

**Efecto de la aplicación foliar de silicio y  
VIUSID<sup>®</sup> agro en el desarrollo y rendimiento  
del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) bajo dos  
sistemas de riego**

**Jeferson Jeancarlos Vargas Cazar**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Efecto de la aplicación foliar de silicio y  
VIUSID<sup>®</sup> agro en el desarrollo y rendimiento  
del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) bajo dos  
sistemas de riego**

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

Presentado por:

**Jeferson Jeancarlos Vargas Cazar**

**Zamorano, Honduras**

Noviembre, 2019

## **Efecto de la aplicación foliar de silicio y VIUSID®agro en el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) bajo dos sistemas de riego**

**Jeferson Jeancarlos Vargas Cazar**

**Resumen.** La disponibilidad de agua y la capacidad de absorción de arsénico son parte de las limitantes para la producción de arroz en inundación. Los objetivos del estudio fueron evaluar el efecto de aplicaciones foliares de silicio y VIUSID®agro en el desarrollo y rendimiento del arroz bajo riego por goteo e inundación y determinar la concentración de arsénico en el agua, suelo y tejido vegetal. El experimento se realizó en el lote 10, Zona II de Zamorano, utilizando la variedad de arroz DICTA Playitas (FL6-88). Se utilizó un DBCA, en un arreglo de parcelas divididas con tres repeticiones. Las parcelas fueron tipo de riego (inundación, goteo a capacidad de campo y goteo a saturación) y las subparcelas las aplicaciones foliares (VIUSID®agro a 0.7 L/ha y silicio a 1.62 L/ha) más el tratamiento control. Las variables evaluadas fueron: Altura de la planta, número de panículas, tamaño de panícula, peso específico de 1,000 semillas, rendimiento, incidencia y severidad de tizón del arroz y la concentración de arsénico en el agua de riego, suelo y tejido vegetal. El riego por inundación presentó plantas más altas, floración más temprana, mayor número de panículas y mayor peso del grano, sin embargo, el rendimiento no fue estadísticamente superior al riego por goteo. VIUSID®agro tuvo un efecto positivo debido a que las plantas mostraron mayor altura y precocidad. La aplicación de VIUSID®agro (10,022 kg/ha) y silicio (9,725 kg/ha) resultó en mayor rendimiento que el tratamiento control (8,573 kg/ha). La concentración de arsénico en el tejido vegetal fue de 0.38 mg/kg.

**Palabras clave:** Aminoácidos, arsénico, riego por goteo, riego por inundación.

**Abstract.** Water availability and arsenic absorption capacity are part of the constraints for rice production in flood irrigation. The objectives of the study were to evaluate the effect of foliar applications of silicon and VIUSID®agro on the development and yield of rice under drip and flood irrigation and to determine the concentration of arsenic in water, soil and plant tissue. The experiment was carry out in lot 10, Zone II of Zamorano, using the DICTA Playitas rice variety (FL6-88). ARCBD was use, in an arrangement of split plots with three repetitions. The plots were type of irrigation (flood, drip to field capacity and drip to saturation) and the sub plots the foliar applications (VIUSID®agro at 0.7 L/ha and silicon at 1.62 L/ha) plus the control treatment. The variables evaluated were plant height, number of panicles, panicle size, specific weight of 1,000 seeds, yield, incidence and severity of rice blight and arsenic concentration in irrigation water, soil and plant tissue. Flood irrigation presented higher plants, earlier flowering, greater number of panicles and greater grain weight, however, the yield was not significantly superior to drip irrigation. VIUSID®agro had a positive effect because the plants showed greater height and precocity. The application of VIUSID®agro (10,022 kg/ha) and silicon (9,725 kg/ha) resulted in a higher yield than the control treatment (8,573 kg/ha). The arsenic concentration in plant tissue was 0.38 mg/kg.

**Key words:** Aminoacids, arsenic, drip irrigation, flood irrigation.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	V
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>11</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>18</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>19</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>22</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Descripción de los nueve tratamientos del experimento.....	5
2. Requerimiento nutricional del cultivo de arroz ( <i>Oryza sativa</i> L.) en kg/ha en base a tonelada métrica de producción.....	7
3. Porcentaje de nutrientes para el cultivo de arroz fraccionado en tres aplicaciones.....	8
4. Tabla de significancia del efecto de riego, aplicaciones foliares y su interacción para las variables altura de la planta, tamaño de la panícula, días a floración, número de panículas, peso específico, sanidad del cultivo y rendimiento.....	11
5. Efecto del tipo de riego sobre las variables altura de la planta, días a floración, incidencia y severidad de daño del tizón del arroz ( <i>Pyricularia oryzae</i> ).....	12
6. Efecto del tipo de riego sobre las variables número de panículas, tamaño de panículas, peso específico y rendimiento.....	13
7. Efecto de la aplicación foliar sobre las variables, altura de la planta, días a floración, incidencia y severidad de daño del tizón del arroz ( <i>Pyricularia oryzae</i> ).....	14
8. Efecto de aplicación foliar de VIUSID®agro y Silicio sobre las variables número de panículas, tamaño de panículas, peso específico y rendimiento.....	15
9. Contenido de arsénico en muestras de suelo y agua tomadas antes de siembra del experimento y en el tejido foliar durante la floración del cultivo de arroz en riego por goteo e inundación, en Zamorano, Honduras.....	16
Figuras	Página
1. Ubicación del estudio lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.....	3
2. Arreglo de campo de las 27 parcelas experimentales, aleatorizadas en cada uno de los bloques. Si= Silicio, C= Control y Viu= VIUSID®agro.....	4
3. Delimitación de la parcela experimental y área de muestreo.....	5

4. Primera fertilización con macronutrientes a) realización de canales de fertilización entre cada surco de las parcelas, b) aplicación del fertilizante granulado en los canales.....	7
5. Aplicación del tratamiento foliar de aminoácidos de nombre comercial VIUSID® agro en la etapa de diferenciación floral, en la parcela de inundación	9
6. Medición de la panícula de las parcelas experimentales riego por inundación..	10

Anexos	Página
1. Resultados de análisis de suelo.....	22
2. Resultados de contenido de arsénico en el suelo de los dos sistemas de riego.....	23
3. Resultados de análisis de arsénico en el agua de riego.....	23

# 1. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el segundo cereal más extensamente producido en el mundo. Constituye la base de la seguridad alimentaria mundial (FAO 2016). Se produce en 113 países y es el alimento básico de más de la mitad de la población mundial. Según el INIA (2016) existen más de 10,000 variedades de arroz y más del 90% de la producción mundial se cultiva y consume en Asia. Para el 2018 la producción mundial de arroz fue de 769.9 millones de toneladas, representando un aumento de 10,3 millones de toneladas con relación al año anterior (FAO 2018).

El arroz es el principal alimento de muchas sociedades y tiene además una importancia cultural. En cuanto a su valor nutricional, el arroz proporciona el 20% de la energía alimentaria (FAO 2004). Contiene aproximadamente 7% de proteína, vitaminas, minerales y aminoácidos esenciales y está compuesto en un 80% de almidón y un 20% de energía (FAO 2004). El consumo mundial por persona es de 53.9 kilogramos de arroz pilado, por año (FAO 2018). La disponibilidad de agua es uno de los factores más importantes en la producción del cultivo. La agricultura consume el 87% del agua total mundial, para poder producir un kilogramo de arroz son necesarios 5,000 litros de agua (Bouman *et al.* 2002). y por hectárea se requiere de 17,000 m<sup>3</sup> (Echeverría Bodden 2015). Al ser el agua para la producción agrícola un recurso limitado en distintas regiones genera altos costos de producción, siendo una de las principales limitantes para la producción de dicho cereal (Hernández Córdova *et al.* 2016). Es por ello, que se han adoptado sistemas de producción de arroz de secano y bajo riego.

