



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
"MANUEL FÉLIX LÓPEZ"**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

**MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**EFFECTIVIDAD DE LA FERTILIZACIÓN Y BIOESTIMULACIÓN  
DEL ARROZ, BAJO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE  
TRASPLANTE Y SOCA**

**AUTORES:**

**CRISTHIAN FERNANDO LOOR ZAMBRANO  
DENIS ANTONIO ZAMBRANO VÉLEZ**

**TUTORA:**

**ING. SOFÍA VELÁSQUEZ CEDEÑO**

**CALCETA, NOVIEMBRE 2023**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **Loor Zambrano Cristhian Fernando**, con cédula de ciudadanía 131329432-2 y **Zambrano Vélez Denis Antonio** con cédula de ciudadanía 135158924-5, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE LA FERTILIZACIÓN Y BIOESTIMULACIÓN DEL ARROZ, BAJO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TRASPLANTE Y SOCA** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

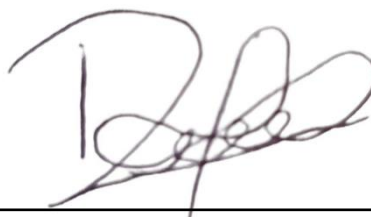
A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



---

**LOOR ZAMBRANO CRISTHIAN FERNANDO**

**CC: 131329432-2**



---

**ZAMBRANO VÉLEZ DENIS ANTONIO**

**CC: 135158924-5**

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

**LOOR ZAMBRANO CRISTHIAN FERNANDO**, con cédula de ciudadanía 131329432-2 y **ZAMBRANO VÉLEZ DENIS ANTONIO** con cédula de ciudadanía 135158924-5, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE LA FERTILIZACIÓN Y BIOESTIMULACIÓN DEL ARROZ, BAJO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TRASPLANTE Y SOCA**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



---

**LOOR ZAMBRANO CRISTHIAN FERNANDO**

**CC: 131329432-2**



---

**ZAMBRANO VÉLEZ DENIS ANTONIO**

**CC: 135158924-5**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, **SOFÍA VELÁSQUEZ CEDEÑO** certifico haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE LA FERTILIZACIÓN Y BIOESTIMULACIÓN DEL ARROZ, BAJO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TRASPLANTE Y SOCA**, que ha sido desarrollado por **Loor Zambrano Cristhian Fernando** y **Zambrano Vélez Denis Antonio**, previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola , de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE LA CARRERA DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

**ING. SOFÍA VELÁSQUEZ CEDEÑO**  
**TUTORA**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **EFFECTIVIDAD DE LA FERTILIZACIÓN Y BIOESTIMULACIÓN DEL ARROZ, BAJO SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE TRASPLANTE Y SOCA** , que ha sido desarrollado por **LOOR ZAMBRANO CRISTHIAN FERNANDO** y **ZAMBRANO VÉLEZ DENIS ANTONIO**, previo a la obtención de título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE LA CARRERA DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

Ing. Galo Alexander Cedeño García

**CC:** 1311956831

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Sergio Miguel Vélez Zambrano

**CC:** 1310476773

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Cristian Sergio Valdivieso López

**CC:** 1717929283

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y ser mi guía en todo momento, brindándome salud y vida para poder alcanzar mis metas propuestas.

A mis padres Mauro Loor y Estrella Zambrano, por todo el apoyo que me brindaron e inculcando valores éticos y morales; a mi hermana Andrea Zambrano, a mi tía Rosa Zambrano y demás familiares que de alguna u otra manera me ayudaron en este proceso estudiantil.

A mi esposa Jennyfer Trujillo, por ser mi apoyo incondicional con su gratitud y comprensión en esta etapa de mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me brindó la oportunidad de poder formarme como ingeniero agrícola a través de una educación de calidad en la cual forje mis conocimientos profesionales día a día.

A mi tutora de tesis Ing. Sofía Velásquez, al Ing. Galo Cedeño y al Ing. Julio López por el apoyo y tiempo brindado incondicionalmente en este proyecto de investigación.

A Denis Zambrano, compañero de tesis por su esfuerzo y entusiasmo se logró el objetivo propuesto en esta investigación.

A los docentes de la carrera de Ingeniería Agrícola quienes con perseverancia, capacidad y dedicación realizaron su labor de enseñar por dar lo mejor de ellos para mi educación estudiantil.

A mis amigos Michelli Puerta, Daniela Navarrete y compañeros que me brindaron su apoyo de una u otra manera y compartimos gratos momentos.

***Cristhian Fernando Loor Zambrano***

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A Dios por permitirme llegar hasta donde estoy ahora.

A mis padres por su inmenso apoyo y dedicación que han tenido conmigo.

A la ingeniera Sofía Velásquez Cedeño, por su apoyo como tutora de nuestro trabajo de investigación.

***Denis Antonio Zambrano Vélez***

## DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, ser mi guía en todo momento y darme las fuerzas necesarias para lograr todo lo propuesto, permitiendo llegar a esta etapa tan importante de mi formación académica.

A mis padres Mauro Loor y Estrella Zambrano por ser mi fortaleza y apoyo incondicional en todo momento. Inculcándome valores éticos y morales que me ayudaron a forjar como una persona de bien.

A mi esposa Jennyfer Trujillo por brindarme su apoyo, confianza y amor que me mantuvo firme en este trayecto estudiantil.

A mi familia que de una u otra manera me brindaron su apoyo y confiaron en mí para alcanzar esta meta propuesta.

***Cristhian Fernando Loor Zambrano***



## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mis hermanos por su compañía, a mis abuelos y demás familiares que de una u otra manera me han ayudado para sentirme bien acogido.

***Denis Antonio Zambrano Vélez***

## CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN .....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
DEDICATORIA .....	ix
CONTENIDO GENERAL.....	x
CONTENIDO DE FIGURAS Y TABLAS.....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
<b>CAPÍTULO I. ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
1.1.    PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2.    JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3.    OBJETIVOS .....	3
1.4.    HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER .....	3
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. EL ARROZ EN ECUADOR.....	4
2.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	4
2.2. ARROZ PADDY .....	4
2.2.1. FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ.....	5
2.2.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA .....	5
2.2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS .....	6
2.2.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS .....	6
2.3. SOCA.....	6
2.3.1. IMPORTANCIA DE LA SOCA.....	7
2.3.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS .....	7
2.4. FERTILIZACIÓN Y BIOESTIMULACIÓN.....	7
2.4.1. FERTILIZACIÓN EN CULTIVO DE ARROZ .....	8
2.5. ROL DEL NUTRIENTE DE NITRÓGENO .....	8
2.5.1. EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL NITRÓGENO APLICADO .....	8

2.5.2. FUNCIÓN DEL NITRÓGENO EN LA SOCA DE ARROZ .....	8
<b>CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO .....</b>	<b>10</b>
3.1. UBICACIÓN .....	10
3.2. DURACIÓN .....	10
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS .....	10
3.4. FACTORES EN ESTUDIO .....	10
3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	11
3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	11
3.8. VARIABLES RESPUESTA.....	11
3.8.1. NÚMERO DE PANOJAS/m <sup>2</sup> .....	11
3.8.2. NÚMERO DE GRANOS/PANOJA.....	11
3.8.3. PESO DE 1000 GRANOS .....	12
3.8.4. PORCENTAJE DE GRANOS/PANOJA .....	12
3.8.5. RENDIMIENTO DEL ARROZ PADDY .....	12
3.8.6. EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL N APLICADO .....	12
3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	13
3.9.1. SELECCIÓN DEL TERRENO .....	13
3.9.2. PREPARACIÓN DEL SUELO .....	13
3.9.3. SIEMBRA.....	13
3.9.4. CONTROL DE MALEZAS.....	13
3.9.5. CONTROL FITOSANITARIO .....	13
3.9.6. FERTILIZACIÓN.....	13
3.9.7. COSECHA .....	15
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	15
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>22</b>
5.1. CONCLUSIONES .....	22
5.2. RECOMENDACIONES .....	22
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>23</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>28</b>

