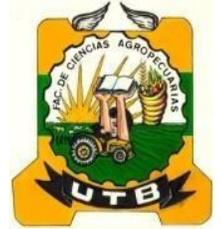




UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Manejo y ahorro del agua en la producción de arroz (*Oryza sativa*) por trasplante”

AUTOR:

Gaibor Vizueta Klever Lleyton

TUTOR:

Ing. Agr. Oscar Caicedo Camposano, PhD.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

El arroz es un cultivo de suma importancia a nivel mundial, además de ser uno de los cultivos de mayor extensión en la provincia de Los Ríos, por ende, sus necesidades hídricas se convierten en uno de los factores más importantes en el manejo del cultivo, el presente trabajo demuestra diferentes factores que influyen en el ahorro del agua.

El manejo el agua en el cultivo de arroz de trasplante es muy demandante, ya que se utiliza grandes cantidades de agua para la preparación del suelo, además en el desarrollo se utiliza una lámina de agua la cual los agricultores no tienen conocimiento de su tecnificación, por lo que utilizando una lámina de 5 a 10 centímetros se puede ahorrar una gran cantidad de agua sin afectar el desarrollo del mismo y disminuyendo costos en sistemas de riego por exceso de agua.

Factores como la nivelación del suelo, sistema de riego y preparación del suelo pueden ser uno de las principales causas que el recurso hídrico tenga pérdidas por un mal manejo, por ende, es importante tener un suelo nivelado con un sistema de riego más cercano a la fuente de agua además de realizar procesos de fango con menor cantidad de agua.

Palabras claves: ahorro de agua, riego, producción, eficiencia, arroz.

SUMMARY

Rice is a crop of great importance worldwide, in addition to being one of the largest crops in the province of Los Ríos, therefore, its water needs become one of the most important factors in crop management. The present work demonstrates different factors that influence water saving.

The management of water in the cultivation of transplant rice is very demanding, since large amounts of water are used for soil preparation, in addition, in the development a sheet of water is used which farmers are not aware of its technification, Therefore, using a sheet of 5 to 10 centimeters, a large amount of water can be saved without affecting its development and reducing costs in irrigation systems due to excess water.

Factors such as leveling the soil, irrigation system and soil preparation can be one of the main causes that the water resource has losses due to poor management, therefore, it is important to have a level soil with an irrigation system closer to the water source in addition to carrying out mud processes with less water.

Keywords: water saving, irrigation, production, efficiency, rice.

Tabla de contenido

RESUMEN	i
SUMMARY	ii
INTRODUCCIÒN	1
CAPÍTULO I	3
MARCO METODOLÒGICO	3
1.1. Definición del tema caso de estudio	3
1.2. Planteamiento del problema	3
1.3. Justificación	3
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivo específico	4
1.5. Fundamentación teórica	5
1.5.1. Generalidades del arroz	5
1.5.2. Taxonomía	5
1.5.3. Crecimiento y desarrollo de la planta de arroz	5
1.5.4. Riego	7
1.5.5. Manejo de riego	8
1.5.6. Eficiencia del uso del agua	8
1.5.7. Lamina de agua	9
1.5.8. Nivelación de suelo	9
1.6. Metodología de la investigación	10
CAPITULO II	11
2.1. Desarrollo del caso	11
2.2. Situaciones detectadas	11
2.3. Soluciones planteadas	11
2.4. Conclusiones	13
2.5. Recomendaciones	14
BIBLIOGRAFÍA	15

INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una gramínea que tiene una elevada composición de minerales, vitaminas, proteínas y carbohidratos. Es de los cultivos con mayor sostenibilidad económica ya que se comercializa mundialmente por el gran consumo en la población (Esparza 2019).

En la actualidad se cultiva en 113 países con un nivel de producción de 481,5 millones de toneladas. En América, el principal productor es Brasil con el 33 %, en segundo lugar, es Estados Unidos con el 26 %, en tercer lugar se encuentran Perú y Colombia que abarcan un 8% de participación, y en menor proporción, Ecuador, Argentina, Venezuela y Uruguay que producen cerca del 3,5 % cada uno (Bernardi 2018).

El arroz por inundación es una de las forma más común, con este sistema se obtiene uno de los mayores rendimientos. El cultivo se mantiene inundado por al menos 90 días durante el ciclo de producción, alcanzando rendimientos hasta de 10 t/ha. Para mantener una lámina visible de agua de 1 pulgada inundada, se necesitan 500 L (62.5 mm) de agua por cada 8 metros cuadrados (Benavides y Jara 2014).

