



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

*"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"*

**Maestría en Innovación Agropecuaria**

**PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE ARROZ  
(*Oryza sativa* L.) A TRAVES DE LA  
UTILIZACION DE BANDEJAS  
ARTESANALES Y SUSTRATOS  
MEJORADOS DARIO, MATAGALPA 2016**

**Autor: Ing. José Danilo Huerta Valle**

**Asesor: Dr. Freddy Alemán Zeledón**

**Managua, Nicaragua  
Enero del 2018**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**TRABAJO DE GRADUACION**

**MAESTRIA EN INNOVACION**

**AGROPECUARIA**

**PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE ARROZ  
(*Oryza sativa* L.) A TRAVES DE LA  
UTILIZACION DE BANDEJAS  
ARTESANALES Y SUSTRATOS  
MEJORADOS DARIO, MATAGALPA 2016**

**Autor: Ing. José Danilo Huerta Valle**

**Asesor: Dr. Freddy Alemán Zeledón**

Presentado a la consideración del honorable tribunal  
examinador como requisito final para optar al título de  
Maestro en ciencias de la innovación agropecuaria

**Managua, Nicaragua  
Enero del 2018**

## INDICE DE CONTENIDO

Sección	Página
<b>DEDICATORIA</b>	i
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	ii
<b>INDICE DE CUADROS</b>	iii
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	iv
<b>INDICE DE ANEXOS</b>	v
<b>RESUMEN</b>	vi
<b>ABSTRACT</b>	vii
<b>I INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II OBJETIVOS</b>	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
<b>III MATERIALES Y MÉTODOS</b>	4
<b>3.1. Descripción del Experimento</b>	4
3.1.1. Localización	4
<b>3.2. Diseño Experimental</b>	4
3.2.1. Variables Evaluadas primera etapa	5
3.2.2 Variables Evaluadas segunda etapa	6
<b>3.3. Manejo Agronómico del Cultivo</b>	7
<b>3.5 Análisis estadístico</b>	10
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	11
<b>4.1. Primera Fase: Evaluación estado de plántula</b>	11
4.1.1. Porcentaje de germinación	11
4.1.2. Longitud de la plántula	11
4.1.3. Longitud de la raíz	12
4.1.4 Peso de la raíz	13
<b>4.2. Segunda Fase: comportamiento de plantas después del trasplante</b>	14
4.2.1. Porcentaje de sobrevivencia	14
4.2.2. Altura de la planta	15
4.2.3. Longitud de la raíz	16
4.2.4 Peso de la raíz	17
4.2.5. Macollamiento	17
4.3. Análisis económico en la producción de plántulas	18
<b>V CONCLUSIONES</b>	20
<b>VI RECOMENDACIONES</b>	21
<b>VII LITERATURA CITADA</b>	22
<b>VIII ANEXOS</b>	24

## DEDICATORIA

A Dios padre todo poderoso que con su infinita misericordia me ha dotado de su sabiduría y entendimiento a lo largo de mi vida, siendo el principal causante de todos mis éxitos.

A mi padre y madre: **Porfirio Huerta-Lidia Valle**, quienes han sacrificado parte de su vida para mi educación y crecimiento y dado a eso les debo lo que soy.

A tantas personas de mi parroquia que a lo largo de mi camino de iglesia han influido en mí caminar cristiano y me han ayudado a descubrir mis dones y carismas para mi crecimiento espiritual.

A todos mis hermanos con quienes he compartido desde mi nacimiento y han sido fuente de inspiración para luchar por mis objetivos les dedico este esfuerzo.

**Ing. José Danilo Huerta Valle**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi tutor: Profesor **Freddy Alemán**, por su apoyo, consejos y observaciones, que han sido claves para lograr con buen término la finalización de mi tema de investigación.

A las personas que colaboraron en la fase de campo (Teresa Navarrete), compañeros de trabajo y amigos, que contribuyeron con este esfuerzo de trabajo de tesis: **Sergio Cuadra Castillo y Juan Oporta**.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (**INTA**) quien me dio la oportunidad de progresar intelectualmente con esta maestría para beneficio y servicio de Nicaragua.

Al Proyecto nacional de arroz de secano **Proyecto de Investigación e Innovación para Mejorar la Productividad de la Semilla de Arroz en Nicaragua (INTA-Taiwán)**, por el apoyo de seguir mejorando la productividad de arroz en Nicaragua.

**Ing. José Danilo Huerta Valle**

## INDICÉ DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Descripción de los sitios donde se establecieron los ensayos de sustratos y bandeja artesanal, periodo de junio a octubre del 2016.	4
2. Descripción de los tratamientos utilizados en los experimentos.	5
3. Resultado del análisis de suelo de los sustratos evaluados.	5
4. Medias de la altura de las plantas en los diferentes sustratos en los dos tipos de bandejas.	12
5. Resultados del experimento en semillero (estado de plántula) variables germinación (GER), altura de plántula (ADP), longitud de raíz (LDR) y peso de raíz (PDR).	14
6. Resultados del comportamiento de plantas después del trasplante (segunda etapa de evaluación) porcentaje de sobrevivencia (PSV), altura de planta (ADP) y longitud de raíz (LDR).	16
7. Resultados del comportamiento de plantas después del trasplante (segunda etapa de evaluación) peso de raíz (PDR), macollas por planta (MAC).	18
8. Costos de producción de plántulas de arroz para 1 ha <sup>-1</sup> .	19

## INDICÉ DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Bandejas para la producción de plántulas de arroz.	7
2	Establecimiento de las plántulas en el campo.	8
3	Porcentaje de sobrevivencia de plántulas después del trasplante.	15

## INDICÉ DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Página</b>
1. Plano de campo en ensayo de sustratos	24
2. Producción de plántulas de arroz a campo abierto	25
3. Producción de plántulas de arroz en bandejas	25
4. Efecto de los sustratos después del trasplante	26
5. Resultados del análisis de correlación en ensayo de sustratos para producción de plántulas de arroz.	27
6. Presupuestos para la producción de plántulas con los diferentes sustratos.	28
7. Características varietales de variedad INTA fortaleza	29



## RESUMEN

En la producción de arroz, el establecimiento de semillero constituye un elemento fundamental en la etapa inicial del crecimiento de la planta, como medio de cultivo favorece el desarrollo de plantas de calidad que permiten obtener resultados óptimos en la producción. La investigación se llevó a cabo en el Centro Experimental de Arroz "TAINIC", ciudad Darío, Matagalpa, con el propósito de diseñar una bandeja artesanal que asegure la producción de plántulas sanas y vigorosas e identificar el mejor sustrato para la producción de plántulas sanas y de alta calidad para la producción de semilla genética y básica de arroz. La investigación se realizó en dos etapas. La primera etapa consistió en el establecimiento de semilleros en dos tipos de bandeja (taiwanesa y artesanal) y la combinación de cinco sustratos (Suelo, Suelo + Lombrihumus, Suelo + cascarilla arroz, Lombrihumus + cascarilla café y suelo + cascarilla café), las variables evaluadas fueron % de germinación, altura de la plántula y peso de raíz. En la segunda etapa, las plántulas producto del experimento de la primera etapa, fueron establecidas en el campo para evaluar el comportamiento de los sustratos, las variables en esta etapa fueron porcentaje de sobrevivencia, altura de la planta, longitud de raíz, peso de raíz y macollamiento. El diseño empleado para la primera etapa fue de un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo Bi Factorial, Para la segunda etapa, la investigación se estableció en un diseño en bloques completos al azar (BCA). Se midieron variables que determinarían la calidad de las plántulas y el comportamiento de estas después del trasplante. En la primera etapa de evaluación (etapa de semillero) no se encontraron diferencias significativas entre las bandejas taiwanesa y artesanal, lo que permite adoptar la bandeja artesanal para sustituir a la bandeja taiwanesa considerando que la bandeja taiwanesa no existe en el mercado nacional. En el caso de los sustratos se encontraron diferencias significativas, los mejores resultados se dieron con la lombrihumus más cascarilla de café y suelo más Lombrihumus. Las plántulas producidas con estos sustratos presentaron buen desarrollo después del trasplante. No se mostraron diferencias significativas en la Interacción bandeja\*sustratos. El análisis económico para la producción de plántulas para una hectárea de arroz muestra disminución de costos al producirlas en bandeja. La media de costos de producción de plántulas a través de la utilización de sustratos fue de C\$ 1,400.00 lo que significa una reducción entre 66 y 70 % al compararlo con la producción de plántulas de manera convencional (campo abierto).

