

**Efecto de la humedad de suelo en arroz
(*Oryza sativa* L.) bajo el sistema de riego por
goteo, a dos densidades de siembra**

Carlos Emilio Argueta Moran

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2017

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de la humedad de suelo en arroz
(*Oryza sativa* L.) bajo el sistema de riego por
goteo, a dos densidades de siembra**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por

Carlos Emilio Argueta Moran

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2017

Efecto de la humedad de suelo en arroz (*Oryza sativa* L.) bajo el sistema de riego por goteo, a dos densidades de siembra

Carlos Emilio Argueta Moran

Resumen. El arroz constituye uno de los cereales de mayor producción y consumo a escala mundial, con alta producción en Asia. Comúnmente, el arroz se siembra más bajo inundación, utilizando aproximadamente de 10,000 a 20,000 m³/ha de agua en aproximadamente, 100 días de riego. En la actualidad, el uso del agua es uno de los aspectos más importantes a considerar en la actividad agrícola mundial ya que las sequías y escasez de agua es una limitante para la producción de cereales. El objetivo del presente estudio fue comparar el efecto de dos humedades: alta humedad y media humedad aplicadas al suelo diariamente durante el ciclo de producción en parcelas con dos densidades de siembra en surcos de arroz bajo el sistema de riego por goteo. Se utilizó un diseño de parcelas divididas con arreglo factorial de 2 × 2, con cinco repeticiones. Se midieron las variables Altura de la planta, macollamiento, rendimiento, peso específico de la semilla y porcentaje de floración. Mientras que el arreglo de siembra no causó ningún cambio en las variables medidas, el suelo llevado a alta humedad diariamente causó mayor número y mejor desarrollo de macollas, mayor altura de plantas y mayor porcentaje de plantas florecidas a antesis. De la misma manera, el riego de alta humedad resultó en un rendimiento de 6.8 t/ha comparado con un rendimiento de 5.29 t/ha en suelo regado a media humedad. El peso específico de la semilla no fue afectado por ninguna de los factores en estudio.

Palabras clave: Agua, arroz, goteo, peso, producción, rendimiento.

Abstract. Rice is one of the world's largest production and consumption cereals, with high production in Asia. Typically, rice is planted under flooding, using approximately 10,000 to 20,000 m³ / ha of water in approximately 100 days of irrigation. Currently, water use is one of the most important aspects to consider in world agricultural activity as droughts and water scarcity is a limiting factor for cereal production. The objective of the present study was to compare the effect of two soil moistures levels: high moisture and medium moisture maintained in the soil throughout the production in plots with two sowing arrangements in furrows under the drip irrigation system. A split plot design with 2 × 2 factorial arrangement was used, with five replications. The following variables were measured: Plant height, tillering, yield, specific seed weight and percentage of flowering. While the sowing arrangement did not cause any change in the measured variables, high moisture caused a greater number and better development of litters, higher plant height and greater percentage of plants bloomed to anthesis. In the same way, high moisture resulted an in yield of 6.8 t/ha of rice compared to an average yield of 5.29 t/ha in medium moisture. The specific weight of the seed was not affected by any of the factors under study.

Key words: Drip, production, rice, water, weight, yield.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de Cuadros y Figuras	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES	13
6. LITERATURA CITADA.....	14

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros	Página
1. Tratamientos en la evaluación de la humedad de suelo del cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.	7
2. Significancia del efecto los factores humedad y densidad de siembra en el macollamiento, altura, floración, rendimiento y peso específico. En el cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.	8
3. Efecto de la humedad de riego en el macollamiento del cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.	9
4. Efecto de la humedad de riego en la altura de la planta del cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.	9
5. Efecto de la humedad de riego en el porcentaje de floración del cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.	10
6. Efecto de la humedad de riego en el rendimiento del cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.	10
7. Efecto de la humedad de riego en el peso específico de 100 semillas del cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.	11
Figuras	Página
1. Preparación manual de las parcelas de arroz en el lote 10 de Zona II de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	3
2. Parcela con sistema de riego por goteo instalada a dos cintas por metro para el cultivo de arroz en el lote 10 de Zona II en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	5
3. Cosecha manual del cultivo de arroz a los 150 días después de siembra ubicado en el lote 10 de Zona II en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.	6