Aproximadamente la mitad el área destinada a la siembra de arroz en el mundo no cuenta con agua suficiente para mantener las condiciones de inundación y el estrés por sequía intermitente en las etapas críticas puede provocar una considerable reducción del rendimiento (Bernier et al. 2008). La baja disponibilidad de agua representa un desafío para la producción de arroz, ya que cada año se necesita producir más cereal con menos agua para el riego (Dunn y Gaydon 2011).

El recurso con mayor importancia en la agricultura es el agua que en ciertos lugares de difícil acceso. El cambio climático, fenómenos naturales, alta demanda en el uso, y la falta de conocimiento aportan negativamente a la reducción del recurso hídrico. Todos estos factores mencionados anteriormente causan una

gran amenaza en los sectores poblados que se dedican a la producción pesquera, agrícola y ganadera (Espinoza et al. 2016).

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente trabajo tiene como tema tratar sobre el uso ahorro del recurso hídrico el cual se utiliza en el cultivo de arroz por trasplante.

El uso del agua tiene una gran relevancia en el desarrollo en el cultivo de arroz. El correcto uso puede llegar a garantizar una producción rentable además se reduce la explotación del recurso hídrico, además que se utilizan diferentes sistemas de riego que pueden mejorar el ahorro del agua.

1.2. Planteamiento del problema

El cultivo de arroz es de gran importancia entre los cultivos de ciclo corto ya que posee una superficie de siembra muy extenso, por ende, se requiere grandes volúmenes de agua para poder regar los cultivos, de los cuales en su mayoría se utiliza cantidades mucho más que necesarias logrando que exista un excedente de agua mal utilizada y por ende desperdiciada.

1.3. Justificación

El agua es uno de los recursos con mayor importancia en el desarrollo óptimo del cultivo de arroz, al poder tener un uso eficiente podremos mejorar el desarrollo de sistemas o técnicas de riego que nos permitan tener un uso eficiente el recurso hídrico sin afectar el rendimiento, reduciendo el consumo de agua y aumentando la producción del arroz mejorando el rendimiento por cada ciclo de siembra en el arroz de trasplante

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Describir el manejo adecuado del agua en el riego de arroz por trasplante para disminuir su uso y ahorrar este preciado recurso.

1.4.2. Objetivo específico

- Detallar el manejo del agua para el riego del cultivo de arroz en toda tu estufa fenológica.
- Indagar en la incidencia del riego en el cultivo de arroz y sus beneficios para el control de malezas.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Generalidades del arroz

El arroz se cultiva en la región Litoral, entre las principales provincias productoras tenemos a Guayas y Los Ríos. Las zonas arroceras del país, presentan un amplio rango en la distribución de los factores climáticos que varía desde el trópico húmedo hasta el trópico seco, con temperaturas de 20° a 30 °C, precipitaciones máximas de 2500 mm y mínimas de 500 mm por año con humedad relativa generalmente alta. Estas zonas son fértiles y su mayor limitante es la inadecuada disponibilidad de agua, factor que en extensas zonas de secano es mínimo, sujeto a las lluvias (INIAP 2014).

1.5.2. Taxonomía

Taxonomía	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Ehrhartoideae
Tribu:	Oryzeae
Género:	Oryza
Especie:	Oryza sativa L.

Fuente: (Junco 2020)

1.5.3. Crecimiento y desarrollo de la planta de arroz

Según INIAP (2007) el crecimiento y desarrollo de la planta de arroz tiene tres fases principales: vegetativa, reproductiva y maduración.

- Fase Vegetativa

Comprende desde la etapa de germinación de la semilla hasta el comienzo de la panícula.

- Fase Reproductiva

Se establece desde el comienzo de la panícula hasta la floración.

- Fase Maduración

Comprende desde la floración hasta la madurez de los granos en su totalidad. En ambientes tropicales la fase reproductiva tiene un período de 30 días y la maduración entre 30 y 35 días.

Estas fases se subdividen en diez diferentes estados fisiológicos, pero, de fácil identificación.

Etapas de crecimiento y desarrollo en la fase vegetativa

Etapa 0

Germinación o emergencia. Desde la siembra hasta la aparición de la primera hoja a través del coleóptilo, demora de 5 a 10 días.

Etapa 1

Plántula. Comienza en la emergencia hasta el apareamiento del primer macollo, su duración es de 15 a 20 días.

Etapa 2

Macollamiento. Desde la aparición del primer macollo hasta cuando la planta alcanza el número máximo de ellos. En las variedades precoces (INIAP 11, INIAP 12, INIAP 14 e INIAP 15 Boliche) varía entre 25 y 35 días.