## CONTENIDO DE FIGURAS Y TABLAS

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Eficiencia agronómica de la fertilización nitrogenada en función de fertilizantes de mezcla física y sistemas de producción de arroz .....	19
<b>Figura 2.</b> Eficiencia agronómica de la fertilización nitrogenada en función de fertilizantes de mezcla química y sistemas de producción de arroz.....	20

### TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Esquema del análisis de varianza .....	11
<b>Tabla 2.</b> Dosis de fertilizantes en la soca con fertilización convencional o física .....	13
<b>Tabla 3.</b> Dosis de fertilizantes en el trasplante con fertilización convencional o física .	14
<b>Tabla 4.</b> Dosis de fertilizantes en la soca con fertilización mejorados o químicos.....	14
<b>Tabla 5.</b> Dosis de fertilizantes en el trasplante con fertilizantes mejorados o químicos	15
<b>Tabla 6.</b> Efecto de niveles fuentes y niveles de fertilización sobre los componentes de rendimiento y rendimiento de grano del arroz en sistema de soca. ....	16
<b>Tabla 7.</b> Efecto de niveles fuentes y niveles de fertilización sobre los componentes de rendimiento y rendimiento de grano del arroz en sistema de trasplante .....	17
<b>Tabla 8.</b> Comparación ortogonal de los componentes de rendimiento y rendimiento de grano del arroz entre sistemas de producción se soca y trasplante. ....	18
<b>Tabla 9.</b> Efecto de fuentes y niveles de fertilización sobre la rentabilidad del arroz en sistema de trasplante.....	20
<b>Tabla 10.</b> Efecto de fuentes y niveles de fertilización sobre la rentabilidad del arroz en sistema de soca.....	21

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la efectividad de la fertilización y bioestimulación del arroz bajo sistemas de producción de trasplante y soca. Se evaluaron dos sistemas de producción de manera separada que fueron trasplante y soca. Dentro de cada sistema se evaluaron tratamientos factoriales de dos fuentes de fertilizantes (mezcla física y mezcla química) y cuatro dosis de fertilización (40, 60, 80 y 100% de la dosis recomendada). Con finalidad de cuantificar la eficiencia de la fertilización nitrogenada, se adicionaron dos parcelas de omisión de N, una para el sistema de trasplanta y la otra para el sistema de soca. Las principales variables registradas fueron rendimiento de grano (RG), eficiencia agronómica de nitrógeno (EAN) y rentabilidad económica (RE). Los datos fueron analizados mediante el ANOVA y la separación de medias con prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). El RG no fue influenciado significativamente ( $>0.05$ ) por las fuentes y dosis de fertilización evaluadas, para ambos sistemas de producción. Sin embargo, al comparar las medias entre sistemas si se detectaron diferencias estadísticas significativas ( $<0.05$ ) para el RG, donde el sistema de trasplante logró el mayor rendimiento. La EAN fue mayor con las dosis más bajas de fertilización. Desde el punto de vista económico son más convenientes los sistemas de trasplante, fertilizado con mezclas físicas y dosis más bajas de fertilización.

**Palabras clave:** *Oryza sativa*, fertilización, fuentes fertilizantes, niveles de fertilización, productividad, rentabilidad

## ABSTRACT

The aim of the research was to evaluate the effectiveness of fertilization and biostimulation of rice under transplant and ratoon production systems. Two production systems were evaluated separately: transplant and ratoon. Within each system, factorial treatments of two fertilizer sources (physical mix and chemical mix) and four fertilization doses (40, 60, 80 and 100% of the recommended dose) were evaluated. In order to quantify the efficiency of nitrogen fertilization, two N omission plots were added, one for the transplant system and the other for the soca system. The main variables recorded were grain yield (GY), nitrogen agronomic efficiency (NAE) and economic profitability (EP). Data were analyzed using ANOVA and the separation of means with Tukey's test ( $\alpha = 0.05$ ). The GY was not significantly influenced ( $>0.05$ ) by the sources and doses of fertilization evaluated, for both production systems. However, when comparing the means between systems, significant statistical differences ( $<0.05$ ) were detected for the GY, where the transplant system achieved the highest performance. The NAE was higher with the lowest doses of fertilization. From the economic point of view, transplant systems are more convenient, fertilized with physical mixtures and lower fertilization doses.

**Keywords:** *Oryza sativa*, fertilization, fertilizer sources, fertilization levels, productivity, profitability.

# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad el arroz se ha convertido en una de las principales actividades económicas del Ecuador, además de su importancia en la dieta alimenticia. Teniendo en cuenta que la producción cultivada a nivel mundial se sitúa en 164 millones de hectáreas con un promedio de 756 millones de toneladas de este cereal (SIPA, 2021).

Cedeño, *et al.* (2018) mencionan que para el año 2050 se prevé un incremento de 2300 millones de personas y con esto se espera un incremento en la demanda de alimentos, teniendo en cuenta que el arroz al ser el cultivo más consumido por la población se deberá implementar estrategias para obtener mayores rendimientos. Una de las principales estrategias es que el agricultor maneje su cultivo con un buen plan de fertilización el cual garantiza un buen rendimiento en el grano.

Chavarría, (2017) manifiesta que mediante la gran demanda que existe del cereal, surge la necesidad de producir en menor tiempo una mayor cantidad del grano, con lo cual se trata de mantener los costos de producción en un nivel que llegue a ser rentable, de la misma forma se plantea trabajar con el rebrote o soca del arroz, la cual consiste en obtener una segunda cosecha en la misma área, este sistema permite obtener rendimientos rentables con menor uso de insumos y mano de obra.

INCA, (2021) afirma que una de las principales problemáticas a las cual se enfrentan los agricultores de la provincia de Manabí es la baja productividad en los métodos de siembra de arroz, motivo por lo cual se han implementado estas técnicas de producción de trasplante y soca.

Morejón, *et al.* (2004) manifiestan que estas aplicaciones son una alternativa para los agricultores por el bajo costo de producción ya que se puede ahorrar de un 25 a 30% si se aplica adecuadamente un plan de fertilización con la soca, con

esto se puede obtener un rendimiento del 80%, generando una buena rentabilidad.

En este punto surge la siguiente pregunta de investigación. ¿La aplicación de fertilizantes y bioestimulación incrementará el rendimiento del arroz, bajo sistemas de producción de trasplante y soca?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

El cultivo de arroz es un producto tradicional y más utilizado en la dieta alimenticia de los ecuatorianos, el mismo que representa uno de los principales ingresos en la economía de familias productoras del grano en el Ecuador. Debido a esto los productores del grano han optado por aplicar nuevas alternativas tecnológicas e innovadoras aplicadas al manejo del cultivo que le permitan obtener un mayor rendimiento en el cultivo.

La presente investigación está orientada en fortalecer la agricultura familiar mediante la aplicación de estimulantes como una alternativa a los sistemas de producción convencional, la cual está centrada en evaluar los rendimientos del trasplante y soca en arroz, mediante la aplicación de bioestimulantes potenciadores, los mismos que incrementen el rendimiento del cultivo. Por medio de estas aplicaciones de bioestimulantes se plantea influir favorablemente al rendimiento de las plantas, teniendo en cuenta la aplicación de los nutrientes y las cantidades requeridas que las plantas necesitan para su normal desarrollo (Halpern *et al.*, 2015).

En la actualidad el uso de bioestimulantes está muy marcado desde el punto de vista técnico más no del uso experimental el cual está enfocado en incrementar el desarrollo y rendimiento del cultivo el mismo que está sustentado y justificado con resultados reales.

De esta forma este proyecto se coloca con lo propuesto en el documento de la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, en su objetivo número 2, denominado “Hambre cero”, y menciona “Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y a la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”, con su meta 2.3 de aquí a 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala en particular las mujeres, los



pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos de producción y a los conocimientos, los servicios financieros, los mercados y las oportunidades para añadir valor y obtener empleos no agrícolas. y con su indicador 2.3.1 Volumen de producción por unidad de trabajo desglosado por tamaño y tipo de explotación (agropecuaria/ganadera/forestal).

