

EL RIEGO DEL ARROZ (*Oryza Sativa*) CON LIMITACIÓN DE AGUA EN SUELOS OSCUROS PLÁSTICOS DEL MUNICIPIO CHAMBAS

IRRIGATION OF RICE (*Oryza Sativa*) WITH WATER LIMITATION IN DARK PLASTIC SOILS OF THE MUNICIPALITY CHAMBAS

Autores: Lorenzo Eddy Camejo
Barreiro

Leonel Duarte Naranjo

Angel Rodolfo Riverón Lima

Institución: Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez

Correo electrónico: eddy@unica.cu

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el municipio Chambas (siembra de primavera y frío), seleccionado para el arroz popular en la provincia y con limitaciones en suelo y agua. La norma total de riego neta calculada para esas condiciones es de 13932 m³/ha en primavera y 12755 m³/ha en frío. La aplicada en siembra de primavera durante los años 2010 y 2011 en la variante de riego I, fue de 7297 m³/ha y 6032 m³/ha, obteniéndose los mejores rendimientos 4,85 t/ha y 5,72 t/ha, en la variante de riego II (tradicional) se aplicó 10461 m³/ha y 10479 m³/ha, con rendimientos de 4,45 t/ha y 5,41 t/ha. La norma total de riego aplicada en siembra de frío durante los años 2010 y 2011, variante I fue de 7130 m³/ha y 6632 m³/ha, con rendimientos de 6,7 t/ha y 7,23 t/ha, en la variante II (tradicional) se aplicó 13755 m³/ha y 13811 m³/ha, con rendimientos de 5,42 t/ha y 6,41 t/ha. Aplicar la variante I, protege el cultivo y el suelo de la salinización, obteniendo en esta variante beneficios económicos de 10757 \$/ha en 2010 y 13742,91 \$/ha en 2011 en primavera y 16882 \$/ha en el 2010 y 18782 \$/ha en el 2011 en frío. Suministrar agua cada vez que la lámina alcance 3 cm. de altura en la terraza, reponiéndola a 10 cm. hasta el 50 % de paniculación (variante I), ahorra agua, protege el suelo y se obtienen los mayores rendimientos con el mayor beneficio económico.

Palabras clave: Riego, Arroz, Rendimientos, Ahorro de Agua.

ABSTRACT

The research work was carried out in the municipality Chambas (spring and cold sowing), selected for the popular rice in the province and with limitations in soil and water. The total net irrigation standard calculated is 13932 m³ / ha in spring and 12755 m³ / ha in cold, applied in spring during 2010 and 2011 in study variant I, was 7297 m³ / ha and 6032 m³ / Ha, yielding the best yields of 4.85 t / ha and 5.72 t / ha, irrigation variant II (traditional) applied 10461 m³ / ha and 10479 m³ / ha, with yields of 4.45 t / ha And 5.41 t / ha. The total irrigation standard applied during the years 2010 and 2011, variant I was 7130 m³ / ha and 6632 m³ / ha, with yields of 6.7 t / ha and 7.23 t / ha, in variant II (Traditional) was applied 13755 m³ / ha and 13811 m³ / ha, with yields of 5.42 t / ha and 6.41 t / ha. Applying variant I, protects the crop and soil from salinization, obtaining in this variant economic benefits of \$ 10757 / ha in 2010 and \$ 13742.91 / ha in 2011 in spring and \$ 16882 / ha in 2010 and \$ 18782 / Ha in 2011 on cold. Supply water each time the film reaches 3 cm. Of height in the terrace, replacing it to 10 cm. Up to 50% paniculation (variant I), saves water, protects the soil and obtains the highest yields with the greatest economic benefit

Keywords: Irrigation, Rice, Yields, Saving Water.

INTRODUCCIÓN

El consumo de agua en los sistemas productivos de arroz, van desde un bajo consumo (900 mm/cosecha), hasta un alto consumo (2250 mm/cosecha), FAO (2004). En relación con la lámina aplicada, FAO (2004) a nivel mundial, proporciona cifra de 1,5m, equivalente a 15000 m³/ha, Almarales et .al. (2007) para Cuba recomiendan entre 12000 a 18000 m³/ha; esta última cifra concuerda con informes de evaluación del sistema de riego Las Majaguas, Estado Portuguesa, Venezuela la cual es de 17000 m³/ha, Bladimiro (2010).