1. INTRODUCCIÓN

El arroz constituye uno de los cereales de alta producción y consumo a escala mundial. Es cultivado en los diferentes continentes, pero su mayor producción se encuentra en Asia. El cultivo de arroz y trigo son de mucha importancia a nivel mundial. Hasta hace menos de una década el consumo per cápita de arroz estaba en 58 kg/habitante/año, esto incluye un crecimiento de más de 20 kg/habitante en 40 años (Villar 2008). El arroz es considerado un cultivo extensivo, ya que se puede sembrar en altas densidades y grandes extensiones de tierra. Comúnmente, el arroz se produce bajo riego por inundación, sin embargo, existen áreas de producción de arroz de secano, ya sea de secano no favorecido (sin aplicación de agua de riego) o arroz de secano favorecido (aplicación de agua para subsistencia).

El recurso hídrico es uno de los factores más importantes en la producción del cultivo de arroz, ya que el agua es un recurso limitado y de mayores costos de producción, por lo que es necesario verificar la disponibilidad de agua en las diferentes zonas de producción de arroz (Díaz et al. 1989). Para poder producir un kilogramo de arroz son necesarios de 3,000 a 5,000 litros de agua (Bouman et al. 2002) Debido a que en su mayoría la producción de arroz se cultiva bajo riego por inundación, el cultivo de arroz es el mayor usuario de los recursos de agua dulce en todo el mundo, especialmente en Asia, donde se cultiva el 90% del arroz (Yadav y Reyes 2017).

El tipo de riego a utilizar puede influir en el desarrollo y rendimiento del cultivo, debido al alto uso de agua para su producción. La reducción de una lámina de agua de ocho a cuatro pulgadas puede reducir significativamente el gasto de agua destinado para la producción de arroz sin cambiar el rendimiento. Una problemática que surge actualmente es la poca disponibilidad de agua para la producción de alimentos. La escasez y sobreutilización del recurso hídrico constituye una amenaza a nivel mundial para la producción de granos y cereales. Una de las mayores dificultades que enfrentan los productores en la mayoría de los países es la sequía, sobre todo para la producción del cultivo de arroz, en la que el agua constituye una de las principales limitantes para la producción de dicho cereal (Maqueira et al. 2014) En la actualidad se debe de tomar en cuenta el cambio climático que se está dando en todo el mundo y ese cambio puede afectar el requerimiento de los cultivos, en especial el cultivo de arroz. La aplicación de nuevas tecnologías de riego adaptadas a las condiciones de arroz de secano favorecido y que permitan aumentar los rendimientos y minimizar el uso del agua por el cultivo pueden ser una alternativa ante la problemática de producción del arroz.

La mayoría de cultivos hace uso del agua, principalmente, para sus funciones de transpiración. En el sistema de cultivo de arroz el requerimiento hídrico tiene tres propósitos principales: evapotranspiración, infiltración y percolación; y preparación del terreno para

macollamiento (FAO 2004). El agua es fundamental para un buen macollamiento y para el desarrollo del cultivo hasta aproximadamente, 10 días antes de la cosecha (FAO 2011). En un experimento previo realizado en el 2014, se determinó que el arroz bajo riego por inundación tuvo una producción de casi 11 t/ha; mientras que el arroz por aspersión logró 2 t/ha menos (Benavides y Jara 2014). Esto se debe a que diferentes densidades de siembra combinadas con alta cantidad del recurso hídrico incrementan el rendimiento ya que las plantas poseen tolerancia a altas láminas de agua. Otra desventaja que genera el riego por aspersión es el control de malezas que se vuelve más complejo que en el riego por inundación. Por esta razón, se decidió evaluar el arroz a un estado de saturación del suelo y de capacidad de campo, bajo riego por goteo, para hacer un uso más eficiente del agua y disminuir el problema de las malezas, que a su vez son hospederos de plagas y vectores de enfermedades.