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la efectividad de la fertilización y bioestimulación del arroz bajo sistemas de producción de trasplante y soca.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Comparar el rendimiento y la rentabilidad de los sistemas de producción de trasplante y soca en arroz.
- Cuantificar la eficiencia agronómica de la fertilización en función de dosis, fuentes y bioestimulación.

### **1.4. HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER**

La fertilización y bioestimulación es efectiva para incrementar el rendimiento del arroz, bajo sistemas de producción de trasplante y soca.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. EL ARROZ EN ECUADOR

El cultivo de arroz es uno de los principales productos de la canasta básica de los hogares ecuatorianos. En la producción del grano, la mayor parte de la superficie pertenece a los pequeños productores, además casi el 87% de la producción de arroz es generada por las Provincias de Guayas y Los Ríos. Su participación en el PIB representa alrededor del 1,55%. En su mayor parte la producción arrocerera está destinada al consumo interno de los ecuatorianos con un (96%), mientras que para la exportación se destina solo el (4%). Teniendo como consumo per cápita de arroz aproximadamente de 48 kg por persona al año (Domínguez y Norero, 2022).

#### 2.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Arias (2020), menciona la siguiente clasificación taxonómica;

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Género:	Oryza
Especie:	Sativa

### 2.2. ARROZ PADDY

El arroz paddy o arroz con cáscara es aquel que proviene de la especie *oryza sativa* L., de la familia de las gramíneas. Este cultivo después de su recolección aun dispone de su cascara natural y también de todas las propiedades nutritivas, el arroz una vez pase por su etapa de limpieza se lo utiliza para el consumo humano y animal. El producto es separado de su cascara a través de su molido y queda el arroz blanco que es de alimento para el humano y el residuo es recolectado para el alimento animal, es una fuente de energía muy valorada tanto

para estos dos consumidores (Sánchez, 2019). El mismo autor también comenta que la comercialización del arroz paddy se ve afectada por diversos factores tanto como fenómenos naturales, crecimiento de la población y el más importante el costo de producción que este cultivo requiere.

### **2.2.1. FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE ARROZ**

De acuerdo con Olmos 2007 citado por (Muñoz M., 2021), el rendimiento potencial del arroz se define primeramente antes de la emergencia de la panoja. El rendimiento definitivo es el que está basado en la cantidad de almidón que llena los granos de la panoja, se determina en mayor medida luego de la diferenciación de panoja. Agronómicamente se divide el cultivo en términos de fases;

- **Fase vegetativa**

Se caracteriza por un activo macollamiento, un gradual incremento de la altura de las plantas, y la emergencia de las hojas a intervalos regulares. Los macollos que no desarrollaron una panoja se llaman macollos infértiles.

- **Fase reproductiva**

Se caracteriza por un declinamiento del número de macollos, la emergencia de la hoja bandera, el engrosamiento del tallo por el crecimiento interno de la panoja, la emergencia de la panoja (ocurre unos a 20- 25 días luego de la diferenciación del primordio floral), y la floración.

Alguna de las variedades de arroz de 120 días pasa unos 55-60 días en la fase vegetativa, 30 días en la fase reproductiva, y 30 días en la fase de madurez.

### **2.2.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA**

Torres (2022), menciona que el buen manejo del cultivo del arroz con una buena fertilización y corrección de suelos salinos y ácidos puede ser una alternativa para la buena rentabilidad de la producción lo cual es muy conveniente desde el punto de vista económico y productivo, a comparación de los métodos tradicionales que exceden con el uso de fertilizantes y productos químicos lo cual conlleva a que la calidad del suelo se desgaste.

En la actualidad el precio del arroz es un tema que se ha discutido mucho porque un agricultor recibe entre 18 a 20 dólares por saco cuando en si el precio está por los 30 dólares el saco, también existe discusión por que no existe un control sobre los precios de los insumos agrícolas, fertilizantes, plaguicidas, los cuales son de uso vital en el cultivo del arroz (Jurado y Estupiñán, 2021).

### **2.2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

Existen algunas ventajas del arroz paddy la primera es que contiene una gran cantidad de nutrientes, la segunda es que se utiliza tanto para el consumo humano y animal y la tercera es que es el cereal más hipo alergénico (Chica, 2016).

Así mismo existe una gran desventaja es el precio que tiene ya que no es comparado con los precios del trigo y maíz, porque se reduce en un 50% del valor del grano entero (Cubillos y Barrero, 2010).

### **2.2.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS**

Según Espinosa, (2015) menciona que la temperatura influye mucho en lo que es la producción y desarrollo del cultivo, porque el arroz es un cultivo que con un clima húmedo tropical puede desarrollarse de la mejor manera, pero si existen temperaturas menores a 20° C puede ser desfavorable así mismo ocurre si existen temperaturas superiores a los 30° C. La radiación solar que puede haber de acuerdo al sitio o al mes del año que se este va hacer parte fundamental para el desarrollo fotosintético y para la evapotranspiración del cultivo, esto depende mucho del suministro hídrico ya que el cultivo del arroz demanda una gran cantidad de agua para así tener un buen proceso de evapotranspiración, de acuerdo con estas características si son bien controladas se podrá obtener el rendimiento que se espera en el cultivo.

## **2.3. SOCA**

La soca es una alternativa para mejorar la rentabilidad, la reducción de los costos de producción en menor tiempo vegetativo. El éxito de las socas depende, en gran medida, de un plan de manejo del cultivo. Teniendo como base las Investigaciones realizadas en países como Estados Unidos, Filipinas y Cuba

muestran en el retoño de la soca da como resultado de 25 a 55 % del rendimiento del cultivo de la primera cosecha. Esta alternativa permite aumentar la eficiencia en el cultivo del arroz (Ipanama, 2014).

### **2.3.1. IMPORTANCIA DE LA SOCA**

Los sistemas de trasplante y rebrote de la soca de arroz, se vienen realizando en la actualidad y se puede estimar que más del 60% de los agricultores aplican este sistema de rebrote de soca, alcanzando rendimientos rentables para su economía. En tal sentido, se hace necesaria la investigación básica para validar el manejo de soca en nuestra zona, en lo que concierne a la altura de corte, fertilización, fluctuación poblacional de insectos, fenología, etc.; de esta manera contribuiremos a consolidar un paquete tecnológico a tomarse en cuenta como posibilidad económica y sostenible en el valle de Rocafuerte – Manabí (Rodríguez, 2020).

### **2.3.2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS**

La principal ventaja de la soca del arroz es que se ahorra en el costo de producción, también se obtiene la cosecha en un menor tiempo que el cultivo principal. Una de las desventajas es que si se maneja adecuadamente el cultivo se pueden obtener rendimientos hasta de un 80% del cultivo principal, otra desventaja es que la calidad de la soca no va hacer igual al principal (El productor, 2019).

## **2.4. FERTILIZACIÓN Y BIOESTIMULACIÓN**

La fertilización es la causante del incremento en cuanto a la eficiencia del uso de nutrientes la misma que garantiza que estos no se pierdan al ambiente por lixiviación o escorrentía superficial. El buen uso de los fertilizantes también reduce el potencial de erosión, así como una mayor cantidad de biomasa de esta manera un cultivo bien nutrido produce un sistema radicular extenso y saludable que es capaz de extraer agua y nutrientes más eficientemente que un cultivo deficiente en nutrientes (Acebedo *et al.*, 2011).

Los bioestimulantes, son sustancias orgánicas derivadas en su mayoría de materiales vegetales (extractos), algas marinas entre otros, lo que garantiza una

elevada concentración de aminoácidos útiles y una relación equilibrada de nutrientes acorde con las necesidades del cultivo (Arias, 2020).