García et. al. (2009) en Cuba, suspendieron el aniego al arroz 15 días en la etapa de macollamiento, obteniendo incremento del rendimiento de estas plantas. Polón et.al. (1998, 2001, 2004, 2007) en varias investigaciones aplicaron la suspensión del riego en diferentes etapas del desarrollo del cultivo obteniendo incrementos significativos en el rendimiento agrícola, con ahorro de agua, mayor ahijamiento por las plantas, mayor volumen del sistema radicular y una mayor eficiencia en el aprovechamiento de la fertilización nitrogenada así como mejora en las condiciones físicas del suelo. Ruiz

Sánchez M. et. al.(2016) evaluaron plantas que permanecieron inundadas durante su ciclo vegetativo y plantas a las que se les suspendió la lámina de agua por un período de 15 días en tres momentos diferentes durante la etapa de ahijamiento, comprobaron que la suspensión incrementó el rendimiento entre 16-32 % respecto al control inundado, los tratamientos con suspensión de lámina tuvieron mayor % de granos enteros, alcanzándose los mejores resultados con la suspensión a los 30 días del transplante, permitiendo este manejo del riego ahorro de agua aproximado de 1931,4 m³/ha respecto al tratamiento inundado, lo que permite incrementar en un 11,19 % el área a sembrar de arroz. Bhuiyan et. al. (1995), expresa que la cantidad de agua disminuye para la agricultura, siendo el cultivo del arroz el más ineficiente en su uso. Alvaro R. (1999) en Uruguay comenzó la inundación del arroz 15, 30, 45, 6^o y 75 días después de sembrado, concluyendo que no hay diferencia significativa en rendimiento entre la suspensión a los 15 y 30 días.

En España, Cavero J. et. al (2011), Blanco Alibés O. (2014) reportan el uso del riego por aspersión y la aplicación de herbicidas para la producción arroceras, lo que se introdujo recientemente en la Empresa de Cultivos Varios La Cuba, provincia Ciego de Ávila, con el uso de las máquinas de riego de pivote central ante la limitación de los recursos hídricos y los cambios climáticos que se presentan.

Ante la necesidad de incrementar la producción arroceras el Ministerio de Agricultura orientó al Instituto de Investigaciones de Granos y en especial a la Estación de Investigaciones del Arroz en la provincia Santi Spíritus, la elaboración de un instructivo sobre «Tecnología de producción de arroz bajo riego con máquinas de pivote central», confeccionándose la primera versión por un grupo de especialistas de dicho centro de investigación encabezados por Meneses Carbonell (2010), pero que debe aún ser perfeccionado fundamentalmente en la explotación de la máquina de pivote central garantizando mantener el suelo con humedad óptima durante el ciclo del cultivo, debiendo establecerse los requerimientos hídricos por fase de desarrollo y la regulación de acuerdo al modelo de máquina para cada una de las fases, aspecto que aún no ha sido abordado en el referido instructivo. Socorro Q.M. y Sánchez S.S. (2008), en el documento «Tecnología del cultivo del arroz en pequeña escala», describen de manera práctica las labores a realizar en el cultivo durante su ciclo, tanto para condiciones de riego o seco, recomendándose las variedades para riego, seco y condiciones de suelos salinizados, estableciéndose el manejo del agua para el cultivo por fase de desarrollo.

En el documento «ABC Técnico del Arroz Popular» (2004), elaborado por la Estación Territorial de Investigaciones del Arroz Sur del Jíbaro, se establece que según la disponibilidad de agua las áreas cultivadas de arroz se clasifican en seco (lluvia de no menos de 200 mm/mes) seco favorecido (complemento por riego en etapas donde la lluvia es insuficiente) y aniego (riego todo el ciclo de cultivo, modalidad donde se obtienen los mayores rendimientos mundiales).

En el año 2008 según datos ofrecidos por Alimport, el consumo de arroz en Cuba fue de 995000 t, incluyendo las reservas estatales, de ello se importó el 64 %, produciéndose por empresas especializadas el 8,2 % y por arroz popular el 27,8 %.

La producción de arroz constituye en la actualidad uno de los subprogramas de producción de alimentos más importantes de Cuba, su precio se ha triplicado a nivel mundial y las perspectivas indican que se mantendrán altos en los próximos años, es parte inseparable de la dieta del cubano y «la producción de alimentos es hoy una tarea de estrategia nacional ante la situación política, económica y ambiental del mundo actual» Castro R. (2010). Las Empresas dedicadas al cultivo del arroz en Cuba presentan limitaciones para enfrentar este desafío. Ello ha motivado que se cree el sub-programa de arroz popular el cuál comprende 155 municipios de los 169 del país, con el objetivo de incrementar la producción de este grano en pequeñas parcelas sin grandes inversiones, así como incrementar su producción en Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), Cooperativas de Crédito y Servicios (CCS), Cooperativas de Producción Agropecuarias (CPA) y Granjas Estatales (GE), con la ayuda de especialistas de las Repúblicas de Japón, Vietnam y China, los cuales han transferido y transfieren tecnologías para la producción de arroz y capacitan a técnicos y productores a lo largo del país para enfrentar esta tarea.

El regadío es el principal consumidor de agua en el mundo, en algunas regiones utiliza más del 90 % del total de agua, jugando ésta un papel fundamental para el desarrollo y supervivencia de esas regiones, Tarjuelo (2005).

El agua es uno de los recursos más limitados debido a la creciente demanda para el consumo humano, el uso industrial, agrícola y las necesidades para preservar el entorno natural, por ello la mayor parte de los expertos están de acuerdo en reconocer que es el recurso natural más afectado ante el cambio climático, Santa Olalla y Mañas (1993), Gómez J.A. et.al. (2009).

