



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo experimental, Presentado al H. Consejo Directivo de la  
Facultad, como Requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Efecto de fertilizantes nitrogenados de liberación controlada  
en la producción de arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de  
Ricaurte, provincia de Los Ríos”

**AUTOR:**

John Ernesto Vera Vera

**ASESOR:**

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.

BABAHOYO – LOS RIOS – ECUADOR

2019



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo experimental, Presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como Requisito previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Efecto de fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz (*Oryza sativa* L.) En la zona de Ricaurte, provincia de Los Ríos”

**APROBADO POR:**

Ing. Agr. Carlos Barros Veas, MSc  
PRESIDENTE

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSc  
PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Simon Farah Asang, MSc  
SEGUNDO VOCAL

## AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme la oportunidad de vivir.

A mi familia por todo su apoyo.

A mis amigos por comprensión y cariño.

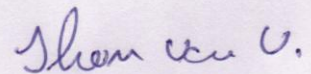
A mi madre por estar siempre allí en mi vida.

A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Exactas y su personal docente, por su aporte en mi formación.

A mi tutor, Sr. Eduardo Colina, Tutor de este trabajo por sus sabios consejos y apoyo al trabajo.

A mis compañeros de lucha y estudios, por el tiempo dedicado y compartido.

Los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidos en la presente investigación pertenecen de manera exclusiva al autor.

  
**John Vera Vera**

## AGRADECIMIENTOS

- A Dios Padre, por brindarme la oportunidad de vivir.
  
- A mis padres por todo su apoyo.
  
- A mis hermanas, por comprensión y cariño.
  
- A mi familia por estar siempre allí en mi vida.
  
- A la Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias y su personal docente, por su aporte en mi formación profesional.
  
- A el Ing. Agr. MSc. Eduardo Colina, Tutor de este trabajo por sus sabios concejos sobre el trabajo.
  
- A todos mis compañeros de lucha y estudios, por el tiempo dedicado y aportaciones hechas.
  
- Gracias....

## DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado a Dios todo poderoso, a mis padres, hermanas, esposa, hijo y a todos aquellos que pusieron ese granito de arena para lograr el objetivo final.

.

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>v</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>vi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
1.4. Objetivos .....	9
1.4.1 Objetivo General .....	9
1.4.2 Objetivos Específicos.....	9
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
3.1. Características del sitio experimental .....	23
3.2. Material de siembra.....	23
3.3. Variables Estudiadas .....	23
3.4. Métodos.....	24
3.5. Tratamientos.....	24
3.6. Diseño experimental y análisis funcional .....	24
3.7. Manejo del Ensayo.....	25
3.8. Datos a evaluar.....	27
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>40</b>
<b>VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>VII. RESUMEN .....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>VIII. SUMMARY .....</b>	<b>45</b>
<b>IX. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>46</b>
<b>APENDICE .....</b>	<b>50</b>

## I. INTRODUCCIÓN

El Arroz (*Oryza sativa*), es un cereal perteneciente a la familia Poaceae. De mucha importancia en el mundo, porque es un producto de alimentación básica en la dieta humana. Además, por constituirse en una fuente de empleo para los sectores rurales de Asia (continente con mayor producción de arroz) y en otros continentes donde se cultiva como África y América<sup>1</sup>.

Ecuador es un país que posee tierras altamente productiva pasando de ser importadores a exportadores de este grano e incluso exportar el producto industrializado ganando así valor agregado, por lo coincidente beneficio económico al país. Sin embargo el mal manejo de las prácticas agrícolas ha causado una baja en la productividad.

En el Ecuador el cultivo de esta gramínea se realiza en dos ciclos productivos: Secano y bajo riego. Históricamente se ha sembrado una superficie anual aproximada de 400 000 hectáreas, principalmente en las provincias de Guayas y Los Ríos. Existe un excedente de producción en el ciclo productivo de invierno, el pico de cosecha se presenta en los meses de abril y mayo. El rendimiento promedio por hectárea bordea las 3,6 t<sup>2</sup>.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) por sus siglas en inglés, estima que el mundo necesitará aumentar la producción de alimentos en un 70 por ciento para el año 2050 para poder sostener el crecimiento de la población esperada y el incremento de los estándares de los niveles de vida de los países en rápido desarrollo.

---

<sup>1</sup> Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca - MAGAP. Anuario 2016.

<sup>2</sup> /Fuente: Revista El Agro. Edición N: 189. Año 2016

La sobrepoblación es un problema que se está viviendo en la actualidad donde el factor principal es la falta de alimentación, los cuales en su mayoría provienen del suelo; ya que le proporciona los nutrientes necesarios para hacer crecer los cultivos, pero estos nutrientes son limitados debido a que son absorbidos por las plantas para su desarrollo, por esto debemos devolverle al suelo lo que nos ha proporcionado previo un análisis de este. Es aquí donde los fertilizantes toman un papel fundamental para que de dicho suelo se obtenga una buena producción a futuro.

Además de N, P y K, las plantas necesitan de otros elementos del suelo y materia orgánica para su desarrollo, los cuales son requeridos en mayor o menor cantidad según la especie vegetal y su etapa fenológica. Entre ellos, los más utilizados son el Calcio (Ca), el magnesio (Mg) y el azufre (S), además de microelementos que pueden ser incorporados al suelo, los cuales regulan ciertos procesos químicos y fisiológicos de la planta, y en ciertos casos mejorando las condiciones de mineralización de otros.<sup>3</sup>

Los fertilizantes de liberación controlada en si son productos que precisan de solo una única aplicación a lo largo de todo el ciclo para proveer la cantidad necesaria de nutrientes para una producción óptima. Además de necesitarse una única aplicación para lograr el máximo retorno económico del insumo, tienen un mínimo efecto negativo sobre el ambiente: el suelo, el agua y la atmósfera.