#### **2.4.1. FERTILIZACIÓN EN CULTIVO DE ARROZ**

La fertilización es algo que todo cultivo requiere ya que brinda nutrientes esenciales que en el suelo se encuentran en una cantidad mínima, el objetivo por el cual se aplican los fertilizantes es para incrementar la producción y la productividad del grano, los requerimientos del cultivo varían según las condiciones y características del sistema de producción. Así mismo con esto se obtiene una mejor estabilidad de los agregados en el suelo para así tener una mayor capacidad de manipulación y adaptación, así se obtiene una mejor variabilidad del clima (Álvarez *et al.*, 2008).

#### **2.5. ROL DEL NUTRIENTE DE NITRÓGENO**

El cultivo del arroz demanda una gran cantidad de nutrientes y no todos están disponibles en el suelo, antes de aplicar cualquier fertilizante es recomendable hacer su respectivo análisis químico del suelo. El nitrógeno es el nutriente más restrictivo para la producción del arroz, así como también el fósforo, potasio que son macronutrientes muy esenciales y que no se encuentran presentes en el suelo en gran cantidad (Arias, 2020).

##### **2.5.1. EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL NITRÓGENO APLICADO**

El nitrógeno es uno de los macronutrientes más útil y más eficiente para el aumento de la altura de la planta, el tamaño de las hojas, el número de panículas y para un alto rendimiento por hectárea. El nitrógeno es un elemento limitante y que debe ser aplicado para alcanzar altos rendimientos. El periodo que muchos agricultores aplican el N es dos semanas después del trasplante o 21 días después de la siembra (Quirós y Ramírez, 2006).

##### **2.5.2. FUNCIÓN DEL NITRÓGENO EN LA SOCA DE ARROZ**

La aplicación de nitrógeno antes de la cosecha principal no afecta en nada al número de macollos de la soca, pero la cantidad aplicada después de la cosecha del cultivo principal puede variar considerablemente y el desarrollo de la soca va a depender de las reservas que queden del cultivo

principal. Así que el nitrógeno es el elemento que más influye en el rendimiento del rebrote, pero los factores como la radiación solar, el manejo del agua, temperatura y labores culturales pueden afectar la respuesta del nitrógeno (García, 2004).

## **CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO**

### **3.1. UBICACIÓN**

El proyecto de investigación se desarrolló en el sector El Frutillo, ubicado en el cantón Rocafuerte, provincia de Manabí, Ecuador; posicionado geográficamente entre las coordenadas latitud 0°54' 38,46" S sur y longitud a 80° 26' 8,25" U oeste, con la altitud de 17 m.s.n.m.

### **3.2. DURACIÓN**

La duración del proyecto fue de 24 semanas, a partir del mes de agosto 2022 a enero 2023.

### **3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

Se desarrollaron de manera independiente dos experimentos: 1) Sistema de seco y 2) sistema de trasplante.

### **3.4. FACTORES EN ESTUDIO**

#### **Factor A (Fuentes de fertilizantes)**

- **A<sub>1</sub>**: Fertilizantes de mezcla física
- **A<sub>2</sub>**: Fertilizantes de mezcla química

#### **Factor B (Dosis de fertilización)**

- **B<sub>1</sub>**: 100% de dosis de fertilización
- **B<sub>2</sub>**: 80% de dosis de fertilización + bioestimulación
- **B<sub>3</sub>**: 60% de dosis de fertilización + bioestimulación
- **B<sub>4</sub>**: 40% de dosis de fertilización + bioestimulación

**Testigo 1:** Soca sin fertilización

**Testigo 2:** trasplante sin fertilización



### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con arreglo factorial A x B + 2, con 10 tratamientos, tres repeticiones y 30 unidades experimentales.

### 3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental se conformó de parcelas de 3 m<sup>2</sup>, donde las plantas fueron establecidas a 0.20 m entre hileras y 0.40 m entre plantas con una densidad de 150000 plantas ha<sup>-1</sup>. Para mostrar la diferencia estadística entre los tratamientos, los datos fueron analizados mediante el Análisis de varianza (ADEVA).

**Tabla 1.** Esquema del análisis de varianza

<b>ADEVA</b>		
<b>Fuente de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	9	
Fuentes de fertilizantes		1
Dosis de fertilización		3
Interacción fuentes x Dosis		3
Control soca vs Tratamientos		1
Control trasplante vs Tratamientos		1
Bloques	2	
Error	34	
Total	53	

### 3.8. VARIABLES RESPUESTA

#### 3.8.1. NÚMERO DE PANOJAS/m<sup>2</sup>

Se evaluó de forma manual al momento de la cosecha, donde se contó las panojas existentes en el m<sup>2</sup>.

#### 3.8.2. NÚMERO DE GRANOS/PANOJA

Se realizó de forma manual al momento de la cosecha, donde se tomó cinco panojas al azar de cada unidad experimental, se contó los granos de cada panoja.

### 3.8.3. PESO DE 1000 GRANOS

Se efectuó al momento de la cosecha, se tomó panojas al azar de cada unidad experimental y se registró el peso de 1000 granos en medida de gramos (g).

### 3.8.4. PORCENTAJE DE GRANOS/PANOJA

Se evaluó en forma manual al momento de la cosecha, donde se tomó cinco plantas al azar de cada unidad experimental para contabilizar los granos vanos por panoja.

### 8.8.5. RENDIMIENTO DEL ARROZ PADDY

Se evaluó el peso de los granos provenientes de la parcela útil, ajustada 13% de humedad y transformados a  $\text{kg ha}^{-1}$ . Para determinar el peso de los granos se empleó la siguiente fórmula:

$$PU(13\%) = \frac{Pa (100 - Ha)}{100 - Hd}$$

**Donde:**

**PU**=Peso uniformizado (kg)

**Pa** = Peso actual (kg)

**Ha**=Humedad actual (%)

**Hd**=Humedad deseada (13%)

Para expresar el rendimiento en  $\text{kg ha}^{-1}$  se utilizó la formula siguiente;

$$Rend (kg ha^{-1}) = \frac{PU (10000 m^2)}{\text{Área parcela útil } (m^2)}$$

### 3.8.6. EFICIENCIA AGRONÓMICA DEL N APLICADO

Para cuantificar la eficiencia agronómica se empleó la siguiente ecuación;

$$EA_N = \frac{RG_{+N} - RG_{0N}}{FN}$$

**Donde:**

**EA<sub>N</sub>** = Eficiencia agronómica de Nitrógeno

**RG<sub>+N</sub>** = Rendimiento de grano con aplicación de N

$RG_{0N}$  = Rendimiento de grano sin aplicación de N

$FN$  = Cantidad de N aplicado

### **3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

#### **3.9.1. SELECCIÓN DEL TERRENO**

Uno de los aspectos a considerar en la producción del arroz es la selección de un lote de terreno adecuado para su buen desarrollo.

#### **3.9.2. PREPARACIÓN DEL SUELO**

Se realizó mediante labores de corte y limpieza de maleza.

#### **3.9.3. SIEMBRA**

Se realizó un semillero de arroz para después ser trasplantada en dicho lugar, se trasplantó a un distanciamiento de 0.20 por 0.40 m entre planta.

#### **3.9.4. CONTROL DE MALEZAS**

Se efectuó deshierba de forma manual y se llevó a cabo un control químico.

#### **3.9.5. CONTROL FITOSANITARIO**

El control fitosanitario de plagas y enfermedades se realizó con base a umbrales críticos y económicos establecidos para el cultivo de arroz

#### **3.9.6. FERTILIZACIÓN**

Para establecer las dosis de fertilización se realizó en función al análisis de suelo y la demanda nutricional del cultivo; por ende, en el caso de la Soca con fertilización convencional o física se determinó la siguiente dosificación (**Tabla 2**). Donde con el fertilizante 8-20-20 se realizó una sola aplicación en la soca colocando el 100 % de fertilización física; mientras que los fertilizantes sulfato de magnesio, sulfato de amonio, muriato de potasio y la urea fueron aplicados en dos proporciones y fracciones, la primera aplicación después de la soca y la segunda se realizó a la diferenciación floral.