En el sistema de producción de secano, no se aplica riego y la única fuente de agua que se usa durante el ciclo es agua de lluvia. Esto conlleva a que los productores preparen sus siembras durante la época lluviosa para aprovechar la mayor cantidad de agua posible para el cultivo (FAO 2004). Una variante en este sistema es el arroz de secano favorecido. En este sistema, se aplica una cantidad de agua mediante el riego, de manera complementaria, en momentos en que la precipitación no es suficiente. En este sistema, el riego no se realiza para llenar todos los requerimientos hídricos del cultivo, sino para el mantenimiento del este (Echeverría Bodden 2015).

Por otro lado, el arroz bajo riego se puede producir bajo cualquiera de los sistemas de riego existentes en la actividad agrícola, sin embargo, el sistema de riego más común en la producción de arroz es el riego por inundación. Bajo este método, se le suministra una tabla de agua de 7 a 10 cm, de manera uniforme, inundando las parcelas que para tal propósito se han preparado. Bajo este sistema se obtienen los mayores rendimientos. El cultivo se mantiene inundado por al menos 90 días durante el ciclo de producción, alcanzando rendimientos aproximados de 10 t/ha. (Benavides Cabezas y Jara Velasteguí 2014).

Se ha determinado que al producir el cultivo en condiciones de anegamiento tiende absorber mayores concentraciones de arsénico al grano, el arsénico es un metal carcinógeno tóxico para el consumo humano, determinar cómo disminuir la exposición del arsénico en el arroz es una preocupación importante para la comunidad científica (Rahman y Naidu 2014) existen alternativas que reducen el contenido de arsénico en el grano y el mal uso del recurso hídrico como el riego por goteo. Este sistema de riego es un sistema que utiliza una cantidad adecuada y regulada del agua, siendo es el más eficiente en cuanto al uso del agua (Moran Argueta 2017).

El arroz es cultivado bajo siembra directa y trasplante. El sistema de siembra directa se realiza en surcos y al voleo. Este tipo de siembra genera rendimientos de un 50% superiores a los obtenidos del arroz trasplantado (FAO 2007). La siembra en surcos nos garantiza una distribución más uniforme y mantiene un espacio adecuado para la penetración de luz, aire y humedad al terreno (Tinoco y Acuña 2009). En cuanto a las variedades de arroz, existen una gran gama de variedades, de secano, de riego, de zonas altas o bajas. Sin embargo, para este estudio se usó una variedad de arroz Dicta Playitas FL6-88 liberada el año 2010 por la Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG) de Honduras. Esta variedad se caracteriza por tener rendimientos hasta de 9-10 t/ha, una calidad de grano total del 65-72%, un 85-90% de grano entero y un 10-15% de grano quebrado y grano de tipo largo fino (Ferrera 2011).

La nutrición del cultivo de arroz juega un papel muy importante al momento de determinar el rendimiento. Hasta el año 1971 la fertilización estaba basada en productos minerales cuyos principales componentes eran N, P, K, y microelementos (Córdoba 2010). En la actualidad el uso de fertilizantes foliares y aminoácidos ha venido incrementando en este sistema productivo, convirtiéndose en una práctica habitual. El uso de aminoácidos en el cultivo juega un papel importante, potencializa el metabolismo de las plantas. Estos tienen una acción que permite activar los mecanismos de crecimiento. Los aminoácidos actúan en todas las vías de desarrollo de la planta, intervienen en el equilibrio hídrico durante la floración, cuajado de frutos y facilitan e incrementan la absorción de los nutrientes del suelo y otros foliares (Córdoba 2010).

Otra práctica usada en el cultivo de arroz en la actualidad es la aplicación de silicio (Si), esta actividad es común en Japón y Corea. Estas prácticas han logrado un incremento de rendimientos en la producción de arroz (Raya y Aguirre 2012). El arroz puede extraer del suelo entre 467 - 560 kg/ha de silicio (FAO 2003). El silicio da a la planta la resistencia a plagas, enfermedades, sequía, aumento en rendimiento, disponibilidad de fósforo en el suelo, disminución de la toxicidad a aluminio, hierro, manganeso formando silicatos, tolerancia a la salinidad (Matichenkov 2008).

Los objetivos de este estudio fueron:

- Evaluar el efecto de aplicaciones foliares de silicio y VIUSID<sup>®</sup> agro en el desarrollo y rendimiento del arroz bajo riego por goteo e inundación.
- Determinar la presencia de arsénico en el agua de riego, suelo y tejido vegetal del arroz, bajo riego por goteo e inundación.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del estudio.

El experimento se realizó en el lote 10 de Zona II de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, en el Km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yeguaré, Municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras (Figura 1). A una altitud de 790 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 27 °C y una precipitación durante el ciclo (mayo - septiembre de 2019) de 420.8 mm.

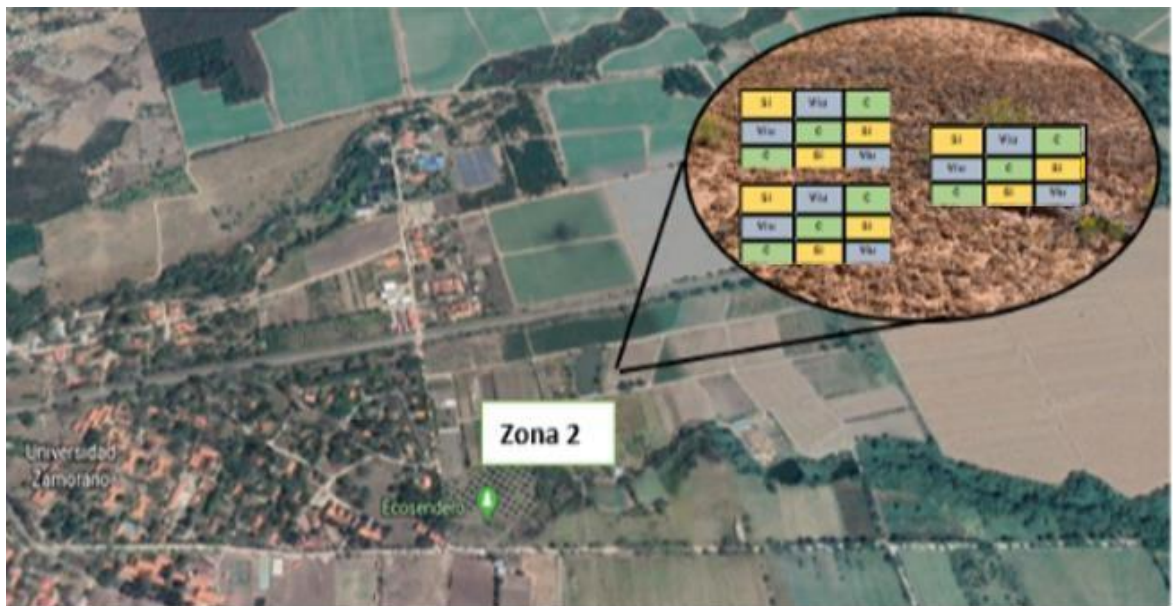


Figura 1. Ubicación del estudio lote 10 de Zona II, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

### Variedad.

La variedad de arroz utilizada en el experimento fue DICTA Playitas FL6-88 liberada en Honduras en el 2010.