La densidad de siembra es otro aspecto importante para considerar la producción del cultivo, ya que se relaciona directamente con el número de macollas que llega a tener la planta. A menor densidad le permite a la planta desarrollar mejor y mayor cantidad de macollas por planta ya que tiene mayor área disponible para macollar y desarrollarse (Benavides y Jara 2014). El rango de variación es amplio, puede ir desde tres macollas por planta con una alta densidad, hasta 15 macollas en bajas densidades (Olmos 2007). En la evaluación del experimento se cambió la densidad por parcela al cambiar el número de surcos por parcela, de tal manera que hubo parcelas de 18 surcos y parcelas de 15 surcos.

- El objetivo del estudio fue: Evaluar el efecto de dos humedades de riego por goteo y dos densidades de siembra en el macollamiento, altura de planta, porcentaje de floración, rendimiento, peso específico.

2. METODOLOGÍA

Ubicación. El estudio se llevó a cabo en el lote # 10 de Zona II de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. El terreno tiene una altura de 790 msnm y una precipitación de 1100 mm anuales, con una temperatura de 27 °C.

Cultivo. El cultivo utilizado en el experimento fue arroz (*Oryza sativa* L.). La semilla de arroz utilizada fue: arroz seco favorecido de la variedad “Dicta-Comayagua”. La distancia entre surcos fue de 20 cm en las parcelas de cinco surcos por metro y en las parcelas de seis surcos por metro fue de 16 cm. Distancia entre plantas no hubo ya que se sembró a chorro corrido.

Prácticas Culturales.

Preparación de terreno. El terreno seleccionado fue el lote 10 de Zona II en Zamorano anteriormente había sido usado para la producción de maíz, por lo cual después de la cosecha se preparó el terreno pasando una rastra pesada y un pase de rastra liviana para que el suelo quedara debidamente mullido y listo para la siembra de arroz. Posteriormente se trabajó con azadón para preparar las parcelas y hacer los surcos (Figura 1).



Figura 1. Preparación manual de las parcelas de arroz en el lote 10 de Zona II de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Siembra. La siembra se realizó con la semilla de arroz (*Oryza sativa* L.) de la variedad “Dicta-Comayagua”. Esta se realizó el viernes 27 de enero del 2017. La semilla se distribuyó en los surcos a chorro corrido, manteniendo constante la cantidad por surco. Las parcelas de siembra se dividieron en dos grupos de acuerdo a la humedad a la que se llevó el suelo diariamente: parcelas a alta humedad y parcelas a media humedad. Posteriormente, cada parcela se dividió en subparcelas de 15 o 18 surcos en tres metros de ancho en todas las parcelas. De esta manera fue modificada la densidad de semilla a sembrar en cada parcela, se sembró un promedio de 4.08 kg en todo el experimento.

Fertilización. La fertilización se realizó a los 30 días de sembrado, en la primera aplicación se utilizó fertilizante con la fórmula 18-46-0 y KCl. Se aplicó una dosis de 8.8 lb de DAP (18-46-0) y 17.08 lb de UREA (46-0-0) en todo el experimento, con esta aplicación se cubrió la necesidad de fósforo y una parte de nitrógeno. Esta aplicación equivale aportar nitrógeno 142.8 kg/ha, fósforo 27.2 kg/ha, potasio 170 kg/ha. Dos semanas después, al día 40 se hizo la segunda fertilización, se fertilizó por primera vez con fertilizante KCl (0-0-60).

Control de malezas. Se aplicó el herbicida ARROMAX[®] que es selectivo para el arroz, con acción residual. Este herbicida es de contacto, controla gramíneas y hoja ancha sus ingredientes activos son propanil y clomazone. Se aplicó a una dosis de 4.5 L/ha en 300 litros de agua, los alrededores y calles entre parcelas se desmalezaron con azadón para garantizar una eliminación total de las malezas en esas áreas. Estas medidas de control se aplicaron 35 días después de la siembra, a los 80 días después de siembra se realizó un control de malezas de manera manual.