Cuba que está siendo afectada por intensas y prolongadas sequías, debe adaptarse a esta nueva situación fundamentalmente en la zona Centro - Oriental del país donde mas fuerte ha sido el embate por la falta de agua. Ante esta situación el Ministerio de la Agricultura, el Instituto de Recursos Hidráulicos y otros organismos e instituciones del país están trabajando intensamente en un programa para el enfrentamiento y mitigación de los efectos de la sequía en el sistema productivo cubano a corto, mediano y largo plazo, realizando trasvases de agua, introduciendo tecnologías de riego con alta eficiencia y buscando alternativas que conlleven a un menor gasto de agua en la agricultura sin afectación o con un mínimo en el rendimiento agrícola.

El Municipio Chambás, es en la Provincia de Ciego de Ávila, el más afectado por la falta de agua, los sectores hidrológicos que cubren ese municipio son los de menos disponibilidad de agua subterránea en la provincia. El agua posible embalsar en las presas Cañada Blanca y Chambas II es 89,8 HM³ y para el arroz se dispone alrededor del 40% del volumen disponible, existen otros usuarios como población, riego de caña de azúcar, ganadería, cría de alevines y en los últimos años ha llegado como máximo al 67% del agua posible a embalsar, haciendo difícil la situación del recurso hídrico en este municipio y donde además, los suelos predominantes no poseen alta capacidad productiva y parte importante de ellos esta afectado por un mayor o menor grado de salinidad.

Ante esta problemática se realiza el presente trabajo, con el objetivo de establecer la correcta organización en la explotación del riego que permita obtener rendimientos altos, estables y económicos con ahorro de agua, calculando las necesidades hídricas del arroz para siembra de primavera y frío en las condiciones del municipio Chambas, así como investigando el manejo del agua por fases de desarrollo y su influencia en el crecimiento, desarrollo, rendimiento y efecto económico.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología para determinar el régimen de riego, es la establecida por Dueñas García R. et. al (1981) la cual fue evaluada para las condiciones del Sur del Jíbaro en los trabajos realizados para la organización del riego del arroz en esta zona.

Los métodos y fórmulas para su determinación son:

$$Mtn = M1 + M2 + (M3 + M4) + M5 + M6 - PKp$$

$$Mtn = \text{Norma total de riego neta (m}^3\text{/ha)}.$$

M1 = Norma de riego para saturar el suelo (m³/ha).

M2 = Norma de riego para crear la lámina. (m³/ha)

(M3 + M4) = Evaporación + transpiración = Evapotranspiración (m³/ha)

M3 = 10 Es Tx

Es = Evaporación del terreno saturado (m³/ha).

Tx = Tiempo (días) que dura la etapa.

M5 = Cantidad de agua que percola en el suelo (m³/ha)

M6 = Cantidad de agua que filtra a través de los diques de contorno (m³/ha)

Kp = Coeficiente de aprovechamiento de las precipitaciones.

P = Precipitación (m³/ha)

Fórmulas para el cálculo:

M1 = 100 H Da (H^{sat.}- H^{pres}) m³/há

H = Profundidad del suelo a humedecer (m).

Da = Densidad aparente del suelo con respecto a la densidad del agua.

H^{sat.} = Humedad de saturación del suelo (% bss)

H^{pres.} = Humedad presente en el momento del riego (% bss).

M2 = 10d (m³/ha)

d = lámina necesario crear según etapa de desarrollo del cultivo (mm).

Evt = 10 Kb Ev (m³/ha). Se utiliza el método evaporómetro Clase A

Kb = Coeficiente bioclimático.

Ev = Evaporación desde un evaporímetro Clase A (mm).

M5 = 10 Kf Tx (m³/ha)

Kf = Coeficiente de filtración del suelo (mm/día).

Tx = Tiempo que dura la etapa (días)

M6 = Y Evt (m³/ha).

Y = Coeficiente que varia entre 0,1 – 0,2 en función de la textura del suelo.

0,1 suelos arcillosos, 0,2 suelos arenosos

Evt_ = Evapotranspiración (m³/ha).

Los coeficientes bioclimáticos (Kb) determinados para el método Evaporímetro Clase A

Dueñas et. al. (1981) son:

Mayo 1,55 Diciembre 0,95

Junio 1,55 Enero 1,65

Julio 1,65 Febrero 1,40

Agosto ... 1,55 Marzo 1.00

La lluvia media en la zona es :

Mayo 205,9 mm Diciembre 13,2 mm
 Junio 220,9 mm Enero 23,6 mm
 Julio 143,1 mm Febrero 26,4 mm
 Agosto 147,3 mm Marzo 23,9 mm

En el caso que la etapa o fase de desarrollo del cultivo dure más de 10 días hay que determinar la lluvia aprovechable para la etapa considerando $K_p = 1$.

El coeficiente de filtración de los suelos oscuros plásticos (vertisuelos) (K_f), se establece 4,8 mm/día, según lo reportado por Dueñas et. al. (1981), y el coeficiente de filtración (Y), tiene un valor de 0,10 para suelos arcillosos según Dueñas et. al. (1981).