### Diseño experimental.

El estudio se realizó bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones. Siendo la parcela principal el tipo de riego: inundación y riego por goteo a dos niveles de humedad (capacidad de campo y saturación). La subparcela la constituyeron las aplicaciones foliares de silicio o aminoácidos VIUSID<sup>®</sup>agro.

Antes de la separación de las parcelas se hizo la aleatorización de las aplicaciones foliares para cada parcela de riego. Las combinaciones fueron aleatorizadas dentro de cada parcela, en total se obtuvieron 27 parcelas experimentales (Figura 2).

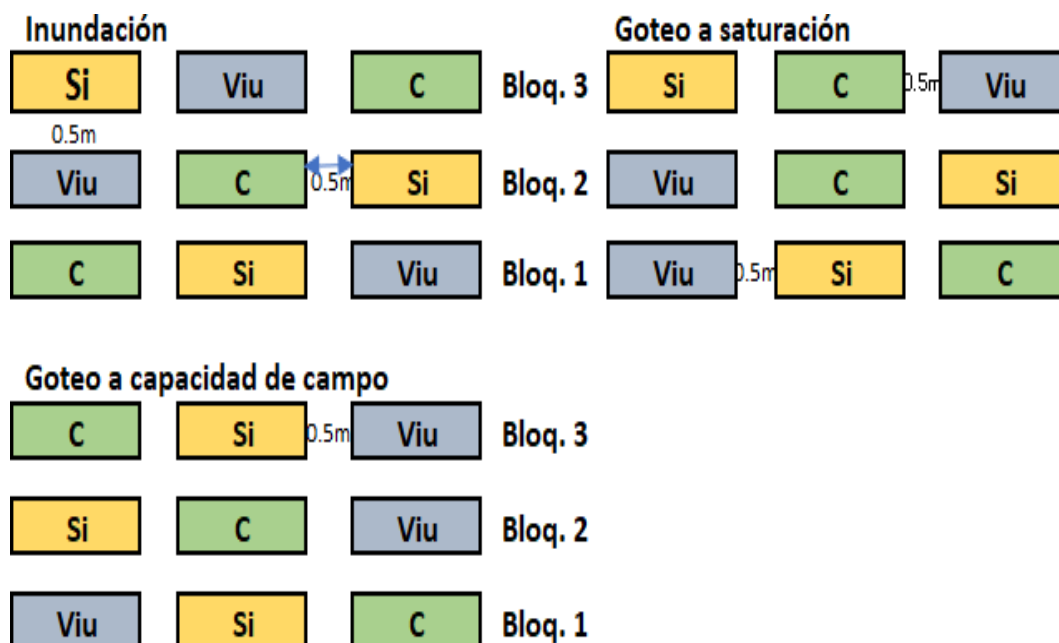


Figura 2. Arreglo de campo de las 27 parcelas experimentales, aleatorizadas en cada uno de los bloques. Si= Silicio, C= Control y Viu= VIUSID<sup>®</sup>agro.

Las parcelas experimentales fueron de 6 m de largo y 5.2 m de ancho para un total de 31.2 m<sup>2</sup> por parcela, cada repetición contaba con 25 surcos de arroz, a un distanciamiento de 25 cm entre surcos. El área total del experimento fue de 1,195.2 m<sup>2</sup> las parcelas fueron divididas por calles de 0.5 m de ancho, para la recolección de datos, estos fueron tomados de cuatro surcos en un área de 1.5 m<sup>2</sup> de los surcos centrales para evitar el efecto borde (Figura 3). El lote experimental constó de nueve tratamientos por repetición o bloque de dos factores que son tipo de riego y aplicaciones foliares (Cuadro 1).

### Análisis estadístico.

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa estadístico SAS<sup>®</sup> (versión 9.4) se hizo una separación de medias con el método Duncan, con 95% de probabilidad.

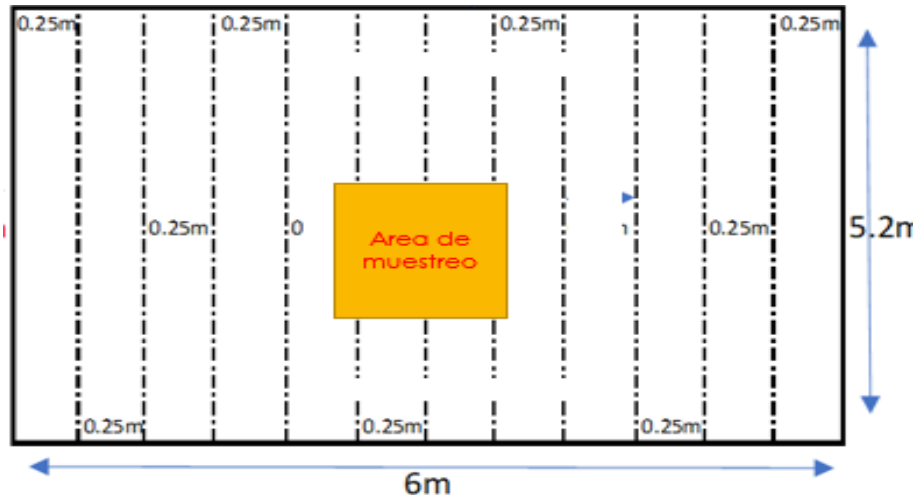


Figura 3. Delimitación de la parcela experimental y área de muestreo.

Cuadro 1. Descripción de los nueve tratamientos del experimento.

<b>Sistema de riego</b>	<b>Aplicaciones foliares</b>
Inundación	Silicio
	VIUSID <sup>®</sup> agro
	Control
Goteo a capacidad de campo	Silicio
	VIUSID <sup>®</sup> agro
	Control
Goteo a saturación	Silicio
	VIUSID <sup>®</sup> agro
	Control

**Manejo del cultivo.**

**Suelo.** El suelo presentó una textura franco arcillosa con un pH 6.4 el cual se encontraba a un nivel adecuado para el cultivo del arroz según Franquet Bernis y Borrás Pámies (2004), el pH óptimo para el arroz es 6.6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica se encuentra más disponible para la absorción realizada por la planta.

**Análisis de suelo y fuente de agua.** Antes del establecimiento del cultivo se realizaron análisis de suelo y agua primero para determinar textura, minerales y compuestos presentes en los dos medios, también se evaluó la presencia de metales pesados, en este caso arsénico, y otros metales que podrían estar presentes en el suelo y en el agua.

Para la muestra de suelos se tomaron tres submuestras de cada una de las parcelas inundación, saturación y capacidad de campo, se tomaron un total de nueve submuestras

(barrenaciones). Las muestras fueron homogenizadas para cada lote en el Laboratorio de Suelos de Zamorano y luego enviadas para análisis al Laboratorio de Suelos de la empresa DOLE, en la ciudad de La Ceiba, Honduras. Para preparar la muestra de agua, se tomó 1 litro de la laguna de Zona II, debido que fue la fuente de agua para riego de las parcelas experimentales de arroz.

**Preparación del terreno.** Para la preparación del terreno se realizó un pase de rastra liviana para remover parte de la maleza que se encontraba establecida en el área, luego se realizó una aplicación de glifosato para el control de malezas y plantas voluntarias de arroz del cultivo anterior. La dosis de glifosato aplicado fue de 1 L/ha del producto comercial. Posteriormente se procedió a realizar la delimitación del predio total de acuerdo con el tipo de riego. En las parcelas de inundación se levantaron diques para mantener el área con agua de manera permanente y poder conservar la lámina de agua deseada, la cual fue de 10 cm.