Los fertilizantes de liberación controlada juegan un papel importante en la mejora del rendimiento del cultivo, reduciendo las pérdidas de nutrientes y facilitando su aplicación. La razón es sencilla: la tecnología de liberación controlada sincroniza el suministro de nutrientes con las necesidades de la planta. Una planta joven, por ejemplo, sólo tolera un bajo nivel de nutrientes, mientras que las plantas maduras requieren un mayor aporte de estos.

---

<sup>3</sup> Sistema Agroalimentario del País (INEC), 2012



Existen estudios que los fertilizantes de liberación controlada tienen ventajas como: Mayor eficiencia en el uso de los nutrientes, disminución de lavado, fijación y descomposición, bajo riesgo de fitotoxicidad que se produciría con una importante aplicación de abono soluble, otorga un aporte continuo de nutrientes durante un largo periodo, dando lugar a un crecimiento equilibrado y de mejor calidad a la planta, incrementando la productividad entre 15-35 % comparado con aplicaciones convencionales (Olvera<sup>4</sup>; Villegas<sup>5</sup>; Landívar<sup>6</sup>).

Con el objetivo de mejorar las prácticas agrícolas enfocándose en la fertilización se justifica el presente trabajo de investigación, para contribuir en la producción del cultivo de arroz

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz en la zona de Ricaurte.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- a. Evaluar la producción o incremento de rendimiento del arroz con diferentes dosis de fertilizantes de liberación controlada.
- b. Identificar el tratamiento más influyente en la producción del cultivo de arroz en condiciones de secano.
- c. Analizar económicamente los tratamientos.

---

<sup>4</sup> Olvera, V. 2016. Respuesta de dos híbridos de maíz a la aplicación de fertilizantes nitrogenados de liberación controlada, en Babahoyo provincia de Los Ríos. Tesis de Grado. 43p.

<sup>5</sup> Villegas, J. 2014. Efectos de la aplicación fertilizantes edáficos complementados con fertilizantes de liberación controlada, sobre el rendimiento de dos híbridos de maíz duro (*Zea mays*), en la zona de Catarama, provincia de Los Ríos. Tesis de Grado. 61p.

<sup>6</sup> Ruiz, D. 2017. Evaluación de fertilizantes de liberación controlada más inductores de resistencia sobre el rendimiento de grano en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo condiciones de secano, en la zona de Babahoyo. Tesis de Grado. 54p.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El cultivo de arroz

El cultivo del arroz (*Oryza sativa L*) comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban las especies o variedades silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, desde sus tierras bajas a sus tierras altas. Probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron las variedades de arroz de Asia a otras partes del mundo. El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales (Infoagro, 2014).

El arroz (*Oryza sativa L*) es el cereal de mayor importancia en el mercado, siendo consumido como alimento básico por más del 50 % de la población mundial. En Ecuador se cultivan aproximadamente 400 000 ha al año, esto bajo condiciones de secano (lluvias) y de riego; con un promedio de productividad de 3.6 t/ha de arroz en cáscara, valor considerado bajo, comparado con otros países que obtienen 6 a 7 t/ha. La mayor área de siembra de esta gramínea se realiza en las provincias de los Ríos y Guayas con alrededor del 92 % de la producción total del país. En condiciones de secano se siembran el 32 % y bajo riego 60 % (INIAP, 2005).

La estratificación de productores en las zonas arroceras en Ecuador por su nivel de tecnificación es la siguiente: el nivel tecnificado cubre el 19 % de la producción; el nivel semitecnificado el 55 % y el tradicional el 26 %. La mayoría de

los agricultores (55 %) cultiva bajo un esquema semitecnificado que significa empleo incompleto del paquete tecnológico, mientras que el 19 % corresponde en su mayoría a agricultores con extensiones sobre las 50 ha, que utilizan la tecnología recomendada y el 26 % cultiva tradicionalmente (el nivel de pequeño agricultor), que ejerce esta actividad para su subsistencia utilizando semilla reciclada, bajos niveles de fertilización y de pesticidas químicos (Celi, 1995). Smil (2001) planteó que la temperatura está relacionada con la época de siembra, pues las altas temperaturas aumentan las pérdidas, por coincidir con su período reproductivo. Crece bien en suelos cuyo pH oscile entre 5,5 y 8,5; sin embargo, el pH ideal está entre 5,5 y 6,5.

El arroz se cultiva no solamente en condiciones de irrigación, sino también en zonas bajas con alta precipitación, zonas con lámina de aguas profundas y en secano. Se tiene conocimiento que la precipitación puede agravar características de volcamiento de la planta; factores tales como hojas largas, pesadas y húmedas, tienden a juntarse y a causar volcamiento. En la explotación del arroz con agua lluvia y cuando la temperatura se encuentra dentro del rango de los niveles críticos, la precipitación es el factor limitante. Cuando se hace suministro de riego, el crecimiento y los rendimientos de la planta, están determinados en gran proporción por la temperatura y la radiación solar (CIAT, 1985).

## **2.2. Nutrición del arroz**

EL INIAP (2008) asegura que la respuesta del cultivo de arroz a la fertilización depende del estado o nivel de fertilidad del suelo, el cual se conoce a partir de distintos análisis, dentro de los factores climáticos se debe tener en cuenta las temperaturas extremas, sequías estacionales, heladas, entre otros. El agua que se disponga en el ciclo del cultivo, se considera que es un factor decisivo; buscándose objetivos como: reducción de costos, aumento del beneficio por unidad de superficie y por unidad de fertilizante aplicado.

Camacho (2002) indica que la fertilización es una práctica necesaria para obtener rendimientos altos, por lo que es importante hacer uso adecuado de los fertilizantes caso contrario esta labor sería antieconómica. 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 debe tomar en cuenta el periodo vegetativo de las variedades, para aplicar el nitrógeno al voleo y en varias épocas; ya que constituye uno de los elementos más importantes en el desarrollo de las plantas y la formación de los granos.

Los nutrientes que necesitan las plantas se toman del aire y del suelo. Esta publicación trata solamente los nutrientes absorbidos del suelo. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. En consecuencia, a fin de obtener altos rendimientos, los fertilizantes son necesarios para proveer a los cultivos con los nutrientes del suelo que están faltando. Con los fertilizantes, los rendimientos de los cultivos pueden a menudo duplicarse o más aún triplicarse (Fertilizer, 2013).