**Palabras clave:** TAINIC, Bandejas, Sustratos (Suelo, Lombrihumus, cascarilla arroz, cascarilla café)

## ABSTRACT

In the production of rice, the establishment of seedlings constitutes a fundamental element in the initial stage of the growth of the plant, as a means of cultivation favors the development of quality plants that allow to obtain optimum results in the production. The research was carried out in the Experimental Rice Center "TAINIC", Dario city, Matagalpa, with the purpose of designing a craft tray that ensures the production of healthy and vigorous seedlings, and identify the best substrate for the production of healthy seedlings and of high quality for the production of genetic and basic rice seed. The investigation was carried out in two stages. The first stage consisted of the establishment of seedbeds in two types of tray (Taiwanese and artisanal), and the combination of five substrates (Soil, Soil + Lombrihumus, Soil + rice husk, Lombrihumus + brown husk and soil + brown husk), The evaluated variables were germination, height of the seedling and root weight. In the second stage, the seedlings product of the experiment of the first stage, were established in the field to evaluate the behavior of the substrates, the variables in this stage were percentage of survival, height of the plant, length of root, weight of root and tillering. The design used for the first stage was a randomized complete design (DCA) with a bifactor arrangement. For the second stage, the research was established in a randomized complete block design (BCA). Variables that would determine the quality of the seedlings and the behavior of these after the transplant were measured. In the first stage of evaluation (seedling stage) no significant differences were found between the Taiwanese and artisanal trays, which allows adopting the artisan tray to replace the Taiwanese tray. In the case of substrates, if significant differences were found, the best results were determined with the use of lombrihumus plus coffee husk and soil plus Lombrihumus. Seedlings produced with these substrates showed good development after transplantation. No significant differences were found in the interaction tray \* substrates. The economic analysis of the production of seedlings for one hectare of rice shows a reduction in costs when producing them on a tray. The average costs of seedling production through the use of substrates was C \$ 1,400.00, which means a reduction between 66 and 70 percent when compared to the production of seedlings in a conventional manner (open field).

**Keywords:** Rice, TAI-NIC, Tray, Sustrate (soil, vermicompost, rice lusk, coffe husk)

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz, *Oryza sativa* L., es uno de los cereales de mayor producción a nivel mundial. En Nicaragua durante el ciclo agrícola 2009/2010, se cultivaron aproximadamente 74046 hectáreas de arroz, con una producción de 217426 toneladas de arroz granza y un rendimiento promedio de 2.94 Ton. ha<sup>-1</sup> (Dirección estadísticas MAG-FOR, 20103). La actividad arrocera genera 190.7 millones de dólares a nivel nacional y genera alrededor de 75 mil puestos directos e indirectos al año (IV Censo CENAGRO, 2014). A pesar de que los volúmenes productivos han sido crecientes en los últimos años, aun nuestro país no es autosuficiente para suplir la demanda de consumo local, siendo necesaria la importación de alrededor una tercera parte de lo consumido.

En Nicaragua y en la mayoría de los países se practican diferentes modalidades de siembra tanto para la producción de arroz comercial como para producción de semilla. Entre los tipos de siembra están: siembra directa, en fangueo y siembra de trasplante. En Nicaragua el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la asociación nicaragüense de arroceros (ANAR) usan el método de siembra de trasplante para la producción de la semilla genética y básica.

El establecimiento de semillero de arroz constituye un elemento fundamental en la etapa inicial del crecimiento de la planta, debido a que como medio de cultivo favorece el desarrollo de plantas de calidad que permiten obtener resultados óptimos de producción.

Los sustratos o medios de crecimiento para semillas de arroz, tienen como objeto proveer de soporte físico a las plántulas, así como proporcionar aire, agua y nutrientes para el apropiado funcionamiento de las raíces (Pire & Pereira, 2003). La producción de plántulas en campo con la utilización de arcilla enfrenta serias dificultades, debido a la presencia de arroz rojo y también a que el sustrato arcilloso dificulta la extracción de plántulas una vez listas para el trasplante.

En este sentido, García *et al*, (2001), señalan que la calidad de las plántulas obtenidas dependerá del tipo de sustrato a utilizar y de sus características físico-químicas, ya que el desarrollo y funcionamiento de las raíces están determinadas por las condiciones de aireación y el contenido de agua, además, de la influencia que estos factores tienen sobre el suministro de los nutrientes necesarios.

El INTA desde el año 2005 para la producción de semilla de arroz, establece los semilleros utilizando bandejas traídas por el proyecto de arroz de la misión Taiwán, sin embargo, la cantidad de las mismas es mínima y el sustrato utilizado es arcilla obtenida directamente del campo. No existe información acerca de diferentes sustratos para la producción de plántulas de arroz que proporcionen mejores plántulas y que favorezcan un mejor desarrollo del cultivo, es por ello la importancia de innovar o crear una bandeja que pueda sustituir a la taiwanesa para producir plántulas en bandejas y con sustratos que favorezcan a un buen desarrollo de las plántulas en la etapa en semillero.

La innovación en el sistema de bandejas y en el sustrato utilizado para la producción de plántulas es una técnica necesaria para asegurar el establecimiento de plantas sanas y vigorosas. El sistema de almacigo con la utilización de un adecuado sustrato debe proveer las condiciones fisicoquímicas y nutrientes necesarios para la obtención de plántulas que garanticen la obtención de una producción significativa (Guzmán, 2003).

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general:**

- Contribuir a la producción de semilla genética y básica de arroz a través del diseño de bandejas artesanales y sustratos mejorados.

### **2.2. Objetivos específicos:**

- Diseñar una bandeja artesanal como alternativa a la bandeja taiwanesa, que asegure la producción de plántulas sanas y vigorosas.
- Identificar el mejor sustrato para la producción de plántulas sanas y de alta calidad en la producción de semilla genética y básica de arroz.
- Valorar económicamente la producción de plántulas en bandejas con sustratos mejorados en comparación con producción de plántulas en campo de manera convencional.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción del experimento

##### 3.1.1. Localización

Las dos fases del trabajo de investigación (establecimiento de semillero y trasplante) se ubicaron en el centro experimental de arroz TAI-NIC ubicado en el municipio de ciudad Darío del departamento de Matagalpa. La descripción de los sitios donde se establecieron las dos etapas de los ensayos se muestran en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Sitios donde se establecieron los ensayos de sustratos y bandeja artesanal, periodo de junio a octubre del 2016 en el centro experimental de arroz TAI-NIC

Fase	Municipio	Coordenadas	Altitud (msnm)	Fecha de:	
				Siembra	Evaluación
Semillero	Darío	12°48'01.06"N; 86°09'42.26"O	445	Jul. 17/2016	agosto/2016
Trasplante	Darío	12°48'01.06"N; 86°09'42.26"O	445	Sept/2016	Oct-Nov/2016

#### 3.2. Diseño experimental

El experimento se llevó a cabo en dos etapas. En la primera etapa, se establecieron los semilleros en las bandejas taiwanesas y artesanales, con las diferentes mezclas de los sustratos evaluados. La segunda etapa, consistió en el establecimiento de las plántulas producto del primer experimento.