**Siembra.** La siembra se realizó el 6 de mayo de 2019. La semilla se esparció a chorro corrido, manteniendo la misma cantidad de semillas en cada surco. Los surcos tenían 25 cm ancho en cada parcela y la cantidad de semilla utilizada en la siembra fue de 68.18 kg/ha. Un kilogramo de arroz contiene aproximadamente 13,636 semillas.

**Riego.** Las parcelas se establecieron bajo dos sistemas de riego: goteo e inundación. El riego por goteo se estableció utilizando cinta de riego de la marca AZUDLINE®. La aplicación del riego se mantuvo uniforme en cada parcela, pero en una se aplicó agua hasta llevar el suelo a saturación, mientras que en la otra parcela, se aplicó agua para llevar la parcela a capacidad de campo. El riego por inundación se realizó mediante un sistema de riego por gravedad por medio de tuberías de policloruro de vinilo (PVC) de 7.62 cm de diámetro que llevaban el agua de la fuente de riego (laguna) a la parcela experimental inundada, los riegos se realizaron a diario durante una hora, dependiendo de las condiciones climáticas, según el tratamiento (inundación, saturación o capacidad de campo).

**Fertilización.** La fertilización se realizó basado en los requerimientos del cultivo y el análisis de suelo. Se tomó como referencia el manual de Bertsch (2009), donde se describen los requerimientos nutricionales del cultivo de arroz para una tonelada de cosecha, un promedio de N = 21 kg, P = 4 kg y K = 25 kg por tonelada producida. Se usó como base de fertilización, un requerimiento para la producción de cuatro toneladas por hectárea (Cuadro 2). La primera aplicación se realizó a 2.5 – 3.5 cm de profundidad, con la ayuda de un azadón a los 21 días después de la siembra a cada surco (Figura 4).

El requerimiento de nutrientes del cultivo se fraccionó en tres partes (Cuadro 3), de acuerdo con las curvas de absorción de los nutrientes proporcionada por Bertsch (2009). La aportación de los microelementos se realizó mediante una aplicación foliar a los 80 días después de la siembra (DDS).



Figura 4. Primera fertilización con macronutrientes a) realización de canales de fertilización entre cada surco de las parcelas, b) aplicación del fertilizante granulado en los canales.

Cuadro 2. Requerimiento nutricional del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en kg/ha en base a una tonelada métrica de producción.

t/ha	Requerimiento de nutriente en kg/ha		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
1	21	4	25
4	84	16	100

Fuente: Bertsch (2009).

Cuadro 3. Porcentaje de nutrientes para el cultivo de arroz fraccionados en tres aplicaciones.

Número de aplicaciones	Porcentaje de nutriente (%)			
	DDS <sup>‡</sup>	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
1	21	30	100	30
2	35	40	0	40
3	70	30	0	30

<sup>‡</sup>DDS= Días después de la siembra.

**Manejo de plagas y enfermedades.** Para el manejo de enfermedades se realizaron aplicaciones de fungicidas, debido a que se observó presencia de *Pyricularia oryzae* a los 60 y 75 días después de siembra (DDS). Se aplicó el fungicida de nombre Benomyl 50, de la familia benzimidazol, este tiene efecto curativo y preventivo contra *Pyricularia oryzae*, *Cercospora oryzae* y *Helminthosporium oryzae*. A los 50 DDS se observó presencia de larvas de falso medidor, *Mocis latipes*, el control se realizó con ENGEO<sup>®</sup>, producto de amplio espectro para el control de masticadores y chupadores, la aplicación del insecticida se realizó en base a la dosis comercial.

**Manejo de malezas.** Para el control de malezas se realizó una aplicación del herbicida de nombre comercial ARROMAX<sup>®</sup> selectivo para el arroz, a los 15 días después de la emergencia (DDE), a una dosis de 4.5 L/ha. Los demás controles de malezas se realizaron de manera manual entre surcos del cultivo cada 15 días. En las calles y alrededores se desmalezó con la ayuda de azadón.

**Aplicación del tratamiento.** Para la aplicación foliar del silicio se tomó como referencia estudios realizados por Naranjo Carmona y Solorzano Cuesta (2018), en donde se encontró que los mejores resultados en su estudio se obtuvieron con una dosis de 1.62 L/ha de silicio. El producto comercial usado fue Manvert Ortosil a una concentración de 36% de óxido de silicio.

La aplicación foliar de aminoácidos de nombre comercial VIUSID<sup>®</sup> agro fue a una dosis de 0.7 L/ha. Para la aplicación de silicio y los aminoácidos se utilizó una bomba de mochila con presión regulada para realizar las aplicaciones de manera homogénea en cada una de las parcelas (Figura 5), ambas aplicaciones foliares se realizaron el mismo día, en cada una de las parcelas seleccionadas de manera aleatorias en tres etapas fenológicas del cultivo, macollamiento, diferenciación floral y floración.



Figura 5. Aplicación del tratamiento foliar de aminoácidos de nombre comercial VIUSID<sup>®</sup>agro en la etapa de diferenciación floral, en la parcela de inundación.

#### **Variables medidas.**

**Días a floración.** Para medir esta variable se evaluó cada dos días los lotes, a partir del día 90, debido a que la variedad Dicta Playita presenta floración, según las fichas técnicas, a partir de los días 90 – 105 después de emergencia (DICTA 2012). De acuerdo con la variable conocida como F<sub>50</sub>, se considera floración cuando en la parcela se alcanza un 50% de plantas con inflorescencia.

**Altura de la planta.** La altura de la planta se midió 20 días después de haber completado las parcelas el 100% de floración en todos los lotes (135 días DDS). Esta variable se midió con la ayuda de un metro con el cual se tomó la altura desde la base del cultivo hasta el punto de emergencia de la panícula o lígula de la hoja bandera.

**Tamaño de la panícula.** Para determinar el tamaño de la panícula se realizó un muestreo de 30 panículas en un metro lineal, las panículas fueron medidas desde la base de la panoja o nudo ciliar hasta el ápice y el ancho (Figura 6).



Figura 6. Medición de la panícula de las parcelas experimentales riego por inundación.

**Sanidad.** Para determinar sanidad se muestrearon 20 plantas por tratamiento y se analizó si existía la presencia de daños en el tejido vegetal ocasionado por *Pyricularia oryzae*. Se determinó la incidencia y severidad de los daños presentes en la planta. En donde la incidencia es el número de plantas que presentan lesiones con respecto al número de plantas muestreadas, y la severidad es el porcentaje de la planta que se encontraba afectada.

**Peso de 1,000 semillas.** Para medir esta variable se obtuvieron semillas de las panículas cosechadas en campo el día del muestreo del número de panículas, en donde con la ayuda de la contadora automática de la planta de semillas de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, se procedió al conteo de las 1,000 semillas mediante un láser, para esto se necesitó que la muestra esté libre de impureza, para evitar sesgos y se procedió a pesar las semillas en una balanza analítica.

**Humedad de cosecha.** El porcentaje de humedad de cosecha se determinó llevando 100 gramos de semillas obtenidas en campo de cada tratamiento y se colocó en el medidor de humedad “Moisture Tester, Seedburo”.

**Número de panículas.** Con la ayuda de una cinta métrica se procedió a delimitar cada parcela para la cosecha de un área de 1 m ancho por 1.5 m de largo, representando esta área el 10% del tamaño de las parcelas experimentales, la cosecha se realizó con la ayuda de una hoz realizando un corte en la base de las plantas, luego se procedió al conteo de las panículas de acuerdo con el área muestreada.