Etapa 3

Elongación del tallo. Desde el momento en que emerge en la longitud de un cuarto entre los nudos del tronco principal hasta el comienzo de la siguiente fase varía entre 5 y 7 días.

Etapa 4

Iniciación de panícula o primordio. Desde cuando se inicia el primordio la panícula en el punto de crecimiento, hasta cuando la panícula diferenciada es visible como punto de algodón. Tiene un lapso de 10 a 11 días.

Etapa 5

Desarrollo de la panícula. Desde cuando la panícula es visible como una estructura algodonosa, hasta cuando la punta de la panícula está justo debajo del cuello de la hoja bandera. Esta etapa dura entre 25 y 16 días.

Etapa 6

Floración. Desde el brote de la panícula de la vaina de la hoja bandera hasta cuando se completa toda la panícula. Tiene una duración de 7 a 10 días.

Etapa 7

Grano lechoso. Desde la fertilización de las flores hasta cuando las espiguillas están llenas de un líquido lechoso. Varía de siete a 10 días.

Etapa 8

Grano pastoso. Desde cuando el líquido que contiene los granos tiene una consistencia lechosa hasta cuando la pastusa dura. Su periodo es de 10 a 13 días.

Etapa 9

Grano maduro. Desde cuando los granos contienen una consistencia pastosa, hasta cuando están totalmente maduro. Su tiempo es de 6 a 7 días (INIAP 2007).

1.5.4. Riego

Según Kraemer et al. (2018) en el mundo el Arroz se cultiva principalmente de dos formas:

1. Arroz de "Secano": se lo trabaja como un cultivo común. Esta forma de producir arroz, generalmente se realiza en lugares en las que tiene precipitaciones abundantes (1800 a 2500 milímetros anuales), y se aprovechan esas grandes

cantidades de agua que caen para lograr la producción. Los rendimientos con este sistema, rara vez superan los 4000 kg/ha.

2. Arroz de “Riego”: es un sistema más común y eficiente de cultivar arroz, y a pesar de que existen algunas diferencias entre diferentes lugares, se inundan las parcelas con una duración aproximada de 90 días durante el ciclo. Los rendimientos que se logran con arroz de riego pueden superar los 10.000 kilogramos por hectárea.

El hecho de que la planta de arroz pueda permanecer varios meses inundada y no morir ahogada se debe a que tiene un tejido especial que le permite transportar el oxígeno desde las hojas hacia las raíces. El arroz no es una planta acuática, se adapta a la inundación, pudiendo vivir tanto en suelos inundados como en suelos sin inundar.

1.5.5. Manejo de riego

La gestión del riego en el cultivo del arroz es actualmente muy ineficiente en el uso del agua. Dado el crecimiento proyectado en la producción de arroz para compensar el crecimiento de la población mundial, el uso eficiente del agua en este cultivo es de vital importancia. El arroz debe adaptarse a la disminución del agua disponible aumentando la eficiencia de su uso (Bhuiyan et al. 1995).

1.5.6. Eficiencia del uso del agua

La eficiencia en el uso del agua se puede definir de varias maneras. Desde un punto de vista fisiológico, la eficiencia puede verse como la cantidad de arroz producido por milímetro de agua evaporada. De manera tal que aquel cultivo que tiene una mejor relación: kg de arroz/mm de agua evapotranspirada es el más eficiente. Desde el punto de vista del riego la eficiencia en el uso del agua puede definirse como los kg de arroz producidos por metro cúbico de agua recibido. Esto es sumamente importante de determinar ya que puede suceder que una determinada estrategia de riego insuma una mayor cantidad de agua, pero a su vez logre mejores rendimientos (Roel 1999).

1.5.7. Lamina de agua

El cultivo de arroz por trasplante tradicionalmente permanece inundado durante la mayor parte de su ciclo biológico y muestra una alta adaptabilidad a estas condiciones, por lo que su producción consume una gran cantidad de agua, aunque menos que el cultivo sin labranza. Se evaluaron plantas que permanecieron en condiciones de inundación durante todo su ciclo y plantas que estuvieron expuestas a suspensión de la capa de agua en tres momentos diferentes en la fase de macollamiento por un período de 15 días. La suspensión de la capa de agua incrementó el rendimiento agrícola entre 16 y 32% con respecto al control inundado, y el rendimiento industrial promedió 67%. Los porcentajes mayores de granos enteros se lograron en los tratamientos sometidos a suspensión de la lámina, alcanzándose los mejores resultados con la suspensión a los 30 DDT. Este manejo permitió un ahorro de agua aproximadamente de 1 931,4 m³ ha⁻¹, respecto al tratamiento inundado. El agua ahorrada pudiera incrementar el área bajo riego en un 11,19 % para el cultivo del arroz (Ruiz et al. 2016).