En la primera etapa (semillero), el diseño utilizado fue diseño completamente al azar (DCA), en arreglo bifactorial, con tres repeticiones. Los factores evaluados fueron: factor A, dos tipos de bandejas (bandeja Taiwanesa y bandeja artesanal). El factor B comprende las cinco combinaciones de sustratos (Suelo, Suelo más Lombrihumus, Suelo más cascarilla arroz, Lombrihumus más cascarilla café y suelo más cascarilla café). Las proporciones de los sustratos en combinación fue de 50 – 50. El detalle de los tratamientos evaluados en la primera etapa se presenta en el Cuadro 2.

En la segunda etapa (trasplante de las plántulas), el diseño utilizado fue bloques completos al azar (BCA). Los tratamientos fueron iguales a los establecidos en la primera etapa. La parcela experimental estuvo conformada de siete surcos de 7.5 m de largo por 2.1 m de ancho. Las plántulas se establecieron a distancia de 0.3 x 0.3 m.

Con el propósito de obtener información de los contenidos nutricionales de los sustratos evaluados, se realizó un análisis de muestras de los sustratos en el laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria.

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos utilizados en los experimentos en el centro experimental TAI-NIC 2016

Tratamiento	Factores		
	A	B	
	Bandejas	Sustratos	Proporción %
1	Taiwanesa	Suelo	100
2	Taiwanesa	Suelo + Lombrihumus	50:50
3	Taiwanesa	Suelo + cascarilla arroz	50:50
4	Taiwanesa	Lombrihumus + cascarilla café	50:50
5	Taiwanesa	suelo + cascarilla café	50:50
6	Artesanal	Suelo	100
7	Artesanal	Suelo + Lombrihumus	50:50
8	Artesanal	Suelo + cascarilla arroz	50:50
9	Artesanal	Lombrihumus + cascarilla café	50:50
10	Artesanal	suelo + cascarilla café	50:50

**Cuadro 3.** Resultados del análisis de suelo de los sustratos evaluados, Laboratorio de suelo y agua de la Universidad Nacional Agraria

	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
	%	%			Ppm					
Suelo	1.99	0.1	29.71	0.42	6.81	0.86	123.05	7.25	237.75	3.89
Lombrihumus	-	2.87	0.27	0.09	2.31	0.31	3.7	0.3	9.1	3.4
Cascarilla arroz	5.74	0.2	0.32	0.18	0.29	0.24	5.8	2.5	11.6	2.35
Cascarilla café	13.58	0.19	0.33	4.24	1.87	0.7	27.4	3.8	4.5	4.95

### 3.2.1. Variables evaluadas en la primera etapa (experimento en semillero en bandejas taiwanesa y artesanal)

**Altura de la plántula (ADP).** Se registró el promedio de la longitud de diez plántulas (cm), a los quince días después de la emergencia, se utilizó regla en cm para medir la altura.

**Longitud de raíz (LDR).** Se registró el promedio de la longitud de diez raíces (cm) de 10 plántulas a los quince días después de la emergencia, se utilizó regla en cm para medir la altura.

**Peso de raíz (PDR).** Se registró el peso en gramos de las diez raíces de las diez plántulas que se le tomaron longitud de plántula y longitud de raíz.

**Porcentaje de germinación (GER).** Se registró el porcentaje de germinación por cada sustrato evaluado en la bandeja taiwanesa y artesanal a los dos días de germinada la semilla.

### **3.2.2. Variables evaluadas en la segunda etapa (trasplante)**

**Porcentaje de sobrevivencia (PSV).** Se calculó el porcentaje de sobrevivencia del total de las plántulas que se trasplantaron, esta variable se tomó a los quince días después de trasplante.

**Altura de la planta (ADP).** Se tomaron y se promedió la altura de 10 plantas en cm a los quince días después de trasplante, midiendo desde la superficie del suelo hasta el ápice de la hoja bandera. El tiempo de evaluación de esta variable fue máximo macollamiento. La herramienta usada fue cinta métrica.

**Longitud de raíz (LDR).** Se registró la longitud de raíz en cm de las mismas plantas a las que se les tomo la longitud. Tiempo de evaluación, máximo macollamiento. La herramienta utilizada para medir longitud fue cinta métrica.

**Peso de raíz (PDR).** Se tomó el peso en gramos a las mismas raíces que se le tomo la longitud, Tiempo de evaluación, máximo macollamiento.

**Macollamiento (Mac).** Se tomó el número de tallos que desarrollo cada planta que se trasplanto a los quince días después de trasplante, Tiempo de evaluación, máximo macollamiento.

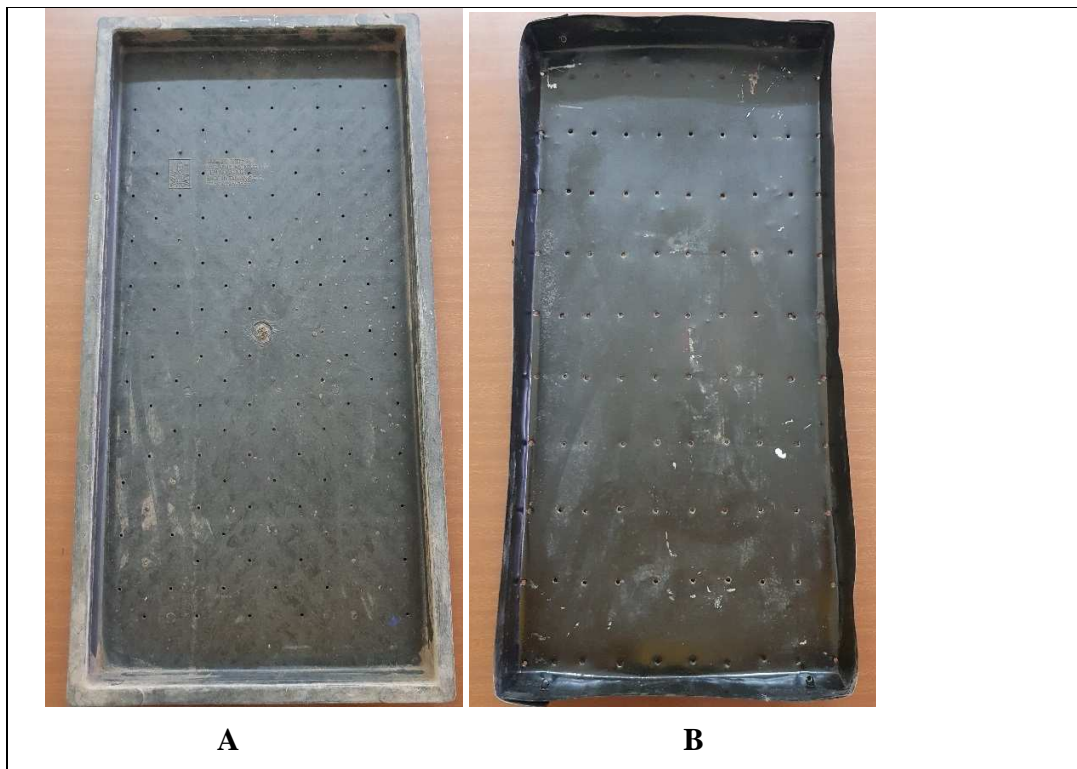
### **3.3. Manejo agronómico del cultivo en etapa de semillero**

#### **3.3.1 Características de las bandejas y establecimiento de semillero**

Para el establecimiento del semillero se utilizaron dos tipos de bandejas, una de origen Taiwanés con las siguientes dimensiones interiores: 58 cm de largo, 28 cm de ancho, y 3 cm de



profundidad elaborada con material plástico. Son de peso ligero y se pueden apilar cuando no estén en uso, ahorrando así espacio de almacenamiento. La parte inferior de la bandeja presenta una cantidad adecuada de agujeros, con el fin de asegurar la retención y drenaje adecuado del agua. La bandeja artesanal fue elaborada a base de zinc liso, y se utilizaron las mismas dimensiones que la taiwanesa. Las bandejas fueron desinfectadas antes de la siembra. La figura 1, muestra fotografías de las bandejas utilizadas en el experimento, taiwanesa (A) y artesanal (B).