Los fertilizantes inorgánicos convencionales se caracterizan por una rápida disponibilidad de nutrientes para la planta, al ser fuentes muy solubles al contacto con la solución del suelo. Dichas fuentes tienen un costo menor con respecto a los fertilizantes de liberación controlada, pero el uso de los primeros está asociado con pérdidas importantes de nutrientes por lixiviación, lo que reduce la eficiencia del fertilizante (hasta en un 70 %), obligando a aplicar más fertilizante del necesario para compensar las pérdidas y realizar fraccionamientos. Todo esto representa pérdidas de unidades fertilizantes y mayor probabilidad de contaminación de agua (Shaviv *et al.*, 200).

Rodríguez (2004) menciona que el arroz es una planta muy exigente en agua, luminosidad y temperatura. El nitrógeno determina el macollamiento y el nivel de producción, siendo el fósforo importante para un buen enraizamiento. Sus

exigencias de elementos, en relación a la producción, son inferiores a los de los demás cereales. Las dosis totales pueden variar entre 120 – 200 kg/ha de nitrógeno, 90 – 120 de fósforo y 60 – 120 kg/ha de potasio, en función de las condiciones de fertilidad del suelo y la posibilidad de producción en la zona.

Según Rodríguez (2007), la tendencia actual es la alta productividad, para propender esquemas de fertilización “balanceados” que implican aplicar en forma conjunta todos los nutrientes limitantes para el cultivo. En este contexto, resulta frecuente la utilización de mezclas físicas, muy difundidas en los países. Las mezclas son una alternativa económica y eficiente ya que es posible satisfacer en forma precisa los requerimientos de varios nutrientes e incluso micronutrientes. Las empresas proveen a los productores mezclas preparadas o formulan en forma personalizada la mezcla adecuada para cada lote y/o cultivo previa recomendación del técnico, análisis de suelo mediante.

Steward (2001) indica que la fertilización balanceada tiene un efecto muy importante en la protección ambiental, también no se debe olvidar que el mal manejo de los nutrientes puede causar problemas. Es necesario manejar el cultivo y los nutrientes utilizando prácticas agronómicas que permitan un manejo seguro. Prácticas como análisis de suelo, la adecuada localización y la aplicación oportuna de los fertilizantes son necesarios para maximizar el efecto de las aplicaciones de nutrientes en el rendimiento, ya para minimizar el potencial del daño al ambiente.

El propósito de una aplicación de fertilizantes es suministrar una cantidad razonable de nutrientes cuando la planta lo demande durante sus etapas de desarrollo. Además, señala que la mayor o menor cantidad de granos, es el resultado de la fotosíntesis y la respiración, estas son actividades que están influenciadas directa o indirectamente por el contenido de nutrientes (CIAT, 2005).

Casas (2011) menciona que la fertilización balanceada también ocupa un rol importante. La misma tiene que apuntar a la reposición de los nutrientes extraídos por las cosechas, contribuyendo a su vez a elevar el contenido de materia orgánica del suelo. El suelo agrícola configura el soporte más sólido de la economía de los países y conservarlo se torna imprescindible para garantizar el bienestar de todos los habitantes, por esto la importancia de proteger los suelos productivos, verdadera fábrica de alimentos.

Cordero y Espinosa (2001) indican que la fertilidad es una parte muy importante del factor suelo. El productor siempre trata de seleccionar suelo con alto potencial de fertilidad, o de mejorar los que no lo son, con el objeto de obtener rendimientos altos sostenibles de excelente calidad. La mayoría de los productores invierten sumas considerables de dinero en fertilizantes y enmiendas, con el fin de mejorar el potencial productivo del suelo. En algunos casos esos costos pueden representar hasta un 20 % del costo total de los insumos agrícolas utilizados. El uso adecuado de los fertilizantes puede producir retornos considerables.

### **2.3. Fertilización con liberación controlada**

Buechel (2017) indica que los fertilizantes de liberación controlada son, fertilizantes solubles en agua revestidos por un polímero, su forma es de gránulos redondos. El revestimiento de polímero tiene pequeños orificios por donde pasa el agua hacia el gránulo y lo disuelve para liberar lentamente el fertilizante. Los fertilizantes de liberación controlada son sometidos a distintos análisis NPK y pueden o no contener micronutrientes. Estos fertilizantes se caracterizan por su tiempo de liberación y se expresan en meses, días o tipo.

Watson (2014) señaló algunas de sus desventajas. Entre otras, que es difícil que se ajuste exactamente la liberación del nutriente a las necesidades puntuales de cada cultivo, que esta tecnología todavía conlleva un costo más alto

por unidad de nitrógeno en comparación con los fertilizantes convencionales, que en ocasiones se encuentra una cantidad de granos dañados (reventados) y que su uso continuo puede incidir en el depósito de residuos de materiales sintéticos en el suelo, provocan que su uso represente solo entre el 0,20 y el 0,47 % del total del consumo de fertilizantes en el mundo. La principal barrera por superar sería su hasta ahora elevado costo -en comparación con los fertilizantes convencionales-, lo que ha limitado su uso en agricultura en tanto se utilizan en nichos de mercados no agrícolas.

Ubiera (2014) indica que los potenciales beneficios de fósforo y potasio de liberación controlada en agricultura de especialidad'. Charla que resultó ser una excepción en el congreso, ya que todas las otras presentaciones, así como ocurre con la orientación de casi toda la industria mundial de estos fertilizantes, se orienta al nitrógeno.