Riego. Se utilizó cinta de riego marca AZUDLINE[®], se colocaron dos cintas por metro en cada parcela, para un total de seis cintas de goteo por parcela, ya fuera esta de 15 o 18 surcos (Figura 2). El caudal de la cinta fue de 2.5 L/gotero/hora, cada gotero tiene un distanciamiento entre sí de 20 cm, para un total de cinco goteros por metro. La cantidad de agua aplicada a la parcela llevada a alta humedad fue de cuatro horas/día aplicando una lámina de agua de 9 mm/día y a la parcela llevada a media humedad fue de dos horas/día aplicando una lámina de agua de 5 mm/día.



Figura 2. Parcela con sistema de riego por goteo instalada a dos cintas por metro para el cultivo de arroz en el lote 10 de Zona II en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Cosecha. La cosecha se llevó a cabo manualmente a los 150 días después de siembra del cultivo. Se determinó un área muestral de 3 m de largo \times 0.50 m de ancho, determinando un área total de 1.5 m². Las plantas se cortaron al pie de planta, aproximadamente a una altura de 10 cm del suelo. Se hizo un trillado manual, separando el grano de arroz de la panícula por medio de la práctica de aporreado. Una vez que el grano estaba separado se procedió a limpiarlo de cualquier partícula que pudo afectar el peso del grano por parcela, posteriormente se pesó el total del grano cosechado por parcela y se llevó al laboratorio para determinar la humedad.



Figura 3. Cosecha manual del cultivo de arroz a los 150 días después de siembra ubicado en el lote 10 de Zona II en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Variables medidas.

- **Macollamiento:** se eligieron dos surcos de en medio para evitar el efecto borde. Se contó el número de macollas que habían en una área asignada al azar para determinar el número de macollas en esa área de la parcela y luego para calcular el promedio de cada parcela. Esta variable se tomó a los 40 días y durante la etapa de diferenciación.
- **Altura de la planta:** se eligieron aleatoriamente 15 plantas de cada parcela dentro de las líneas centrales que se predestinaron para muestreo y se midió desde la base del tallo hasta donde emerge la panícula al iniciar la floración.
- **Peso específico:** al finalizar la cosecha se separó el grano de la panícula y se muestreo la humedad del grano de cada parcela. Después de haber tomado el muestreo de humedad se contaron cien semillas aleatoriamente y se registró su peso.
- **Floración:** el porcentaje de floración se midió al momento que la planta pasó del estado vegetativo al estado reproductivo, esto se determinó aproximadamente, a los 90 días ya que esta variedad es de ciclo largo. Se registró el número de plantas que estaban en floración (emergencia de la panícula) durante el transcurso de cinco días y al finalizar el periodo de evaluación se tomó el porcentaje de plantas en floración de cada parcela.
- **Rendimiento:** se cortó la planta a una altura de 10 cm del suelo, después se trilló el material hasta que el grano quedó sin ningún material vegetativo. El grano de cada parcela se pesó y se determinó la humedad del mismo para corregir su peso al 12% de humedad para posteriormente calcular los kg/hectárea que se obtuvieron por parcela.

Tratamientos

El estudio constó de dos factores a probar en el cultivo de arroz. Los factores evaluados fueron: dos densidades de siembra y dos humedades de suelo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos en la evaluación de la humedad de suelo del cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Densidad (g de semilla/ha)	Espacio entre hileras de siembra	Humedad del suelo	Lámina de riego (mm/día)
136,333	20 cm	Alta humedad	9
		Baja humedad	5
166,333	16 cm	Alta humedad	9
		Baja humedad	5

Diseño Experimental. El experimento se llevó a cabo utilizando un diseño de bloques completos al azar, DBCA con un arreglo factorial 2×2 en parcelas divididas. Se obtuvieron cinco repeticiones y la combinación de tratamientos fue aleatorizada en cada bloque. El área total del experimento fue de 435 m², las parcelas fueron divididas por calles de un metro entre las parcelas principales y dos metros entre bloques. Cada parcela experimental tuvo una longitud de 5 m de largo y 3 m de ancho para un total de 15 m² por parcela, en total se obtuvieron 20 parcelas experimentales.