**Figura 1.** Bandejas utilizadas en el experimento, a: bandeja taiwanesa, b: bandeja artesanal

### **3.3.2. Cantidad y mezcla de sustratos por bandejas**

En cada una de las bandejas, (58 x 28 x 3 cm) se utilizaron de 3 a 4 libras en dependencia de la mezcla de sustrato. La combinación en todos los sustratos se realizó utilizando una mezcla 50-50. En la parte superior del material utilizado, se utilizó una película de sustrato de tres milímetros para cubrir la semilla.

### **3.3.3. Tratamiento de la semilla para establecer el semillero**

Para establecer el semillero se desinfecto la semilla con el fin de protegerla de enfermedades

fungosas y bacterianas. Esto se realizó mediante tratamiento por inmersión en agua durante la pregerminación. Se utilizaron los productos comerciales: Vitavax 40 WP (*Carboxin- Captan*) a 0,5 gramos por kilogramo de semilla y Starner 20wp (*Ácido Oxolinico*) a 300 gramos por 100 kilogramos de semilla.

#### **3.3.4. Pregerminación de la semilla**

Este proceso consiste en acelerar la germinación de la semilla con el propósito de favorecer la germinación de las semillas, y garantizar la uniformidad en la emergencia después de la siembra. Este proceso se realizó durante 24 horas sumergiendo la semilla en un volumen de agua, de relación 1: 2 (1 kg de semilla en dos 2 litros de agua).

Luego la semilla se sometió a un proceso de incubación, este consiste en proporcionar calor por un periodo de 24 horas. Este proceso se hizo para garantizar que el semillero estuviera germinado en un 95 % en 48 horas después de haber sido sembrado.

#### **3.4. Trasplante de plántulas (Segunda etapa de la investigación)**

La segunda etapa de la investigación consistió en evaluar la eficiencia de los sustratos en la etapa del trasplante.

En el estudio se utilizó la variedad INTA FORTALEZA anexo 7. Se trasplantó una planta por golpe a una distancia de 0.3 m entre surco y 0.3 m entre planta Figura 2.

El manejo agronómico del cultivo consistió en aplicación de fertilizantes, preparación del suelo de forma mecanizada, esta consistió en un pase con rotadisco realizado 10 días antes de la siembra (trasplante) y dos pases de banca (nivelación), tres días antes de la siembra.



**Figura 2.** Establecimiento de las plántulas en el campo, centro experimental TAI-NIC 2016

Al momento de la siembra (trasplante), se aplicó fertilizante fórmula 18-46-00 a razón de 130 kg ha<sup>-1</sup> más 65 kg ha<sup>-1</sup> de muriato de potasio (00-00-60). a los 8 y 25 días después del trasplante, se aplicó Urea 46 % a razón de 130 kg ha<sup>-1</sup> por fraccionamiento. A los 40 ddt, se realizó el último fraccionamiento de Urea 46%, en dosis de 65 kg ha<sup>-1</sup> más 65 kg ha<sup>-1</sup> de (00-00-60). En total se aplicó 173-60-39 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O respectivamente.

Con respecto al control de malezas (hoja ancha, poaceas y ciperáceas), durante toda la etapa de desarrollo del cultivo se garantizó un estricto control de malezas. Los métodos usados fueron mecánicos, manuales y químicos (*Glifosato*), Command (*Clomazone*), Bispiribac Sodio (*Bispiribac Sodio*) y clincher (*Cihalofop*).

Para la prevención y control de plagas como chinche de la espiga (*Oebalus insularis*) la sogata (*Sogatodes oryzicola*) y enfermedades se realizaron aplicaciones de Engeo (*Thiamethoxam + Lambda – Cihalotrina*), Rienda (*Deltamethrin, triazophos*), Actara (*Thiametoxan*), Carbendazin (*Carbendazin*), Amistar (*Azoxistrobina*).

### **3.5 Análisis estadístico**

Se realizó el Análisis de Varianza para probar la hipótesis de igualdad entre medias de diez tratamientos. Se utilizó la prueba de separación de medias de diferencia mínima significativa (LSD). También se realizó análisis de Correlación ANDEVA, factor 1 (dos tratamientos) bifactorial factor 2 (cinco tratamientos). El programa utilizado fue INFOSTAT/P2016.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Experimento en semillero (estado de plántula)

#### 4.1.1. Porcentaje de germinación

El análisis de varianza mostro que no existe efecto significativo en la interacción de los factores en estudio (bandejas \* sustratos) ( $p: > 0.17$ ), de manera que se considera el efecto de cada factor por separado.

El ANDEVA muestra que para el factor A (bandejas) no se encontraron diferencias significativas en la variable porcentaje de germinación ( $p: > 0.0783$ ), de manera que las bandejas no inciden en la variable germinación. Por otro lado, el ANDEVA evidencia que para el factor B (sustratos) no mostro efectos significativos ( $p: > 0.68$ ). Sin embargo, los porcentajes de germinación estuvieron arriba de 84 % en todos los sustratos lo cual es muy aceptable según el reglamento del IPSA, ya que un alto porcentaje de germinación garantiza mayor cantidad de plántulas al momento del trasplante. Estos resultados de germinación pueden atribuirse a las características físicas que poseen los sustratos lo cual facilita la retención de humedad (Favaro *et al.* (2002).

Otro punto importante para la germinación es la latencia de las semillas o variedad utilizada. Motta O; Francisco *et al.* (2010), destaca que las semillas de arroz que no tienen latencia pueden germinar inmediatamente después de su maduración, las que tienen latencia pasan por un periodo natural de reposo más o menos largo.

#### 4.1.2. Altura de la plántula (ADP)

Para la variable altura de la plántula, el análisis de varianza mostró que existe efecto significativo en la interacción de los factores evaluados (bandejas \* sustratos) ( $p: > 0.0244$ ).

Cuando se utiliza lombrihumus + cascarilla de café, la bandeja taiwanesa supera a la bandeja artesanal con altura de 14 centímetros cuadro 5. En los demás sustratos la bandeja artesanal presenta mayores alturas de plantas de arroz que la bandeja taiwanesa, especialmente cuando se utiliza suelo más cascarilla de arroz, la diferencia en la altura de plantas es significativa cuadro 4 o el cuadro 5.

En cuanto a los sustratos utilizados, cuando se utilizó bandeja taiwanesa, el mejor sustrato fue

lombrihumus más cascarilla de café, el cual difiere de los demás sustratos. Lo contrario sucedió cuando se utilizó bandeja artesanal, no se encontró diferencias entre los sustratos utilizados cuadro 4.

Para el desarrollo y crecimiento de plántulas, el sustrato empleado es un factor fundamental, puesto que éste contribuye en la calidad de la plántula. Hartmann y Kester (2002), mencionan que en la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época de siembra, sistema de propagación, costo, disponibilidad y características propias del sustrato.