El mismo autor caracterizó los fertilizantes NPK convencionales como de alta tasa de disolución de lo que sigue su inmediata disponibilidad. Pero, por lo mismo, quedan inmediatamente expuestos a sufrir pérdidas de manera directa y a reducir su disponibilidad con el paso del tiempo. Además y también relacionado, presentan un alto potencial de salinización puntual a altas tasas relativas. Casi todo lo cual provoca gran impacto en el medio ambiente. Sin embargo, los factores que afectan la disponibilidad de fósforo y potasio se relacionan con adsorción y precipitación y por tanto a la fijación de esos nutrientes. A lo que, en el caso del potasio, se suma su lixiviación. La disponibilidad de P y K, entonces, se relaciona con su intensidad en la solución del suelo, su cantidad en la fase sólida, y por ende con la capacidad buffer (Q/I) del suelo.

Landels (2010) indica que los fertilizantes de eficiencia mejorada en sus tres modalidades, fertilizantes de liberación controlada, de lenta liberación o estabilizados, en condiciones adecuadas de uso elevan los rendimientos, logran mejorar la calidad de las cosechas, aportan una mayor flexibilidad de manejo y de varias formas inciden en una menor contaminación ambiental. En la actualidad el reto de la industria en general apunta a bajar el costo por unidad de nutriente y así mismo aumentar su rentabilidad, lo que ya se ha logrado en diferentes cultivos. En el congreso se presentó una gran cantidad de estudios que demuestran la conveniencia económica de aplicar estos fertilizantes de mayor eficiencia en diferentes cultivos extensivos.

Los fertilizantes de liberación controlada (CRF) juegan un papel clave en la mejora del rendimiento, la reducción de las pérdidas de nutrientes y la simplificación de la aplicación de fertilizantes. Estos productos ayudan a optimizar los niveles de nutrientes a través del ciclo de crecimiento de toda la planta. Las plantas más jóvenes no son dañadas o estresadas por el exceso de niveles de sal, mientras que las plantas maduras tienen suficiente nutrición para durar hasta el final del ciclo de crecimiento. Una aplicación simple y única de CRF proporciona nutrición dirigida que conduce a un crecimiento uniforme, rendimiento óptimo y plantas resistentes: resultados máximos con un esfuerzo mínimo. Los beneficios son múltiples: Mayor eficiencia de nutrientes a través de pérdidas reducidas, Rendimiento superior o igual con menos aporte mineral debido a la alimentación continua, menos aplicaciones y mayor uniformidad de los cultivos gracias a la nutrición controlada (Fertilizer, 2018).

Compo Expert (2018) menciona que Los Fertilizantes de Liberación Controlada (CRFs) son fertilizantes granulados con cumplimiento mineral según normativa CE; solubles en agua revestidos por una fina capa de polímero elástico con propiedades barrera. Este recubrimiento permite un control en la liberación de nutrientes, que puede abarcar periodos que van desde los 2 a los 16 meses según



las propiedades barrera del polímero. Tras la liberación del nutriente, los fragmentos de los recubrimientos se degradan lentamente, sin dejar rastro en el suelo.

El mismo autor indica que debido a sus características y su forma de actuación, los CRFs permiten reemplazar el uso de fertilizantes menos eficientes y alinearse con los protocolos medioambientales que se exigen a día de hoy (reducción de la contaminación de acuíferos por nitratos y reducción de la volatilización en forma de gases invernaderos). Además, permiten reducir el uso de materia fertilizante hasta un 30-60 %, dependiendo de las condiciones climáticas y el tipo de suelo, debido a su eficiencia en el aporte de nutriente vegetal.

Según Fontanilla y Lledó (2014), la tecnología de liberación controlada consiste en gránulos de fertilizantes con un recubrimiento polimérico. Durante el proceso de producción, los nutrientes solubles en agua son encapsulados con una cobertura polimérica. Esta cobertura evita la disolución inmediata del fertilizante cuando es aplicado al suelo. El espesor de la cobertura es el que determina la duración de la liberación del nutriente.

Melgar (2012) sostiene que los fertilizantes de liberación controlada son productos que solo se necesitan aplicar en una única aplicación en el ciclo del cultivo para proveer la cantidad necesaria de nutrientes logrando así una producción óptima. Además de necesitarse una sola aplicación para alcanzar el máximo retorno económico del insumo, debiendo tener un mínimo efecto negativo sobre el ambiente: el suelo, el agua y la atmósfera. Los fertilizantes encapsulados se conocen como fertilizantes de liberación lenta y fertilizantes de liberación controlada. A más de eso la mayoría de las patentes son fertilizantes recubiertos y de liberación lenta, incluyendo urea formaldehído y productos condensados de la

urea. Los productos actuales son solos una aproximación al fertilizante “ideal”.

Para Blaylock (2003), los principios de los fertilizantes de liberación controlada se basan en que son nutrientes recubiertos por capas de polímeros biodegradables que van a permitir su liberación de forma controlada en función únicamente de la temperatura y humedad del suelo; por lo tanto, una mayor liberación se producirá cuando estos factores aumentan, lo que coincide con el incremento de las necesidades de las plantas.

Los nuevos sistemas de producción agrarios con una menor utilización de productos químicos necesitan tecnologías innovadoras que permitan asegurar los rendimientos y la calidad de los productos agrícolas, a la vez que minimizan los efectos negativos sobre el ambiente. A pesar de que los fertilizantes de liberación lenta, controlada y estabilizada pueden contribuir a mejorar la eficiencia del uso de los nutrientes, minimizar los efectos ambientales negativos, hay que tener en cuenta que los errores en el manejo de los cultivos no pueden ser compensados por el uso de estas fuentes especiales de fertilizantes (Trenkel, 2010).

Los fertilizantes de liberación lenta y liberación controlada se caracterizan por contener nutrientes de forma que retrasan la disponibilidad de estos para las plantas luego de la aplicación o hacen que la disponibilidad de estos sea más larga que fertilizantes como el nitrato de amonio, urea, MOP, entre otros (AAPFCO, 1995). Así mismo la liberación lenta ha sido definida como los fertilizantes susceptibles al ataque microbiano. En tanto que los fertilizantes de liberación controlada han sido definidos como los recubiertos o encapsulados.

