



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EFFECTOS DEL USO DE BRIQUETAS DE BASES  
NITROGENADAS PARA LA FERTILIZACIÓN EN EL  
CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), DAULE-GUAYAS**

**TRABAJO EXPERIMENTAL**

Trabajo de titulación presentado como requisito  
para la obtención del título de  
**INGENIERO AGRÓNOMO**

**AUTOR**  
**RUIZ MOLINA JHONNY LUIS**

**TUTOR**  
**ING. GARCÍA ORTEGA YOANSY, MSc.**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**  
**2024**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, **ING. GARCÍA ORTEGA YOANSY, MSc**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFFECTOS DEL USO DE BRIQUETAS DE BASES NITROGENADAS PARA LA FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), DAULE-GUAYAS**, realizado por el estudiante **RUIZ MOLINA JHONNY LUIS** con cédula de identidad N° **0941743825** de la carrera de **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

---

**ING. GARCÍA ORTEGA YOANSY, MSc.**

**TUTOR**

Guayaquil, 25 de Enero del 2024



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **EFFECTOS DEL USO DE BRIQUETAS DE BASES NITROGENADAS PARA LA FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), DAULE-GUAYAS**, realizado por el estudiante **RUIZ MOLINA JHONNY LUIS** el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

\_\_\_\_\_  
**Ing. Juan Martillo Garcia MSc**

**PRESIDENTE**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Winston Espinoza Moran MSc.**

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
**Phd. Daniel Mancero Castillo**

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

\_\_\_\_\_  
**Ing. García Ortega Yoansy MSc**

**EXAMINADOR SUPLETE**

Guayaquil, 25 de Enero del 2024

### **Dedicatoria**

El presente trabajo va dedicado a toda mi familia, en especial a mis padres, porque gracias a ellos y a su gran esfuerzo, puedo dar este paso tan importante en mi vida; y a quienes día a día a base de consejos me dan fuerzas para continuar por el camino correcto y seguir cumpliendo mis metas.

Así mismo, quiero dedicar este logro a mis maestros, quienes impartieron sus sabios conocimientos a cada uno de nosotros para enfrentarnos a la vida y demostrar nuestro profesionalismo.

### **Agradecimiento**

Agradezco al Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD., y Ec. Martha Bucaram Leverone, PhD., autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en toda mi carrera universitaria.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, a mis amistades más cercanas y familiares.

## **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo, **RUIZ MOLINA JHONNY LUIS**, en calidad de autor del proyecto realizado, sobre **EFFECTOS DEL USO DE BRIQUETAS DE BASES NITROGENADAS PARA LA FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), DAULE-GUAYAS**, por la presente autorizo a la **UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, 25 de Enero del 2024

---

**RUIZ MOLINA JHONNY LUIS**

**C.I. 0941743825**

## Índice general

<b>PORTADA.....</b>	<b>1</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>2</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>5</b>
<b>Autorización de Autoría Intelectual .....</b>	<b>6</b>
<b>Índice general .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>11</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>12</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>13</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>14</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Antecedentes del problema.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Planteamiento y formulación del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2 Formulación del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Justificación de la investigación .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4 Delimitación de la investigación .....</b>	<b>18</b>
<b>1.5 Objetivo general .....</b>	<b>19</b>
<b>1.6 Objetivos específicos.....</b>	<b>19</b>
<b>1.7 Hipótesis .....</b>	<b>19</b>
<b>2. Marco teórico.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1 Estado del arte.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 Bases teóricas .....</b>	<b>23</b>

2.2.1. Importancia del cultivo de arroz .....	23
2.2.2. Taxonomía del arroz .....	24
2.2.3. Descripción de la planta de arroz .....	24
2.2.4. Descripción botánica del arroz .....	25
2.2.5. Requerimientos edafoclimáticos .....	26
2.2.5.1. <i>Clima</i> .....	26
2.2.5.2. <i>Temperatura</i> .....	26
2.2.5.3. <i>Suelo</i> .....	27
2.2.5.4. <i>Ph</i> .....	27
2.2.6. Requerimientos hídricos .....	28
2.2.7. Requerimientos nutricionales.....	28
2.2.8. Fertilización .....	28
2.2.9. Importancia del nitrógeno en el arroz .....	28
2.2.10. Bases nitrogenadas .....	28
2.2.11. Briquetas .....	35
2.2.12. Descripción de la semilla .....	36
2.3 Marco legal.....	36
3. Materiales y métodos .....	38
3.1 Enfoque de la investigación .....	38
3.1.1 Tipo de investigación .....	38
3.1.2 Diseño de investigación .....	38
3.1.2.1. <i>Investigación experimental</i> .....	38
3.1.2.2. <i>Investigación descriptiva</i> .....	38
3.1.2.3. <i>Investigación explicativa</i> .....	38
3.2 Metodología .....	38

3.2.1 Variables .....	38
3.2.1.1. <i>Variable independiente</i> .....	38
3.2.1.2. <i>Variables dependientes</i> .....	39
3.2.2 Tratamientos .....	39
3.2.3 Diseño experimental .....	40
3.2.3.1. <i>Esquema del análisis de varianza</i> .....	40
3.2.3.2. <i>Delimitación experimental</i> .....	41
3.2.4 Recolección de datos .....	41
3.2.4.1. <i>Recursos</i> .....	41
3.2.4.2. <i>Métodos y técnicas</i> .....	43
3.2.5 Análisis estadístico .....	44
3.2.5.1. <i>Análisis funcional</i> .....	44
3.2.5.2. <i>Hipótesis estadística</i> .....	44
4. Resultados .....	45
4.1 Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de arroz ( <i>Oryza sativa</i> L.), de cada tratamiento en estudio en el cantón Daule.....	45
4.1.1 Altura de plantas a los 80 días (cm) .....	45
4.1.2 Espigas por planta (n).....	46
4.1.3 Granos por espiga (n) .....	46
4.1.4 Peso de 1000 granos (g).....	47
4.2 Identificación de que tratamiento en estudio representa la mejor eficacia en el rendimiento del cultivo de arroz.....	48
4.2.1 Productividad (kg/ha).....	48
4.3 Realización de un análisis económico de los tratamientos en estudio en base a la relación de beneficio/costo.....	49

4.3.1 Análisis económico (b/c) .....	49
5. Discusión .....	51
6. Conclusiones .....	54
7. Recomendaciones.....	55
8. Bibliografía.....	56
9. Anexos .....	64

**Índice de tablas**

Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales .....	40
Tabla 2. Modelo de análisis de andeva .....	40
Tabla 3. Diseño experimental.....	41
Tabla 4. Recursos económicos .....	42
Tabla 5. Altura de plantas a los 80 días (cm) .....	45
Tabla 6. Espigas por plantas (n).....	46
Tabla 7. Granos por espiga (n).....	47
Tabla 8. Peso de 1000 granos (g) .....	48
Tabla 9. Productividad (kg/ha).....	49
Tabla 10. Análisis de la relacion beneficio/costo .....	50

## Índice de figuras

Figura 1. Altura de plantas a los 80 días .....	64
Figura 2. Espigas por planta.....	65
Figura 3. Granos por espiga.....	66
Figura 4. Peso de 1000 granos .....	67
Figura 5. Rendimiento .....	68
Figura 6. Croquis del estudio.....	69
Figura 7. Vista satelital de la zona de estudio .....	69
Figura 8. Urea .....	70
Figura 9. Nitrato de amonio .....	70
Figura 10. Sulfato de amonio .....	70
Figura 11. Nitrato de potasio .....	70
Figura 12. Semilla de arroz INIAP .....	71
Figura 13. Ficha técnica de semilla Iniap 11 .....	71
Figura 14. Fertilizante granulado y briquetas .....	72
Figura 15. Briquetas en diferentes dosis con forma esférica.....	72

## Resumen

El propósito de la investigación presentada fue determinar el efecto del uso de briquetas de bases nitrogenadas para la fertilización en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en el cantón Daule, provincia del Guayas. Se llevó a cabo un diseño de bloques completamente al azar mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia. Se analizaron variables agronómicas como altura de las plantas, espigas por planta, granos por espiga y peso de 1000 granos; se obtuvieron mejores promedios en: T3 B.Sulfato Amonio y T1 B.Urea; siendo los de menores promedios los tratamientos: T5 T.convencional Voleo y T2 B.Nitrato Amonio. Se determinaron los tratamientos sobresalientes en base al rendimiento del cultivo de arroz siendo estos: T3 B.Sulfato Amonio con un valor de 5768,11 kg/ha; y T1 B.Urea con 5253,77 kg/ha. Para el análisis económico se determinó que el T3 B.Sulfato Amonio, por cada dólar invertido obtuvo 0,54 dólares siendo el mejor tratamiento económicamente y por último el T2 B.Nitrato Amonio con un valor de 1,01 con un retorno de 0,01 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos. Al final de esta investigación se concluyó que el uso de briquetas de Sulfato de Amonio correspondiente al tratamiento 3, en dosis de 10 gramos por metro cuadrado, si incrementó la productividad del cultivo de arroz, por lo que se recomienda su uso para optimizar la fertilización en el cultivo de arroz.

Palabras clave: Arroz, briquetas, nitrógeno, sulfato de amonio, urea.

### Abstract

The purpose of the research presented was to determine the effect of the use of nitrogenous base briquettes for fertilization in rice cultivation (*Oryza sativa* L.), in the Daule canton, Guayas province. A completely randomized block design was carried out using the Tukey test at 5% significance. Agronomic variables such as plant height, spikes per plant, grains per spike and weight of 1000 grains were analyzed; Better averages were obtained in: T3 B. Sulfate Ammonium and T1 B. Urea; being those with the lowest averages the treatments: T5 T. conventional Voleo and and T2 B. Nitrate Ammonium. The outstanding treatments were determined based on the yield of the rice crop being these: T3 B. Sulfate Ammonium with a value of 5768.11 kg / ha; and T1 B.Urea with 5253.77 kg / ha. For the economic analysis, it was determined that T3 B. Ammonium Sulfate, for every dollar invested, obtained 0.54 dollars being the best treatment economically and finally T2 B. Nitrate Ammonium with a value of 1.01 with a return of 0.01 dollars. , being the lowest average between treatments. At the end of this research it was concluded that the use of ammonium sulfate briquettes corresponding to treatment 3, at a dose of 10 grams per square meter, did increase the productivity of the rice crop, so its use is recommended to optimize fertilization in the rice crop

Keywords: Rice, briquettes, nitrogen, ammonium sulfate, urea.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

El arroz es uno de los cultivos de impacto económica y social en el país, según el INEC, cada año se siembra aproximadamente 400.000 ha, solo 120.000 ha del total se cultivan en época lluviosa y 280.000 ha bajo riego por inundación. La producción del arroz está formada por pequeños y medianos agricultores (INIAP, 2016, p. 75).

La superficie cosechada de arroz ha tenido una tasa de crecimiento anual negativa del 2,38% debido a varios factores como el uso excesivo de agroquímicos, la falta de empleo de técnicas para mejoramiento de suelos, entre otras. El cultivo de arroz está localizado principalmente en la Región Costa. Las provincias del Guayas y Los Ríos sumaron el 94,07% de la superficie total cosechada de este producto. Se observa que la provincia del Guayas, predomina el cultivo de arroz, con una participación del 64,78% a nivel nacional en superficie cosechada, de igual forma su producción es superior representando el 67,47% de las toneladas métricas del grano. La provincia de Los Ríos, por su parte concentra el 29,30% de la superficie total cosechada y el 27,47% de lo producido (ESPAC, 2016, p. 14).