**Cuadro 4.** Medias de la altura de las plántulas en los diferentes sustratos en los dos tipos de bandejas evaluados en el centro experimental de arroz TAI-NIC 2016

Factor A	Bandeja		DMS
Factor B	taiwanesa	Bandeja artesanal	
Suelo	12.03	13.13	1.89
Suelo + lombrihumus	11.46	11.87	1.89
Suelo + cascarilla de arroz	7.80	11.57	1.89
Lombrihumus + cascarilla de café	15.13	13.17	1.89
Suelo + cascarilla de café	12	13.90	1.89
DMS	1.89	1.89	1.89

#### 4.1.3. Longitud de la raíz (LDR)

El análisis de varianza muestra que no existe efecto significativo en la interacción de los factores evaluados (Bandejas \* Sustratos), ( $p > 0.1850$ ), de manera que se considerara el efecto de cada factor por separado.

Para el factor A (Bandejas) en la variable longitud de la raíz (LDR) el análisis de varianza mostró diferencias significativas entre bandejas ( $p > 0.0001$ ). La longitud de raíz fue superior (7.63 cm) cuando se utilizó la bandeja taiwanesa. Esta diferencia podría estar influenciada por el material utilizado para la elaboración de la bandeja artesanal que es de lámina de zinc liso, esto provoca que las plántulas sufran estrés por el incremento de la temperatura producida por la radiación solar que reciben estas bandejas. En cambio, el material con el cual fue elaborada la bandeja de origen taiwanés es plástico sólido, el cual percibe menos calor permitiendo que el sustrato

conservar humedad por más tiempo. El crecimiento radicular es necesario para el normal desarrollo de plántulas sanas de arroz, lo cual se traduce en un buen establecimiento del cultivo trasplantado.

Para el factor B (sustratos) se encontraron diferencias altamente significativas ( $p > 0.0023$ ). Las mayores longitudes de raíz se obtuvieron al usar las combinaciones suelo más cascarilla de café, Lombrhumus más cascarilla de café y suelo. Estos tres sustratos son iguales desde el punto de vista estadístico, a la vez estos sustratos proporcionan nutrientes suficientes que favorecen el crecimiento y desarrollo de las raíces.

La elección de un sustrato es trascendental, ya que permite proporcionar las condiciones apropiadas al cultivo para el crecimiento de sus raíces (Ocampo *et al.*, 2005), por ello, surge la necesidad de disponer de materiales producidos localmente, estables y de probada calidad e inocuidad.

La disponibilidad de nutrientes en el suelo también modifica la morfología de las raíces. Según Hodge (2004), las raíces de arroz que se desarrollan en suelos ricos en nutrientes son más ramificadas.

#### **4.1.4. Peso de la raíz (PDR)**

El análisis de varianza muestra que no existe efecto significativo en la interacción de los factores evaluados (Bandejas \* Sustratos), ( $p > 0.8924$ ), por tanto, el análisis procede analizando los efectos de cada factor por separado.

El análisis de varianza para el factor A (Bandeja) indica que no existen diferencias significativas ( $p > 0.7838$ ) en el tipo de bandeja utilizado lo que permite inferir que es suficiente la utilización de la bandeja artesanal como alternativa de sustitución a la bandeja taiwanesa. Estos resultados y las variables anteriores indican que da igual usar la bandeja taiwanesa o bandeja artesanal, es de importancia para los productores de arroz, quienes pueden hacer uso de una bandeja artesanal elaborada con materiales fácilmente disponibles para el agricultor.

Para el factor B (sustratos), se encontró diferencia significativa ( $p > 0.0341$ ). El mejor peso de

raíz se obtuvo al usar el sustrato compuesto por suelo más cascarilla de café cuadro 5. Algunos autores han enfatizado sobre la importancia de hacer combinaciones de sustratos. Según Normann (1993), las mezclas logran una mejoría en una o más propiedades del material original, siendo muy difícil encontrar en la naturaleza un material que, por sí sólo, satisfaga todas las exigencias de un sustrato ideal. En ocasiones un material por sí mismo no cumple con las mejores características para el crecimiento adecuado de la planta, por lo que hay necesidad de realizar mezclas de materiales (Cruz *et al.*, 2010). Los sustratos suelo, suelo + lombrihumus y suelo + cascarilla de arroz mostraron los menores valores de peso de raíz cuadro 5.

**Cuadro 5.** Medias de las variables germinación (GER), altura de plántula (ADP), longitud de raíz (LDR) y peso de raíz (PDR) en el experimento en semillero.

<b>FACTOR</b>		<b>GER</b>	<b>ADP</b>	<b>LDR</b>	<b>PDR</b>
<b>A</b>	<b>Bandejas</b>	<b>%</b>	<b>cm</b>	<b>cm</b>	<b>g</b>
<b>1</b>	<b>Taiwanesa</b>	91 a	11.70 a	7.63 a	0.93 a
<b>2</b>	<b>Artesanal</b>	85 a	12.73 a	5.04 b	0.90 a
	<b>DMS</b>	5.92	1.03	0.87	0.25
<b>Pr &gt; F para Bandeja</b>		<b>0.0783 NS</b>	<b>0.0504 NS</b>	<b>0.0001*</b>	<b>0.7838 NS</b>
<b>B</b>	<b>Sustrato</b>	<b>%</b>	<b>cm</b>	<b>cm</b>	<b>G</b>
<b>1</b>	Suelo	89 a	12.58 a	6.27 a	0.83 bc
<b>2</b>	Suelo + Lombrihumus	90 a	11.66 b	5.17 b	0.66 c
<b>3</b>	Suelo + cascarilla arroz	89 a	9.68 c	5.67 b	0.75 b
<b>4</b>	Lombrihumus + cascarilla café	84 a	14.15 a	6.32 a	1.08 ab
<b>5</b>	suelo + cascarilla café	88 a	12.98 a	8.25 a	1.25 a
<b>Pr &gt; F para Sustratos</b>		<b>0.68 NS</b>	<b>0.0003*</b>	<b>0.0023*</b>	<b>0.0341*</b>
<b>Pr &gt; F para interacción Bandeja*Sustrato</b>		<b>0.17 NS</b>	<b>0.0244*</b>	<b>0.1850 NS</b>	<b>0.8924 NS</b>
<b>DMS</b>		5.92		0.87	0.25