**Análisis de arsénico.** Se realizaron análisis de suelo y de agua para detectar la presencia del arsénico antes de establecer el cultivo, esto para determinar la cantidad de arsénico que es traslocado por las raíces a la planta y posteriormente al grano. También se realizó un segundo análisis en la etapa de floración, se tomó una muestra de 200 g de hojas jóvenes totalmente expandidas de cada tratamiento.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El riego afectó la altura de la planta, tamaño de la panícula, días a floración, incidencia de enfermedad, número de panículas en 1.5 m<sup>2</sup> y el peso específico de 1,000 semillas, sin embargo no hubo efecto sobre la variable severidad de daño y rendimiento (Cuadro 4). Las aplicaciones foliares también afectaron todas las variables evaluadas, exceptuando el número de panículas. La interacción entre riego por aplicaciones foliares no afectó ninguna de las variables estudiadas.

Cuadro 4. Tabla de significancia del efecto de riego, aplicaciones foliares y su interacción para las variables altura de la planta, tamaño de la panícula, días a floración, número de panículas, peso específico, sanidad del cultivo y rendimiento.

Factores	Altura	T P	D F	I D	S D	P	Peso 1000S	Rdto
Riego	0.0001	0.0035	0.0001	0.0030	0.1128	0.0251	0.0001	0.1606
Aplicación	0.0001	0.0013	0.0026	0.0050	0.0209	0.2889	0.0001	0.0186
Riego x Aplicación	0.0932	0.8409	0.0558	0.0754	0.9099	0.4262	0.2540	0.1374

Nivel de significancia del ( $P < 0.05$ ). T P= tamaño de panículas. D F= Días a 50% de floración. I D= Incidencia de daño por enfermedad *Pyricularia oryzae*. S D= Severidad de daño por enfermedad *Pyricularia oryzae*. P= Número de panícula. Peso 1000S = peso de 1000 semillas. Rdto = Rendimiento.

El tratamiento riego por inundación aplicado a las parcelas, presentó una mayor altura de planta, en comparación con los demás tratamientos. Parcelas bajo riego por goteo a capacidad de campo desarrollaron las plantas más pequeñas (Cuadro 5). El incremento en la altura de las plantas en las parcelas de riego por inundación se debe a que el cultivo de arroz es una planta semi acuática, capaz de obtener el aire del ambiente y llevarlos a la raíz en presencia de riego por inundación. Riego por goteo a capacidad de campo mantuvo niveles de humedad inferiores al riego por inundación, por lo que se puede inferir que el agua es el principal factor limitando el crecimiento vegetal en el riego por goteo a capacidad de campo.

El sistema de riego también afectó el tiempo en que las parcelas llegaron a un 50% de floración ( $F_{50}$ ), siendo riego por inundación el tratamiento que llegó a  $F_{50}$  en menor tiempo, 108 días, superando a los tratamientos goteo a capacidad de campo y goteo a saturación que llegaron a  $F_{50}$  a los 120 y 118 días respectivamente (Cuadro 5), con una diferencia de 10 y

12 días. Estos resultados concuerdan con un reporte de DICTA (2012) en el cual se establece que la variedad DICTA Playitas, cultivada bajo riego por inundación llega al 50% de floración, a los 100 o 105 días. Una floración más temprana, en 10 o 12 días, reduce el tiempo de riego en la misma proporción, así como también el tiempo de maduración o duración del ciclo del cultivo, lo que podría significar en esta variedad cuatro riegos menos.

Mientras la incidencia de enfermedades fue mayor en las parcelas de riego por goteo a saturación, pero la severidad del daño fue igual para todos los sistemas de riego (Cuadro 5). El resultado sobre una mayor incidencia de enfermedades en la parcela de goteo por saturación es inexplicable, pero se puede inferir que se debió a que contiguo a la parcela experimental de riego por goteo saturada hubo una parcela comercial que podría haber sido hospedero de enfermedades, que aumentaron el inoculo en la parcela experimental saturada. Esto no ocurrió en las otras parcelas ya que se encontraban a una distancia mayor. La enfermedad observada en las plantas de todas las parcelas fue causada por *Pyricularia oryzae*. Las aplicaciones de fungicidas fueron capaces de controlar la enfermedad mencionada.

Cuadro 5. Efecto del tipo de riego sobre las variables altura de la planta, días a floración, incidencia y severidad de daño del tizón del arroz (*Pyricularia oryzae*).

<b>Factores</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Días a floración (F<sub>50</sub>)</b>	<b>Incidencia (%)</b>	<b>Severidad (%)</b>
Goteo a capacidad de campo	55.56 c <sup>‡</sup>	116 c	22 b	21 ns
Inundación	71.11 a	108 b	20 b	24 ns
Goteo a saturación	61.00 b	120 a	31 a	29 ns
R <sup>2</sup>	0.97	0.943	0.77	0.636
Coefficiente de variación	3.62	1.66	22.2	33.54

<sup>‡</sup>Medias con las mismas letras dentro de cada columna son estadísticamente iguales con respecto a la prueba Duncan ( $P \leq 0.05$ ), ns = no significativo.

El factor riego causó un efecto en el número de panículas, el índice de tamaño de la panícula y el peso de 1,000 semillas, pero no tuvo efecto sobre el rendimiento (Cuadro 6). Las parcelas bajo riego por inundación presentaron un mayor número de panículas, un mayor índice de tamaño de la panícula y peso de 1,000 semillas comparado con las mismas variables en parcelas bajo riego por goteo a capacidad de campo. Estos resultados coinciden con los experimentos desarrollados por Pazmiño Sánchez y Mendieta Arguello (2018) en donde muestran que existe diferencia significativa en el peso de la semilla con respecto al tipo de riego utilizado.

Por otro lado, Boonjung y Fukai (1996) encontraron que las deficiencias de humedad durante el desarrollo de la panícula retardan la antesis (la apertura floral y la duración de las flores) y reducen notablemente el número de espiguillas por panícula, afectando el índice de tamaño de la panícula y, por consiguiente, el rendimiento del cultivo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto del tipo de riego sobre las variables número de panículas, tamaño de panícula, peso específico y rendimiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Panículas</b>	<b>T P (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Peso 1000s (g)</b>	<b>Rdto (kg/ha)</b>
Goteo a capacidad de campo	753 b	42.2 b	33.71 c <sup>¥</sup>	9,323.6 ns
Inundación	875 a	59.5 a	40.91 a	9,958.4 ns
Goteo a saturación	803 b	47.1 b	40.15 b	9,039.3 ns
R <sup>2</sup>	0.639	0.812	0.744	0.09
Coefficiente de variación	10.103	17.61	0.21	10.22

<sup>¥</sup>Medias con las mismas letras dentro de cada columna son estadísticamente iguales con respecto a la prueba Duncan ( $P \leq 0.05$ ) ns= no significativo, T P= Tamaño de panícula, Peso 1000S= peso de 1000 semillas y Rdto=Rendimiento.

La variedad DICTA Playitas fue liberada por la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), con rendimientos en parcelas experimentales bajo riego por inundación de 9 a 10 t/ha. Estudios sobre rendimientos bajo riego por goteo, son inexistentes. En este estudio, queda demostrado que la variedad DICTA Playitas, en parcelas experimentales bajo riego por goteo, alcanzó iguales rendimientos a los observados en parcelas inundadas, los cuales fueron de 9 a 10 t/ha.