“La zona del Cantón Daule Provincia de las Guayas, es netamente productor del cultivo de arroz, debido a su excelente promedio de horas luz al año y su calidad de suelo, que se apega a los requerimientos del cultivo” (Gad parroquial Daule, 2019, p. 1).

El uso de los fertilizantes se ha vuelto indispensable debido a la baja fertilidad de la mayoría de los suelos, para los altos rendimientos y la buena calidad que se esperan en la actualidad, por lo que hacer uso adecuado de ellos es fundamental

en el manejo de los cultivos, ya que es importante para una agricultura sostenible (Rojas, 2014).

La eficiencia de los fertilizantes y la respuesta del cultivo particular pueden ser fácilmente analizadas agregando diferentes cantidades de fertilizantes en parcelas adyacentes, midiendo y comparando los rendimientos del cultivo consecuentemente.

Los fertilizantes proveen nutrientes al cultivo de arroz, generan una reducción de los costos para el transporte, su aplicación y manejo de forma general, para mantener una productividad competitiva, presenta la ventaja de que los nutrientes están más rápidamente disponibles para las plantas, pueden mantener más nutrientes absorbidos mejorando el suelo, adecua la infiltración del agua, facilita el crecimiento radical, posibilita una mejor aireación y contribuye al control de la erosión (Avellán, 2016, p. 23).

El surgimiento de nuevos modelos para la agricultura mundial y particularmente para los países tercermundistas depende del desarrollo de innovaciones que permitan mejorar la productividad de los cultivos. Sistemas de producción menos tóxicos contribuirán a atenuar los enormes costos ambientales y de producción, posibilitará el desarrollo de políticas que también ofrezcan oportunidades a los productores de menores recursos (Pitrat, 2016, p. 7).

El empleo desmedido de fertilizantes sintéticos, afecta directamente el suelo a largo plazo. La aplicación de briquetas de urea en dosificaciones específicas para el cultivo es una estrategia importante para mejorar o preservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, así como su capacidad agro productiva, a la vez que aumenta la productividad y sanidad del cultivo (Wasylikowa, 2014).

Condiciones edáficas que en la actualidad están deterioradas por varias razones, una de ellas es la aplicación indiscriminada de agroquímicos.

La eficiente utilización de la urea para fertilización de sistemas de producción de arroz es de suma importancia por lo que se ha optado por nuevos métodos, las briquetas consisten en compactar o traquetear la urea comercial con la ayuda de una máquina briqueteadora que forma las briquetas de urea las cuales ofrecen una alternativa rentable para la fertilización del cultivo contra el método tradicional “al boleó” (Herrera, 2019).

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

Uno de los mayores problemas que enfrentan los productores arroceros en particular en la zona de Daule es la afectación de los suelos causado por la aplicación de altas dosis de fertilizantes, han provocado degradación en los suelos de producción arroceros, así como también se han elevado los costos de producción en el cultivo.

Según Vargas (2017) el incremento en la producción de arroz es en gran parte atribuido al incremento en el fertilizante nitrogenado, ya que necesita asimilar nitrógeno durante todo su periodo vegetativo, en el macollamiento e inicio de formación de panícula, usando el 50% de nitrógeno absorbido y el otro 50% es dirigido a la formación del grano. Este elemento tiende a lixiviarse muy fácil por diferentes factores, de ahí el uso de fuentes nitrogenadas como las briquetas de urea con respectiva dosificación para mejorar la eficiencia de absorción del N por la planta de arroz.

### 1.2.2 Formulación del problema

¿Cuál fue el efecto del uso de briquetas de bases nitrogenadas para fertilización en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Daule, provincia del Guayas?

### 1.3 Justificación de la investigación

Existe una gran pérdida de nitrógeno no asimilado por las plantas, porque al momento de la aplicación, éste se disuelve instantáneamente en la lámina de agua, de la cual la mayor parte se va a perder por lixiviación y volatilización hacia la atmosfera, esto hace que un 70% del Nitrógeno no sea aprovechado por las plantas, creando una ineficiencia de la tecnología, que al final representa acumulación de Nitritos y Nitratos en aguas subterráneas, se reducen los rendimientos y se incrementa el costo de producción (Altuve, 2018).

Al realizarse un cambio físico en la urea granulada, realizando una compactación a una forma de briqueta de mayor tamaño, y al colocarla por debajo de la lámina de agua en el medio anaerobio fangoso del suelo, se logra evitar la volatilización del amonio liberado por la urea (Calderón, 2018, p. 17).

### 1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Se realizó el estudio en el recinto "La Estancia" del cantón Daule, provincia del Guayas.
- **Tiempo:** El trabajo de titulación tuvo una duración de 11 meses (enero 2020 – diciembre 2020).
- **Población:** Los agricultores del recinto "La Estancia" del cantón Daule, provincia del Guayas.

### **1.5 Objetivo general**

Determinar el efecto del uso de briquetas de bases nitrogenadas para la fertilización en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en el cantón Daule, provincia del Guayas.

### **1.6 Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), según cada tratamiento en estudio.
- Identificar que tratamiento es el que presenta la mejor eficiencia en la productividad en el cultivo de arroz.
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio en la relación beneficio/costo.

### **1.7 Hipótesis**

Con el uso de briquetas de bases nitrogenadas se optimiza la fertilización del cultivo de arroz con lo que conlleva al incremento de la productividad.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

El arroz es una planta de la familia de las gramíneas tiene tallos erguidos y cilíndricos, con nudos y entrenudos, con hojas adheridas a los nudos, con una panícula terminal. Las raíces son delgadas, fibrosas, y fasciculadas; las flores están constituidas por seis estambres y un pistilo. Se trata de una gramínea de ciclo vegetativo de tipo anual, con tallos de forma redondos y huecos, con hojas de láminas planas y unidas al tallo mediante una vaina y su inflorescencia es una panícula. El tamaño puede variar entre 0.7 metros hasta más de 2 metros (Briones, 2014, p.3).

“Uno de los componentes más importantes dentro de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) que forman parte de estas normativas está relacionado con el Manejo Integrado del Cultivo, donde la fertilización juega un importante rol” (Sánchez, 2017, p. 32).

Según Castilla (2014), “La fertilización es un factor decisivo en los cultivos y determinan los siguientes objetivos económicos:

- a) Reducción de costos;
- b) Aumento del beneficio por unidad de superficie y por unidad de fertilizante aplicado” (p.18).

El uso de fertilizantes nitrogenados es considerado como esencial en la producción de arroz. La aplicación adecuada del nitrógeno (N) depende del aporte del elemento su ministrado por el suelo y de los requerimientos nutricionales del cultivo y sus variedades.

En el Ecuador los suelos aptos para el cultivo de arroz son deficientes de nitrógeno y que las mejores fuentes de este nutriente son la urea y sulfato de

amonio. Se afirma que en el Cantón Daule el cultivo de arroz actualmente tiene una productividad de 70 sacas. /ha cuando se estima que el potencial de la zona sería mayor (Carrión, 2015, p. 78).

El nitrógeno (N) es considerado como uno de los nutrientes que afectan de forma más directa la producción de arroz, ya que está presente en ella durante sus fases fenológicas en diferentes cantidades, lo que redundaría en el aumento del porcentaje de espiguillas llenas, incremento de la superficie foliar y contribuye además al aumento de calidad del grano (Pereira, 2018, p. 44).

El manejo del nitrógeno (N) bajo condiciones de campo es difícil de conllevar, debido a las transformaciones bióticas y abióticas de los fertilizantes nitrogenados cuando son aplicados al suelo. La urea y los fertilizantes nitrogenados amoniacales, que son las formas más aplicadas, están sujetos a la volatilización del amonio debido a la actividad de las enzimas ureasas, que se encuentran ubicuamente en los suelos.

Los fertilizantes nitrogenados también están sujetos a la lixiviación o denitrificación, dependiendo del contenido de humedad en el suelo y el movimiento del agua en el perfil del mismo. Las formas amoniacales de N pueden ser fijadas o transformadas en nitrato a través de las actividades de bacterias específicas del suelo. Más aún, esta pérdida no controlada de N tiene efectos dañinos adicionales, tales como: el nitrógeno perdido por percolación como nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), llega a los acuíferos del subsuelo o a los cuerpos de agua superficiales, haciendo el agua menos adecuada para consumo humano y animal.

El nitrógeno perdido en la forma  $\text{N}_2\text{O}$  (un gas con efecto invernadero, 300 veces más dañino a la capa de ozono que el  $\text{CO}_2$ ) agrava el problema ecológico del  $\text{NO}_x$ .

El N perdido en la forma amonio ( $\text{NH}_3$ ) genera problemas de particulado en la atmósfera e incrementa el pH de la lluvia (Acuria, 2018, p. 36).

El sulfato de amonio (SAM) contiene amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y azufre en forma de sulfato ( $\text{SO}_4^-$ ); es un producto de pH ácido y que se recomienda aplicar en suelos calizos y alcalinos por su fuerte efecto acidificante. El sulfato de amonio es un producto muy útil como fertilizante, esto debido a que la necesidad de azufre está muy relacionada con cantidad de Nitrógeno disponible y no volátil para la planta, favoreciendo la fabricación de enzimas encargadas del crecimiento y energía para el llenado del fruto y consecuente aumento de los rendimientos (Sagarpa, 2017).

El potasio es necesario para diferentes procesos de crecimiento en las plantas, las concentraciones más altas de potasio en la solución de suelo ayudan a acelerar la entrega de este elemento a la raíz (Armstrong 1998).

Se ha comprobado que un alto nivel de nitrógeno y potasio disponible en un sustrato favorece significativamente al diámetro y crecimiento del tallo de la planta (Rodríguez 1998).

Así mismo la deficiencia de potasio causa anormalidades en el crecimiento e influye en el estrés hídrico de las plantas, mientras que cuando las concentraciones de potasio son adecuadas para la planta, existe una mayor 7 tasa de fotosíntesis, la cual es reflejada en una alta producción de biomasa (Marschner 1995).

Miguez y Windauer (2008) aplicaron 15 L/ha de una solución acuosa de sulfato de amonio foliar, donde se encontró un aumento en la concentración de nitratos y sulfatos en jugo de tallo, cuando la medición se hizo en el entrenudo en elongación. El rendimiento en grano aumentó significativamente por el agregado del fertilizante, manteniendo el tenor de proteína.

La fabricación de briquetas, proceso también llamado briquetado, tiene como objetivo la compactación de la urea de forma uniforme. Con el fin de reducir la pérdida por volatilización del producto.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Importancia del cultivo de arroz**

“El arroz es un cereal considerado alimento básico en muchas culturas culinarias (en especial la cocina asiática), así como en algunas partes de América Latina” (Paéz, 2014, p. 22).

“Es el segundo cereal más producido en el mundo, tras el maíz. Se puede decir que el arroz es el cereal más importante en la alimentación humana y que contribuye de forma efectiva al aporte calórico de la dieta humana” (Penonomé, 2016, p. 14).

En el desarrollo económico del Ecuador en el sector agrícola ha jugado un papel muy importante. En dicho sector el arroz se ha constituido en un componente clave, debido a que es uno de los productos con mayor demanda a nivel nacional.