**Tabla 2.** Dosis de fertilizantes en la soca con fertilización convencional o física

Tratamientos	Dosis de fertilizantes por parcela (g/parcela)				
	8-20-20	Sulfato de Mg	Sulfato de Amonio	Muriato de K	Urea
A1B1C1	180	108	76	31	247
A1B1C2	144	86	60	24	197
A1B1C3	108	65	45	18	148
A1B1C4	72	43	31	13	99

**Fuente:** Autores (2023)

Mientras en el trasplante con fertilizantes convencionales o físicos (**Tabla 3**) se trabajó con las mismas dosis antes mencionadas, solo que en este caso se dividió en tres proporciones iguales para los fertilizantes sulfato de magnesio, sulfato de amonio, muriato de potasio y la urea, a excepción del fertilizante 8-20-20, que se aplicó al 100% en la primera aplicación.

**Tabla 3.** Dosis de fertilizantes en el trasplante con fertilización convencional o física

Tratamientos	Dosis de fertilizantes por parcela (g/parcela)				
	8-20-20	Sulfato de Mg	Sulfato de Amonio	Muriato de K	Urea
A2B1C1	180	108	76	31	247
A2B1C2	144	86	60	24	197
A2B1C3	108	65	45	18	148
A2B1C4	72	43	31	13	99

**Fuente:** Autores (2023)

En cuanto a la fertilización mejorados o químicos en la Soca (**Tabla 4**) se realizó en dos etapas; el fertilizante YaraMila complex, el YaraVera amidas y la urea, se hizo la primera dosis después de la soca y la segunda aplicación se realizó en la diferenciación floral; a excepción del óxido de magnesio que se aplicó al 100% después de la soca.

**Tabla 4.** Dosis de fertilizantes en la soca con fertilización mejorados o químicos

Tratamientos	Dosis de fertilizantes por parcela (g/parcela)			
	YaraMila complex	YaraVera Amidas	Urea	Oxido de Mg
A1B2C1	328	99	141	20
A1B2C2	262	79	113	16
A1B2C3	196	59	85	12
A1B2C4	131	40	57	8

**Fuente:** Autores (2023)

De la misma forma, en la fertilización mejorada o química en el trasplante (**Tabla 5**) se llevó la aplicación en dos fases, YaraMila complex se aplicó en la fase de trasplante y la segunda aplicación fue a la diferenciación floral, mientras que Yaravera amidas y la urea se aplicó en la fase de macollamiento y la segunda

se realizó a la diferenciación floral; a excepción del óxido de magnesio que se aplicó al 100% después de la soca.

**Tabla 5.** Dosis de fertilizantes en el trasplante con fertilizantes mejorados o químicos

Tratamientos	Dosis de fertilizantes por parcela (g/parcela)			
	Yaramilla complex	YaraVera Amidas	Urea	Oxido de Mg
A2B2C1	328	99	141	20
A2B2C2	262	79	113	16
A2B2C3	196	59	85	12
A2B2C4	131	40	57	8

**Fuente:** Autores (2023)

### 3.9.7. COSECHA

Se efectuó en cada unidad experimental de forma manual usando una oz, cuando los granos alcanzaron su madurez comercial.

### 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó a través del análisis de varianza (ANOVA) y la separación de medias mediante la prueba de Tukey con un 5 % de probabilidad de error.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el sistema de soca, el número de granos por panoja, el porcentaje de grano vano y el peso de 1000 granos no fueron influenciados significativamente ( $p > 0.05$ ) por las fuentes, dosis y la interacción fuentes x dosis de fertilización evaluados (**Tabla 6**). Para el caso de las variables número de panojas por  $m^2$  y rendimiento de grano, solo se detectó significancia estadística ( $p < 0.05$ ) para el efecto principal dosis de fertilización, mientras que para el efecto de fuentes y la interacción entre fuentes x dosis de fertilización no se logró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ). Para el caso de las dosis de fertilización, el nivel mayor (100%) logró el mayor incremento de panojas por  $m^2$ , con un 26.87, 14.41 y 13.08% con respecto a los niveles de fertilización del 40, 60 y 80%, respectivamente (**Tabla 6**). Situación similar ocurrió para el rendimiento de grano, donde la mayor dosis de fertilización (100%), alcanzó el mayor nivel de productividad, con un incremento del 25.26, 18.19 y 10.25%, con relación a los niveles de fertilización del 40, 60 y 80%, respectivamente (**Tabla 6**).

**Tabla 6.** Efecto de niveles fuentes y niveles de fertilización sobre los componentes de rendimiento y rendimiento de grano del arroz en sistema de soca.

Tratamientos	Número total de granos por panoja	% de granos vanos/panoja	Numero de panojas/ $m^2$ (kg)	Peso de 1000 granos(g)	Rendimiento (kg/ha)	
Efecto de las fuentes						
Mezcla física	71,89	5,28	321,67	25,67	4560,83	
Mezcla química	67,14	5,28	327,83	25,71	5087,08	
Efecto de las dosis						
40%	62,45	6,14	274,83 B	24,17	4134,17 B	
60%	64,09	5,81	321,67 AB	25,33	4567,50 AB	
80%	78,28	4,49	326,67 AB	25,58	5010,83 AB	
100%	73,26	4,70	375,83 A	27,67	5583,33 A	
Efecto de Interacción Fuentes x dosis						
Mezcla física	40%	61,49	7,03	270,67	24,00	3743,33
	60%	68,31	5,37	327,67	25,67	4403,33
	80%	84,06	4,45	314,00	25,33	4830,00
	100%	73,71	4,28	374,33	27,67	5266,67
Mezcla química	40%	63,40	5,24	279,00	24,33	4525,00
	60%	59,87	6,25	315,67	25,00	4731,37
	80%	72,49	4,52	339,33	25,83	5191,67
	100%	72,8	5,11	377,33	27,67	5900,00

p-valor ANOVA

Fuetes	0,3269	0,9976	0,6425	0,3252	0,8332
Dosis	0,0941	0,1198	0,0008	0,4950	0,0063
Fuentes x Dosis	0,7189	0,2952	0,7890	0,4209	0,9628
C.V. %	15,28	23,52	9,57	9,41	25,58

El sistema de trasplante, el número total de granos por panoja, el porcentaje de granos vanos/panojas, número de panojas/m<sup>2</sup>, peso de 1000 granos y el rendimiento de grano, no fueron influenciados significativamente ( $p>0.05$ ) por las fuentes, dosis y la interacción de fuentes x dosis de fertilización evaluados, lo cual evidencia que los suelos arroceros presentan efecto residual de nutrientes aplicados en ciclos anteriores, y por tanto, dosis bajas de fertilización pueden ser suficientes para obtener rendimientos rentables (**Tabla 7**).