Spanu *et al.* (2004), en su estudio obtuvieron un rendimiento en grano mayor en un sistema de producción aeróbico que bajo inundación. Sin embargo, el cultivo bajo riego por inundación presentó 634.8 kilogramos más que el cultivo bajo riego por goteo a capacidad de campo. Cuando la temperatura es mayor que la óptima para el crecimiento del arroz, puede reducirse el rendimiento porque se acorta el período de llenado y se reduce el índice de cosecha (Molin *et al.* 2015).

Las aplicaciones foliares de VIUSID<sup>®</sup>agro y Silicio afectaron la altura de la planta, días a floración y la incidencia y severidad del daño por enfermedades. Aplicaciones foliares de VIUSID<sup>®</sup>agro causaron un mayor crecimiento en las plantas de arroz que fueron 10 cm más altas que las plantas del control. Asimismo, aplicaciones de silicio produjeron plantas más altas (61 cm) que las del control, pero más pequeñas que las plantas aplicadas con VIUSID<sup>®</sup>agro (Cuadro 7). Los resultados de este estudio evidencian que ambas aplicaciones foliares afectaron positivamente la altura del arroz de manera independiente,

ya que la interacción de ambos factores, riego por aplicaciones foliares, no afectó ninguna de las variables en estudio. Los tratamientos con VIUSID<sup>®</sup>agro florecieron cuatro días antes que las parcelas asperjadas con silicio y tres días antes que las plantas control (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efecto de la aplicación foliar sobre las variables altura de la planta, días a floración, incidencia y severidad de daño del tizón del arroz (*Pyricularia oryzae*).

<b>Tratamientos</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Días a floración (f50)</b>	<b>Incidencia (%)</b>	<b>Severidad (%)</b>
VIUSID <sup>®</sup> agro	68.44 a <sup>‡</sup>	113 b	24 ab	22 b
Silicio	60.78 b	117 a	19 b	20 b
Control	58.44 c	116 a	29 a	32 a
R <sup>2</sup>	0.97	0.943	0.77	0.636
Coeficiente de variación	3.62	1.66	22.2	33.54

<sup>‡</sup>Medias con las mismas letras dentro de cada columna son estadísticamente iguales con respecto a la prueba Duncan ( $P \leq 0.05$ ), ns= no significativo.

Aunque el efecto del riego fue mayor con respecto a la precocidad a floración del arroz, se observa que el factor aplicaciones foliares, a través de VIUSID<sup>®</sup>agro también afectó dicha variable. La precocidad a floración de la variedad usada en este estudio podría entonces ser modificada mediante el uso riego por inundación y VIUSID<sup>®</sup>agro para efectos de programar cosechas más tempranas, cuyo ciclo de producción es de 140 o más días a cosecha. Este efecto podría deberse a que el contenido de glicina favorece la formación de clorofila y el desarrollo foliar, además de intervenir en el proceso de floración.

Los días a floración con las aplicaciones foliares de silicio (117 días), concuerdan con el estudio realizado por Naranjo Carmona y Solorzano Cuesta (2018) en el que las aplicaciones de silicio al tejido vegetal no influyeron en los días a floración. Pero difieren con los reportes realizados por DICTA (2012), en donde manifiestan que la variedad cultivada presenta floración entre los días 100 y 105 días después de la siembra (Cuadro 7).

La sanidad de las plantas fue afectada positivamente por las aplicaciones foliares, ya que, el tratamiento control presentó un mayor porcentaje de severidad de daño en las plantas. (Cuadro 7). Estudios realizados por Sang (2015), encontraron efectos similares en donde, las aplicaciones foliares VIUSID<sup>®</sup>agro presentaron un nivel de infección o presencia de daños de un 15-20% menor en relación con el tratamiento control. El tratamiento con silicio presentó un menor porcentaje de daños, esto podría explicarse debido a que la planta en el tejido foliar acumula sílice, logrando crear una estructura de protección en la epidermis de la planta.

El número de panículas no fue diferente bajo aplicaciones de ninguno de los tratamientos, pero, si se presentaron diferencias significativas en el tamaño de la panícula, en donde el uso de VIUSID® agro mejoró significativamente el tamaño de la panícula con respecto a los demás tratamientos. Las parcelas aplicadas con silicio no fueron diferentes a las parcelas control (Cuadro 8).

El peso específico de 1,000 semillas fue superior en las parcelas aplicadas con VIUSID® agro (Cuadro 8). El peso específico de la semilla representa el nivel de acumulación de materia seca que es llevada al grano durante la etapa de llenado de este. La presencia de aminoácidos esenciales biológicamente activos y de rápida absorción y translocación, favorecen la reducción del gasto de energía metabólica por parte de la planta en la síntesis de proteínas produciendo un ahorro de energía y la planta puede enfocarse a otros procesos como floración, cuajado y producción de frutos (Saborío 2002). También a los aminoácidos se le atribuyen propiedades bioestimulantes en el crecimiento de las plantas.

El rendimiento de parcelas tratadas con VIUSID® agro y silicio fue superior al rendimiento alcanzado en las parcelas que no fueron tratadas. El rendimiento de VIUSID® agro y silicio, fue superior al del control en un 15% y 12% respectivamente.

Cuadro 8. Efecto de aplicación foliar de VIUSID® agro y Silicio sobre las variables número de panículas, tamaño de panícula, peso específico y rendimiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Panículas</b>	<b>T P (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Peso de 1000s (g)</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>
VIUSID® agro	837.11 ns	60.88 a <sup>‡</sup>	39.78 a	10,022.2 a
Silicio	818.89 ns	46.44 b	37.88 b	9,725.3 a
Control	774.78 ns	41.33 b	37.12 c	8.573.8 b
R <sup>2</sup>	0.6397	0.812	0.744	0.0905
Coeficiente de variación	10.103	17.61	0.21	10.226

<sup>‡</sup>Medias con las mismas letras dentro de cada columna son estadísticamente iguales con respecto a la prueba Duncan ( $P \leq 0.05$ ) ns= no significativo, T P= Tamaño de panícula, Peso 1000S= peso de 1000 semillas y Rdto=Rendimiento.

Los resultados obtenidos del análisis de agua antes del establecimiento del cultivo indicaron que, el contenido de arsénico fue  $< 7 \mu\text{g/L}$ , encontrándose este nivel de arsénico, por debajo de los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud (2018), el cual es de  $10 \mu\text{g/L}$  (Cuadro 9).

Sin embargo, la concentración de arsénico en el suelo, en las parcelas que se dedicaron al riego por inundación fue de 7.96 mg/kg y de 6.6 mg/kg en riego por goteo. En ambas parcelas de suelo, inundación o goteo, se encontraron concentraciones de arsénico, por encima del límite permitido por la OMS, el cual es de 5 mg/kg. Pazmiño Sánchez y Mendieta Arguello (2018) encontraron en parcelas vecinas, en el grano de la variedad DICTA Playitas, bajo riego por inundación, una concentración de 3.07 mg/kg, mientras que en el riego por goteo la concentración fue de 0.0018 mg/kg, siendo la norma según la FAO (2008) de 0.2 mg/kg.

Los resultados del experimento de Pazmiño Sánchez y Mendieta Arguello (2018), indicaron que los niveles de arsénico en la semilla fueron muy superiores al límite establecido por la OMS. El objetivo de evaluar el contenido de arsénico en el tejido de la planta fue determinar si la translocación del metaloide inicia durante la maduración, o se concentra en el tejido vegetal, durante el crecimiento del cultivo se encontró en la etapa de floración 0.38 mg/kg de arsénico. Los resultados obtenidos en este estudio indican que la concentración de arsénico en el tejido es igual para inundación y goteo, 0.38 mg/kg de tejido (Cuadro 9), sin embargo, no se encontró referencia para el límite establecido en el tejido vegetal.