La comercialización de la producción de arroz en el Ecuador se basa en buscar satisfacer en primer lugar el mercado interno, por lo tanto, su exportación dependerá del abastecimiento del mercado local y del precio del productor doméstico. Con el fin de garantizar la soberanía alimentaria del país, el Estado ha pasado a ser el principal comprador del sector. Pero a mediano y largo plazo este rol asumido podría ser nocivo, debido a que se generaría una gran dependencia del sector que podría ser perjudicial en el momento en que el Estado sea incapaz de garantizar los precios mínimos y de realizar compras por falta de recursos (Poveda G., 2017, p. 17).

### **2.2.2 Taxonomía del arroz**

Según (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2014) clasifica taxonómicamente al cultivo de arroz de la siguiente manera:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Tribu:** Oryzeae

**Género:** *Oryza*

**Especie:** *sativa*

### **2.2.3 Descripción de la planta**

El crecimiento y desarrollo de la planta de arroz se divide en tres fases principales: vegetativa que comprende desde la germinación de la semilla hasta la iniciación de la panícula, la reproductiva desde la iniciación de la panícula hasta la floración y la maduración desde la floración hasta la madurez total de los granos (Paredes, 2015, p.11).

#### **2.2.3.1. Fase vegetativa**

Se extiende desde la germinación de la semilla hasta la iniciación de la panícula. Esta etapa se la considera como una de las principales debido a que es donde se desarrolla el macollamiento y es donde más se ubica fertilizantes como el nitrógeno y el potasio esta etapa puede variar dependiendo de la variedad (Piedra, 2015).

#### **2.2.3.2. Fase reproductiva**

Desde que inician las panículas hasta la floración, en condiciones normales esta etapa dura 30 días en todas las variedades, y es en esta etapa donde deben estar

disponibles los nutrientes que se aplicaron con el fin de darle una mayor para lo que falta de su desarrollo (Batalla, 2017, p. 90).

### **2.2.3.3. Fase de maduración**

Anasac Agropecuario (2014) indica “desde la floración hasta la madurez. Al igual que la etapa de reproducción, esta etapa también dura 30 días” (p.2).

## **2.2.4 Descripción botánica**

### **2.2.4.1. Raíz**

“Inicialmente, son gruesas y poco ramificadas; a medida que la planta crece se tornan alargadas y con ramificaciones abundantes” (Liang, 2018, p. 28).

### **2.2.4.2. Tallo**

“Corresponde a la estructura característica de las gramíneas. Su longitud va desde 30 cm en las variedades enanas hasta 70 cm en las gigantes” (Cercado, 2016, p.18).

### **2.2.4.3. Hojas**

“Son alternas y están dispuestas a lo largo del tallo. Está constituida por vaina, zona de unión y lámina” (Alfonso, 2014, p. 33).

### **2.2.4.4. Panícula**

“Se localiza sobre el extremo apical del tallo y se localiza sobre el último nudo denominado ciliar. Es una inflorescencia que posee un eje principal llamado raquis, que se extiende desde el nudo ciliar hasta el ápice” (Ordeñana, 2016, p. 37).

### **2.2.4.5. Espiguillas**

“Están formadas por un pequeño eje llamado raquis, sobre el cual se encuentra una flor simple, formada por dos brácteas denominadas glumas estériles, dos brácteas superiores, llamadas glumas florales, que constituyen la caja floral” (Rodríguez, 2015, p. 13).

#### **2.2.4.6. Flor**

“Está constituida por seis estambres y un pistilo. Los estambres constan de filamentos delgados portadores de anteras cilíndricas que contiene cada una entre 500 y 1000 granos de polen. El pistilo contiene el ovario, el estilo y el estigma” (Alán, 2014, p. 62).

#### **2.2.4.7. Grano**

“El fruto del arroz es una cariósipide en que la semilla se encuentra adherida a la pared del ovario maduro, y está formado por la cáscara, que, a la vez, está compuesta por glumelas, raquis y arista” (Ormeño, 2016, p. 26).

### **2.2.5 Requerimientos edafoclimáticos**

#### **2.2.5.1. Clima**

“Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos” (Pamies, 2015, p. 56).

El cultivo se extiende desde el 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultiva en tierras altas (Franquet, 2014, p. 73).

#### **2.2.5.2. Temperatura**

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35°C. Por encima del 40°C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo exigible de 7°C, considerándose su óptimo en los 23°C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos e

inconsistentes, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades (Cuevas, 2014, p. 119).

### **2.2.5.3. Suelo**

El cultivo tiene lugar en una amplia gama de suelos, variando la textura desde arenosa a arcillosa. Se suele cultivar en suelos de textura fina y media, propias del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y los deltas de los ríos.

Los suelos de textura fina (pesados o fuertes) dificultan las labores, pero son más fértiles al tener mayor contenido de arcilla, materia orgánica y suministrar más nutrientes. Por tanto, la textura del suelo juega un papel importante en el manejo del riego y de los fertilizantes químicos y orgánicos, recordando que la presencia de la biota en un suelo es indispensable para la sostenibilidad del mismo (Fisher, 2015, p. 31).

### **2.2.5.4. Potencial de hidrógeno**

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para los suelos alcalinos o básicos ocurre justamente lo contrario.

El pH óptimo para el arroz es 6,6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y, además, las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos, están por debajo del nivel tóxico (Burnside, 2017, p. 45).

### **2.2.6. Requerimientos hídricos**

Espinoza (2018) Afirma. “que se considera que el arroz requiere 1.200 milímetros de agua bien distribuidos durante el ciclo de cultivo es suficiente para la obtención de buenos rendimientos” (p.18).

### **2.2.7. Requerimientos nutricionales**

La nutrición apropiada del cultivo de este cereal permite la obtención de mejores resultados en la producción, ya que muchos suelos presentan deficiencias de ciertos minerales, lo que incide en la disminución de los rendimientos y una baja calidad de las cosechas (Orellana y Tomalá, 2017, p. 63).

“Una fertilización apropiada promueve el crecimiento de las raíces y las plantas pueden soportar mejor los efectos adversos de la sequía” (Mendieta, 2019, p. 73).

La cantidad de nitrógeno, fósforo y potasio absorbidos por el arroz varía con la fertilidad del suelo, las condiciones climáticas, el híbrido y el manejo de la fertilización, hay una estrecha correlación entre la absorción de esos elementos y el rendimiento de grano. Como regla general, para producir 7,5 t/ha de grano, el arroz necesita 150 kg de nitrógeno, 70 kg de fósforo y cerca de 120 kg de potasio (Chávez, 2017, p. 18).

### **2.2.8. Fertilización**

Se entiende por manejo de suelos a la suma total de todas las operaciones de cultivo, prácticas culturales, fertilización, corrección y otros tratamientos conducidos o aplicados a un suelo que buscan la producción de plantas. Es posible que sean encontrados en la planta todos los elementos presentes en el medio de cultivo, debido a la selectividad en el proceso de absorción. Sin embargo, ni todos los elementos presentes en los tejidos de una planta son necesarios para su crecimiento. Aquellos que de hecho son necesarios son denominados elementos

esenciales: carbono, hidrogeno, oxigeno, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, boro, zinc, cobre, molibdeno y cloro (SAG, 2015, p. 8).

### **2.2.9. Importancia del nitrógeno en el cultivo de arroz**

Se entiende por manejo de suelos a la suma total de todas las operaciones de cultivo, prácticas culturales, fertilización, corrección y otros tratamientos conducidos o aplicados a un suelo que buscan la producción de plantas. Es posible que sean encontrados en la planta todos los elementos presentes en el medio de cultivo, debido a la selectividad en el proceso de absorción. Sin embargo, ni todos los elementos presentes en los tejidos de una planta son necesarios para su crecimiento. Aquellos que de hecho son necesarios son denominados elementos esenciales: carbono, hidrogeno, oxigeno, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, manganeso, boro, zinc, cobre, molibdeno y cloro (SAG, 2015, p. 8).

### **2.2.10. Bases nitrogenadas**

#### **2.2.10.1. Urea**

La Urea es un fertilizante químico. Entre los fertilizantes sólidos, es la fuente Nitrogenada de mayor concentración (46%), siendo por ello de gran utilidad en la integración de fórmulas de mezclas físicas de fertilizantes, dando grandes ventajas en términos económicos y de manejo de cultivos altamente demandantes de Nitrógeno (N). (Fertisa, s,f).

“La urea es un fertilizante de menor valor por unidad que el nitrógeno, posee alta solubilidad y no incrementa la salinidad del agua” (Medina, 2016, p. 49).

El 91 % de la urea producida se emplea como fertilizante. Se aplica al suelo y provee nitrógeno a la planta. También se utiliza la urea de bajo contenido de biuret

(menor al 0.03 %) como fertilizante de uso foliar. Se disuelve en agua y se aplica a las hojas de las plantas (Campuzano, 2017, p. 15).

El proceso de incorporación de urea dura más o menos una semana, involucra los microorganismos del suelo y está determinado por factores externos como la temperatura, disponibilidad de agua y profundidad del suelo. Los microorganismos al recibir la urea generan la enzima ureasa, lo que permite que se convierta en iones de amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y bicarbonato. Estos iones son absorbidos por el suelo y se adhieren a las partículas del suelo, con carga negativa o nitrificadas, y el nitrógeno queda disponible para la planta como amonio o nitrato. Así la planta lo toma y lo emplea para crecer más fuerte y mejor (Bodero, 2018, p. 4).

Ciento cincuenta y cinco millones de toneladas de urea se emplean anualmente en todo el mundo. Su precio es más bajo que el resto de los fertilizantes presentes en el mercado, lo que crea un aumento en su demanda. Así, este compuesto se ha consolidado como el fertilizante nitrogenado por excelencia. Sin embargo, si su utilización no es la correcta, la productividad del cultivo puede disminuir dramáticamente (Quinde, 2017, p. 10).

#### **2.2.10.2. Nitrato de amonio**

El nitrato de amonio o nitrato amónico es una sal formada por iones nitrato y amonio. Su fórmula es  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Se trata de un compuesto incoloro e higroscópico, altamente soluble en agua. El nitrato de amonio se utiliza sobre todo como fertilizante por su buen contenido en nitrógeno. El nitrato es aprovechado directamente por las plantas mientras que el amonio es oxidado por los microorganismos presentes en el suelo a nitrito (nitrosomonas) o nitrato (nitrobacter) y sirve de abono de más larga duración (Salazar, 2015, p. 87).

El nitrato de amonio es un fertilizante popular, ya que proporciona la mitad del N en forma de nitrato y la otra mitad en forma de amonio. La forma nitrato se mueve fácilmente con el agua del suelo hacia las raíces, donde está inmediatamente disponible para su toma por la planta. La fracción de amonio es absorbida por las raíces ó es convertida gradualmente en nitrato por los microorganismos del suelo. Muchos productores de verduras prefieren una fuente de nitratos inmediatamente disponibles para la nutrición vegetal y utilizan nitrato de amonio. Es popular para la fertilización de pasturas y verdeos, ya que es menos susceptible a las pérdidas por volatilización que los fertilizantes a base de urea cuando se aplica sobre la superficie del suelo (Torres, 2014, p. 23).

El nitrato de amonio es comúnmente mezclado con otros fertilizantes, pero estas mezclas no se pueden almacenar por largos períodos debido a una tendencia a absorber la humedad del aire. La alta solubilidad de nitrato de amonio hace que sea muy adecuado para preparar soluciones para fertirrigación o aspersiones foliares (Maridueña, 2016, p. 11).