El termino fertilizantes de liberación controlada (CRF por sus siglas en inglés) se aplica a fertilizantes en los que los factores tasa, patrón y duración de la liberación son bien conocidos y controlables. El término fertilizante de liberación lenta (SRF por sus siglas en inglés) son aquellos en los cuales la liberación de los

nutrientes ocurre de manera más lenta que con fertilizantes convencionales o de disponibilidad inmediata; sin embargo, la tasa, el patrón y duración de la liberación no son bien controladas. Los fertilizantes de liberación controlada pueden ser fuertemente afectados por el manejo de condiciones tales como almacenamiento, transporte y distribución en el campo, o por condiciones del suelo tales como contenido de humedad, pH, temperatura, y la actividad biológica (Shaviv, Samdar y Zaidel, 2003).

Existe abundante evidencia sobre los efectos sinérgicos entre los diferentes tipos de nutrientes, particularmente cuando son suministrados simultáneamente o colocados cerca de los sitios de absorción en la superficie de la raíz. Por ejemplo, se ha demostrado que concentraciones altas de amonio o de K pueden aumentar significativamente la disponibilidad de Fe. Otro efecto sinérgico ilustra la importancia del K con un adecuado suministro de N en la nutrición. Estas ventajas fisiológicas pueden lograrse a través de un control adecuado sobre la forma química y patrón de liberación de nutrientes. Al respecto, los mejores resultados se esperan con fertilizantes de liberación controlada, compuestos que contienen N, P y K en relaciones adecuadas; además de microelementos. Sin embargo, se debe tener en cuenta que existe una amplia variedad de fertilizantes compuestos granulados y la tecnología de liberación controlada es limitada (Trenkel, 2007).

Mora (2007) en su estudio sobre niveles de nitrógeno usando urea determinó que la mejor dosis en la variedad de arroz INIAP 14 fue de 200 kg N/ha, en otro estudio, la misma autora, sobre eficiencia de nitrógeno con varias fuentes fertilizantes, determinó que el sulfato de amonio fue el más eficiente. Las pérdidas de nitrógeno pueden deberse a que en los suelos han ido desapareciendo los constituyentes orgánicos, ya sea por el uso intensivo de los suelos, por el mal manejo y desgaste de la fertilidad, la erosión, entre otras causas. Trabajos donde se ha adicionado componentes orgánicos al fertilizante han contribuido a mejorar la eficiencia del N y aumentar los rendimientos de las cosechas.

El nitrógeno es el elemento clave para la productividad de todos los cereales y en arroz reviste mayor importancia desde el punto de vista de su aprovechamiento o eficiencia de utilización por la planta, por cuanto su aplicación está sujeta a diversos procesos de pérdidas, de no manejarse adecuadamente, ya que en todo caso la eficiencia con que la planta utiliza el fertilizante nitrogenado está entre 20 y 40 % del nitrógeno aplicado (INIA, 2004).

#### **2.4. Investigación en liberación controlada**

Ramon (2014) desarrolló un trabajo en campo con el fin de medir el efecto del fertilizante de liberación controlada Cote N2, se empleó la variedad SFL 09. La fonometría determinó de manera positiva el empleo del Producto Cote N y que, de manera directa a la cantidad de este empleado, pudo sustituir el aporte de Urea sin inconvenientes y con resultados positivos para el agricultor, el reporte económico dio resultados muy satisfactorios y acorde a la parametría evaluada. La disponibilidad de elementos gracias a la lenta liberación predispone a la planta a un mejor desarrollo fenológico lo que se repercute en la cantidad y calidad de la producción.

Ruiz (2017) en su investigación evaluó el uso de fertilizantes de liberación controlada más inductores de resistencia en el cultivo de arroz. Los resultados determinaron que la aplicación de un Multisuelo 125 kg/ha + FQ (60-15-40-10, kg/ha N-P-K-S) + Stymplex 0,5 L/ha (5701,3 kg/ha), aumentaron el rendimiento de grano con incrementos del 55 % con relación al testigo. Así mismo aplicaciones de fertilizantes de liberación controlada en conjunto con fertilización química o solo, presentaron mayor rendimiento que los testigos químicos solo y testigo agricultor.

Paredes (2014) sostiene que la industria de los fertilizantes está adaptándose a las nuevas tendencias, haciendo importante esfuerzo para la creación de fertilizantes especiales que contribuyan a incrementar la eficiencia de utilización de los nutrientes por los cultivos. El estudio determinó que las principales

características de los fertilizantes de liberación controlada están dadas por el patrón de liberación; liberación que es posible gracias a la permeabilidad de las capas y al aumento de la presión osmótica en el interior por el ingreso de agua a cada gránulo. Existen fertilizantes con tecnología de liberación controlada, como los cubiertos con resinas, con polímeros, o con materiales no orgánicos. No se debe confundir fertilizantes de liberación lenta y controlada con fertilizantes estabilizados.

Valdiviezo *et al.* (2012) menciona que los fertilizantes nitrogenados aplicados en el cultivo de arroz se pierden más de la mitad, la eficiencia de éstos depende de múltiples factores vinculados al suelo, a las condiciones climáticas y al manejo del cultivo. En su investigación determinaron las mejores opciones de aplicación de fertilizantes nitrogenados, para mejorar la rentabilidad del cultivo de arroz. Los fertilizantes estudiados fueron: Urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio y de liberación controlada de las fórmulas combinadas LC1 (38-0-00-13) + LC2 (39-0-0-0+11 % S), los fertilizantes fueron aplicados solos y combinados con leonardita, con excepción de los tratamientos con fertilizantes de liberación controlada, se partió de un nivel de 160 kg N/ha. La mayor eficiencia de recuperación alcanzó el tratamiento LC1 (38-0-00-13) + LC2 (39-0-0-0+11 % S), el nitrato de amonio en adición con leonardita alcanzó una mayor eficiencia de recuperación que cuando fue aplicado solo; económicamente el tratamiento con liberación controlada LC1 (38-0-0+13 % S) presentó el mayor beneficio.

