Análisis de la eficiencia productiva de la campaña de de frío 2000-2001. Folleto. Unión CAI Arroz. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana.
45. Minagri, 2001. Directivas técnicas para la producción arroceras Unión CAI Arroz. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana.
46. Moreno, I. 2000. El cultivo del arroz de secano o temporal. La Habana INCA, 1998. 28 p.

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

47. Moreno, I. Cuñarro, R. González, M. C. Almenares, J. C. Fitó, E y González, R. 2001. Comportamiento de tres nuevas variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) para condiciones de secano y secano favorecido en la isla de la juventud. *Rev. Cultivos Tropicales*. vol. 22, no. 1, p. 27-30
48. Natalis, s: Bignami, c Cammilli, c, Efferent levels of water supply on gas exchange in peach trees. *Agr. Med*: 1997, vol 127, pp 17- 22.
49. Navarro, M. Pedroso, A. Almaguea, S. Díaz, G. Ojeda, A. 1994. Situación actual de los suelos del CAI arrocero “Los Palacios”. INCA, *Cultivos Tropicales* 15 (3). Ciudad de la Habana. Cuba.
50. Nioser, R 1987. Determinación de la necesidad de riego en una serie de cultivos. *Información Express*, serie riego y drenaje. Vol. 10, p 37-38.
51. Núñez, A; Forter, E, 1996. Efecto del déficit hídrico sobre el crecimiento de hojas, tallos y vaina del fríjol. *Agricultura Técnica en México*. Vol. 22, p 25-29.
52. Paloma, C. R. 2004. Creación de un arroz resistente a las enfermedades. Disponible en Encarta 2004. Biblioteca de consulta. Microsoft Corporation. CD Rom.
53. Penichet, Heydy, Dorado Maydelin, Palacio Zoila, 2004. Duración de las fases de desarrollo fenológico y su influencia sobre el rendimiento de las plantas de arroz (*Oryza sativa* L) En: Congreso científico del INCA (14:2004 noviembre 9-12 La Habana Cuba). Memorias CD-ROM. Instituto Nacional de ciencias Agrícolas. ISBN 959-7023-27-X
54. Pérez, N. González, M. C. y Castro, R.I. 2002. Validación de nuevas variedades cubanas de arroz (*Oryza sativa* L.) para la provincia de Pinar del Rio. *Rev. Cultivos Tropicales*. vol. 23, no. 2, p. 51-54
55. Peteira, Belkis.; Fernández, Arais.; Fraga, Yomaris.; Pino, Belkis.; González, M. N. 2004. Diferenciación molecular de algunos somaciones y mutantes de arroz por RAPD. *Rev. Protección Veg.* 19(1): 51-56.
56. Polón, R. 1995. La aplicación del estrés hídrico como alternativa para incrementar el rendimiento en el cultivo del arroz. *Rev. Cultivos Tropicales*. 16: 18- 20. Ciudad de la Habana. Cuba.
57. Polón, R. Castro, R.I. Ramírez, M. A. Miranda, A y Pérez, N. 2004a. Estudio comparativo del manejo del agua en dos sistemas de riego y su efecto en la

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

- conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo y el rendimiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) *Rev. Cultivos Tropicales*. vol. 25, no. 2, p. 91-93
58. Polón, R. Castro, R.I. Ramírez, M. A. Miranda, A y Pérez, N. 2004b. Diferentes manejos de agua en cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) y su influencia en la germinación, masa seca, altura de la planta y el consumo de agua. *Rev. Cultivos Tropicales*. vol. 25, no. 2, p. 95-97
59. Quero Gironi, A, 2004 Producción de arroz ecológica xvi congreso Científico del INCA, En (14: 2004, nov 9-12, La Habana Cuba) . Memoria CD-ROM Instituto Nacional de ciencia agrícola isbn 959-7023-27-x.
60. Rajeswari, S. y Nadarajan, N. 1998. Parent progeny regression analysis and correlation studies in rice involving cytoplasmic ale sterile line rice crosses. *Rice Abstracts*, vol. 21, no. 2, p. 102
61. Rivero, LE; J, Garcia; Yudmila Páez; Y García; e Rodríguez; 2001. indicaciones para el mejoramiento de las principales maleza del cultivo del arroz en Cuba: IIA Minagri Cuba la Habana, Pág. 53.
62. Rodríguez, H. A, Nass, A.A.1991. Las enfermedades del arroz y su control. Estación experimental portuguesa FONAIAP Divulga No 35 enero-marzo Portugal.
63. Ruiz, M; Días, GS; Polon, R.2005. Influencia de las tecnologías de preparación de suelos cuando se cultiva el arroz, *Revista de Cultivos Tropicales*. 26(2)2005, 45-51pp.
64. Ruiz-Sánchez, M, C; Gerona, J, 1995. Investigaciones sobre riego deficitario controlado En: Riego deficitario controlado. Fundamentos y aplicaciones. Madrid, España. P 188.
65. Sánchez – Blanco, M. J. 1993. Estrategia de resistencia y datación a la sequía. *Phytoma*; 1993, 51 ,pp.,18-25
66. Sánchez – Blanco, M. J; Torrecillas, A. 1995. Aspectos relacionados con la utilización de la estrategia de riego deficitario controlado. En: Riego Deficitario Controlado. Fundamento y aplicaciones. Madrid. España p. 43-63.
67. Santa –Olalla, F; Valero, J. 1993. Agronomía del riego. Editorial Mundi- prensa, Madrid. España. P. 587.
68. Saptute, R. G. 1998. Genetic variability, correlation and path coefficient analysis in lowland and upland transplanted rice. *Rice Abstracts*, vol. 21, no. 2, p. 102

## *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

69. Save, R W. 1995. Genetic and environmental aspects of roots and seedlings stress. Hort. Sci. 30: 1189-1192.
70. Shanthakumar, G.; Mahadevappa, M. y Rudraradhya, M. 1999. Studies on genetic variability, correlation and path analysis in rice (*Oryza sativa* L.) over season. *Rice Abstracts*, vol. 22, no. 4, p. 307
71. Skurvodi, F; Aguilera, D, M, 1990. patrones del sistema radical en frijol común turrialda. Vol. 40 p 421-429.
72. Socorro Quesada, MA; Martín Facundo, David S.2000. GRANOS. 3ra reimpresión. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana. CUBA.pp91.
73. Torre, W. L. 1985. Metodología del análisis del crecimiento en planta aplicado al estudio del desarrollo de dos variedades de papa (*solanum tuberosum*, L) en diferente fecha de plantación.
74. Torres, V. A, 2005. Crecimiento y variedades de arroz en condiciones de sequía. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. 38h. Facultad Agroforestal de montaña del centro Universitario de Guantánamo.
75. Trimmer, W, A1995. Partial Irrigation in Pakistan. J. ASCE inrrig. Drin, Div, 1990, Vol. 16 no 3, pp. 342- 353.
76. Viamontes polo, Margarita. 2004. salud para la vida. El arroz, economía, cultura y tradición (en línea) disponible en: <http://www.Elhabanero.Cubaweb.cu/htm> . fecha de consulta Diciembre 2008.

# *Desarrollo del “Arroz Popular” una Alternativa Alimentaria*

## **VIII. Anexos**