DMS= Diferencia mínima significativa

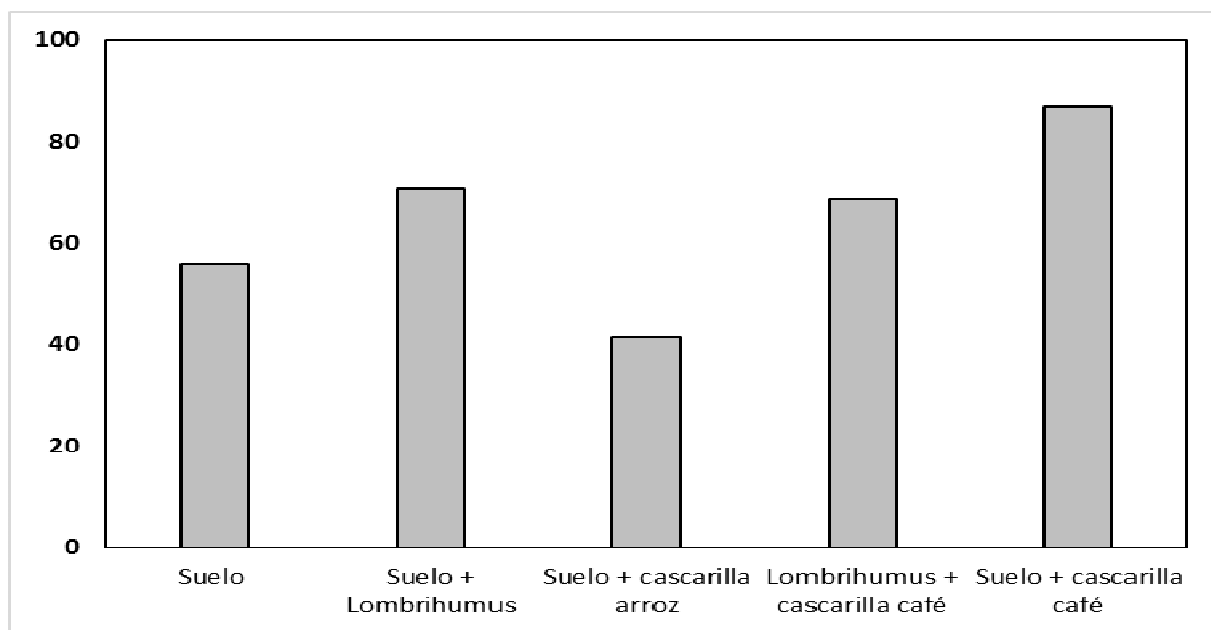


## 4.2. Comportamiento de plantas después del trasplante (segunda etapa de evaluación)

### 4.2.1. Porcentaje de sobrevivencia de plantas (PSV)

Para la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas, el análisis de varianza muestra que no existe efecto significativo en la interacción de los factores (Bandejas \* Sustratos), ( $p > 0.4733$ ). De manera que se consideró el efecto de cada factor por separado.

En el factor A (Bandejas), el análisis de varianza muestra que no existe ningún efecto significativo entre las dos bandejas. En cambio, para el factor B, el ANDEVA muestra diferencias altamente significativas entre los sustratos ( $p > 0.0037$ ). Los mayores porcentajes de sobrevivencia de las plántulas trasplantadas se obtuvieron al usar los sustratos suelo más cascarilla de café y suelo más Lombrihumus, los que muestran porcentajes de sobrevivencia arriba del 80 %, los cuales son aceptables, La obtención de plántulas vigorosas permite reducir la pérdida de plantas después del trasplante.



**Figura 3.** Porcentaje de sobrevivencia de plántulas después del trasplante en los diferentes sustratos en estudio, evaluados en el centro experimental de arroz TAI-NIC 2016.

### 4.2.2. Altura de la planta (ADP)

El análisis de varianza muestra que no existe efecto significativo en la interacción de los factores (Bandejas \* Sustratos), ( $p > 0.1668$ ). Por lo que se analizara el efecto de cada factor por

separado.

El análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas ( $p > 0.5473$ ) para el factor A (Bandejas), cualquiera de ellas puede ser utilizada para la producción de plántulas en semillero. Para el factor B (sustratos), el análisis de varianza determinó diferencias significativas entre ellos ( $p > 0.0002$ ). Las plantas con mayor altura se obtuvieron con las combinaciones de sustratos Lombrhumus más cascarilla de café, suelo más cascarilla de café, suelo más Lombrhumus y suelo Cuadro 6, tratamientos que no difieren entre sí. Todos los sustratos muestran alturas superiores a los 50 cm a excepción de suelo más cascarilla de arroz, que presenta altura de la planta inferior a los 50 cm.

La altura de planta es una característica que influye directamente en la resistencia al acame. Otra ventaja de contar con plantas altas es que favorece la disminución del porcentaje de acame. Contín (1990), menciona que en el cultivo del arroz la resistencia al acame disminuye al aumentar la altura de las plantas. Por otra parte, el (CIAT, 1983). Destaca que el rendimiento va a estar relacionado con la altura de la planta, por lo que es de interés buscar que la planta exprese su altura máxima.

#### **4.2.3. Longitud de la Raíz (LDR)**

La interacción de los factores (Bandejas \* Sustratos), fue no significativo ( $p=0.6205$ ), de manera que se consideran los efectos de cada factor por separado.

El análisis de varianza determinó que no existe significancia ( $p > 0.8526$ ) para el factor A (Bandejas), tanto la bandeja taiwanesa como la artesanal garantizan buenos resultados. Para el factor B (sustratos), hubo diferencias significativas ( $p > 0.0463$ ). El tratamiento suelo más Lombrhumus obtuvo mayor longitud de raíz. Es importante obtener buena longitud de raíz para la absorción de agua y nutrientes presente en el suelo.

Motta O; Francisco *et al.* (2010). Destaca que la forma en que crecen y se desarrollan las raíces del arroz son una característica varietal pero que a la vez el crecimiento de estas va a estar influenciado por la naturaleza y el medio de cultivo en que estas crecen, otro factor que influye en el crecimiento y desarrollo de las raíces es el nivel de fertilización.

**Cuadro 6.** Medias de las variables porcentaje de sobrevivencia (PSV), altura de planta (ADP) y longitud de raíz (LDR) en la etapa de trasplante del experimento TAI-NIC 2016

<b>Factor</b>		<b>PSV</b>	<b>ADP</b>	<b>LDR</b>
<b>A</b>	<b>Bandejas</b>	<b>%</b>	<b>cm</b>	<b>cm</b>
<b>1</b>	<b>B. taiwanesa</b>	67 a	50.62 a	18.66 a
<b>2</b>	<b>B. artesanal</b>	66 a	49.81 a	18.45 a
<b>DMS</b>		<b>14.79</b>	<b>2.78</b>	<b>2.37</b>
<b>Pr &gt; F para Bandeja</b>		<b>0.9925 NS</b>	<b>0.5473 NS</b>	<b>0.8526 NS</b>
<b>B</b>	<b>Sustrato</b>	<b>%</b>	<b>cm</b>	<b>cm</b>
<b>1</b>	Suelo	55.67 bc	50.58 a	19.46 a
<b>2</b>	Suelo + Lombrihumus	70.83 b	52.53 a	21.01 a
<b>3</b>	Suelo + cascarilla arroz	41.33 c	42.20 b	15.06 b
<b>4</b>	Lombrihumus + cascarilla café	68.67 ab	52.61 a	18.35 ab
<b>5</b>	suelo + cascarilla café	87 a	53.16 a	18.90 a
<b>Pr &gt; F para Sustrato</b>		<b>0.0037*</b>	<b>0.0002*</b>	<b>0.0463*</b>
<b>Pr &gt; F para Bandeja*Sustrato</b>		<b>0.4733 NS</b>	<b>0.1668 NS</b>	<b>0.6205 NS</b>
<b>DMS</b>		<b>14.79</b>	<b>2.78</b>	<b>2.37</b>

DMS= Diferencia mínima significativa

#### 4.2.4. Peso de la Raíz (PDR)

El análisis de varianza muestra que no existe efecto significativo en la interacción de los factores (Bandejas \* Sustratos) ( $p > 0.5649$ ). De manera que se considera el efecto de cada factor por separado.

El análisis del factor A (Bandejas) no presentó diferencia significativa entre las medias ( $p > 0.6376$ ), en cambio para el factor B (Sustratos) sí presenta diferencias significativas ( $p > 0.0428$ ). El tratamiento suelo más Lombrihumus) obtuvo mayor ganancia de peso de raíz en comparación con los demás sustratos Cuadro 6. Los tratamientos suelo, Lombrihumus más cascarilla de café, y suelo más cascarilla de café) presentaron el mismo comportamiento.

#### 4.2.5. Macollamiento (Mac)

La interacción de los factores Bandejas \* Sustratos para la variable macollamiento fue no significativa ( $p > 0.8835$ ), por tanto, se analizarán los efectos principales de los factores evaluados.