## **2.5. Productos**

MULTICOTE (4M) 17-17-17 es un Fertilizante NPK recubierto con polímeros, programado para una continua liberación de nutrientes a un ritmo ajustado a los requerimientos de la planta. El ritmo de liberación es gobernado por la temperatura, similar al ritmo de absorción de la planta: cuando más alta la temperatura más rápido será el ritmo de liberación. Basado en una temperatura promedio del suelo de 21 °C, Multicote (4M) 17-17-17 libera los nutrientes de

manera constante durante 4 meses. Sus concentraciones de elementos son: Nitrógeno Total (N): 17 % / N-NO<sub>3</sub>: 4,5 % / N-NH<sub>4</sub>: 4,5 % / N-NH<sub>2</sub>: 8 % / Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>): 17 % / Solubilidad en citrato: 17 % / Solubilidad en agua: 15 % / Potasio (K<sub>2</sub>O): 17 % / Cloro: 0,6 % Max (Anasac, 2018).

Fertil (Boschetti, 2018) es un fertilizante orgánico nitrogenado en polvo de Agrogel (Gelatina Hidrolizada para uso agrícola) de liberación controlada con microelementos inmersos en su composición. La materia orgánica es totalmente biodisponible. Mejora las condiciones del terreno y permite a las plantas expresar todo su potencial productivo. Fertil contiene 12,5 % de Nitrógeno, 95 % de Carbón (C) orgánico total, < 6 pH, 70 % de materia orgánica. Adicionalmente posee la tecnología del agrogel, se descompone según un mecanismo natural de los microorganismos del terreno, el nitrógeno resulta totalmente disponible para las plantas en modo progresivo. Posee una acción bioestimulante y complejante

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Características del sitio experimental

La investigación se realizó en la finca “Don Viche” perteneciente al Sr. Vicente Vera Lozano. La misma que está ubicada en el Recinto La Casitas en el km 15 vía Ricaurte-Ventanas, con coordenadas UTM Este 668534 y Norte 9800986, con huso 17, altitud de 16 msnm.

La zona presenta un clima tropical húmedo según la clasificación de Köppen, con una temperatura media anual de 25. 5° C, precipitación anual 1.867 mm, humedad relativa de 80 %, heliofanía promedio diaria de 2,5 horas<sup>7</sup>.

#### 3.2. Material de siembra

Se utilizó como material de siembra las variedades de arroz: INIAP-15 y FL-01, distribuidos por Ecuaquímica, y presenta las siguientes características:

Características	INIAP 15	FL-01
Ciclo Vegetativo (Días)	112 -119	120 - 140
Altura de planta (cm)	85-110	94 – 115
Número de panícula/planta	15-20	18 – 22
Longitud de grano mm	7,2	8
Nivel de tolerancia a enfermedades	Tolerante	Tolerante
Rendimiento de grano t/ha	7-9	6-10

#### 3.3. Variables Estudiadas

Variable Dependiente: Comportamiento agronómico del arroz

Variable independiente: Dosis de aplicación de fertilizantes de liberación controlada.

---

<sup>7</sup> Datos obtenidos de la Estación Meteorológica DOLE UBESA. Pueblo Viejo, 2017.

### 3.4. Métodos

Para realizar la presente investigación se utilizó los métodos Inductivo-Deductivo, Deductivo-Inductivo y Experimental.

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron conformados por dos factores, el factor A fueron las dos variedades evaluadas y el factor B fueron los productos con nitrógeno.

**Cuadro 1.** Diseño de tratamientos

<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>	<b>Concentración</b>
Factor A(variedades)	FL-01	T1,T2,T3,T4
	INIAP-15	T5,T6,T7,T8
Factor B (Dosis de N)	Multicote	12, 0 % N – 40 % K
	Fertil	12,5 % N
	Nitrato de Amonio	33 % N
	UREA 46	46 % N

**Cuadro 2.** Cuadro de tratamientos

	<b>Variedades</b>	<b>Productos</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>Momento de Aplicación</b>
T1	INIAP-15	Multicote	350	0 – 20
T2	INIAP-15	Fertil	350	0 – 20
T3	INIAP-15	Urea	250	20 – 30 – 45
T4	INIAP-15	Nitrato de amonio	300	20 – 30 – 45
T5	FL-01	Multicote	350	0 – 20
T6	FL-01	Fertil	350	0 – 20
T7	FL-01	Urea	250	20 – 30 – 45
T8	FL-01	Nitrato de amonio	300	20 – 30 – 45



### 3.6. Diseño experimental y análisis funcional

En el presente trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas, con 2 tratamientos (variedades de arroz), 4 subtratamientos (fertilizantes liberación lenta y químicos) y cuatro repeticiones. Para realizar la evaluación de las medias de los tratamientos, se aplicó el análisis de varianza y el cotejo de medias se tomó con la prueba de Tukey al 95 % de probabilidades.

#### Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Unidad	
Bloques	3
A (Variedades)	1
Error A	3
Total unidad	7
Sub unidad	
B (Fertilizantes)	3
A x B	9
Error B	12
Sub total	24
Total	31

### 3.7. Manejo del Ensayo.

Durante el desarrollo del ensayo se emplearon las prácticas agrícolas que requirió el cultivo.

#### 3.7.1 Preparación del terreno

El suelo fue preparado con un pase de romeplow, para posteriormente fanguear el terreno, esto con el objetivo de lograr una adecuada base para el trasplante del cultivo.

### **3.7.2 Siembra**

La siembra se realizó con el sistema de trasplante, haciendo previamente un semillero, luego se trasplantó a los 21 días de tiempo en la parcela, con una distancia de 0,30 m entre hileras por 0,3 m entre plantas.

### **3.7.3 Control de malezas**

Posterior al trasplante se aplicó Butaclor 4,0 L/ha más Paraquat 1,0 L/ha en preemergencia de malezas. Luego a los 20 días después del trasplante se control con Bispiribac sodium en dosis de 100 cc/ha y pyrasulfuron en dosis de 300 g/ha. Las malezas También se controlaron manualmente con dos deshierbas manuales a los 50 y 65 días después del trasplante. La aplicación de herbicidas se hizo con un aspersor de mochila CP-3 calibrado.