Cuadro 9. Contenido de arsénico en muestras de suelo y agua tomadas antes de siembra del experimento y en el tejido foliar durante la floración del cultivo de arroz en riego por goteo e inundación, en Zamorano, Honduras.

Riego	Etapa de muestreo	Agua	Suelo	Tejido
		µg/L	mg/kg	mg/kg
Goteo	Inicio	< 7	7.96	-
	Floración	-	-	0.38
	Grano	-	-	-
Inundación	Inicio	< 7	6.6	-
	Floración	-	-	0.38
	Grano	-	-	-
Parámetro		10	5	0.25

## 4. CONCLUSIONES

- La aplicación de VIUSID®agro tuvo un efecto positivo en las variables tamaño de la planta, índice del tamaño de la panícula y peso específico de 1000 semillas.
- Las aplicaciones de silicio y VIUSID®agro redujo la incidencia y severidad de daño ocasionados por la enfermedad *Pyricularia oryzae* y presentaron un efecto positivo en el rendimiento.
- Los sistemas de riego por goteo a saturación e inundación no presentaron diferencia en cuanto el rendimiento del cultivo.
- El contenido de arsénico en el suelo fue superior a los parámetros establecidos y en el agua se presentaron concentraciones bajas.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Evaluar la aplicación de VIUSID® agro, antes de la etapa de macollamiento para determinar si existe efecto positivo en cuanto al número de macollas.
- Evaluar en condiciones de estrés por enfermedades la aplicación de VIUSID® agro y silicio para determinar la respuesta del cultivo.
- Realizar un estudio en el cual se realicen aplicaciones combinadas de VIUSID® agro y silicio.

## 6. LITERATURA CITADA

- Benavides Cabezas AV, Jara Velasteguí EI. 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.
- Boonjung H, Fukai S. 1996. Effects of soil water deficit at different growth stages on rice growth and yield under upland conditions. 2. Phenology, biomass production and yield. *Field Crops Research* 48(1):47-55.
- Bertsch F. 2009. Absorción de nutrimentos por los cultivos. 1ª ed. ACCSA. Costa Rica. 308 p.
- Bouman BAM, Bhuiyan SI, Sibayan EB, Sattar MA. 2002. On-farm strategies for reducing water input in irrigated rice; case studies in the Philippines. *Agricultural Water Management*. 56(2):93–112. doi:10.1016/S0378-3774(02)00007-0
- Córdova N. 2010. Use of a simulation model for predicting the behavior of some cereal crops under the conditions of Cuba. [internet]. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362016000100011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000100011)
- DICTA, Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 2012. Descripción de las variedades de arroz: programa Nacional de Semillas. [programa nacional de arroz] Honduras. [ Consultado 2 nov 2018].
- Echeverría Bodden OA. 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. 23 p.
- FAO, Food and agriculture organization. 2003. Guía para identificar las limitaciones de campo en la producción de arroz. [Place of publication not identified]: Food & Agriculture Organization. ISBN: 92-5-304684-8.
- FAO, Food and agriculture organization. 2004. Seguimiento del mercado del arroz. [ consultado 23 nov 2018]. <http://www.fao.org/economic/est/publicaciones/publicaciones-sobre-el-arroz/seguimiento-del-mercado-del-arroz-sma/es/>.

- FAO, Food and agriculture organization. 2004. Arroz y la Nutrición Humana: Año internacional del arroz. <http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja3.pdf>. matizada [ Consultado 2 agos 2019].
- FAO, Food and agriculture organization. 2004. El arroz y el agua: una larga historia matizada [ Consultado 22 nov 2018].
- FAO, Food and agriculture organization. 2007 Sistemas tropicales de agricultura-ganadería en la agricultura de conservación La experiencia en Brasil M Volumen 5 [consultado 2019 set 14] <http://www.fao.org/3/a-a1083s.pdf>
- FAO, Food and agriculture organization. 2016, guía para la producción sostenible de cereales. [ Consultado 2018 nov 6]. <http://www.fao.org/3/a-i5318s.pdf>
- FAO, Food and agriculture organization. 2018. Seguimiento del Mercado del Arroz de la FAO, producción mundial de arroz en cascara. [consultado 2019- ago 2]. 21(1). <http://www.fao.org/3/I9243ES/i9243es.pdf>.
- Ferrera CR. 2011. Uso de variedades de arroz por diferentes sectores productivos en Honduras. Honduras: SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería). p 3-4
- Franquet Bernis JM, Borràs Pàmies C. 2004. Variedades y mejora del arroz: ("Oryza sativa", L.). [Tortosa]: el autor. 463 p. (Colección técnica; vol. 2). ISBN: 84-930364-1-2.
- Hernández Córdova N, Soto F, Florido R, Plana R, Caballero A, Maqueira L, Cid Lazo G, López T, Chaterlan Y, García A. 2016, Utilización de un modelo de simulación para la predicción del comportamiento de algunos cereales en las condiciones de Cuba: Scielo; [consultado 2019 Jul 11]. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362016000100011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000100011)
- INIA, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. 2016. El arroz, pilar de la alimentación mundial Uruguay; [ Consultado 2018 nov 3]. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7194/1/An-2016.pdf>
- Matichenkov V. 2008. Deficiencia y funcionalidad de la sílice en suelos, cosechas y alimentos. Instituto de Problemas Biológicos Básicos: II Conferencia internacional sobre ecología del suelo y el compost. Rusia: Tenerife; [2019 sep 13]. <https://link.springer.com/article/10.1134%2FS0012496608010134>
- Moran Argueta CE. 2017. Efecto de la humedad de suelo en arroz (*Oryza sativa* L.) bajo el sistema de riego por goteo, a dos densidades de siembra [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 21 p.
- Naranjo Carmona JF, Solorzano Cuesta SA. 2018 Evaluación de diferentes dosis y épocas de aplicación de silicio en el desarrollo y producción del cultivo de arroz variedad. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 26p.

- Pazmiño Sánchez GF, Mendieta Arguello RA. 2018. Influencia de dos sistemas de riego en la absorción de arsénico, y el crecimiento y rendimiento de dos variedades de arroz (*Oryza sativa*) bajo siembra directa e indirecta [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 32p.
- OMS, Organización Mundial de la Salud. 2018. Arsénico en agua;<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>
- Molin M, Ulven SM, Meltzer HM, Alexander J. 2015. Arsenic in the human food chain, biotransformation and toxicology--Review focusing on seafood arsenic. *J Trace Elem Med Biol.* 31:249–259. eng. [consultado 2019- sep 14].
- Rahman M, Naidu R. 2014. Arsénico en el arroz: Fuentes y riesgo para la salud humana. pag. 365-375. En Watson, RR, VR Preedy y S. Zibadi (eds.) *Trigo y arroz en la prevención de enfermedades y beneficios para la salud, riesgos y mecanismos de los cereales integrales en la promoción de la salud.* Elsevier, Oxford, Reino Unido.
- Raya JC, Aguirre C. 2012. El papel del silicio en los organismos y ecosistemas. Instituto Tecnológico de Roque, México: [consultado 2019- set 14]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3985098>.
- Saborío F. 2002. fertilización foliar principios y aplicaciones Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica.[consultado 2019 jul 17], 145p. [http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp\\_jaboticabal/Memoria\\_CursoFertilizacionFoliar.pdf#page=110](http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/downloads/unesp_jaboticabal/Memoria_CursoFertilizacionFoliar.pdf#page=110)
- Sang L. 2015. Demonstration plotting,report of viusid agro, on rice cultivation variety inpari 30p. <http://www.catalysisagro.com/viusid/pdf/qr/151111-Viusid-Agro-Rice-Demo-Plotting-Report-SHS-2015-Final.pdf>
- Spanu A, Murtas A, Ledda L, Ballone F. 2004. Root system development in flooded and sprinkler irrigated rice cultivars. En: Ferrero A, Vidotto F 188 *Agronomía del cultivo del arroz en riego por aspersion (. Proceedings of the Conference “Challenges and Opportunities for Sustainable Rice-Based Production Systems”.* Turín, Italia,p. 225.
- Tinoco R, Acuña A. 2009. Manual de recomendaciones técnicas cultivo de arroz. San Jose, Costa Rica. [consultado 2019 jun 03]. [http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2018/Cultivo\\_de\\_arroz\\_Tinoco\\_2009\\_min\\_edited.pdf](http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2018/Cultivo_de_arroz_Tinoco_2009_min_edited.pdf)

## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Resultados de análisis de suelo.