El análisis de varianza no muestra diferencias significativas en el factor A (Bandejas) ( $p > 0.8885$ ), sin embargo, sí se obtuvieron diferencias significativas entre los sustratos estudiados ( $p$ :

> 0.0234). Acá sobresalen los sustratos, Lombrihumus más cascarilla de café y suelo más lombrihumus Cuadro. Los demás tratamientos mostraron menor ahijamiento Cuadro. 7. Según Quintero (2009), y Balasubramanian (IRRI), mencionan que el componente más importante en la definición del rendimiento es el número de panojas o tallos efectivos por metro cuadrado, mencionando como parámetros óptimos la obtención de 350 a 400 panículas por metro cuadrado en época de invierno y de 450 a 600 panículas por m<sup>2</sup> en época de verano. Además, consideran que entre los factores que influyen en la obtención de tallos efectivos, se pueden mencionar: la disponibilidad de nitrógeno en el macollamiento, la población inicial y la capacidad de macollamiento de la variedad.

Uno de los principales componentes de rendimientos es el número de tallos por planta a mayor número de tallos obtendremos mayor cantidad de panículas por planta. Por otro lado (Li *et al*; 2003) destaca que la producción de macollas de una planta esta controladas por factores genéticos o por varios factores ambientales entre los que se destacan la distancia entre plantas, la radiación solar y la disponibilidad de elementos nutritivos del suelo.

**Cuadro 7.** Resultados del comportamiento de plantas después del trasplante (segunda etapa de evaluación) peso de raíz (PDR), macollas por planta (MAC) en el centro experimental TAI-NIC 2016

<b>Factor</b>		<b>PDR</b>	<b>MAC</b>
<b>A</b>	<b>Bandejas</b>	<b>g</b>	<b>tallos</b>
<b>1</b>	B. Taiwanesea	2.95 a	5.36 a
<b>2</b>	B. Innovada	2.79 a	5.3 a
<b>DMS</b>		0.70	0.98
<b>Pr &gt; F para Band</b>		<b>0.6376 NS</b>	<b>0.8885 NS</b>
<b>B</b>	<b>Sustrato</b>	<b>g</b>	<b>tallos</b>
<b>1</b>	Suelo	3.03 a	5.33 a
<b>2</b>	Suelo + Lombrihumus	3.43 a	6.08 a
<b>3</b>	Suelo + cascarilla arroz	1.73 b	3.66 b
<b>4</b>	Lombrihumus + cascarilla café	3.03 a	6.16 a
<b>5</b>	suelo + cascarilla café	3.10 a	5.41 a
<b>Pr &gt; F para Sustrato</b>		<b>0.0428*</b>	<b>0.0234*</b>
<b>Pr &gt; F para Bandeja*Sustrato</b>		<b>0.5649 NS</b>	<b>0.8835 NS</b>
<b>DMS</b>		0.70	0.98

DMS= Diferencia mínima significativa

#### 4.3. Análisis económico en la producción de plántulas con los diferentes sustratos

El costo de producción es otra variable de mucha importancia para la producción de plántulas. La búsqueda de sustratos que permitan obtener plántulas de calidad es un factor de importancia, así como, la producción de estas plántulas a bajo costo.

Se realizó análisis económico de los sustratos evaluados, utilizando como referencia la producción de 1 ha<sup>-1</sup>.

Se hizo la comparación de los costos de producción teniendo como testigo la producción de plántulas de manera convencional (campo abierto). Los resultados muestran una notable reducción en los costos de producción con la utilización de plántulas producidas en bandejas. La reducción de los costos por unidad de área oscila entre 66 y 70 % de reducción de costos para los sustratos evaluados Cuadro 8.

Económicamente, la producción de plántulas en bandejas es económicamente viable independientemente del sustrato que se utilice. Los costos de producción de plántulas solamente incluyen los insumos como sustratos y mano de obra para el establecimiento y cuidado anexo 6. La producción de plántulas con sustratos se comparó con la producción a campo abierto ya que es la manera convencional que practican los productores de semilla.

**Cuadro 8.** Costos de producción de plántulas de arroz para 1 ha<sup>-1</sup> centro experimental de arroz TAI-NIC 2106

<b>Tratamiento</b>	<b>Sustratos</b>	<b>Costo producción ha<sup>-1</sup> C\$</b>
1	Suelo	1350.00
2	Suelo + Lombrihumus	1510.00
3	Suelo + cascarilla arroz	1400.00
4	Lombrihumus + cascarilla café	1470.00
5	Suelo + cascarilla café	1450.00
Testigo campo abierto		4500.00

## V. CONCLUSIONES

- Los mejores resultados los presentaron los sustratos suelo + Lombrihumus, Lombrihumus + cascarilla café, y Suelo + cascarilla café ya que estos incidieron mejor en los porcentajes de germinación, longitud de raíz, porcentaje de sobrevivencia de plántulas y macollamiento.
- La bandeja artesanal se comporta de manera similar a la bandeja taiwanesa. Los productores de arroz pueden utilizar dicha bandeja, la cual resulta en un buen desarrollo de plántulas de arroz y de bajo costo para su implementación.
- Producir plántulas con los sustratos evaluados es altamente rentable en comparación con los costos de producción de las plántulas producidas a campo abierto (convencional).

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se sugiere la adopción de la bandeja innovada para la producción de plántulas.
- Se sugiere la utilización de Suelo más cascarilla de café, lombrihumus mas cascarilla de café y suelo más lombrihumus para la producción de plántulas de calidad.
- Considerar realizar nuevos estudios de sustratos con diferentes profundidades de las bandejas.



## VII. LITERATURA CITADA

- Abad, M. Noguera, P. 2000. Los sustratos en los cultivos sin suelo. En Manual del cultivo sin suelo. Universidad de Almería- Mundi-Prensa, Madrid, 137-183 p.
- Ángela Hodge (2004) La planta de plástico: repuesta de raíz a suministros heterogéneos de nutrientes. (En línea) consultado 7 octubre 2017. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2004.01015>.
- CIAT.1983. Sistema de Evaluación Estándar para arroz. 2ª.ed. Manuel Rosero traductor y adaptador. Cali, Colombia. Autor.
- Contín, A. 1990. Cultivo del arroz. Manual de producción. Editorial LIMUSA, cuarta edición. México D, F., Méxic
- Cruz-Crespo E, Sandoval-Villa M, Volke Haller V, Ordaz-Chaparro V, Tirado-Torres JL, SánchezEscudero J. Generación de mezclas de sustratos mediante un programa de optimización utilizando variables físicas y químicas. Terra Latinoamericana 2010; 28: 219-229.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Favaro, J. Buyatti, M. y Acosta, M. 2002. Evaluación de sustratos a base de serrín de Salicáceas ("Salix sp.") compostados para la producción de plantones Investigación agraria. Producción y protección vegetales, (en línea) Consultado 7 octubre 2017. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/461/46116015005.pdf>
- García, O., G. Alcántar, R. Cabrera, F. Gavi y V. Volke. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. Terra 19: 249-258.
- Guzmán, J. M. 2003. Sustratos y tecnología de almácigo. In: Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos. UCRCYTED. San José, Costa Rica. 25 p.
- Hartmann, H. y Kester, D. 2002. Plant propagation. Principles and practices. Prentice Hall. New Jersey. 880 p.
- LABSA-UNA- Laboratorio de suelo y agua de Universidad Nacional Agraria
- Li x; Quian, Q; 2003. Control of tillering in rice. Nature
- MAG. 2013. Dirección estadística del MAG. Managua, Nicaragua. Autor. (en línea) consultado 3 febrero 2016. Disponible en <https://www.google.com.ni/search?q=MAG.+2013.+Direcci%C3%B3n+estad%C3%ADsti>

[ca+del+MAG.+Managua%2C+Nicaragua.+Autor](#)

Motta O; Francisco et al. (2010). (CIAT) Centro Internacional de Agricultura Tropical. Produccion eco- eficiente del arroz en america latina (en línea) consultado 7 octubre 2107. Disponible en [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/2010\\_Degiovanni-Produccion\\_eco-eficiente\\_del\\_arroz.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/2010_Degiovanni-Produccion_eco-eficiente_del_arroz.pdf)

Normann, A. 1993. **Substratos hortícolas: Turfa a casca de arroz.** *Lavoura Arrozeira* 46 (409): 12-13.