Análisis Estadístico. Se realizó un análisis de Modelos Lineales Generalizados (GLM) para definir la significancia con una probabilidad ≤ 0.05 . Los datos obtenidos en las variables medidas fueron analizados mediante una separación de medias por el método de Duncan y LSMEANS comparando los tratamientos. Se utilizó el Sistema de Análisis Estadístico (SAS[®] versión 9).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La humedad del suelo afectó el macollamiento, altura de planta, floración y rendimiento del cultivo de arroz bajo riego por goteo, sin embargo, no tuvo ningún efecto en el peso específico del grano (Cuadro 2). La densidad no causó efecto alguno en las variables en el estudio.

Cuadro 2. Significancia del efecto los factores humedad y densidad de siembra en el macollamiento, altura, floración, rendimiento y peso específico. En el cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Factores	Macollamiento macollas/planta	Altura cm	Rendimiento kg/ha	Floración %	Peso específico 100 semillas
Humedad	*	*	*	*	ns
Densidad	ns	ns	ns	ns	ns
Humedad×Densidad	ns	ns	ns	ns	ns

ns = no existieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

*= diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

El suelo, llevado a alta humedad resultó en un mayor número de macollas por planta (nueve macollas/planta), comparado con el suelo llevado a media humedad (siete macollas/planta). Shi et al (2002) evaluó el efecto de diferentes prácticas de manejo de agua en arroz, el cual se encontraron resultados similares al presente estudio en cuanto a la siembra de arroz por inundación intermitente que presentó un macollamiento similar a la siembra de arroz secano favorecido. Páez y Barrios (1995) mencionan en su documento que en un suelo saturado la planta desarrolla mayor macollamiento, ya que según su estudio esas son las condiciones más ideales para la producción de macollas.

Cuadro 3. Efecto de la humedad de riego en el macollamiento del cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Humedad	Macollas/planta (No.)
Alta Humedad	9 a
Media Humedad	7 b

ab= Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí ($P \leq 0.05$)

Similarmente, plantas desarrolladas a alta humedad fueron en promedio, más altos que las plantas que crecieron a media humedad (Cuadro 4). Yoshida (1981) observó que plantas de arroz desarrolladas bajo una lámina de agua mayor tuvieron mayor elongación como respuesta fisiológica de las plantas para capturar más oxígeno. En el cultivo de arroz bajo riego por goteo lo más cercano a riego por inundación sería la aplicación de riego a alta humedad, es posible que un suelo a alta humedad provea el requerimiento de agua que necesita el arroz para superar significativamente los índices de crecimiento y producción y llevarlas a niveles similares al sistema de riego por inundación.

Cuadro 4. Efecto de la humedad de riego en la altura de la planta del cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Humedad	Altura (cm)
Alta Humedad	87 a
Media Humedad	81 b

ab= Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

La temperatura es uno de los factores de clima que más puede afectar el cultivo del arroz, este ejerce efecto sobre el crecimiento, desarrollo y floración de la planta (Velázquez et al. 2015). Por esta razón el cultivo requiere de altas necesidades hídricas, en el experimento se puede observar que si se obtuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las parcelas a las que se les implementó alta humedad de suelo, que presentaron un mayor porcentaje de 88% de floración en comparación con media humedad de suelo que presentó un porcentaje de 71% (Cuadro 5). Estos resultados coinciden con los de Monasterio et al. (2012), donde se demostró que una lámina mayor de agua obtuvo los valores más altos en cuanto a floración y menores valores con una lámina menor de agua. Esto nos indica que en un riego de alta humedad de suelo, el macollamiento es más abundante y a la vez genera un mayor y más uniforme porcentaje de floración.