**Tabla 7.** Efecto de niveles fuentes y niveles de fertilización sobre los componentes de rendimiento y rendimiento de grano del arroz en sistema de trasplante

Tratamientos	Número total de granos por panoja	% de granos vanos/panoja	Numero de panojas/m <sup>2</sup> (kg)	Peso de 1000 granos(g)	Rendimiento (kg/ha)	
Efecto de las fuentes						
Mezcla física	96,70	4,72	345,17	36,08	9096,67	
Mezcla química	91,27	4,64	326,50	35,83	9503,33	
Efecto de las dosis						
40%	93,03	5,04	319,67	36,17	8655,00	
60%	92,19	4,50	333,67	35,42	9313,33	
80%	88,17	4,94	336,33	35,92	9603,35	
100%	102,55	4,24	353,67	36,33	9628,32	
Efecto de Interacción Fuetes x dosis						
Mezcla física	40%	93,14	4,69	331,33	36,00	8340,00
	60%	92,47	4,91	339,67	35,33	9136,67
	80%	90,44	5,14	350,00	36,00	9186,60
	100%	110,76	4,14	359,67	37,00	9733,35
Mezcla química	40%	92,91	5,38	308,00	36,33	8970,00
	60%	91,91	4,09	327,67	35,50	9500,00
	80%	85,90	4,74	322,67	35,83	10020,00
	100%	94,35	4,34	347,67	35,67	9523,34
p-valor ANOVA						
Fuetes	0,3262	0,8744	0,2364	0,6856	0,6390	
Dosis	0,3132	0,6672	0,4868	0,1932	0,3292	
Fuentes x Dosis	0,6864	0,7428	0,9760	0,2787	0,5688	
C.V. %	13,45	28,11	11,37	9,53	16,25	

Para el análisis comparativo entre el sistema de soca vs el trasplante, el número de granos por panoja, peso de 1000 granos y el rendimiento de grano, registraron diferencias estadísticas significativas ( $p<0.05$ ), donde el sistema de trasplante

fue superior al de soca, con un 25.03, 28.56 y 48.58%, respectivamente (**Tabla 8**). Las variables porcentaje de granos vanos por panoja y el número de panojas/m<sup>2</sup>, no fueron influenciados significativamente ( $p>0.05$ ) por los sistemas de producción evaluados (**Tabla 8**).

**Tabla 8.** Comparación ortogonal de los componentes de rendimiento y rendimiento de grano del arroz entre sistemas de producción se soca y trasplante.

Variables	Medias de tratamientos en función del sistema de producción		$\bar{d}$	T estadístico	Valor crítico de t <sub>0,05</sub>	p-valor
	Soca	Trasplante				
Número granos por panoja	70,37	93,87	23,50	6,31	2,10	0,0001
% de granos vanos por panoja	5,39	4,85	0,54	1,65	2,10	0,1116
Numero de panojas/m <sup>2</sup> (kg)	316,96	330,59	13,63	1,60	2,10	0,1224
Peso de 1000 granos(g)	25,24	35,33	10,09	9,17	2,10	0,0001
Rendimiento (kg/ha)	4514,63	8954,44	4439,81	29,01	2,10	0,0001

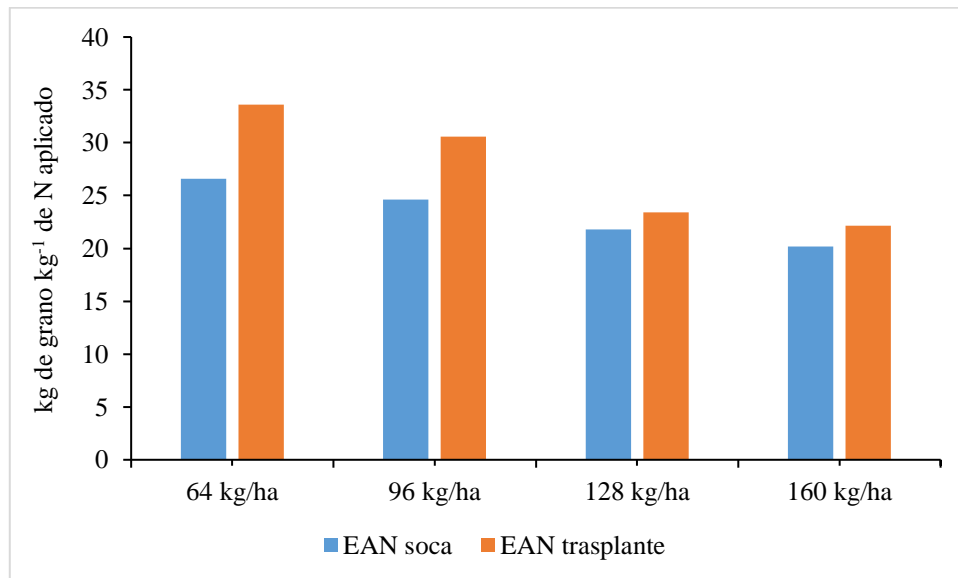
Los resultados hallados concuerdan a los obtenidos por Cedeño *et al.*, (2018) quienes concluyeron que la dosis de mayor fertilización demostró mejor incremento de panojas por m<sup>2</sup> y rendimiento de grano con fertilización al 100%.

Los resultados encontrados tienen estrecha relación a lo reportado por Valdivieso, C. y Vera, L. (2018) donde mencionan que el sistema de trasplante mostró mayor efectividad para potenciar los componentes de rendimiento en el cultivo, en comparación al sistema de soca. Posiblemente puede deberse que el sistema de trasplante mostró, mejor rendimiento (kg/ha), peso de 1000 granos, número de panojas m<sup>2</sup>, % de granos vanos por panoja y número de granos por panoja, debido que está técnica de sistema de producción es de primer orden, el cual absorbe los nutrientes de formas asimilable para el sistema radical. En este contexto, el autor ha señalado la ventaja del sistema de producción en trasplante en relación al sistema de producción en soca (Morejón, C., Polón, R. y Díaz, H. 2004).

Dentro de las dosis de fertilización con fuentes de mezcla física, se observa que la EAN independientemente de los sistemas de producción tiende a disminuir a medida que se incrementa las dosis de nitrógeno, donde se logró mayor EAN con las dosis menores de 40 y 60% (**Figura 1**). Dentro del sistema de soca la dosis de 64 kg de N ha<sup>-1</sup>, logró la mayor EAN, con un incremento del 24.20, 18.08

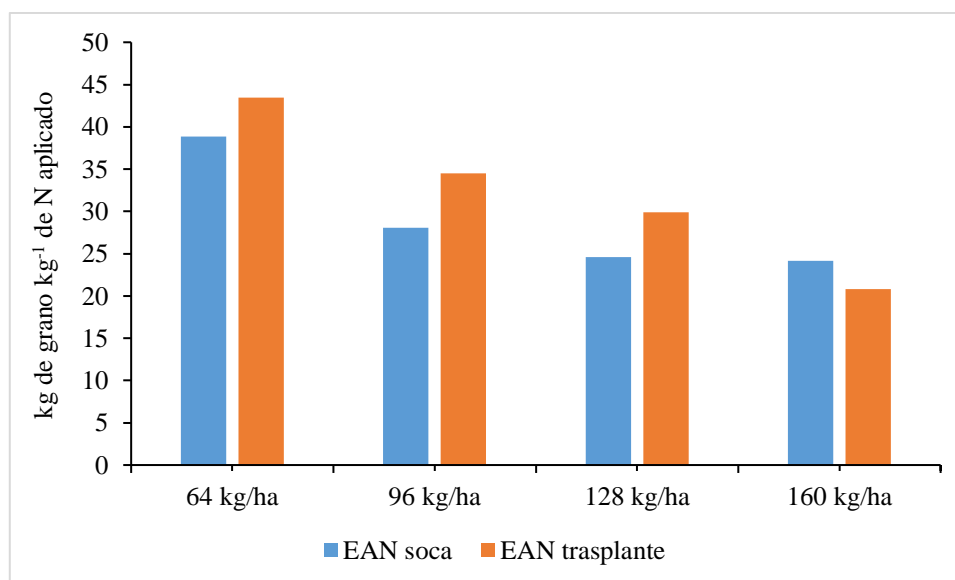


y 7.48% con relación a las dosis de 160, 128 y 96 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente **(Figura 1)**.



**Figura 1.** Eficiencia agronómica de la fertilización nitrogenada en función de fertilizantes de mezcla física y sistemas de producción de arroz

Dentro de las dosis de fertilización con fuentes de mezcla química, se observa que la EAN independientemente de los sistemas de producción tiende a disminuir a medida que se incrementa las dosis de nitrógeno, donde se logró mayor EAN con las dosis menores de 40 y 60% **(Figura 2)**. Dentro del sistema de soca la dosis de 64 kg de N ha<sup>-1</sup>, logró la mayor EAN, con un incremento del 37.86, 36.60 y 27.79% con relación a las dosis de 160, 128 y 96 kg de N ha<sup>-1</sup>, respectivamente **(Figura 2)**.