### **3.7.4 Control fitosanitario**

Durante el desarrollo del cultivo se presentó el ataque de langosta (*Spodoptera frugiperda*), este fue controlado con la aplicación de Lamda Cihalotrina en dosis de 300 cc/ha a los 25 días después del trasplante. Cuando él las plantas llegaron a la etapa de reproducción y llenado de granos, se aplicó fipronil para el control de chinches en dosis de 350 cc/ha.

No se presentó la presencia de enfermedades en el cultivo, por este motive no se aplicó fungicidas.

### **3.7.5 Riego**

El ensayo fue realizado bajo condiciones de riego, manteniendo una lámina de agua constante de 5 cm aproximadamente. En total se realizaron tres riegos por inundación.

### **3.7.6 Fertilización**

El programa de fertilización para el ensayo fue: 108 kg/ha N, 23 kg/ha P, 90 kg/ha K, 4,5 kg/ha S, 80 g/ha B y 200 g/ha Zn.

La fertilización de liberación controlada con nitrógeno se aplicó a los 0 y 10 días después del trasplante, repartido en dosis iguales. Los elementos restantes se colocaron con fertilizantes convencionales a los 0-20-35 días después de la siembra.

En la fertilización química tradicional de nitrógeno se empleó Urea a 20, 30 y 45 días después de la siembra en partes iguales, según los tratamientos. La aplicación de azufre se hizo con Sulfato de amonio a los 20 y 30 días después de la siembra, fraccionando la aplicación en dos partes. Para la aplicación del potasio se utilizó muriato de potasio y fósforo-DAP, estos se colocaron en partes iguales a la siembra y posteriormente a los 20 días después de esta.

La aplicación de Boro y Zinc se hicieron a los 30-40 días después de la siembra, foliarmente con una bomba de aspersión calibrada.

### **3.7.7 Cosecha**

La cosecha se realizó en cada una de las unidades experimentales de forma manual haciendo chicoteo, esto sucedió cuando los granos alcanzaron un color café pastoso.

## **3.8. Datos a evaluar**

### **3.8.1 Altura de planta a cosecha**

Se determinó en diez plantas al azar de cada tratamiento, se registró en centímetros el valor colectado. Se evaluó a la cosecha con un metro flexible, midiendo desde la base de la planta hasta el ápice de la hoja bandera.

### **3.8.2 Número de macollos/m<sup>2</sup>**

En cada unidad experimental, en su área útil se contabilizó el número de macollos efectivos en un metro cuadrado. Esta variable se tomó a la cosecha sobre macollos efectivos.

### **3.8.3 Número de panículas/m<sup>2</sup>**

En las mismas plantas antes contadas se realizó el conteo de panículas, al momento de la cosecha.

### **3.8.4 Longitud de panículas**

La evaluación fue realizada escogiendo diez panículas al azar en cada tratamiento, tomando la longitud desde la base el ápice más sobresaliente, expresando este valor en centímetros.

### **3.8.5 Número de granos por panícula**

En esta variable se contabilizó los granos de diez panículas al azar por cada tratamiento.

### **3.8.6 Días a floración**

Se tomo los días desde la siembra en semillero, hasta cuando las plantas presentaron el 50 % de panículas emergidas.

### **3.8.7 Días a la cosecha**

Se valoró desde el inicio de siembra hasta la cosecha total por cada unidad experimental.

### **3.8.8 Peso de 1000 granos**

Se tomaron 1000 granos recogidos en cada unidad experimental, evitando que los mismos no tuvieran dañados físicos. Estos fueron pesados en una balanza de precisión y su promedio se expresó en gramos.

### **3.8.9 Rendimiento por hectárea.**

Se tomo en función del peso de los granos derivados del área útil de cada unidad experimental, con un porcentaje de humedad ajustado al 13 %. Este peso se llevó a kilogramos por hectárea. Para el efecto se empleó la fórmula para ajustes de humedad<sup>8</sup>:

$$Pu = Pa (100 - ha) / (100 - hd)$$

Pu= Peso uniformizado

Pa= Peso actual

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada

### **3.8.10 Análisis económico.**

Obtenido los rendimientos y los costos del ensayo, se realizó un análisis económico basado en el costo de los tratamientos en relación a su beneficio/costo<sup>9</sup>.

---

<sup>8</sup> Azcon-Bieto, J., Talon M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

<sup>9</sup> Martínez, L., 2002, Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador, Abya Yala, Quito.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta

El Cuadro 3 muestra los promedios de altura de planta, realizado el análisis de varianza se alcanzó diferencias significativas en variedades, no existiendo en fertilizantes e interacciones. El coeficiente de variación fue 5,1 %. La variedad FL-01 tuvo 87,94 cm estadísticamente superior a INIAP-15 con 82,50 cm. El fertilizante Multicote prevaleció sobre los demás tratamientos con 90,88 cm. La interacción de la variedad FL-01 más Multicote (94,50 cm) resaltó sobre los otros tratamientos.

Cuadro 3. Altura de planta con la aplicación fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz. Ricaurte, 2019.

Factor A Variedad	Factor B Fertilización Edáfica	Dosis kg/ha	Altura de planta
INIAP-15			82,50 b
FL-01			87,94 a
	Multicote	350	90,88 <sup>ns</sup>
	Fertil	350	83,38
	Urea	250	81,75
	Nitrato de amonio	300	84,88
INIAP-15	Multicote	350	87,00 <sup>ns</sup>
INIAP-15	Fertil	350	79,75
INIAP-15	Urea	250	76,50
INIAP-15	Nitrato de amonio	300	79,25
FL-01	Multicote	350	94,50
FL-01	Fertil	350	87,25
FL-01	Urea	250	87,00
FL-01	Nitrato de amonio	300	90,50
Promedio general			85,22
	Factor A		*
Significancia estadística	Factor B		Ns
	Interacción		Ns
Coeficiente de variación (%)			5,1

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.