Los estudios de suelos realizados por DPSF (2009) en la zona objeto de estudio son:

Capacidad de campo 56 % b.s.s, densidad aparente 1,06 g/cm³, profundidad a humedecer 0,50 m, velocidad de infiltración 0,36 mm/h (estabilizada), humedad de saturación (H^{sat}) 61,2 % b.s.s., humedad presente (H^{pres}) 43 % b.s.s. (en siembra).

Según datos de la estación meteorológica más cercana (Falla), los valores promedios de las temperatura máxima y mínima son 30.6°C y 20.23°C, correspondiendo los meses mas calurosos a Julio, Agosto y Septiembre con 32.8°C, 32,79°C y 32.46°C mientras que los mas fríos son Diciembre, Enero y Febrero con 13.2°C, 17.82°C y 17.89°C como promedio. El valor medio de las precipitaciones es de 1213.2 mm/año, siendo la velocidad media de los vientos de 12 km/h con rumbo NE, humedad relativa media de 80% y nubosidad media de 5 octavos.

La evaporación desde un evaporímetro Clase A para el año al 25 % de probabilidades para la zona en mm es:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
119,	137,	188,	213	256	221	226	240	194	177	132	115	2219,
4	6	6										6

Tabla 1: Evaporación desde un evaporímetro Clase A para el año al 25 %.

El trabajo se realizó en la zona de Dos Hermanas, municipio Chambas, sobre un suelo Oscuro Plástico no Gleysado Gris Amarillento, utilizándose la variedad IA Cuba 31,

introducida recientemente en este municipio por su tolerancia a la salinidad y resistencia a la sequía.

Se seleccionaron dos terrazas con un área de 2000 m² cada una. Los diques se construyeron con una altura de 40 cm para que permitieran el manejo adecuado del agua de riego, preparándose el suelo de manera tal que la pendiente fuese menor de 1 por mil. La siembra de frío se realizó el 8 de diciembre saturándose el suelo el 10 de diciembre para germinación uniforme y la de primavera el 8 de mayo, saturándose el suelo el día 10 de mayo.

Las variantes objeto de estudio fueron:

Variante I. Se suministra el agua cada vez que la lámina alcance 3 cm de altura en el dique, reponiéndose a 10 cm hasta el 50 % de la paniculación.

Variante II. Se suministra agua según el método tradicional, con lámina de agua de 15 cm hasta el 50 % de paniculación, retirando lámina solamente 10 días en ahijamiento.

La medición del agua se realizó mediante vertedor triangular situado a la entrada de cada terraza, controlándose el nivel de agua en la terraza con una regla graduada colocada en cada una de ellas para mantener el nivel de agua deseado.

Se realizaron evaluaciones utilizando para ello un área de 4 m² (área evaluable) en cada variante objeto de estudio, siendo estas: agua aplicada, aprovechamiento de las precipitaciones, rendimiento (grano húmedo), volumen de agua utilizado por tonelada de arroz producida, eficiencia en el uso del agua y análisis económico

Para evaluar los resultados de la economía del regadío se utilizaron los criterios y expresiones propuestas por Camejo L.E. (1983)

$$\text{Efect.} = \text{V.I.P} - \text{C.E}$$

Efect - Efectividad económica del regadío (\$/ha).

V.I.P- Valor de incremento de la producción (\$/ha).

C.E- Costo de explotación (\$/ha). .

$$\text{VIP} = (\text{R}^r - \text{R}^s) \times \text{P}$$

Donde:

VIP- Valor de incremento de la producción (\$/ha).

R^r – Rendimiento con riego (t/ha).

R^s – Rendimiento seco (t/ha).

P - Valor de una tonelada de producción (\$/ha)

Las muestras de suelos tomadas se llevaron al laboratorio Provincial de Suelos y Fertilizantes de Ciego de Ávila, lo que permitió clasificar el suelo a través del sistema taxonómico vigente, DPSF (2009) utilizando la Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba del Instituto Nacional de Suelos y Fertilizantes.

Agrupamiento: Vertisuelo

Tipo: Oscuro plástico no gleyzado. Subtipo: Gris amarillento. Género: Materiales aluviales y deluviales recientes. Especie: Muy profundo, medianamente humificado, muy lavado.

Variedad: Arcilla Montmorrillonítica.

Tipo de Suelo	Factor Limitante
Oscuro Plástico no Gleyzado Gris Amarillento	Drenaje, Plasticidad, Estructura, Salinidad

Tabla 2: Factores limitantes detectados en el área de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

(Siembra de primavera y frío)

Determinación de la norma total de riego del arroz para las condiciones edafoclimáticas del municipio Chambas.

Norma total de riego neta.

$$M_{tn} = M_1 + M_2 + (M_3 + M_4) + M_5 + M_6 - PK_p$$

Determinación de M_{tn} para siembra de primavera.