**Figura 2.** Eficiencia agronómica de la fertilización nitrogenada en función de fertilizantes de mezcla química y sistemas de producción de arroz

Los resultados hallados no se asemejan a los encontrados por Alfonzo., *et al* (2011), donde mencionan que obtuvieron respuestas positivas con aplicación de dosis altas. Por otra parte Rodríguez (2017) mostro que aunque el cultivo obtuvo una mejor respuesta con la mayor dosis de N, la eficiencia del uso de N tiende a disminuir, lo que implica que el exceso de N eliminado del sistema suelo-planta podría causar más contaminación ambiental.

En la **Tabla 9**, se muestra detalladamente los resultados del análisis económico del efecto de fuentes y niveles de fertilización sobre la rentabilidad del arroz en sistema de trasplante. El tratamiento que logró la mayor rentabilidad fue la mezcla física con el 60% de la fertilización recomendada, a pesar de no haber logrado el mayor rendimiento.

**Tabla 9.** Efecto de fuentes y niveles de fertilización sobre la rentabilidad del arroz en sistema de trasplante.

Tratamientos	Ren (qq/ha)	PV	IT	CT	IN	RBC	R (%)
Mezcla física 40% de la fertilización	183,48	25	4587	1530	3057	2,00	200
Mezcla física 60% de la fertilización	201,01	25	5025	1620	3405	2,10	210
Mezcla física 80% de la fertilización	202,11	25	5053	1710	3343	1,95	195
Mezcla física 100% de la fertilización	214,13	25	5353	1800	3553	1,97	197
Mezcla química 40% de la fertilización	197,34	25	4934	1605	3329	2,07	207
Mezcla química 60% de la fertilización	209,00	25	5225	1732	3493	2,02	202
Mezcla química 80% de la fertilización	220,44	25	5511	1859	3652	1,96	196
Mezcla química 100% de la fertilización	209,51	25	5238	1987	3251	1,64	164

Ren = rendimiento (qq/ha); PV = precio de venta (USD/qq); IT = ingresos totales (Ren\*PV); CT = costos totales (CF+CV); IN = ingresos netos (IT-CT); RBC = relación beneficio/costo (IN/CT); CF = costos fijos; CV = costos variables

En la **Tabla 10**, se muestra detalladamente los resultados del análisis económico del efecto de fuentes y niveles de fertilización sobre la rentabilidad del arroz en sistema de soca. La mayor rentabilidad en este sistema de producción fue alcanzada con la mezcla química con el 40% de la fertilización recomendada, lo cual evidencia que bajo el sistema de soca, la demanda nutricional es menor en comparación al sistema de trasplanta, o cual podría deberse a que son plantas menor vigoraras al ser producto del rebrote de las plantas de primera generación.

**Tabla 10.** Efecto de fuentes y niveles de fertilización sobre la rentabilidad del arroz en sistema de soca.

Tratamientos	Ren (qq/ha)	PV	IT	CT	IN	RBC	R (%)
Mezcla física 40% de la fertilización	82,35	25	2059	872	1186	1,36	136
Mezcla física 60% de la fertilización	96,87	25	2422	959	1463	1,53	153
Mezcla física 80% de la fertilización	106,26	25	2657	1045	1612	1,54	154
Mezcla física 100% de la fertilización	115,87	25	2897	1131	1765	1,56	156
Mezcla química 40% de la fertilización	99,55	25	2489	955	1534	1,61	161
Mezcla química 60% de la fertilización	104,09	25	2602	1082	1520	1,41	141
Mezcla química 80% de la fertilización	114,22	25	2855	1209	1646	1,36	136
Mezcla química 100% de la fertilización	129,80	25	3245	1337	1908	1,43	143

Ren = rendimiento (qq/ha); PV = precio de venta (USD/qq); IT = ingresos totales (Ren\*PV); CT = costos totales (CF+CV); IN = ingresos netos (IT-CT); RBC = relación beneficio/costo (IN/CT); CF = costos fijos; CV = costos variables

Los resultados de la rentabilidad del arroz en sistema de soca y trasplante con la fertilización de mezclas física o química se asemejan a los reportados Molina y Rodríguez (2012), quienes concluyeron que la mayor rentabilidad en arroz se obtuvo con la fertilización de mezcla química y física con niveles de dosis media en comparación a los tratamientos con fertilización de dosis altas.

# **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.1. CONCLUSIONES**

- El sistema de producción con mayor productividad fue el sistema de siembra por trasplante, independientemente de la fuente y dosis de fertilización.
- El sistema de siembra por trasplante fue que el que mostró mayor beneficio económico, con un mayor retorno de dólares por cada dólar invertido.
- La mayor eficiencia agronómica de nitrógeno fue lograda con las dosis menores de fertilización + bioestimulación, independientemente de la fuente de fertilización y el sistema de cultivo.
- Los fertilizantes de mezcla química potenciaron en mayor medida la productividad del arroz, independientemente del sistema de producción, pero desde el punto de vista económico son más convenientes las mezclas físicas para la fertilización del arroz.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

De acuerdo con los resultados obtenidos bajo las condiciones donde se desarrolló la investigación, se recomienda producir arroz de trasplante, fertilizar con mezclas físicas y dosis menores a las recomendadas convencionalmente para la zona de influencia donde se ejecutó la investigación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acebedo, M.; Salazar, M.; Castrillo, W.; Torres, O.; Reyes, E.; Navas, M.; Álvarez, R.; Moreno, O. y Torres, E. (2011). Efectos de la densidad de siembra y fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de granos de arroz del cultivar centauro en Venezuela. *Agronomía Tropical*. vol. 61(1). Repositorio digital. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2011000100002](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2011000100002)
- Álvarez, J.; Daza, M. y Mendoza, C. (2008). Aplicación De Un Fertilizante Enriquecido Con Silicio Y Materia Orgánica En Arroz (*Oryza Sativa* L.) cultivado en Ibagué y el Guamo (Tolima, Colombia). vol. 6(12). Repositorio digital. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-28472008000200014](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472008000200014)
- Alfonzo, N., España, M., López, m., Cabrera E. y Abreu P. (2011). Eficiencia de uso del nitrógeno en arroz de secado en un suelo ácido del occidente del Estado. *Agronomía Trop.* vol. 61(3-4). Repositorio disponible en: [Guáricohttps://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002-192X2011000300004](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2011000300004)
- Arias, A. (2020). Respuesta del arroz (*Oryza sativa* L.) a la aplicación de fertilizantes nitrogenados en tierras sujetas a inundaciones temporales. [Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de ingeniero agrónomo, Universidad Técnica estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Agrarias Carrera de Ingeniería Agronómica]. <file:///C:/Users/HOME/Documents/noveno%20semestre/Articulos%20de%20tesis/T-UTEQ-0293fertilizacion.pdf>
- Cedeño, J.; Cedeño, G.; Alcívar, J.; Cargua, J.; Cedeño, F.; Cedeño, G. y Constante, G. (2018). Incremento del rendimiento y calidad nutricional del arroz con fertilización NPK complementada con micronutrientes. *Scientia Agropecuaria*. vol. 9(4). [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-99172018000400005&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172018000400005&lng=pt&nrm=iso)