Ocampo, M. J., Caballero, M. R., y Tornero, C. M. A. 2005. **Los sustratos en cultivos hortícolas y ornamentales.** En: Agricultura, Ganadería, Ambiente y Desarrollo Sustentable. Tornero

Pire, R. y A. Pereira. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela: Propuesta metodológica. *Bioagro* 15(1): 55-63.

## VIII. ANEXO

### Anexo 1. Plano de campo de ensayo de sustratos

BA 1	BT 1	BA 3	BT 5	BT 3	BA 5	BA 4	BT 2	BT 4	BA 2
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

#### Bloque III

1 metro

BT 5	BT 3	BA 2	BA 3	BT 4	BA 4	BT 2	BA10	BT 1	BA 1
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

#### Bloque II

1 metro

BT 1	BT 2	BT 3	BT 4	BT 5	BA 1	BA 2	BA 3	BA 4	BA 5
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

#### Bloque I

##### Leyenda:

BT bandeja taiwanesa

BA bandeja artesanal

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1 | Suelo                         |
| 2 | Suelo + Lombrihumus           |
| 3 | Suelo + cascarilla arroz      |
| 4 | Lombrihumus + cascarilla café |
| 5 | suelo + cascarilla café       |

**Anexo 2.** Producción de plántulas de arroz a campo abierto



**Anexo 3.** Producción de plántulas de arroz en bandejas



**Anexo 4.** Efecto de los sustratos después del trasplante



**Anexo 5.** Resultados del análisis de correlación en ensayo de sustratos para producción de plántulas de arroz.

VARIABLES	Análisis de Correlación								
	LDP (cm)	LDR (cm)	PDR (g)	GER (%)	PSV (%)	ADP (cm)	LRT (cm)	PRT (g)	MAC
<b>LDP (cm)</b>	1	0.13908	0.15370	-0.1048	0.12038	0.35745	0.05368	0.03999	0.1341
		0.4636	0.41740	0.5815	0.5263	0.0525	0.7782	0.8338	0.4799
<b>LDR (cm)</b>	0.13908	1	0.24579	0.19742	0.16475	0.02306	0.12365	0.09688	0.01815
	0.4636		0.19050	0.2957	0.3843	0.9037	0.5151	0.6106	0.9242
<b>PDR (g)</b>	0.1537	0.24579	1.00000	-0.26304	0.28958	0.18756	0.08921	0.1216	0.22835
	0.4174	0.1905		0.1602	0.1206	0.3209	0.6392	0.5221	0.2249
<b>GER (%)</b>	-0.1048	0.19742	-0.26304	1	-0.00393	0.376	-0.06434	0.05748	-0.01084
	0.5815	0.2957	0.16020		0.9835	0.8434	0.7355	0.7629	0.9547
<b>PSV (%)</b>	0.12038	0.16475	0.28958	-0.00393	1	0.38297	0.50161	0.23376	0.4585
	0.5263	0.3843	0.12060	0.9835		<b>0.0367</b>	<b>0.0047</b>	<b>0.0024</b>	<b>0.0108</b>
<b>ADP (cm)</b>	0.35745	0.02306	0.18756	0.03766	0.38297	1	0.59164	0.65567	0.68004
	0.0525	0.9037	0.32090	0.8434	0.0367		<b>0.0006</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>LRT (cm)</b>	0.05368	0.12365	0.08921	-0.06434	0.50161	0.59164	1	0.78842	0.69546
	0.7782	0.5151	0.63920	0.73550	0.0047	0.0006		<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>PRT (g)</b>	0.03999	0.09688	0.12160	0.05748	0.53376	0.65567	0.78842	1	0.83397
	0.8338	0.6106	0.52210	0.7629	0.0024	<.0001	<.0001		<b>&lt;.0001</b>
<b>MAC (# tallos)</b>	0.1341	0.01815	0.22835	-0.01084	0.4585	0.68004	0.69546	0.83397	1
	0.4799	0.9242	0.22490	0.9547	0.0108	<.0001	<.0001	<.0001	

(coeficiente de correlación de Pearson), N = 100



**Anexo 6.** Presupuestos para la producción de plántulas con los diferentes sustratos.

Costo de producción para producir plántulas en bandejas con sustrato de tierra 100 % para 1 ha <sup>-1</sup> de arroz					
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad Requerida</b>	<b>Costo total</b>
1	Sustrato (suelo 100 %)	D/H	150	2	300
	Siembra	D/H	150	2	300
	Manejo y cuidado	D/H	150	5	750
	<b>TOTAL</b>				1350
Costo de producción para producir plántulas en bandejas con sustrato (Suelo - Lombrihumus ) para 1 ha <sup>-1</sup> de arroz					
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad Requerida</b>	<b>Costo total</b>
2	sustrato suelo	D/H	150	2	300
	sustrato Lombrihumus	qq	150	2	160
	Siembra	D/H	150	2	300
	Manejo y cuidado	D/H	150	5	750
	<b>TOTAL</b>				1510
Costo de producción para producir plántulas en bandejas con sustrato (Suelo - Cascarilla Arroz ) para 1 ha <sup>-1</sup> de arroz					
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Cantidad requerida</b>	<b>Costo total</b>
3	sustrato suelo	D/H	150	2	300
	sustrato cascarilla arroz	sacos	5	10	50
	Siembra	D/H	150	2	300
	Manejo y cuidado	D/H	150	5	750
	<b>TOTAL</b>				1400
Costo de producción para producir plántulas en bandejas con sustrato (Lombrihumus- cascarilla café ) para 1 ha <sup>-1</sup> de arroz					
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad Requerida</b>	<b>Costo total</b>
4	sustrato Lombrihumus	qq	160	2	320

sustrato cascarilla Café	sacos	10	10	100
Siembra	D/H	150	2	300
Manejo y cuidado	D/H	150	5	750
			<b>TOTAL</b>	1470

Costo de producción para producir plántulas en bandejas con sustrato (Suelo- cascarilla café ) para 1 ha<sup>-1</sup> de arroz

	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad Requerida</b>	<b>Costo total</b>
	sustrato suelo	D/H	150	2	300
5	sustrato cascarilla Café	qq	10	10	100
	Siembra	D/H	150	2	300
	Manejo y cuidado	D/H	150	5	750
			<b>TOTAL</b>		1450

Costo de producción para producir plántulas de arroz para 1 ha<sup>-1</sup> de arroz bajo la forma convencional

	<b>Descripción</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Cantidad Requerida</b>	<b>Costo total</b>
Testigo	Preparación terreno	Roter	1000	1	1000
		Nivelación	1000	1	1000
	Siembra	D/H	150	1	150
	Pajarero	D/H	150	5	750
	Cohetes	Docena	800	2	1600
			<b>TOTAL</b>		4500



**Anexo 7.** Características varietales de la variedad INTA FORTALEZA

---

CARACTERISTICAS AGRONOMICAS INTA FORTALEZA	
Vigor inicial	Bueno
Altura de planta	104-112 cm
Días a flor	58-60 días
Días a cosecha	90-95 días
Macollamiento	Escaso
Reacción al acame	Tolerante
Longitud de panícula	23 cm
Tipo de grano	Largo
Rendimiento potencial	4,851 Kg/ha <sup>-1</sup>

---