Solicitante		Fecha Ingreso Muestra	Fecha Envío Informe	Procedencia de la muestra	Página	
Unidad de Granos y Semillas		2019-04-08	2019-04-22	EAP Zamorano	1 de 1	
Dirección del cliente		N° Lote de Análisis	Cultivo	Informe N°	Anexo Recomendación	
EAP Zamorano		2019-06	Maiz	2019-092	Sí:	No:

Código Interno Lab.	Muestra	pH* (H <sub>2</sub> O)	g/100g			mg/Kg (extractable)				
			C.O.	M.O.	N <sub>total</sub>	P	K	Ca	Mg	Na
19-S-0553	Finca Zona 1- Lote #3	5.85	1.74	2.99	0.15	93	748	3431	128	ND
19-S-0554	Finca Zona 1- Lote #4	5.79	1.81	3.11	0.16	80	620	2096	137	ND
19-S-0555	Finca Zona 1- Lote 1A, 2A	5.55	0.79	1.35	0.07	42	445	1335	112	ND
19-S-0556	Finca Zona 1- Lote 1B, 2B	5.36	1.32	2.27	0.11	44	537	1983	133	ND
19-S-0557	Finca Zona 2 lote # 7	5.90	1.16	2.01	0.10	148	407	1437	107	ND
19-S-0558	Finca Zona 2 lote #10	6.05	1.31	2.26	0.11	204	472	1880	112	ND

ND: NO DETECTADO

Rango Medio	2.00	0.20	13	Por: Saturación de bases
	4.00	0.50	30	

Métodos: K, Ca, Mg, Na: Solución extractora Mehlich 3, determinados por espectrofotometría de absorción atómica. P: Solución extractora Mehlich 3, determinado por colorimetría. % Carbono Orgánico: Metodo de Walkley & Black para suelos minerales no salinos con incertidumbre de ±0.04 (C.O. = 58% de MO) % N total: 5% de M.O. pH: 1:1 en agua: AOAC 994.16 rango de 4,00-7,00 con incertidumbre de ±0,10.

\*Ensayo Acreditado: Ver alcance N° ENS-004 en [oha.hondurascalidad.org](http://oha.hondurascalidad.org)




El laboratorio no se hace responsable por el estado de la muestra al ingresar a nuestras instalaciones. Los resultados se relacionan solo con las muestras recibidas. El laboratorio se exonera de responsabilidad por reproducción parcial o total del informe, o el uso que pueda darsele. El lote de análisis remite la fecha de ejecución de análisis.

Responsable del análisis: *E. Aguilar*  
 Ing. Ester Aguilar RIVERA  
 Visto por: *Aggel*  
 Dra. Gloria Arceño de Guggel  
 Directora Unidad de Suelos

E-mail: [laboratoriosuelos@zamorano.edu](mailto:laboratoriosuelos@zamorano.edu), [gguggel@zamorano.edu](mailto:gguggel@zamorano.edu), Tel: (504) 2287-2000 ext. 2316 Fax: (504) 2287-6242 Cel: 9969-6846

## Anexo 2. Resultados de contenido de arsénico en el suelo de los dos sistemas de riego.

	STANDARD FRUIT DE HONDURAS, S.A. LABORATORIO WHAL	Codigo RG-28
	INFORME DE RESULTADOS	Version 01
		Pagina 1 de 1
Cliente: ZAMORANO Dirección: Honduras, C.A. Tipo de mta: Suelos	Fecha de Muestreo: 15/08/2019 Fecha de Ingreso a WHAL: 16/08/2019 Fecha de Entrega de Resultados: 27/08/2019	No. de Solicitud: 860 Reporte No.: 1870 – 2019 No. Proyecto: 0401-005-0000

No. Lab.	Identificación	Observación	mg/kg							
			As	Cd	Co	Cr	Mo	Ni	Pb	Se
22708	Suelos Zamorano	Riego por Goteo CC	7.96	< 0,013	3.18	1.32	< 0,129	1.01	13.06	< 1.17
22711	Suelos Zamorano	Riego Inundación Piscina	6.60	< 0,013	3.05	1.46	< 0,129	0.96	12.70	< 1.17

Metales

ICP Espectroscopia de Emision de Plasma



Ing. Isis Gamero  
Superintendente Laboratorio WHAL

*Ultima Linea*

Los resultados presentados corresponden unicamente a muestras aportadas por el cliente a las instalaciones del Laboratorio WHAL. El Laboratorio WHAL no se hace responsable por el uso de los resultados por parte del cliente fuera del alcance previsto y respaldado por nuestro Laboratorio.

Laboratorio WHAL, implementando el Sistema de Gestión de Calidad bajo la Norma ISO / IEC 17025:2005

DEPTO. DE INVESTIGACIONES; COL. EL NARANJAL, LA CEIBA, HONDURAS, C.A.; TEL: 2443-0511, FAX: 2442-2371, EMAIL: WHAL@DOLE.COM

## Anexo 3. Resultados de análisis de arsénico en el agua de riego

	STANDARD FRUIT DE HONDURAS, S.A. LABORATORIO WHAL	Codigo RG-28
	INFORME DE RESULTADOS	Version 01
		Pagina 1 de 1
Cliente: ZAMORANO Dirección: Honduras, C.A. Tipo de mta: Agua	Fecha de Muestreo: 13/08/2019 Fecha de Ingreso a WHAL: 13/08/2019 Fecha de Entrega de Resultados: 19/08/2019	No. de Solicitud: 854 Reporte No.: 1826 – 2019 No. Proyecto: 0401-005-0000

No. Lab.	Identificación	Observación	µg/L							
			As	Cd	Co	Cr	Mo	Ni	Pb	Se
22696	Aguas Zamorano	Tesis Arroz	< 7	< 0.28	< 0.65	< 0.45	< 0.40	< 2.40	< 3.8	< 10.8

Metales

ICP Espectroscopia de Emision de Plasma



Ing. Isis Gamero  
Superintendente Laboratorio WHAL

*Ultima Linea*

Los resultados presentados corresponden unicamente a muestras aportadas por el cliente a las instalaciones del Laboratorio WHAL. El Laboratorio WHAL no se hace responsable por el uso de los resultados por parte del cliente fuera del alcance previsto y respaldado por nuestro Laboratorio.

Laboratorio WHAL, implementando el Sistema de Gestión de Calidad bajo la Norma ISO / IEC 17025:2005

DEPTO. DE INVESTIGACIONES; COL. EL NARANJAL, LA CEIBA, HONDURAS, C.A.; TEL: 2443-0511, FAX: 2442-2371, EMAIL: WHAL@DOLE.COM