- Chavarría, D. (2017). Diferenciación de productividad en términos económicos en el manejo del rebrote “soca” en el cultivo del arroz en el cantón Daule, provincia del Guayas. [Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de ingeniero agropecuario, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7704/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-110.pdf>
- Chica, J.; Tirado, y Barreto, J. (2016). Indicadores de competitividad del cultivo del arroz en Colombia y Estados Unidos. *Otras Ciencias Agrícolas*. vol. 33(2): DOI: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcia/v33n2/v33n2a02.pdf>
- Domínguez, B. & Norero, A. (2022). Evaluación Del Uso De La Cascarilla de Arroz (*Oryza Sativa* L.) Con Poliestireno Para La Elaboración De Tableros Eco amigables. [Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Químico, Universidad De Guayaquil Facultad De Ingeniería Química Carrera De Ingeniería Química]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/60209/1/BINGQ-IQ-22P19.pdf>
- El productor, (2019). Ecuador: La soca, técnica que los arroceros usan para recuperarse de los bajos precios. Periódico El productor. <https://elproductor.com/2019/12/ecuador-la-soca-tecnica-que-los-arroceros-usan-para-recuperarse-de-los-bajos-precios/>
- Espinosa, K. (2015). Estudio fenométrico e índice de balance hídrico del cultivo de arroz (*Oryza Sativa* L.) en el cantón Arenillas. [Tesis Para Optar Al Título De: Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica De Machala]. [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1130/7/CD335\\_TESIS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1130/7/CD335_TESIS.pdf)
- FADQDI, (2018). Protocolo de evaluación del rendimiento real. [https://www.finagro.com.co/sites/default/files/protocolo\\_de\\_muestreo\\_para\\_la\\_operacion\\_de\\_la\\_poliza.pdf](https://www.finagro.com.co/sites/default/files/protocolo_de_muestreo_para_la_operacion_de_la_poliza.pdf)
- García, E. (2004). "Fertilización Con N-P-K En El Manejo De Soca De Arroz (*Oryza Sativa* L.) En El Valle Del. Bajo Mayo - San Martín". [Tesis Para Optar El Título De: Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional De San Martín Facultad De Ciencias Agrarias]. [https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/694/TFCA\\_90.pdf?](https://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/694/TFCA_90.pdf?)

- Halpern, M., Bar-Tal, A., Ofek, M., Minz, D., Muller, T. y Yermiyahu, U. (2015). el uso de bioestimulantes para mejorar la absorción de nutrientes. *Avances en Agronomía*. Vol 130, páginas 141-174. Repositorio digital. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S006521131400008X?via%3Dihub>
- Heros, E. Villacorta, H. y Sosa, G. (2018). Incorporación de nitrógeno para mejorar la eficiencia de uso del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en La Libertad, Perú. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*. ISSN 2305-1744 Vol. 7.
- INCA. (2021). (INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRARIAS). Influencia de los bioestimulantes Biobras-16® y QuitoMax® en dos genotipos de arroz. *Cultivos Tropicales*, vol. 42(4). DOI: <https://www.redalyc.org/journal/1932/193270002004/html/>
- Ipanama, F. (2014). Efecto De La Variabilidad Climática En El Manejo De Soca De Arroz (*Oryza Sativa*), Bajo diferentes densidades de siembra en bosque seco tropical en el distrito de Cacatachi - Región San Martín. [Tesis Para Optar El Título Profesional De: Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional De San Martín-Tarapoto Facultad De Ciencias Agrarias]. [https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/658/TFCA\\_58.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/658/TFCA_58.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Jurado, A. y Estupiñán, D. (2021). Análisis de la competencia y poder de compra en el mercado de arroz paddy en Ecuador, utilizando técnicas econométricas y la base de datos ESPAC del año 2019. [Previo la obtención del Título de Economista, Escuela Superior Politécnica Del Litoral]. <https://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/53384/1/T-111469%20JURADO%20SANTILLANESTUPI%C3%91AN%20CARRIEL.pdf>
- Morejón, C. R; Polón, R. y Díaz, H. (2004). La soca, una vía para el incremento del rendimiento y la calidad del grano en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, vol. 25(4), pp. 61-63. Repositorio digital. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193225911006.pdf>

- Molina, E. y Rodríguez, J. (2012). Fertilización con N, P, K y S, y curvas de absorción de nutrimentos en arroz. *Agronomía Costarricense* 36(1): 39-51. Repositorio digital. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v36n1/a03v36n1.pdf>
- Muñoz, M. (2021). Efecto de biochar y fertilizantes sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, desarrollo radical y componentes de rendimiento en arroz. [Informe de trabajo de integración curricular previo a la obtención del título de ingeniero agrícola]. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1543/1/TTA27D.pdf>
- Olmos, S. (2006). Apunte de morfología, fenología, ecofisiología, y mejoramiento genético del arroz. Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>
- Quiroz, J. (2020). Efecto de una mezcla de tres fitohormonas en tres variedades de arroz (*Oryza sativa*). [Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria Del Ecuador Facultad De Ciencias Agrarias Carrera De Ingeniería Agronómica]. [https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/QUIROZ%20MONTROYA%20JEAN%20CARLOS\\_compressed.pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/QUIROZ%20MONTROYA%20JEAN%20CARLOS_compressed.pdf)
- Quiroz, R. y Ramírez, C. (2006). Evaluación de la fertilización nitrogenada en arroz inundado. Universidad de Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, vol. 17(2) pp. 179-188. Repositorio digital.: <https://www.redalyc.org/pdf/437/43717205.pdf>
- RAEA, (2004). Variedades comerciales de arroz. [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337163393RAEA\\_VARIEDADES\\_COMERCIALES\\_ARROZ\\_2004.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337163393RAEA_VARIEDADES_COMERCIALES_ARROZ_2004.pdf)
- Rodríguez, A. (2020). "Comportamiento agronómico y rendimiento del rebrote en dos variedades de arroz (*Oryza Sativa* L.). [Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniera Agrónoma, Universidad De Guayaquil Facultad De Ciencias Agrarias Carrera Ingeniería Agronómica].



<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/48981/1/Rodr%C3%ADguez%20Castro%20Alemania%20Mercedes.pdf>

Rodríguez J., Colina E., Castro C., García G., Uvidia M. y Santana D. 2017. Eficiencia agronómica del arroz INIAP-17 con niveles de fertilización química y biológica en el Litoral Ecuatoriano. *Revista ciencia e Investigación*. Vol 2(6). Repositorio digital.: <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/184/pdf>

Sánchez, M. (2019). "Comercialización del arroz paddy en la zona de Babahoyo". [ Trabajo De Titulación Componente Práctico Del Examen De Grado De Carácter Complexivo, Presentado Al H. Consejo Directivo De La Facultad, Como Requisito Previo Para Obtener El Título De: Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica De Babahoyo Facultad De Ciencias Agropecuarias Carrera De Ingeniería Agropecuaria]. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6824/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000049.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SIPA. (2021). (SISTEMA DE INFORMACIÓN PÚBLICA AGROPECUARIA). Boletín situacional. Cultivo de arroz. Segunda Edición. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-agricolas/situacional-arroz>

Torres, J. (2022). Eficiencia Productiva En El Manejo De Los Suelos Del Cultivo De Arroz En El Ecuador: Estudio Basado En Enmiendas Orgánicas En El Recinto Cascol, Cantón Daule". [Informe para artículo profesional de alto nivel que se presenta como requisito para optar por el grado de Magister, Universidad De Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/59540/1/Informe%20de%20art%c3%adculo%20de%20investigaci%c3%b3n.pdf>

Valdivieso C. y Vera L. 2018. Tiempo de trasplante en la productividad del cultivo de arroz *Oryza sativa*, INIAP-11. *ESPAMCIENCIA* 9 (1). Repositorio digital.: [http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista\\_ESPAMCIENCIA/article/view/1](http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/1)

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1. LABORES DE ADECUACIÓN DEL EXPERIMENTO**

### **1-A Identificación del experimento, tratamientos y unidades experimentales**



### **1-B Corte del arroz (Soca) y trasplante**



### **1-C Rotulación de los tratamientos en Soca y trasplante**



## ANEXO 2. MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 2-A Fertilizantes químicos utilizados en el experimento



### 2-B Fertilizantes físicos utilizados en el experimento



### 2-C Control de malezas





### ANEXO 3. TOMA DE VARIABLES MORFOAGRONOMICAS

#### 3-A Registro del número de granos por panoja y porcentaje de granos llenos/panoja



#### 3-B Toma de datos de Número de macollos fértiles y no fértiles



#### 3-C Número de panojas/m<sup>2</sup> y peso de 1000 granos