### **2.2.10.3. Sulfato de amonio**

El sulfato de amonio es una sal cuya fórmula química es  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . Color blanco y aspecto de cristales. En agricultura es usado ampliamente como fertilizante, tanto para fertirrigación como para aplicación directa al suelo por productores de hortalizas. Las frecuencias de deficiencias de Azufre en la planta de arroz pueden llegar a presentar síntomas de clorosis y enanismo. Tiene buenas cualidades de manejo y almacenamiento; también es una buena fuente de Nitrógeno 21% y Azufre 24% para los suelos deficientes en este elemento, llegando a obtener altos rendimientos en la cosecha y una considerable reducción de costos (Pizarro, 2017, p. 65).

Se recomienda aplicarlo en suelos arenosos donde hay una gran percolación o aquellos suelos que se encuentran localizados a orillas de los ríos que tienden a desbordarse, igualmente se lo debe aplicar en suelos con pH alcalino, para contrarrestar la alcalinidad del suelo por el  $\text{NH}_4$  que contiene (Morales, 2014, p. 6).

El sulfato de amonio es principalmente utilizado donde se necesita adicionar nitrógeno (N) y azufre (S) para satisfacer los requerimientos nutricionales de plantas en crecimiento. Debido a que contiene solo 21% de N, hay otros fertilizantes con mayor concentración y más económicos para manipular y transportar. Sin embargo, provee una excelente fuente de S que tiene numerosas funciones en las plantas, incluyendo la síntesis de proteínas y crecimiento vegetativo (Romero, 2015, p. 21).

Frecuentemente se adiciona una solución con sulfato de amonio a las soluciones de herbicidas post-emergentes para mejorar su eficacia en el control de malezas. Esta práctica de incremento de eficacia del herbicida con sulfato de amonio es particularmente efectiva cuando el agua utilizada contiene concentraciones significativas de calcio, magnesio, o sodio. Para este propósito, frecuentemente se utiliza sulfato de amonio con grado de alta pureza para evitar el taponamiento de las boquillas de aplicación (Faican, 2013, p. 78).

Luego de la aplicación al suelo, el sulfato de amonio se disuelve rápidamente en sus componentes amonio y sulfato. Si permanece en la superficie del suelo, el amonio puede ser susceptible a pérdidas gaseosas en condiciones alcalinas. En estas situaciones, es recomendable la incorporación del material en el suelo tan pronto como sea posible o la aplicación previa a un riego o una precipitación prevista (Granados, 2014, p. 54).

La mayoría de las plantas son capaces de utilizar ambas formas de N, amonio y nitrato, para su crecimiento. En suelos con altas temperaturas, los microorganismos del suelo comenzarán rápidamente a convertir el amonio a nitrato en el proceso de nitrificación  $[\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}^+]$ . Durante esta reacción microbiana, se libera acidez  $[\text{H}^+]$ , que en última instancia reducirá el pH del suelo con un uso repetido.

El sulfato de amonio posee un efecto acidificante en el suelo debido al proceso de nitrificación...no por la presencia de sulfato, que tiene un efecto insignificante sobre el pH. Para una cantidad equivalente de N, el potencial de acidificación del sulfato de amonio es mayor que el del nitrato de amonio, por ejemplo, debido a que todo el N en el sulfato de amonio se convierte en nitrato, mientras que solo la mitad del N del nitrato de amonio se convierte en nitrato (Díaz, 2016, p. 7).

#### **2.2.10.4. Nitrato de potasio**

El nitrato de potasio es un fertilizante sintético, de alta calidad. Está compuesto por un 100% de macronutrientes: 13% nitrógeno, totalmente en forma de nitrato ( $\text{NO}_3$ ), y 46% de  $\text{K}_2\text{O}$ ; es virtualmente libre de sodio, cloro, perclorato y otros elementos perjudiciales o residuos dañinos. Es fácilmente y totalmente soluble en agua, convirtiéndolo en un fertilizante ideal para aplicación al suelo, fertirrigación y nutrición foliar (Uribe, 2013, p. 23).

El fertilizante nitrato de potasio (a veces referido como nitrato de potasa o NOP) es típicamente fabricado mediante la reacción de cloruro de potasio ( $\text{KCl}$ ) con una fuente de nitrato. Dependiendo de los objetivos y las fuentes disponibles, el nitrato podría provenir de nitrato de sodio, ácido nítrico, o nitrato de amonio. El  $\text{KNO}_3$  resultante es idéntico independientemente del proceso de fabricación. El nitrato de

potasio es comúnmente comercializado como un material cristalino, soluble en agua principalmente utilizado para la disolución y aplicación con agua o en forma perlada para la aplicación al suelo. Tradicionalmente, el compuesto es conocido como “salitre” (Macías, 2017, p. 10).

El uso del  $\text{KNO}_3$  es especialmente deseable en condiciones donde se necesita una fuente de nutrientes altamente soluble y libre de cloro. Todo el nitrógeno (N) está inmediatamente disponible para la absorción de las plantas como nitrato, no requiriendo acción microbiana o transformación adicional en el suelo. Los productores de cultivos de hortalizas y frutales de alto valor a veces prefieren utilizar una fuente nutricional a base de nitrato en un esfuerzo por incrementar rendimiento y calidad. El nitrato de potasio contiene una proporción relativamente alta de K, con una relación N:K de aproximadamente 1:3. Muchos cultivos poseen altas demandas de K, y a la cosecha, pueden remover tanto o más K que N (Chiriboga, 2014, p. 44).

Las aplicaciones de  $\text{KNO}_3$  al suelo se realizan antes de la estación de crecimiento o como suplemento durante la misma. Una solución diluida es a veces rociada sobre el follaje de la planta para estimular procesos fisiológicos o para corregir deficiencias nutricionales. La aplicación foliar de K durante el desarrollo de frutos puede ser ventajosa para varios cultivos, ya que esta etapa de crecimiento suele coincidir con altas demandas de K durante el tiempo de caída de la actividad radical y absorción de nutrientes. También es comúnmente utilizado para la producción en invernadero e hidroponía (Mena, 2018, p. 89).

Tanto N como K, son requeridos por las plantas para sostener la calidad de cosecha, formación de proteínas, resistencia a enfermedades y eficiencia de uso del agua. Por lo tanto, el  $\text{KNO}_3$  suele ser aplicado al suelo o a través de sistemas

de riego durante la fase de crecimiento para mantener un crecimiento saludable (Rivera, 2016, p. 61).

### **2.2.11 Briquetas**

Las briquetas son una compactación de un material con peso específico que tienen forma de esferas o cubos. La fabricación de briquetas, proceso también llamado briquetado, tiene como objetivo la compactación de la urea de forma uniforme. Con el fin de reducir la pérdida por volatilización del producto (Galarza, 2018, p. 16).

“La modernización de la aplicación nitrogenada en países asiáticos se realiza con briquetas de pesos que van 2.9 y 10.7 gr. de Urea incorporadas en el subsuelo de 7 a 10 cm, y con una separación de 60 cm de distancia” (Segovia, 2017, p. 31).

Existe una gran pérdida de nitrógeno no asimilado por las plantas, porque al momento de la aplicación, éste se disuelve instantáneamente en la lámina de agua, de la cual la mayor parte se va a perder por lixiviación y volatilización hacia la atmosfera, esto hace que un 70% del Nitrógeno no sea aprovechado por las plantas, creando una ineficiencia de la tecnología, que a la final representa acumulación de Nitritos y Nitratos en aguas subterráneas, se reducen los rendimientos y se incrementa el costo de producción (Altuve, 2018).

Al realizarse un cambio físico en la urea granulada, realizando una compactación a una forma de briqueta de mayor tamaño, y al colocarla por debajo de la lámina de agua en el medio anaerobio fangoso del suelo, se logra evitar la volatilización del amonio liberado por la urea. Así el amonio es aprovechado con mayor eficacia por las plantas, lo que permite aplicar una menor cantidad de urea por hectárea. Además, se incrementan los rendimientos (Calderón, 2018, p. 17).

### 2.2.12 Descripción de la semilla

Según INIAP (s/f), indica de la variedad de semilla Iniap 011 lo siguiente:

**Características:** Ciclo vegetativo de 100-115 días, altura de planta de 100-111 cm, grano largo, arroz entero al apilar 68%, latencia de la semilla 4-6 semanas y resistente al acame.

**Siembra:** Densidad de siembra (sembradora): 80 kg/ha de semilla certificada.

Densidad de siembra (voleo): 100 kg/ha de semilla certificada.

Densidad en semillero: Utilizar 150-200 g de semilla/m<sup>2</sup>.

Siembra por trasplante: 30-45 kg/ha semilla certificada semillero.

**Resistente a:** *Pyricularia oryzae*

**Moderadamente resistente:** Hoja blanca RHBV, Manchado del grano, *Sarocladium oryzae*.

**Rendimiento promedio:** 5500 – 6800 kg/ha en seco (arroz en cáscara al 14% de humedad). 5000 – 9000 kg/ha en riego (arroz en cáscara al 14% de humedad).

**Recomendaciones:** Preparar bien el terreno. Respetar la distancia de siembra y cantidades de semilla recomendadas, buen control fitosanitario y cosecha oportuna. Realizar un análisis de suelo para aplicar un programa de fertilización adecuado.

### 2.3 Marco legal

**Constitución Política de la República del Ecuador (2008)**

**Ley de Desarrollo Agrario**

**Capítulo I: Los Objetivos de la Ley**

**Art. 3.-** Políticas agrarias.

El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

**a)** De cultivo, cosecha, comercialización, procesamiento y en general, de aprovechamiento de recursos agrícolas;

**b)** El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

c) De capacitación integral al indígena, al montubio, al afroecuatoriano y al campesino en general, para que mejore sus conocimientos relativos a la aplicación de los mecanismos de preparación del suelo. (p. 36).

## **CAPÍTULO V**

### **Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural I de producción**

**Art. 49.-** Protección y recuperación. El Estado desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas (Asamblea Nacional De La República Del Ecuador, 2016 p. 45).

### **Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria.**

#### **Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes**

**Art. 9.-** Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad. (p. 18).

**Art. 10.-** Institucionalidad de la investigación y la extensión.- La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2014 p. 23).

#### **Código orgánico de la producción**

**Art. 57.-** “Democratización productiva en concordancia con lo establecido con la constitución se entenderá por democratización productiva política, mecanismo e instrumento para que genere desconcentración de factores y recursos productivos, y faciliten el acceso al financiamiento capital y tecnológico para la realización de actividades productivas “Párrafo II “El estado protegerá a la agricultura familia comunitaria como garante de la soberanía alimentaria,..., y al macro, pequeño y mediana empresa implementando política que regulan sus intercambios con el sector privado. (p. 63).

**Art. 14.-** Según la Constitución de la República sección II. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológico equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de lo ecosistema, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país (Código Orgánico De La Producción, Comercio E Inverciones, 2010 p. 78).

### **3. Materiales y métodos**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

El trabajo estuvo enfocado en el mejoramiento de la producción de arroz (*Oryza sativa* L.) con la aplicación de briquetas de bases nitrogenadas para la fertilización en el cantón Daule provincia del Guayas.

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación es experimental con un nivel de conocimiento explicativo porque se buscó una información económica y social del proyecto.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

###### ***3.1.2.1. Investigación experimental***

Permitió manipular las variables y medir su efecto y comparación sobre las variables.

###### ***3.1.2.2. Investigación descriptiva***

Permitió recolectar los datos sobre la base de la hipótesis para luego resumir la información y analizar detalladamente los resultados finales del estudio.

###### ***3.1.2.3. Investigación explicativa***

Permitió conocer el porqué de los resultados y plantear nuevas técnicas de investigación.

#### **3.2 Metodología**

##### **3.2.1 Variables**

###### ***3.2.1.1. Variable independiente***

Aplicación de las briquetas de bases nitrogenadas según las dosis de cada tratamiento en estudio.