ETAPA I $T_x = 3$ días (mayo 10 – 12) No se determina PK_p etapa menos de 10 días.

$$M_1 = 965 \text{ m}^3/\text{ha}.$$

ETAPA II $T_x = 3$ días (mayo 13 – 15) No se determina PK_p etapa menos de 10 días.

$$M_2 = M_3 + M_5 - P^2K_p$$

$$M_2 = 198,2 \text{ m}^3/\text{ha} + 144 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$M_2 = 342,2 \text{ m}^3/\text{ha}.$$

ETAPA III $T_x = 3$ días (mayo 22 – 24) No se determina PK_p etapa menos de 10 días.

Comienza los 5 días después de germinación.

$$M_3 = 699,6 \text{ m}^3/\text{ha}$$

ETAPA IV $T_x = 7$ días (mayo 29 – junio 4). No se determina PK_p etapa menos de 10 días

5 días para aplicar herbicidas.

$$M4 = M1 + M2 + M3 + M4 - P^4Kp$$

$$M4 = 699,6 \text{ m}^3/\text{ha} + 500 \text{ m}^3/\text{ha} + 434,08 \text{ m}^3/\text{ha} + 336 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$M4 = 1969,68 \text{ m}^3/\text{ha}$$

ETAPA V $T_x = 23$ días (junio 5 – junio 26). Se determina PKp etapa más de 10 días.

$$M5 = (M3 + M4) + M5 + M6 - P^5Kp$$

$$M5 = 2627,4 \text{ m}^3/\text{ha} + 1104 \text{ m}^3/\text{ha} + 262,7 \text{ m}^3/\text{ha} - 1694 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$M5 = 2300,1 \text{ m}^3/\text{ha}$$

ETAPA VI $T_x = 6$ días (junio 27 – julio 2). No se determina PKp etapa menos de 10 días.

Se reduce la lámina de agua a 3 cm.

No se drena totalmente el suelo para el ahijamiento ya que en esta zona el manto freático esta salinizado y puede acumularse sales en la superficie del suelo debido a la evaporación del agua, lo que afecta el ahijamiento del cultivo.

En esta etapa no se aplica agua, sino que se drena y se deja una lámina de agua de 3 cm sobre el suelo.

Es de señalar que esta etapa es de vital importancia en el manejo agronómico del arroz, sino se repone la lámina de riego transcurridos los 6 días, no se controla el ahijamiento, lo que conlleva que no madure uniforme, causando graves problemas en la cosecha porque existen espigas maduras y verdes, lo que trae como consecuencia la aparición de granos blancos y granos oscuros en el momento del trillado así como malos olores en el arroz consumo, afectando sensiblemente la calidad del grano.

ETAPA VII $T_x = 3$ días (julio 3 – julio 5). No se determina PKp etapa menos de 10 días.

Se crea lámina.

$$M7 = 10 \times d$$

$$M7 = 10 \times 50 \text{ mm}$$

$$M7 = 500 \text{ m}^3/\text{ha}$$

ETAPA VIII $T_x = 54$ días (julio 6 – agosto 29). Se determina PKp etapa más de 10 días.

Mantener lámina. Suspender para maduración y corte.

$$M8 = (M3 + M4) + M5 + M6 - P^6Kp$$

$$M8 = 6485,43 \text{ m}^3/\text{ha} + 2592 \text{ m}^3/\text{ha} + 648,54 \text{ m}^3/\text{ha} - 2570,5 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$M8 = 7155,47 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$M_{tn} = 13932 \text{ m}^3/\text{ha} \text{ (primavera).}$$

La norma total de riego neta para siembra de frío se determina de manera similar a la norma para siembra de primavera.

Norma total de riego neta. (Frío).

Mtn = 12612 m³/ha

Norma total de riego bruta.

La eficiencia obtenida en el riego del arroz es de 33 %, debido al estado técnico del sistema de riego construido y sin mantenimiento en el municipio Chambas para el riego de este cultivo.

Mtb (primavera) = 42218 m³/ha

Mtb (frío) = 38217 m³/ha

La norma total de riego neta calculada para las condiciones de suelo y clima del municipio Chambas al compararse con los reportes es menor que la media mundial de 15000 m³/ha según FAO (2004), menor que la reportada para la República Bolivariana de Venezuela de 17000 m³/ha, Bladimiro (2010), en el rango de la reportada para Cuba según el tipo de suelo, entre 12000 – 18000 m³/ha, Almarales et.al. (2005), Socorro y Sánchez (2008) y es coincidente con los valores reportados por Diakite M. (1987) en su tesis de doctorado para las condiciones del Sur del Jíbaro, en la Variante I, donde deja bajar la lámina de agua en la terraza hasta 3 cm y la repone a 10 cm, hasta inicio de paniculación.

Se comienza a drenar el campo a partir del día 105 de germinación, una vez que los granos están pastosos con el objetivo que estos vayan secando y se creen las condiciones para efectuar la cosecha alrededor de los 130 días de germinado el arroz, en el caso de la variedad IACuba 31.