Benavides y Jara (2014) Explican que la mejor forma de tener un manejo de agua eficiente debe utilizar una inundación intermitente con lo cual podría obtener 7.07 y 6.49 t/ha con una densidad de 260 a 100 lb/ha.

Ramírez (2019) demuestra que una comparación entre dos sistemas de riego como el sistema de inundación y el sistema de la Técnica Húmedo Seco la cual sugiere que se no se trabaje con inundación, en sus resultados explica que no existe una diferencia significativa entre las producciones de los dos sistemas, pero el uso de la Técnica Húmedo Seco refleja un ahorro de gran importancia de agua.

1.5.8. Nivelación de suelo

En general, la diferencia entre un campo desigual y un campo nivelado es que el campo nivelado requiere un 20-30% menos de volumen de agua. Es decir, lo que riega cuatro hectáreas mal niveladas puede, en promedio, irrigar cinco hectáreas bien niveladas, lo que se traduce en un importante ahorro de agua (MIDAGRI 2022).

1.6. Metodología de la investigación

El presente documento se llevará a cabo con la compilación de todo tipo de información a modo de investigación en las diversas páginas web, artículos científicos, revistas, fuentes y documentaciones bibliográficas y tesis de grado.

Finalizando, cabe resaltar que toda la información obtenida será efectuada mediante la técnica de análisis, síntesis y resumen, con el objetivo de instaurar la información específica en correspondencia a este proyecto, que lleva por temática Manejo y ahorro del agua en la producción de arroz (*Oryza sativa*) por trasplante, destacando de esta manera su importancia y fundamentos generales para el consentimiento académico y social del lector.

CAPITULO II

2.1. Desarrollo del caso

El presente trabajo de modalidad de examen Complexivo previo a la obtención de ingeniero agrónomo, el mismo que se efectuó con la finalidad de saber sobre Manejo y ahorro del agua en la producción de arroz (*Oryza sativa*) por trasplante

2.2. Situaciones detectadas

El arroz es un cultivo que puede crecer tanto en terrenos secos como inundados. Por lo tanto, la altura del nivel freático no es un factor determinante para lograr altos rendimientos. Se utiliza principalmente como barrera para evitar la reaparición de malas hierbas, para estabilizar el pH del suelo y la disponibilidad de nutrientes para el cultivo, y como termorregulador. La altura recomendada para la lámina de agua es de 5 a 10 cm, sin embargo, es común que los productores usen láminas de 15 a 20 cm ya que sus parcelas están mal niveladas, lo que aumenta la cantidad de agua utilizada durante el ciclo de cosecha. Las capas de agua mayores a 10 cm, además del mayor consumo de agua, interrumpen el macollamiento de las plantas y pueden provocar el acame de variedades propensas al acame, así como estimular la aparición de enfermedades, entre otros problemas. La nivelación del suelo de arroz es fundamental para una adecuada gestión y conservación del agua (MIDAGRI 2022).

2.3. Soluciones planteadas

La agricultura actual debe adaptarse y convertirse en una actividad más eficiente en aspectos ambientales a fin de minimizar el uso de agua para prevenir prácticas de desperdicio y así poder detener la contaminación.

Se debe medir y optimizar el consumo de agua para la producción de cultivos y su procesamiento mediante el diseño de un sistema de riego eficiente con el que el porcentaje de pérdidas se reduzca.

Establecer un plan de riego es una actividad que se debe tomar en cuenta muchos aspectos importantes como evapotranspiración, la capacidad de campo, las propiedades del suelo, con lo que se puede garantizar la reducción del uso del agua en el cultivo de arroz favoreciendo su desarrollo y aumentando su rendimiento.

2.4. Conclusiones

El uso de una lamina entre los 5 a 10 centímetros es la cantidad necesaria para crear una optima utilidad del recurso hídrico, con esto garantizamos el desarrollo y el ahorro del agua.

El manejo del agua es un aspecto muy importarte en el desarrollo del arroz por trasplante debido a que lleva una preparación mediante fangeo, por ende, se debe preparar bien el suelo debido a que, si esta nivelado se pude ahorrar un 20 a 30% de agua, además si se utiliza variedades de ciclo intermedio se puede ahorrar un 10 a 15% de agua

El diseño y construcción de un sistema de riego eficiente con una adecuada distribución del recurso hídrico se podría ahorrar un 10% de volumen de agua.