### **3.2.1.2. Variables dependientes**

#### *3.2.1.2.1. Altura de planta (cm)*

Este dato se evaluó a los 80 días. Para el efecto de evaluar 10 plantas al azar que estén ubicadas dentro del área útil en cada parcela experimental.

#### *3.2.1.2.2. Número de espigas por planta (n)*

En la cosecha; para el efecto se contó las espigas de 10 plantas dentro del área útil de cada parcela experimental.

#### *3.2.1.2.3. Número de granos por espiga (n)*

Se contó los granos de 10 panículas seleccionadas al azar de cada tratamiento y se obtuvo datos numéricos de la cantidad de granos.

#### *3.2.1.2.4. Peso de 1000 granos (g)*

Se contó 1000 granos del área cosechada, pesando a cada una de las parcelas experimentales.

#### *3.2.1.2.5. Productividad (kg/ha)*

Se cosechó 1m<sup>2</sup> del área útil de la parcela experimental y se represento el peso en kg/ha.

#### *3.2.1.2.6. Análisis económico (b/c)*

El análisis económico se realizó en base a la fórmula de (Crece Negocio, 2014), específica que la fórmula para calcular los costos y la utilidad marginal es la siguiente:

$$\text{Relación Utilidad/Costo} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Costo neto}}$$

### **3.2.2 Tratamientos**

Con cinco tratamientos y cinco repeticiones, siendo el T5 el testigo convencional en el cual se aplicó la urea de forma tradicional (voleo) y los demás tratamientos

con las dosificaciones sugeridas por textos. Utilizando al menos 25 briquetas por parcela (25m<sup>2</sup>), en cada tratamiento en el que se empleó.

**Tabla 1. Descripción de los tratamientos experimentales**

Trat.	Producto	Dosis (m <sup>2</sup> )	Dosis/(25m <sup>2</sup> )	Frecuencia (Días)
T1	Briqueta de urea	10 gramos	250 gramos	Al trasplante, 15 y 30
T2	Briqueta de nitrato de amonio	10 gramos	250 gramos	Al trasplante, 15 y 30
T3	Briqueta de sulfato de amonio	10 gramos	250 gramos	Al trasplante, 15 y 30
T4	Briqueta de nitrato de potasio	10 gramos	250 gramos	Al trasplante, 15 y 30
T5	Testigo convencional (Urea al voleo)	150kg/ha (3 sacos)	375 gramos (125g. c/aplicación)	15 – 30 – 45 DDT

Ruiz, 2024

### 3.2.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA), los que comprendieron cinco tratamientos y cinco repeticiones con briquetas de fertilizantes aplicadas antes del trasplante en suelo a capacidad de campo.

#### 3.2.3.1. Esquema del análisis de varianza

**Tabla 2. Modelo de análisis de andeva**

Fuente de variación	Grados de libertad	
Repeticiones	(r-1)	4
Tratamientos	(t-1)	4
Error	(r-1)(t-1)	16
Total	N-1	24

Ruiz, 2024

### 3.2.3.2. Delimitación experimental

**Tabla 3. Diseño experimental**

Tipo de diseño	DBCA
Número de tratamientos	5
Número de repeticiones	5
Número total de parcelas	25
Largo de la parcela experimental	5m
Ancho de parcela experimental	5m
Área de parcelas experimentales	25m <sup>2</sup>
Área útil de parcelas	9m <sup>2</sup>
Distancia entre repeticiones	1m
Distancia entre tratamientos	1m
Área total del ensayo	961m <sup>2</sup>

Ruiz, 2024

### 3.2.4 Recolección de datos

#### 3.2.4.1. Recursos

##### 3.2.4.1.1. Materiales y herramientas

Cintas, estacas, letreros, alambre, tanque, balde, bomba, botas, guantes, mangueras de riego, balanza, dosificadores, agua, pala. Además de computadoras, proyector, borrador, lápiz, libreta, mapas, cámaras fotográficas, etc.

##### 3.2.4.1.2. Material experimental

Fertilizantes, semillas.

##### 3.2.4.1.3. Recursos humanos

Tesista, tutor.

#### 3.2.4.1.4. Recursos bibliográficos

Biblioteca de la Universidad Agraria del Ecuador, informes, artículos de revistas, folletos, libros, documentos de sitio web y tesis de grado.

#### 3.2.4.1.5. Recursos económicos

El proyecto fue netamente financiado por el tesista.

Los recursos económicos que se requirieron para el desarrollo del estudio son los siguientes:

**Tabla 4. Recursos económicos**

<b>Implementos</b>	<b>Total dólares</b>
Preparación del terreno	80
Semilla	90
Urea	22
Sulfato de amonio	32
Nitrato de amonio	33
Nitrato de potasio	42
Compactación briquetas	12
Riego	120
Jornales	70
Insumos fitosanitarios	60
Transporte	90
Alimentos	80
Herramientas	60
<b>Total</b>	<b>\$791</b>

### **3.2.4.2. Métodos y técnicas**

#### **3.2.4.2.1. Métodos**

**Método inductivo:** Este método permite observar los resultados obtenidos de la investigación con la finalidad de cumplir los objetivos e hipótesis que están planteadas.

**Método deductivo:** Permite observar casos particulares de la investigación a través de principios, teorías y leyes.

**Método sintético:** Permite establecer y relacionar los resultados para construir la discusión, conclusiones relacionadas bajo la perspectiva de totalidad de la investigación.

#### **3.2.4.2.2. Técnicas**

##### **Manejo del ensayo**

**Preparación del terreno:** El proyecto comenzó con la medición y preparación del terreno; luego se realizaron los semilleros respectivos del cultivo.

**Siembra:** Se realizó un semillero y después de 15 días se procedió con el trasplante respectivo en el sitio designado para el proyecto.

**Control de malezas:** Cuando las plantas llegaron a una altura aproximada de 25 cm se controló las malezas de forma manual.

**Fertilización:** Se aplicó según tratamientos en estudio; la primera fertilización a los 15-30-45 días después del trasplante para el T5 (testigo convencional) urea al voleo, y para los otros tratamientos se realizó la incorporación de las briquetas antes del trasplante al terreno definitivo y adicionalmente a los 15 y 30 días.

**Riego:** Para el riego se mantuvo una lámina de agua de 5 y 10 cm, el mismo que se lo realizó por medio de una bomba a diesel, con agua del río que se tomó mediante canales secundarios distribuidos en el terreno.

**Control fitosanitario:** Se llevó a cabo las labores culturales adecuadas del cultivo y se evitó dejar al cultivo vulnerable para el ingreso de patógenos.

**Cosecha:** La cosecha se realizó en forma mecánica después de cumplirse el ciclo del cultivo, luego de la obtención de muestras para toma de datos.

**Resultados:** Después de la última fertilización se esperó que culmine el ciclo fenológico del cultivo de arroz para poder evaluar los rendimientos de la producción a través de la toma de los resultados obtenidos en el proyecto.

### **3.2.5 Análisis estadístico**

#### **3.2.5.1. Análisis funcional**

El análisis estadístico se lo realizó a través del software Infostat; con un análisis de las hipótesis planteadas, método de Tukey al 5% de significancia.

#### **3.2.5.2. Hipótesis estadística**

**Ho:** Ninguno de los tratamientos aplicados de briquetas de bases nitrogenadas tiene resultados favorables en la producción del cultivo de arroz.

**Ha:** Al menos uno de los tratamientos aplicados de briquetas de bases nitrogenadas tiene resultados favorables en la producción del cultivo de arroz.

## 4. Resultados

### 4.1 Evaluación del comportamiento agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), según cada tratamiento en estudio.

#### 4.1.1 Altura de plantas a los 80 días (cm)

La tabla 5 muestra las medias obtenidas al analizar la altura de las plantas a los 80 días del ciclo del cultivo; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 12,37%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $0,0023 < 0,05$  de error; por lo que se rechaza la hipótesis nula ya que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T3 B.SulfatoAmonio con un valor de 90,22 cm; y T1 B.Urea con 88,37 cm. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T5 T.convencional Voleo con 82,23 cm y T2 B.NitratoAmonio con un valor de 80,48 centímetros de altura de las plantas.

**Tabla 5. Altura de plantas a los 80 días (cm)**

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3B.SulfatoAmonio	90,22	5	0,14	A
T1B.Urea	88,37	5	0,14	B
T4B.NitratoPotasio	85,65	5	0,14	C
T5T.convencionalVoleo	82,23	5	0,14	D
T2B.NitratoAmonio	80,48	5	0,14	E

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

Ruíz, 2024

#### 4.1.2 Espigas por plantas (n)

La tabla 6 define las medias obtenidas al evaluar el número de espigas por planta; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 13,78%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0,05$  de error; por lo que se rechaza la hipótesis nula, ya que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T3 B.SulfatoAmonio

con un valor de 12,88; y T1 B.Urea con 12,46. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T5 T.convencional Voleo con 11,65 y T2 B.NitratoAmonio con un valor de 10,63 número de espigas por planta.

**Tabla 6. Espigas por plantas (n)**

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T3B.SulfatoAmonio	12,88	5	0,15	A		
T1B.Urea	12,46	5	0,15	A	B	
T4B.NitratoPotasio	12,06	5	0,15		B	C
T5T.convencionalVoleo	11,65	5	0,15			C
T2B.NitratoAmonio	10,63	5	0,15			D

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*  
Ruíz, 2024

#### 4.1.3 Granos por espiga (n)

La tabla 7 muestra las medias obtenidas al analizar el número de granos por espiga; acorde con el análisis de la varianza, con un coeficiente de variación de 15,28%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $0,0012 < 0,05$  de error; por lo que se rechaza la hipótesis nula, encontrando significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T3 B.SulfatoAmonio con un valor de 120,27; y T1 B.Urea con 118,54. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T5 T.convencional Voleo con 112,49 y T2 B.NitratoAmonio con un valor de 110,43 granos por espiga.

**Tabla 7. Granos por espiga (n)**

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T3B.SulfatoAmonio	120,27	5	0,15	A		
T1B.Urea	118,54	5	0,15		B	
T4B.NitratoPotasio	114,15	5	0,15			C
T5T.convencionalVoleo	112,49	5	0,15			D
T2B.NitratoAmonio	110,43	5	0,15			E

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*  
Ruíz, 2024

#### 4.1.4 Peso de 1000 granos (g)

La tabla 8 define las medias obtenidas al evaluar el peso de 1000 granos en gramos; acorde con el análisis de la varianza, con un coeficiente de variación de 14,94%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0,05$  de error; por lo que se rechaza la hipótesis nula, encontrando significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T3 B.SulfatoAmonio con un valor de 23,27 gramos; y T1 B.Urea con 22,22 gramos. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T5 T.convencional Voleo con 20,50 gramos y T2 B.NitratoAmonio con un valor de 20,03 gramos.

**Tabla 8. Peso de 1000 granos (g)**

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3B.SulfatoAmonio	23,27	5	0,09	A
T1B.Urea	22,22	5	0,09	B
T4B.NitratoPotasio	21,38	5	0,09	C
T5T.convencionalVoleo	20,50	5	0,09	D
T2B.NitratoAmonio	20,03	5	0,09	E

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*  
Ruíz, 2024

## 4.2 Identificación que tratamiento es el que presenta la mejor eficiencia en la productividad en el cultivo de arroz.

### 4.2.1 Productividad (kg/ha)

La tabla 9 define las medias obtenidas al evaluar el rendimiento del cultivo en kg/ha; acorde con el análisis de la varianza, con un coeficiente de variación de 12,91%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0,05$  de error; por lo que se rechaza la hipótesis nula, encontrando significancia estadística entre tratamientos; entre los destacados fueron: T3 B.SulfatoAmonio con un valor de 5768,11 kg/ha; y T1 B.Urea con 5253,77 kg/ha. Los de menores promedios fueron

los tratamientos: T5 T.convencional Voleo con 4297,76 kg/ha y T2 B.NitratoAmonio con un valor de 3761,45 kg/ha del rendimiento del cultivo.