A continuación, se exponen los resultados alcanzados en las evaluaciones realizadas en las parcelas experimentales en cuanto al agua aplicada, aprovechamiento de las precipitaciones, rendimiento (grano húmedo), volumen de agua utilizado por tonelada de arroz producida, eficiencia en el uso del agua y análisis económico

Año 2010 (Siembra de Primavera)

Variante	Fuente de agua	Saturación del suelo	Pase de agua.	Aniego Herbicida	Aniego Perman.	Consumo agua	Riego + lluvia
		m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
I	Riego	965	308	1326	4698	7297	9171
	lluvia	-	102	508	1264	1874	-
II	Riego	965	492	485	15826	17768	18182
	lluvia	-	174	240	-	414	-

Año 2011 (Siembra de Primavera)

Variante	Fuente de agua	Saturación del suelo	Pase de agua.	Aniego Herbicida	Aniego Perman.	Consumo agua	Riego + lluvia
		m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
I	Riego	965	246	1244	3577	6032	8172
	lluvia	-	190	490	1460	2140	-
II	Riego	965	582	395	14569	16511	16776
	lluvia	-	105	160	-	265	-

Año 2010 (Siembra de frío)

Variante	Fuente de agua	Saturación del suelo	Pase de agua.	Aniego Herbicida	Aniego Perman.	Consumo agua	Riego + lluvia
		m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
I	Riego	965	233	700	5235	7130	7971
	lluvia	-	102	236	503	841	-
II	Riego	965	233	700	11857	13755	14093
	lluvia	-	102	236	-	338	-

Año 2011 (Siembra de frío)

Variante	Fuente de agua	Saturación del suelo	Pase de agua.	Aniego Herbicida	Aniego Perman.	Consumo agua	Riego + lluvia
		m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
I	Riego	965	246	844	4577	6632	7632
	lluvia	-	90	420	490	1000	-
II	Riego	965	582	395	11869	13811	14076
	lluvia	-	105	160	-	265	-

Tabla 3: Volumen de agua aplicado (m³/ha) y aprovechamiento de las precipitaciones en ambas cosechas 2010 y 2011.

Al analizar las tablas anteriores se aprecia que el aprovechamiento de las precipitaciones es mayor cuando se realiza un manejo de la lámina de riego en el ciclo del cultivo (variante I) y es muy bajo cuando se mantiene una lámina permanente durante el ciclo vegetativo del cultivo (variante II), siendo el aprovechamiento de la lluvia del 20,43 % en la variante I y solo del 2,27 % en la variante II para el año 2010 y del 26,2 % en la variante I y de 1,58 % en la variante II para el año 2011 (primavera), el aprovechamiento de la lluvia del 10,55 % en la variante I y solo del 2,4 % en la variante II para el año 2010 así como del 13,1 % en la variante I y de 1,88 % en la variante II para el año 2011 (frío). La norma de riego fue de 7297 m³/ha y 6032 m³/ha para la variante I en los años 2010 y 2011 respectivamente, siendo de 17768 m³/ha y 16511 m³/ha para la variante II en siembra de primavera y de 7130 m³/ha y 6632 m³/ha para la variante I en los años 2010 y 2011 respectivamente, siendo de 13755 m³/ha y 13811 m³/ha para la variante II para siembra de frío.

Ello implica que regar por la Variante I. (Se suministra el agua cada vez que el agua alcance 3 cm de altura en el dique, reponiéndose a 10 cm hasta el 50 % de la paniculación), trae consigo un ahorro de agua de 10461 m³/ha en el año 2010 y 10479 m³/ha en el año 2011 en siembra de primavera y conllevó un ahorro de agua en siembra de frío de 6625 m³/ha en el año 2010 y 7179 m³/ha en el año 2011.

La norma total de riego calculada para las condiciones del municipio Chambas es aproximada a la que se utiliza en la variante II, la norma total de riego aplicada en la variante I es menor que la calculada para las condiciones edafoclimáticas del municipio Chambas, ello se debe al manejo del riego que se hace en la variante I que no se realiza en la variante II en la cual se emplea el riego tradicional establecido para este cultivo en el país. Resultados similares reporta Ruíz Sánchez M. (2016) en trabajos realizados en la estación experimental del arroz en Los Palacios.

La variante I permite un ahorro considerable de agua, más en las condiciones climáticas por las que atraviesa el país ante disminución de las precipitaciones y limitación de los recursos hídricos para el riego.

Variante	Primavera	Primavera	Frío 2010	Frío 2011
	2010	2011		
	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha

I	4,85	5,72	6,7	7,23
II	4,45	5,41	5,42	6,41

Tabla 4: Rendimiento obtenido para la zona de “Dos Hermanas”, Municipio Chambas. Variedad IACuba 31.

El rendimiento es mayor en la siembra del 2011 debido a la sequía que se presentó en el 2010, lo que provocó que el suministro hídrico al cultivo se viese afectado en fases críticas para el componente rendimiento como es la etapa de formación de panículas y su desarrollo, apreciándose espigas pequeñas con menor número de granos. El tratamiento I incrementó el rendimiento entre un 6 – 11 % respecto al tratamiento II teniendo la misma tendencia al reportado por Ruiz Sánchez et. al. (2016) donde obtuvo incrementos entre 16 - 32 % con suspensiones de lámina de riego en tres momentos diferentes en la etapa de ahijamiento.