Cuadro 5. Efecto de la humedad de riego en el porcentaje de floración del cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Humedad	Floración (%)
Alta Humedad	88 a
Media Humedad	71 b

ab= Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

Las parcelas a las que se les aplicó alta humedad de suelo obtuvieron un mayor rendimiento con una media de 681.8 kg/ha, en comparación con una media de 531.8 kg/ha obtenidos a media humedad de suelo (Cuadro 6). Monasterio et al. (2012) evaluaron el desarrollo y producción de arroz con diferentes profundidades de lámina de agua. Estos obtuvieron resultados similares al presente estudio ya que destacaron que la planta cuando es sometida a láminas altas de agua aumenta su potencial de producción.

Cuadro 6. Efecto de la humedad de riego en el rendimiento del cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Humedad	Rendimiento (t/ha)
Alta Humedad	6.8 a
Media Humedad	5.29 b

ab= Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

A pesar que a alta humedad de suelo se obtuvo mayor rendimiento, el peso específico del grano no fue diferente en las dos humedades de suelo medidas (Cuadro 7). Esto concuerda con los estudios obtenidos por Echeverría (2015) la cual no encontró diferencias en el peso específico. Monasterio et al. (2012) evaluaron desarrollo y producción de arroz con diferentes profundidades de láminas de agua, el cual tampoco obtuvo diferencias significativas en la variable de peso específico de 1,000 semillas en los tratamientos. Esto indica la poca influencia que ejerce la lámina de agua una vez aportado el requerimiento que coincide con Bernis (2004), que explica que peso medio de 1,000 semillas es un valor o parámetro de gran importancia ya que constituye un factor esencial de rendimiento del arroz.

Cuadro 7. Efecto de la humedad de riego en el peso específico de 100 semillas del cultivo de arroz bajo el sistema de riego por goteo en el lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.

Humedad	Peso Específico (100 semillas)
Alta Humedad	2.407
Media Humedad	2.495

ab= Medias seguidas con la misma letra no difieren entre sí ($P \leq 0.05$).

4. CONCLUSIONES

- Los arreglos de siembra utilizados no tuvieron efecto significativo en las variables de altura, macollamiento, rendimiento, y peso específico del arroz por lo tanto para la producción de arroz se puede sembrar 5 o 6 surcos/metro en riego por goteo.
- A altas humedades de suelo la altura de la planta, macollamiento, rendimiento, y floración del arroz fue superior a suelo con media humedad.
- El peso específico de la semilla no es afectado por la humedad de riego o el arreglo de siembra en el cultivo del arroz.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para el cultivo de arroz bajo riego por goteo cualquiera de los dos arreglos de siembra evaluados en el estudio ya que ambos no influyeron en ninguna de las variables del estudio.
- Se recomienda aplicar alta humedad de suelo para la producción de arroz bajo el sistema de riego por goteo.
- Calcular el coeficiente del cultivo (k_c) del arroz bajo las condiciones de Zamorano, para maximizar el uso de agua bajo el sistema de riego por goteo.