**Tabla 9. Productividad (kg/ha)**

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3B.SulfatoAmonio	5768,11	5	61,93	A
T1B.Urea	5253,77	5	61,93	B
T4B.NitratoPotasio	4708,77	5	61,93	C
T5T.convencionalVoleo	4297,76	5	61,93	D
T2B.NitratoAmonio	3761,45	5	61,93	E

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*  
Ruíz, 2024

### **4.3 Realización de un análisis económico de los tratamientos en estudio en la relación beneficio/costo.**

#### **4.3.1 Análisis económico (b/c)**

El análisis económico se efectuó en la tabla 10; para lo cual fue necesario ajustar los rendimientos (kg/ha) al 14% de humedad, ya que de esta forma se comercializa el grano; para comprobar el precio comercial, se consiguió información oficial de “Unidad de Almacenamiento Nacional” que la saca de 210 libras está a \$ 32 obteniendo mediante una conversión, un peso de 95 kg el saco y 0,34 dólares cada kilogramo de arroz. Según los datos de los rendimientos en cada tratamiento y con un valor base de \$1100 para la producción de una hectárea arroz, según agricultores de la zona; se determinó la relación beneficio/costo se logró definir que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T3 B.SulfatoAmonio con un beneficio/costo de 1,54 ya que por cada dólar invertido obtuvo 0,54 dólares; seguido por T1 B.Urea por cada dólar invertido se generó ganancia de 0,42 dólares; el T5 T.convencional Voleo por cada dólar obtuvo 0,17 dólares y por último el T2

B.NitratoAmonio con un valor de 1,01 con un retorno de 0,01 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos.

**Tabla 10. Análisis económico del cultivo de arroz**

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U	TRATAMIENTOS				
				T1	T2	T3	T4	T5
<b>Alquiler del terreno</b>	m2	961	350	350	350	350	350	350
Analisis de Suelo		1	30	30	30	30	30	30
<b>Preparación de terreno</b>								
Arada, nivelada y surcada	Hora/maq	2	75	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
<b>Transporte</b>			80	80	80	80	80	80
<b>Semillas</b>								
SFL - 011	Saco	1	90	90	90	90	90	90
<b>Fertilización</b>								
Sulfato de amonio	kg	50	32	0,00	0,00	32,00	0,00	0,00
Nitrato de amonio	kg	50	33	0,00	33,00	0,00	0,00	0,00
Nitrato de potasio	kg	25	42	0,00	0,00	0,00	42,00	0,00
Urea	kg	50	22	22,00	0,00	0,00	0,00	22,00
Comp. briquetas			12	12,00	12,00	12,00	12,00	
<b>Prácticas fitosanitarias</b>	Jornal	6	15	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
<b>Riego</b>								
Agua	m3	3,600	0,02	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00
Gasolina	Gl	20	1,4	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
<b>Cosecha</b>								
Rec mar	Jornal	4	15	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
Herramientas		10	15	150,00	150,00	150,00	150,00	150,00
<b>Rendimiento 24% (kg/ha)</b>				5253,57	3761,45	5768,11	4708,77	4297,76
<b>Rendimiento 14% (kg/ha)</b>				4728,39	3385,3	5191,3	4237,9	3867,98
<b>Precio de venta por (kg)</b>				0,34	0,34	0,34		

## 5. Discusión

El propósito de la investigación presentada fue determinar el efecto del uso de briquetas de bases nitrogenadas para la fertilización en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en el cantón Daule, provincia del Guayas.

Posteriormente de haber realizado el análisis e interpretación de datos, se determinó que los tratamientos: T3 B.Sulfato Amonio y T1 B.Urea obtuvieron los mejores promedios en las características agronómicas del cultivo ya que se incrementó la altura de las plantas, espigas por planta, granos por espiga y peso de 1000 granos; por lo que acorde con Romero (2015) afirma que el sulfato de amonio es principalmente utilizado donde se necesita adicionar nitrógeno (N) y azufre (S) para satisfacer los requerimientos nutricionales de plantas en crecimiento. Debido a que contiene solo 21% de N, hay otros fertilizantes con mayor concentración y más económicos para manipular y transportar. Sin embargo, provee una excelente fuente de S que tiene numerosas funciones en las plantas, incluyendo la síntesis de proteínas y crecimiento vegetativo. Y según Granados (2014) indica que luego de la aplicación al suelo, el sulfato de amonio se disuelve rápidamente en sus componentes amonio y sulfato. Si permanece en la superficie del suelo, el amonio puede ser susceptible a pérdidas gaseosas en condiciones alcalinas. En estas situaciones, es recomendable la incorporación del material en el suelo en forma de briquetas tan pronto como sea posible o la aplicación previa a un riego o una precipitación prevista.

Los resultados obtenidos en la investigación y su respectiva tabulación estadística en lo que respecta a productividad del cultivo, se pudo observar que los tratamientos destacados fueron: T3 B.Sulfato Amonio con un valor de 5768,11 kg/ha; y T1 B.Urea con 5253,77 kg/ha; acorde con Sagarpa (2017) indica que el

sulfato de amonio es un producto muy útil como fertilizante, esto debido a que la necesidad de azufre está muy relacionada con cantidad de Nitrógeno disponible y no volátil para la planta, favoreciendo la fabricación de enzimas encargadas del crecimiento y energía para el llenado del fruto y consecuente aumento de los rendimientos. De acuerdo con Calderón (2018), quien menciona que al realizarse un cambio físico en la urea granulada, realizando una compactación a una forma de briqueta de mayor tamaño, y al colocarla por debajo de la lámina de agua en el medio anaerobio fangoso del suelo, se logra evitar la volatilización del amonio liberado por la urea. Así el amonio es aprovechado con mayor eficacia por las plantas, lo que permite aplicar una menor cantidad de urea por hectárea. Además, se incrementan los rendimientos.

En base al tercer objetivo específico se determinó que el mejor tratamiento en la relación beneficios/costos fue el T3 B.Sulfato Amonio con un beneficio/costo de 1,54 ya que por cada dólar invertido obtuvo 0,54 dólares; mientras que, el menor valor beneficio/costo lo obtuvo el T2 B.Nitrato Amonio con un valor de 1,01 equivalente a que hubo menos ganancias y T5 T.convencional Voleo por cada dólar obtuvo 0,17 dólares. Acorde con Altuve (2018) existe una gran pérdida de nitrógeno no asimilado por las plantas, porque al momento de la aplicación, éste se disuelve instantáneamente en la lámina de agua, de la cual la mayor parte se va a perder por lixiviación y volatilización hacia la atmosfera, esto hace que un 70% del Nitrógeno no sea aprovechado por las plantas, creando una ineficiencia de la tecnología, que a la final representa acumulación de Nitritos y Nitratos en aguas subterráneas, se aumentan los rendimientos y se incrementa el costo de producción. Así también indica Pizarro (2017) que las frecuencias de deficiencias de Azufre en la planta de arroz pueden llegar a presentar síntomas de clorosis y

enanismo. Tiene buenas cualidades de manejo y almacenamiento; también es una buena fuente de Nitrógeno 21% y Azufre 24% para los suelos deficientes en este elemento, llegando a obtener altos rendimientos en la cosecha y una considerable reducción de costos.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis del estudio, indicando que con el uso de briquetas de bases nitrogenadas se optimiza la fertilización del cultivo de arroz con lo que conlleva al incremento de la productividad, siendo el tratamiento destacado el T3 Briquetas de Sulfato de Amonio, administrado en dosis de 10 gramos por metro cuadrado.

## 6. Conclusiones

Una vez analizados los datos de esta investigación, se puede concluir:

En cuanto a variables agronómicas; altura de las plantas, espigas por planta, granos por espiga y peso de 1000 granos; se obtuvieron mejores promedios en: T3 B.Sulfato Amonio y T1 B.Urea; siendo los de menores promedios los tratamientos: T5 T.convencional Voleo y y T2 B.Nitrato Amonio.

Se determinó que los tratamientos sobresalientes en rendimiento fueron: T3 B.Sulfato Amonio con un valor de 5768,11 kg/ha; y T1 B.Urea con 5253,77 kg/ha. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T5 T.convencional Voleo con 4297,76 kg/ha y T2 B.Nitrato Amonio con un valor de 3761,45 kg/ha del rendimiento del cultivo.

En el análisis económico se determinó que el tratamiento que predominó en el estudio fue el T3 B.Sulfato Amonio con un beneficio/costo de 1,54 ya que por cada dólar invertido obtuvo 0,54 dólares; seguido por T1 B.Urea por cada dólar invertido se generó ganancia de 0,42 dólares; el T5 T.convencional Voleo por cada dólar obtuvo 0,17 dólares y por último el T2 B.Nitrato Amonio con un valor de 1,01 con un retorno de 0,01 dólares, siendo el de menor promedio entre tratamientos.

## **7. Recomendaciones**

De acuerdo con la presente investigación se recomienda:

Realizar investigaciones con diferentes dosis de compactación de las bases nitrogenadas, para definir la dosis óptima para ser empleada en el cultivo de esta gramínea.

Ejecutar un estudio comparativo sobre el uso de briquetas versus otros fertilizantes edáficos o foliares, para determinar el comportamiento agronómico y el mejor abono para el cultivo de arroz y el impacto que estos producen.

Utilizar la base nitrogenada Sulfato de Amonio en compactación con forma de briquetas, en dosis de 10 gramos por metro cuadrado; como requerimiento nutricional para potenciar el desarrollo y el incremento del rendimiento del cultivo de arroz en el cantón Daule de la provincia de Guayas.