Campaña Primavera	Variante	Consumo de agua	Rdto.	Volumen	Eficiencia de uso de agua
		m ³ /ha	t/ha	m ³ /t	g/l
2010	I	9171	4,85	1891	0,53
	II	18182	4,45	4086	0,24
2011	I	8172	5,72	1429	0,70
	II	16776	5,41	3101	0,32

Campaña Frío	Variante	Consumo de agua	Rdto.	Volumen	Eficiencia de uso de agua
		m ³ /ha	t/ha	m ³ /t	g/l
2010	I	7130	6,7	1064	0,94
	II	13755	5,42	2538	0,39
2011	I	6632	7,23	9017	1,09
	II	13811	6,41	2155	0,46

Tabla 5: Volumen de agua por tonelada de arroz producida y eficiencia en el uso del agua.

Los resultados obtenidos en el uso del agua son muy parecidos a los obtenidos en la tesis de doctorado de Blanco A.O. (2014) en España bajo riego por aspersión y permiten afirmar que para las condiciones edafoclimáticas de Municipio Chambas, la mejor variante de riego a emplear en la siembra de arroz popular es: Suministrar agua cada vez que el nivel en la terraza alcance como media 3 cm, reponiendo ésta a 10 cm hasta el 50 % de paniculación y no dejar el suelo sin lámina durante el ahijamiento debido al alto grado de salinización de esta zona, siendo necesario para ello una correcta nivelación del área y trazado de los diques.

Costos					Valor del Incremento de Producción.	Efecto económico del regadío
Preparación del área de riego	Salarios	Agua	Explotación del riego			
2010						
Var.	\$/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
I	230,25	78,50	1389,55	1628,3	12386,25	10157,25
II	230,25	78,50	2754,85	3306,60	11065,05	7758,45
2011						
I	230,25	78,50	1238,20	1546,95	15289,86	13742,91
II	230,25	78,50	2541,80	2850,25	14235,93	11403,68

Tabla 6: Análisis económico (siembra de primavera).

Costos					Valor del Incremento de Producción.	Efecto económico del regadío
Preparación del área de riego	Salarios	Agua	Explotación del riego			
2010						
Var.	\$/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha	\$/ha
I	230,25	78,50	1206,20	1514,95	18496,8	16981,85
II	230,25	78,50	2135,30	2444,05	14268,96	11824,91
2011						
I	230,25	78,50	1156,35	1465,10	20247,39	18782,29

II	230,25	78,50	2132,75	2441,50	17538,93	15097,43
----	--------	-------	---------	---------	----------	----------

Tabla 7: Análisis económico (siembra de frío).

El análisis de todos los indicadores económicos para la producción de arroz en esa zona permite afirmar que la variante I produce los mejores beneficios económicos por ahorro de agua, menor costo de explotación del riego y mayor valor del incremento de producción respecto al seco.

CONCLUSIONES

La norma total de riego neta del arroz calculada para las condiciones de suelo y clima del Municipio Chambas es de 12612 m³/ha (siembra de frío) y 13932 m³/ha (siembra de primavera). La norma total de riego aplicada fue como media en los años de estudio en la variante I de 7796,5 m³/ha y en la variante II de 14084,5 m³/ha. Utilizar la variante I para el riego del arroz en los suelos oscuros plásticos no gleyzados del municipio Chambas, ya que se produce un mayor aprovechamiento de las precipitaciones, mayor eficiencia en el uso del agua, se obtienen los mejores rendimientos agrícolas y el mayor beneficio económico. No retirar totalmente la lámina de agua en el ahijamiento para evitar la concentración de sales en la superficie del suelo en esta zona.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ALMARALES WILMER, L.; JÍMENEZ, E.J.; PEÑA, L.R.; PEÑA, G.R.; JÍMENEZ, E.M: «Manejo permanente del agua en sistemas productivos del arroz», *Revista Granma Ciencia*, Vol. 11, No.3 Sep-Dic, 2007.
- ALIMPORT: *Situación económica del arroz en Cuba, balance de la demanda interna y el suministro*, informe técnico, La Habana, 2008.
- VLADIMIRO, R. Y ALFONSO R.: *Aplicación del riego deficitario controlado en arroz (Oryza sativa L.), como alternativa de manejo sustentable del agua en el sistema de riego Las Majaguas*, Tesis en opción al título de Máster en Agroecología y Desarrollo Endógeno, Estado Portuguesa, República Bolivariana de Venezuela, 2013.
- BLANCO, A.O.: *Agronomía del cultivo del arroz en riego por aspersión: variedades, riego, fertilización y control de malas hierbas*, Tesis doctoral, Universitat de Lleida, Escola Técnica Superior d'Enginyeria Agrària, Dpto de Producción Vegetal, Ciencia Forestal, España, 2014.