6. LITERATURA CITADA

- Benavides Cabezas A, Jara Velasteguí E. 2014. Comparación de tres sistemas de riego para la producción de arroz con tres densidades de siembra en Zamorano [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 10 p.
- Bernis J. 2004. Variedades y mejora del arroz (*Oryza sativa* L.). Mejora del arroz (*Oryza sativa* L.). Primera edición. Catalunya (España). Universidad Internacional de Catalunya y la asociación de ingenieros; [consultado 2017 jul 26]. 285 p. http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:UNEDCentroAsociadoTortosa-Libros-5025/Franquet_Bernis_JoseMaria_Variedades.pdf
- Bouman B, Hengsdijk H, Hardy B, Bindraban P, Tuong T, Ladha J. 2002. Water-wise rice production. Los Baños (Filipinas): Water-wise rice production: Foreword. International Rice Research Institute; [consultado 2017 jun 12]. p vii. http://books.irri.org/9712201821_content.pdf
- Díaz A, Carbonell J, Vasquez G, Bejarano L. 1989. Nivelacion de lote para la producción de arroz de riego. Cali (Colombia): CIAT; [consultado 2017 jun 23]. 52 p. https://books.google.com.co/books?id=xBku6AJ6r00C&printsec=frontcover&source=gbs_atb&hl=es#v=onepage&q&f=false
- Echeverría Bodden O. 2015. Efecto de tres sistemas de riego y dos variedades en el rendimiento de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo dos métodos de siembra [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 12 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Folleto: Año Internacional del arroz, el arroz es vida. FAO; [consultado 2017 jul 10]. <http://www.fao.org/rice2004/es/rice-us.htm>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2011. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. Problemas y limitaciones de la producción de arroz. FAO; [consultado 2017 jul 08]. <http://www.fao.org/docrep/006/y2778s/y2778s00.htm#Contents>
- Maqueira L, Torres W, González D, Shiraiishi M. 2014. Evaluación del comportamiento de variables del crecimiento en variedades de arroz de tipo japónica bajo condiciones de secano favorecido. La Habana (Cuba): cultrop; [consultado 2017 jun 20] vol.35 no.1. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000100006

- Monasterio P, Lugo L, Alvaréz L, López H. 2012. Desarrollo y producción de arroz (*Oryza sativa* L.) con diferentes profundidades de láminas de agua en Calabozo, Venezuela. Revista Científica UDO Agrícola; [consultado 2017 jun 15]. 12 (1): 117-126. file:///D:/Respaldo/C/Users/carlos.argueta/Downloads/Dialnet-DesarrolloYProduccionDeArrozOryzaSativaLConDiferen-4277167%20(3).pdf
- Olmos S. 2007. Apunte de morfología, fenología, ecofisiología y mejoramiento genético del arroz. Cátedra de cultivos II. Argentina: UNNE; [consultado 2017 jul 25]. <http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- Paéz O, Barrios C. 1995. Efecto de la interacción densidad de siembra-lámina de agua sobre el crecimiento, desarrollo y producción de arroz en época de verano. Rev. Fac. Agron. (LUZ); [consultado 2017 jul 28]. 12: 25-30. file:///D:/Respaldo/C/Users/carlos.argueta/Downloads/11548-11819-1-PB%20(4).pdf
- Shi Q, Zeng X, Li M, Tan X, Xu F. 2002. Effects of different water management practices on rice growth. In: Water-wise Rice Production :Intermittent irrigation, by Bouman B, Hengsdijk H, Hardy B, Bindraban P, Tuong T and Ladha J. Los Baños (Filipinas): International Rice Research Institute; [consultado 2017 jun 21]. Vol. p 3-13. http://books.irri.org/9712201821_content.pdf
- Velázquez J, Rosales A, Rodríguez H, Salas R. 2015. Determinación de las etapas de inicio de macollamiento, inicio de primordio, floración y madurez en la planta de arroz, con el sistema s, v y r correlacionado con la sumatoria térmica. Universidad de Costa Rica (Costa Rica): Centro de Investigaciones Agronómicas. Agronomía Costarricense; [consultado 2017 mayo 19]. 39(2): 121-129. http://www.mag.go.cr/rev_agr/v39n02_121.pdf
- Villar P. 2008. Análisis del mercado mundial de arroz. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). XVI Jornadas técnicas de arroz. Zaragoza (España); [consultado 2017 mayo 27]. http://www.infoarroz.org/portal/uploadfiles/20080212142543_9_analisis_del_mercado_mundial_de_arroz__patricio_mendez_del_villar.pdf
- Yadav S, Reyes L. 2016. Why invest in optimizing water use in rice farming. Rice Today. [consultado 2017 Jun 23]. <http://ricetoday.irri.org/why-invest-in-optimizing-water-use-in-rice-farming/>
- Yoshida S. 1981. Fundamentals of rice crop science. Los Baños (Filipinas): International Rice Research Institute; [consultado 2017 jun 10]. 269 p. http://books.irri.org/9711040522_content.pdf