2.5. Recomendaciones

Es importante realizar estudios sobre la cantidad de agua utilizada en la producción de arroz para poder detallar los porcentajes eficiencia del uso del agua.

Se recomienda dejar el uso excesivo de agua en el cultivo de arroz ya que esto no garantiza el rendimiento del cultivo.

Se recomienda realizar la nivelación mecanizada en suelo seco para poder realizar un trabajo sin desperdicio de agua.

Se recomienda esperar que el suelo sece ocho días después del trasplante, además de realizar control de malezas y aplicaciones de fertilizantes, esto podrá garantizar un buen desarrollo del cultivo además que se reduce el uso de agua.

BIBLIOGRAFÍA

Bernier, J.; Atlin, G. N.; Serraj, R.; Kumar, A. y Spaner, D. 2008 . “Breeding upland rice for drought resistance”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 88, no. 6, pp. 927-939, ISSN 1097-0010, DOI 10.1002/jsfa.3153.

Esparza Abad, M. A. 2019. *Tolerancia de cultivares de arroz (Oryza sativa L.), al complejo del manchado de grano en la época lluviosa en la zona de Babahoyo* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019).

Dunn, B. W. y Gaydon, D. S. 2011. Rice growth, yield and water productivity responses to irrigation scheduling prior to the delayed application of continuous flooding in south-east Australia . *Agricultural Water Management*, vol. 98, no. 12, pp. 1799-1807, ISSN 0378-3774, DOI 10.1016/j.agwat.2011.07.004.

Bernardi, L. 2018. Perfil del mercado de arroz (en línea, sitio web). Disponible en [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/_archivos/000030_Informes/000020_Arroz/000021_Perfil del Arroz - 2017.pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/_archivos/000030_Informes/000020_Arroz/000021_Perfil%20del%20Arroz%202017.pdf)

Benavides, Á., E. Jara. 2014. Comparación de tres sistemas de riego para la producción de arroz con tres densidades de siembra en Zamorano. Tesis Ing. Agr., Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 20 p.

Espinoza, J. R., Romero, E. E., & Simba , A. L. (2016). Elaboración de un programa de manejo del agua para riego. Zamorano: Tesis.

Benavides, A; Jara, E. 2014. Comparación de tres sistemas de riego para la producción de arroz con tres densidades de siembra en Zamorano (en línea). trabajo de graduacion. Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. . Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/1b3c2abc-7d68-4ff4-9590-13f886d732d3/content>.

Bhuiyan, S; Sattar, M; Khan, M. 1995. Improving water use in rice irrigation through wet-seeding. :16.

INIAP. 2007. Manual del Cultivo de Arroz. Guayaquil .

_____. 2014. ARROZ (en línea). . Disponible en <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rarroz>.

Junco, S. 2020. "Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa*) mediante Sistema Intensivo o SRI" (en línea). tesis de grado. Babahoyo, Los Rios, Ecuador, Universidad Tecnica de Babahoyo. 29 p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8369/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000252.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Kraemer, A; Moulin, J; Marin, A; Kruger, D; Herber, L. 2018. Principios básicos para el Manejo del Riego en el cultivo de Arroz (en línea). Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 24 p. Disponible en https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Manual_Aguador.pdf.

MIDAGRI. 2022. Ficha técnica Altura de la lámina de agua (en línea). . Disponible en <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/111411/Practicas%20uso%20eficiente%20del%20agua%20en%20Arroz-Peru.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

_____. 2022. Ficha técnica: Nivelación de suelos para uso eficiente del agua. :3.

Ramírez, J. 2019. ALIDACION DE DOS PRÁCTICAS DE MANEJO AGUA PARA RIEGO EN ARROZ (*Oryza sativa*, L), EN CINCO LOCALIDADES DE NICARAGUA, 2017-2018. :20.

Roel, A. 1999. RIEGO EN ARROZ: manejo eficiente de la inundación. Montevideo- Uruguay, Unidad de difusión e información tecnológica del INIA, (no. 67).

Ruiz, M; Muñoz, Y; Dell'Amico, J; Polón Pérez. 2016. MANEJO DEL AGUA DE RIEGO EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) POR TRASPLANTE, SU EFECTO EN EL RENDIMIENTO AGRÍCOLA E INDUSTRIAL. (Serie Cultivos tropicales) 37(3):178-186. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2649.8800>.