- BHUIYAN, S.I.; SATTAR, M.A. Y KHAN, M: «Improving water use in rice irrigation through wet-seeding», pp. 1-8, *Irrigation Science* 16, 1995.
- CAMEJO, L. E: *Régimen de riego en plátano vianda para la provincia Ciego de Ávila*, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. U.C.L.V, Cuba, 1983.
- CAPRA, A.: *Riego deficitario Controlado*, Conferencia en Universidad de Ciego de Ávila, documento interno, UNICA, Cuba, 2010.
- CASTRO RUZ, R.: *Discurso clausura de la Asamblea Nacional del Poder Popular*, Palacio Convenciones, La Habana, Cuba, 2010.
- CAVERO, J.; ZARAGOZA, C.; CIRUJEDA, A.; ANZALME, A.; FACI, J. Y BLANCO, O: «Selectivity and weed control efficacy of some herbicides applied to sprinkler irrigated rice», *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(2), pp.597-605, 2011.
- DE SANTA OLALLA, M.; DE JUAN VALERO, J.A: *Agronomía del riego*, ediciones Mundi Prensa, Madrid, España, 1993.
- DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SUELOS Y FERTILIZANTES (D.P.S.F.): *Estudio de suelos en la zona de Dos Hermanas, municipio Chambas Provincia Ciego de Ávila, D.P.S.F.*, Cuba, 2009.
- DUEÑAS, G. R.; ASSENOV, M. D.; ALONSO, R. N: *El Riego*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 1981.
- DIAKITE, M.: *Estudio sobre manejo del agua en el cultivo de arroz en la Empresa Arrocera "La Sierpe"*, Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, U.C.L.V. Cuba, 1987.
- F.A.O.: *Rice is live*, Proceedings of the FAO rice conference, pp. 4-16, Roma, Italia, 2004.
- F.A.O.: *Informe sobre la producción mundial de arroz*, Land and water development division, Roma 001100, Italia, 2008.
- GARCÍA.: *El riego con déficit hídrico en el cultivo del arroz*, Curso de Arroz Popular, Bauta, documento interno, MINAGRI, Cuba, 2009.
- GÓMEZ, J.A.; CALATRAVA, J.; GARRIDO, A, SÁEZ, J. Y ZABADIA, A.: *La economía del agua de riego en España*, Cajamar caja rural, sociedad cooperativa de crédito, Almería, España, 2009.
- MENESES, C.R.: *Tecnología de producción de arroz bajo riego con máquinas de pivote central*, Estación experimental del arroz "Sur del Jíbaro", documento técnico, Cuba, 2010.

- POLÓN, R.: *El riego en el cultivo del arroz*, Curso de arroz popular en Bauta, Cuba, documento interno MINAGRI, Cuba, 1998.
- POLÓN, R.; PARRA, Y.; CASTRO, R.I, Y MOREJÓN, R.: «Diferentes momentos de establecimiento del aniego permanente en el cultivo del arroz y su influencia sobre el rendimiento, sus componentes y el control de malezas», *Revista Cultivos Tropicales*, Vol. 22, No. 1, pp. 53-55, Cuba, 2001.
- POLÓN, R.; CASTRO, R. I.; MIRANDA, A.; RODRÍGUEZ, M. A. Y PÉREZ, N.: «Diferentes manejos de agua en el cultivo del arroz y su influencia en la germinación, masa seca, altura de la planta y el consumo de agua», *Revista Cultivos Tropicales*, Vol. 25, No. 2, pp. 95-97, Cuba, 2004.
- POLÓN, R.: «Estudios de diferentes manejos de agua en el cultivo del arroz (*Oryza Sativa* L.) y su influencia sobre la germinación, la masa seca, la altura de la planta y el rendimiento agrícola», *Revista Cultivos Tropicales*, Vol. 28, No. 2, pp. 101-103, Cuba, 2007.
- ROEL, A.: *Riego en arroz, manejo eficiente de la inundación*. Disponible en www.ainfo.inia.vy/digital. Visitado el 8 de noviembre de 2017.
- RUIZ, S. M.: «Manejo del agua de riego en el cultivo del arroz (*oryza sativa*. L) por transplante, su efecto en el rendimiento agrícola e industrial», *Revista Cultivos Tropicales*, Vol. 37, No. 3, 2016.
- SOCORRO, Q. M.; ALEMÁN, L. Y SÁNCHEZ, S.: *El cultivo del arroz popular en Cuba*, Instituto de Investigaciones del Arroz, MINAGRI, publicación interna, Cuba, 2008.
- SOCORRO, Q.M. Y SÁNCHEZ, S.S: *Tecnología del cultivo del arroz en pequeña escala*, Biblioteca ACTAF, segunda edición, La Habana, Cuba, 2008.
- SUR DEL JÍBARO.: *ABC técnico del arroz popular*, segunda edición, Cuba, 2004.
- TARJUELO, J. M.: *El riego por aspersión y su tecnología*, 3.^a edición revisada y ampliada, ediciones Mundi Prensa, Madrid, España, 2005.