## 8. Bibliografía

- Acuria, L. (2018). *Manejo del nitrógeno en condiciones de secano*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1631/1/Manual%20T%C3%A9cnico%20No.%2026.pdf>
- Alán, D. (2014). Características morfológicas. *Flor*. Obtenido de [https://betuco.be/rijst/Morfologia\\_planta\\_arroz.pdf](https://betuco.be/rijst/Morfologia_planta_arroz.pdf)
- Alfonso, P. (2014). Características morfológicas. *Hojas*. Universidad técnica de Machala. Ecuador. Morfología del cultivo de arroz. Obtenido de [https://betuco.be/rijst/Morfologia\\_planta\\_arroz.pdf](https://betuco.be/rijst/Morfologia_planta_arroz.pdf)
- Altuve, M. (2018). Pérdida de nitrógeno en cultivos de arroz. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6067/1/T-ESPEIASA%201-004596.pdf>
- Anasac agropecuario, (2014). *Fase de maduración*. Obtenido de <http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/9-Experiencias-en-la-fertilizacion-de-arroz-Alcivar-S.pdf>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2016). *Ley Orgánica de tierras rurales y territorios ancestrales*. Quito: Editora Nacional.
- Avellán, F. (2016). *Nutrientes esenciales en arroz*. Obtenido de [http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory\\_service/crops/rice.html](http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory_service/crops/rice.html)
- Batalla, T. (2017). *Fase reproductiva del arroz (Oryza sativa L.)*. Biofertilizante y acondicionador de suelos agrícolas. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/954/3/94239%20%28Tesis>

- Bodero, M. (2018). *Incorporación de urea*. Desarrollo del arroz. Cultivo de arroz. Obtenido de <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte->
- Briones, J. (2014). *Gramíneas*. cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) Obtenido de [https://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa\\_Arroz%202019.pdf](https://centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Centa_Arroz%202019.pdf)
- Burnside, W. (2017). *Ph de los suelos*. Cultivo de arroz (*oryza sativa L.*) . Obtenido de <http://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/534/1/TA62.pdf>
- Calderón, R.(2018). *Urea granulada*. Fertilizantes en arroz. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1290/AGR-LOP-CAL-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Campuzano, C. (2017). *El 91% de urea producida es fertilizante*. Biblioteca virtual. Universidad Agraria del Ecuador.
- Carrión, Y. (2015). Fertilizantes nitrogenados. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6067/1/T-ESPE-IASA%20I-004596.pdf>
- Castilla, V. (2014). *La fertilización en el arroz (Oryza sativa L.)*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6489/2/Tesis65%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20203.pdf>
- Cercado, S. (2016). Respuesta del arroz (*Oryza sativa L.*) a la fertilización química acompañada de un programa orgánico de alto rendimiento. Babahoyo.
- Chávez, L. (2017). Fertilidad del suelo. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/fertilidad-del-suelo/>

- Chiriboga, K. (2014). Transformación química en el suelo. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/E33AED1504ADCE3D85257BBA0059BEAE/\\$FILE/NSS-ES-11.pdf](http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/E33AED1504ADCE3D85257BBA0059BEAE/$FILE/NSS-ES-11.pdf)
- Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, (2010). Artículo 57 y artículo 14. Quito: Asamblea Nacional. Ecuador.
- Crece Negocio, (2014). Análisis económico. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/analisis-economico.html#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20econ%C3%B3mico%20es%20la,y%20acad%C3%A9mico%20de%20las%20econom%C3%ADas.&text=En%20otras%20palabras%2C%20el%20an%C3%A1lisis,de%20consumo%20y%20Fo%20producci%C3%B3n>.
- Cuevas, N. (2014). Temperatura. Tesis de grado. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19622/1/Regato%20Alvarado%20Ren%C3%a9%20Rodrigo.pdf>
- Díaz, A. (2016). Efectos de Sulfato de amonio. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/794F6BDB7E84EA4785257BBA0059C154/\\$FILE/NSS-ES-12.pdf](http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/794F6BDB7E84EA4785257BBA0059C154/$FILE/NSS-ES-12.pdf)
- Espac. (2016). Superficie sembrada de arroz. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13292/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-153.pdf>
- Espinoza, F. (2018). Requerimientos nutricionales del cultivo de arroz. Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/6124>
- Faican, E. (2013). Soluciones con herbicidas. Obtenido de <https://armaz.com/es/industrias/fertilizante/nitrato-de-amonio-hdan-can/>

- Fisher, D. (2015). Suelos agrícolas. Cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/1753/1/T-ULVR-1570.pdf>
- Franquet, H. (2014). Latitud del cultivo de arroz. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/DialnetAnalisisDeCrecimientoYEtapasDeDesarrolloDeTresVari-5002394.pdf>
- Gad parroquial Daule, (2019). Productores del cultivo de arroz. Guayas - Ecuador. <https://www.daule.gob.ec/>
- Galarza, W. (2018). Briquetas de urea, fertilizantes sintéticos. De el jardín: <http://www.eljardin.ws/fertilizantes/fertilizantes-sinteticos.html>
- Granados, U. (2014). Sulfato de amonio susceptible a perdidas gaseosas. Obtenido de: [http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/794F6BDB7E84EA4785257BBA0059C154/\\$FILE/NSS-ES-12.pdf](http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/794F6BDB7E84EA4785257BBA0059C154/$FILE/NSS-ES-12.pdf)
- INIAP. (2016). El arroz es uno de los cultivos de impacto economico y social en el país. Manual técnico Iniap. Ecuador.
- Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, (22 de enero de 2014). [http://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/manuscritos\\_desde\\_la\\_asamblea\\_0](http://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/manuscritos_desde_la_asamblea_0)
- Liang, V. (2018). Actividad Antioxidante en Bioestimulantes y Productos Nutrientes Foliares Seleccionados. USA: Boletín técnico Cytozyme. Vol 7 (1). Recuperado el 17 de febrero de 2018
- Macias, D. (2017). Fuentes de nitrato. Cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Obtenido de [http://.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002192X2006000200001](http://.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002192X2006000200001)

- Maridueña, V. (2016). Mezclas de diferentes fertilizantes. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/1F51C7CDE49DF9E985257BBA0059DB3C/\\$FILE/NSS-ES-22.pdf](http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/1F51C7CDE49DF9E985257BBA0059DB3C/$FILE/NSS-ES-22.pdf)
- Medina, S. (2016). La Fertilización del cultivo de arroz en Ecuador. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0002192X2009000100009](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002192X2009000100009)
- Mena, R. (2018). Aplicaciones al suelo de nitrato de potasio. Obtenido de <http://www.fermagri.com/nitrato-de-potasio.html>
- Mendieta, M. (2019). Fertilización apropiada para el cultivo y producción de arroz. Abonado y fertilización. Lima, Perú: Ediciones Ripalme E.I.R.L.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2014). Clasificación taxonomica. Dirección de Educación Agraria. Ecuador. <https://www.agricultura.gob.ec/>
- Molina, V. (2014). Nitrógeno en las plantas. Abonos orgánicos. Obtenido de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
- Morales, K. (2014). Recomendación de aplicación de fertilizantes. Obtenido de <https://www.fertisa.com/producto.php?id=7>
- Ordeñana, C. (2016). Panícula. Tesis de grado. Universidad Politécnica del Litoral. Guayaquil - Ecuador.
- Ormeño, G. (2016). Características Morfológicas del cultivo de arroz. Grano. tesis, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil.
- Orellana, D. (2017). Requerimiento nutricionales. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26380/1/Tesis-173%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20519.pdf>

- Páez, E. (2014). Economía del arroz variedades y mejora. Biblioteca virtual. Universidad Agraria del Ecuador.
- Pamies, L. (2015). *Cultivo tropical y subtropical*. Obtenido de [https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/revistas\\_Riegos\\_y\\_Drenajes.pdf](https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/revistas_Riegos_y_Drenajes.pdf)
- Paredes, J. (2015). Crecimiento y desarrollo de los vegetales. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/954/3/94239%20%28Tesis>
- Penonomé, P. (2016). Segundo cereal más producido en el mundo. Cultivo de Arroz. *Scielo*, 9,10. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>
- Pereira, B. (2018). El nitrógeno. Fertilización del cultivo de arroz. Universidad Técnica de Machala, Machala. Obtenido de [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1064/7/CD318\\_TESIS](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1064/7/CD318_TESIS)
- Piedra, F. (2015). Fase vegetativa del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Obtenido de <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/ApunteMORFOLOGIA.pdf>
- Pitrat, I. (2016). *Crecimiento mundial del arroz*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S221836202019000100324#:~:text=Su%20producci%C3%B3n%20mundial%20alcanz%C3%B3%20en,2018%20el%20consumo%20mundial%20de](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S221836202019000100324#:~:text=Su%20producci%C3%B3n%20mundial%20alcanz%C3%B3%20en,2018%20el%20consumo%20mundial%20de)
- Pizarro, T. (2017). Sulfato de amonio. Obtenido de <https://www.fertiberia.com/es/blog/2018/enero/ventajas-nitrato-amonico-frente-a-la-urea/>
- Poveda, G. (2015). Mercados del arroz. <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-promueve-exportacion-de-arroz-y-apunta-a-nuevos-mercados/>

- Quinde, C. (2017). Fertilizantes. Fertilización de los cultivos  
<https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/fertilizantes/>
- Rivera, K. (2016). Requerimiento para las plantas. Nitrato de potasio. Obtenido de  
<https://www.fertisa.com/producto.php?id=57>
- Rojas, A. (2014). Fertilizantes en arroz (*Oryza sativa* L.).  
<https://www.engormix.com/agricultura/articulos/fertilizacion-altorendimientos-arroz40444.htm#:~:text=La%20fuente%20nitrogenada%20m%C3%A1s%20utilizada,reductor%20como%20el%20del%20arroz.>
- Rodríguez, H. (2015). Características morfológicas del cultivo de arroz. Espiguilla.  
<https://botanipedia.org/index.php?title=ESPIGUILLA>
- Romero, F. (2015). Requerimientos nutricionales. Obtenido de  
[http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/794F6BDB7E84EA4785257BBA0059C154/\\$FILE/NSS-ES-22.pdf](http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/794F6BDB7E84EA4785257BBA0059C154/$FILE/NSS-ES-22.pdf)
- SAG. (2015). Manejo del suelo. Obtenido de <https://www.agroecologia.net/wp-content/uploads/2019/01/manual-suelos-jlabrador.pdf>
- Salazar, R. (2015). Nitrato de Amonio. Formulación. Obtenido de  
<http://www.fermagri.com/nitrato-de-amonio.html>
- Sánchez, M. (2017). Buenas prácticas agrícolas sobre el rendimiento de grano en el arroz variedad 'Iniap 16'. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/1965>
- Segovia, K. (2017). Aplicación del nitrógeno en diferentes tipos de gramíneas. Cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Obtenido de  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025357852017000400011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025357852017000400011)
- Tomalá, F. (2017). Cultivo del arroz. Obtenido de <https://wikifarmer.com/es/manejo-de-nutrientes-en-cultivos-de-arroz-fertilizacion-de-la-planta-de-arroz/>

Torres, C. (2014). Proporciones del nitrato de amonio. Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/1F51C7CDE49DF9E985257BBA0059DB3C/\\$FILE/NSS-ES-22.pdf](http://www.ipni.net/publication/nsses.nsf/0/1F51C7CDE49DF9E985257BBA0059DB3C/$FILE/NSS-ES-22.pdf)

Uribe, Z. (2013). Nitrato de potasio. Obtenido de <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1574sp.pdf>

Vargas, D. (2017). Incremento en la producción del cultivo de arroz. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S221836202019000500](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S221836202019000500)

## 9. Anexos

Tabla 5. Altura de plantas a los 80 días (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de plantas (cm)	25	1,00	0,99	12,37

## Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	331,73	8	41,47	418,06	0,0007
Tratamientos	331,58	4	82,89	835,73	0,0023
Repeticiones	0,15	4	0,04	0,39	0,8159
Error	1,59	16	0,10		
Total	333,32	24			

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T3B.SulfatoAmonio	90,22	5	0,14	A		
T1B.Urea	88,37	5	0,14		B	
T4B.NitratoPotasio	85,65	5	0,14			C
T5T.convencionalVoleo	82,23	5	0,14			D
T2B.NitratoAmonio	80,48	5	0,14			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Tabla 6. Espigas por plantas (n)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Espigas por plantas (n)	25	0,90	0,86	13,78

## Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,60	8	2,07	18,86	<0,0001
Tratamientos	14,80	4	3,70	33,64	<0,0001
Repeticiones	1,79	4	0,45	4,08	0,0683
Error	1,76	16	0,11		
Total	18,36	24			

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T3B.SulfatoAmonio	12,88	5	0,15	A		
T1B.Urea	12,46	5	0,15	A	B	
T4B.NitratoPotasio	12,06	5	0,15		B	C
T5T.convencionalVoleo	11,65	5	0,15			C
T2B.NitratoAmonio	10,63	5	0,15			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Tabla 7. Granos por espiga (n)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Granos por espiga (n)	25	1,00	0,99	15,28

**Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	340,88	8	42,61	403,45	0,0003
Tratamientos	340,72	4	85,18	806,51	0,0012
Repeticiones	0,16	4	0,04	0,39	0,2125
Error	1,69	16	0,11		
Total	342,57	24			

Tratamientos	Medias	n	E.E.				
T3B.SulfatoAmonio	120,27	5	0,15	A			
T1B.Urea	118,54	5	0,15		B		
T4B.NitratoPotasio	114,15	5	0,15			C	
T5T.convencionalVoleo	112,49	5	0,15				D
T2B.NitratoAmonio	110,43	5	0,15				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Tabla 8. Peso de 1000 granos (g)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de 1000 granos (g)	25	0,98	0,97	14,94

**Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34,83	8	4,35	107,46	<0,0001
Tratamientos	34,27	4	8,57	211,48	<0,0001
Repeticiones	0,56	4	0,14	3,44	0,0729
Error	0,65	16	0,04		
Total	35,48	24			

Tratamientos	Medias	n	E.E.				
T3B.SulfatoAmonio	23,27	5	0,09	A			
T1B.Urea	22,22	5	0,09		B		
T4B.NitratoPotasio	21,38	5	0,09			C	
T5T.convencionalVoleo	20,50	5	0,09				D
T2B.NitratoAmonio	20,03	5	0,09				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Tabla 9. Rendimiento (kg/ha)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	25	0,98	0,96	12,91

**Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	12726163,61	8	1590770,45	82,95	<0,0001
Tratamientos	12367409,76	4	3091852,44	161,23	<0,0001
Repeticiones	358753,85	4	89688,46	4,68	0,1354
Error	306828,90	16	19176,81		
Total	13032992,5124				

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T3B.SulfatoAmonio	5768,11	5	61,93	A		
T1B.Urea	5253,77	5	61,93		B	
T4B.NitratoPotasio	4708,77	5	61,93			C
T5T.convencionalVoleo	4297,76	5	61,93			D
T2B.NitratoAmonio	3761,45	5	61,93			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

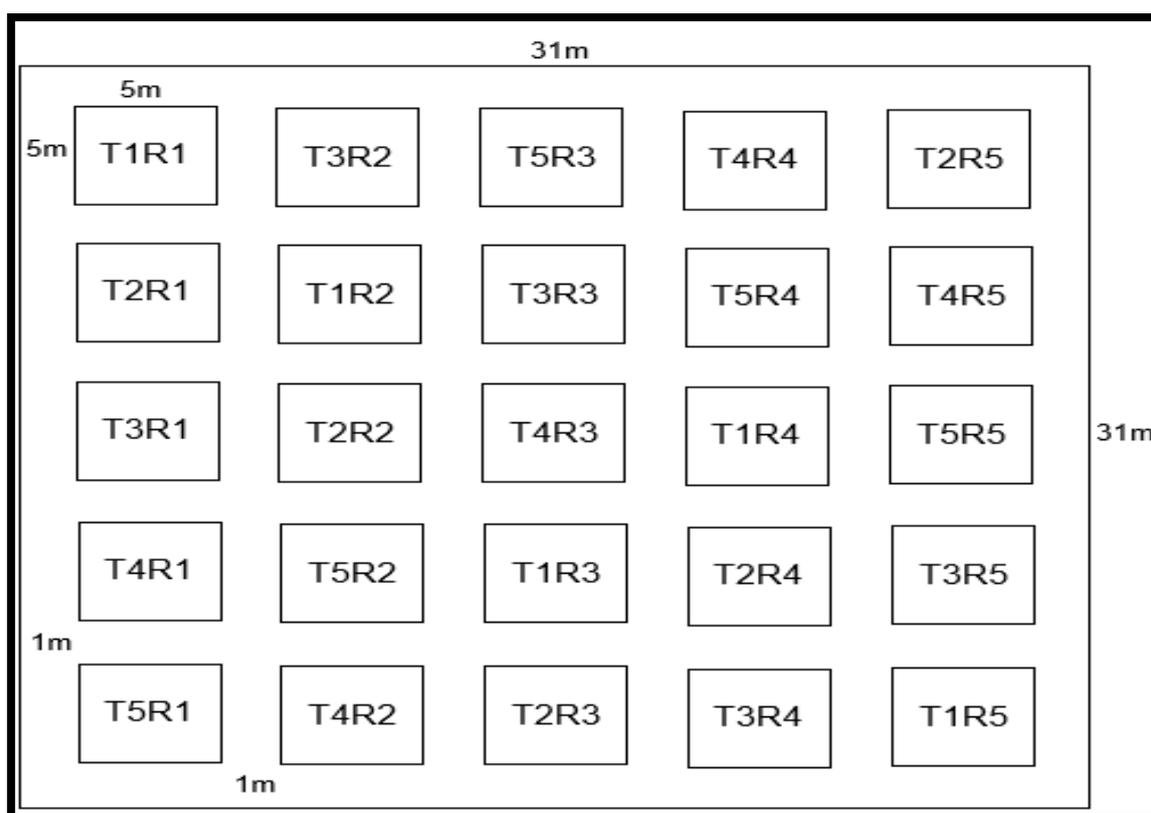


Figura 6. Croquis del trabajo experimental  
Ruiz. 2024



Figura 7. Vista satelital zona de estudio Google maps. 2024



Figura 8. Urea Fertisa, 2024



Figura 9. Nitrato de amonio Fertisa, 2024



Figura 10. Sulfato de amonio  
Fertisa, 2024

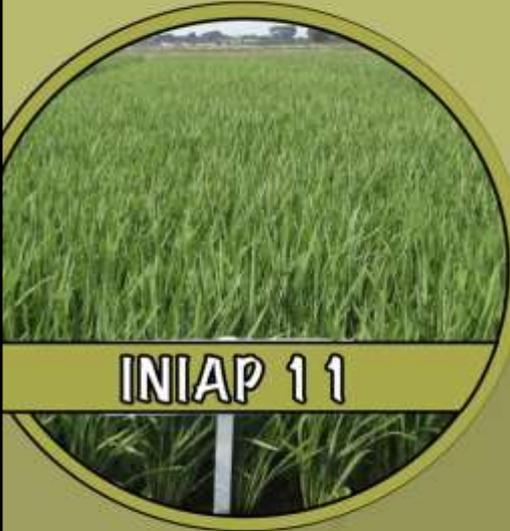


Figura 11. Nitrato de potasio  
Fertisa, 2024



Figura 12. Semilla de arroz Iniap  
Iniap, 2024

**MATERIALES DE SIEMBRA**  
ARROZ



**INIAP 11**

 Rendimiento en riego (t/ha) 5,5	 Rendimiento en secano (t/ha) 5,5 a 6,8
 Ciclo vegetativo (días) 97 - 110	 Altura de planta (cm) 90 - 110
 Longitud del grano (mm) 7,2	 Zonas de producción Los Ríos y Guayas
 Hoja blanca Tolerante	 Asame de plantas Resistente
 Manchado de grano Moderadamente resistente	 Quemazón ( <i>Pyricularia grisea</i> ) Moderadamente susceptible
 Sogata <i>Tagosodes oryzae</i> Resistente	 <i>Rizhoctonia solani</i> Tolerante
	 <i>Sarocladium oryzae</i> Moderadamente susceptible

Ecuador *ya cambia!*   

Figura 13. Ficha técnica semilla Iniap 11  
Iniap, 2024



Figura 14. Fertilizante granulado vs Briquetas de fertilizante  
Ruiz, 2024



Figura 15. Briquetas en diferentes dosis con forma esférica  
Galarza, 2018



Figura 16. Uso de cinta metrica  
Ruiz, 2024



Figura 17. Medición del terreno  
Ruiz, 2024



Figura 18. Uso de maquinaria agrícola  
Ruiz, 2024



Figura 19. Arado del terreno  
Ruiz, 2024



Figura 20. Llenado de piscina  
Ruiz, 2024



Figura 21. Maquinaria de fangueo  
Ruiz, 2024



Figura 22. Medición de parcelas  
Ruiz, 2024



Figura 23. Delimitación de parcelas  
Ruiz, 2024



Figura 24. Parcelas delimitadas  
Ruiz, 2024



Figura 25. Realización del semillero  
Ruiz, 2024



Figura 26. Semillero listo  
Ruiz, 2024



Figura 27. Crecimiento de las plántulas  
Ruiz, 2024



Figura 28. Trasplante de plántulas  
Ruiz, 2024



Figura 29. Trasplante en parcelas  
Ruiz, 2024



Figura 30. Fertilización con briquetas  
Ruiz, 2024



Figura 31. Mantenimiento de parcelas  
Ruiz, 2024



Figura 32. Carteles de tratamientos  
Ruiz, 2024



Figura 33. Fertilización de briquetas T3  
Ruiz, 2024



Figura 34. Fertilización con briquetas T1  
Ruiz, 2024



Figura 35. Colocación de carteles  
Ruiz, 2024



Figura 36. Crecimiento del cultivo  
Ruiz, 2024



Figura 37. Control de malezas  
Ruiz, 2024



Figura 38. Urea granulada  
Ruiz, 2024



Figura 39. Nitrato de amonio  
Ruiz, 2024



Figura 40. Sulfato de amonio  
Ruiz, 2024



Figura 41. Nitrato de potasio  
Ruiz, 2024



Figura 42. Fertilización con briquetas T2 Ruiz, 2024



Figura 43. Crecimiento del cultivo Ruiz, 2024



Figura 44. Visita del tutor guía Ruiz, 2024



Figura 45. Espigamiento del cultivo Ruiz, 2024



Figura 46. Maduración del cultivo Ruiz, 2024



Figura 47. Inflorescencia del cultivo Ruiz, 2024



Figura 48. Monitoreo del cultivo Ruiz, 2024



Figura 49. Etapa de reproducción Ruiz, 2024



Figura 50. Cosecha del cultivo  
Ruiz, 2024

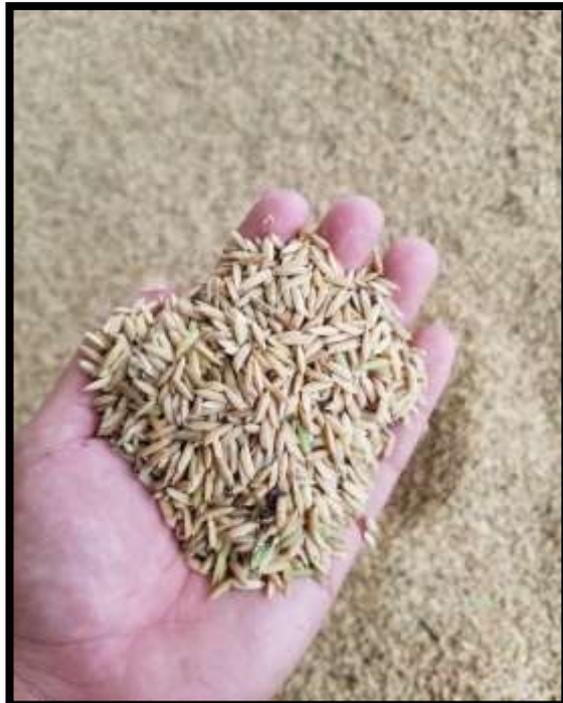


Figura 51. Resultado de la cosecha  
Ruiz, 2024