\*= significativo

## 4.2. Número de macollos/m<sup>2</sup>

Los promedios de número de macollos/m<sup>2</sup> se detallan en el Cuadro 4. El análisis de varianza no tuvo diferencias significativas para variedades, fertilizante e interacciones. El coeficiente de variación fue 8,25 %.

La variedad FL-01 tuvo 507,19 macollos/m<sup>2</sup> mayor a INIAP-15. En la fertilización edáfica Multicote fue mayor con 509,38 macollos/m<sup>2</sup>. La interacción entre FL-01 más Multicote presentó 517,50 macollos/m<sup>2</sup> fue mayor a los demás tratamientos.

Cuadro 4. Numero de macollos con la aplicación fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz. Ricaurte, 2019.

Factor A Variedad	Factor B Fertilización Edáfica	Dosis kg/ha	Número
INIAP-15			485,63 <sup>ns</sup>
FL-01			507,19
	Multicote	350	509,38 <sup>ns</sup>
	Fertil	350	505,00
	Urea	250	488,13
	Nitrato de amonio	300	483,13
INIAP-15	Multicote	350	457,50 <sup>ns</sup>
INIAP-15	Fertil	350	495,00
INIAP-15	Urea	250	472,50
INIAP-15	Nitrato de amonio	300	508,75
FL-01	Multicote	350	517,50
FL-01	Fertil	350	515,00
FL-01	Urea	250	503,75
FL-01	Nitrato de amonio	300	501,25
Promedio general			496,41
Significancia estadística	Factor A		Ns
	Factor B		Ns
	Interacción		Ns
Coeficiente de variación (%)			8,25

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.  
Ns= no significativo

### 4.3. Número de panículas/m<sup>2</sup>

El número de panículas/m<sup>2</sup>, según la ANDEVA no tuvo diferencias significativas para todos los factores e interacciones, con un el coeficiente de variación de 8,31 (Cuadro 5).

FL-01 con 405,75 panículas/m<sup>2</sup> presento mayor promedio. La fertilización con Multicote 350 kg/ha (407,50 panículas/m<sup>2</sup>) tuvo más panículas. En las interacciones FL-01 más Multicote (414,00 panículas/m<sup>2</sup>) dio mayor cantidad comparado al resto de tratamientos.

Cuadro 5. Numero de panículas con la aplicación fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz. Ricaurte, 2019.

Factor A Variedad	Factor B Fertilización Edáfica	Dosis kg/ha	Número
INIAP-15			389,13 <sup>ns</sup>
FL-01			405,75
	Multicote	350	407,50 <sup>ns</sup>
	Fertil	350	404,00
	Urea	250	391,75
	Nitrato de amonio	300	386,50
INIAP-15	Multicote	350	366,00 <sup>ns</sup>
INIAP-15	Fertil	350	396,00
INIAP-15	Urea	250	380,50
INIAP-15	Nitrato de amonio	300	407,00
FL-01	Multicote	350	414,00
FL-01	Fertil	350	412,00
FL-01	Urea	250	403,00
FL-01	Nitrato de amonio	300	401,00
Promedio general			397,44
Significancia estadística	Factor A		Ns
	Factor B		Ns
	Interacción		Ns
Coeficiente de variación (%)			8,31
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.			
Ns= no significativo			



#### 4.4. Longitud de panículas/m<sup>2</sup>

La longitud de panícula/m<sup>2</sup> se detalla en el Cuadro 6. No se reportó diferencias significativas para variedades, fertilización controlada e interacciones, con coeficiente de variación 8,90 %.

Las variedades INIAP-15 y FL-01 presentaron igual longitud con 22,81 cm. En la fertilización controlada el uso de Multicote dio mayor longitud (23,13 cm). En las interacciones INIAP-15 más Multicote con 23,25 cm tuvo más longitud.

Cuadro 6. Longitud de panículas con la aplicación fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz. Ricaurte, 2019.

Factor A Variedad	Factor B Fertilización Edáfica	Dosis kg/ha	Cm
INIAP-15			22,81 <sup>ns</sup>
FL-01			22,81
	Multicote	350	23,13 <sup>ns</sup>
	Fertil	350	22,38
	Urea	250	23,00
	Nitrato de amonio	300	22,75
INIAP-15	Multicote	350	23,25 <sup>ns</sup>
INIAP-15	Fertil	350	21,75
INIAP-15	Urea	250	23,75
INIAP-15	Nitrato de amonio	300	22,50
FL-01	Multicote	350	22,75
FL-01	Fertil	350	23,00
FL-01	Urea	250	22,50
FL-01	Nitrato de amonio	300	23,00
Promedio general			22,81
Significancia estadística	Factor A		Ns
	Factor B		Ns
	Interacción		Ns
Coeficiente de variación (%)			8,90

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.  
Ns= no significativo

#### 4.5. Número de granos/panículas

El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas para las interacciones, no habiendo para variedades y fertilizantes, coeficiente de variación 17,34 % (Cuadro 7).

La variedad FL-01 tuvo 114,44 granos/panícula siendo mayor al INIAP-15. Multicote 350 kg/ha (111,63 granos/panícula) fue mayor. En las interacciones la variedad FL-01 con el tratamiento Multicote (134,50 granos/panícula) fue estadísticamente superior a los demás tratamientos.

Cuadro 7. Número de granos por panículas con la aplicación fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz. Ricaurte, 2019.

Factor A Variedad	Factor B Fertilización Edáfica	Dosis kg/ha	Número
INIAP-15			103,81 <sup>ns</sup>
FL-01			114,44
	Multicote	350	111,63 <sup>ns</sup>
	Fertil	350	111,38
	Urea	250	106,50
	Nitrato de amonio	300	107,00
INIAP-15	Multicote	350	109,00 b
INIAP-15	Fertil	350	88,75 c
INIAP-15	Urea	250	107,50 b
INIAP-15	Nitrato de amonio	300	110,00 b
FL-01	Multicote	350	134,50 a
FL-01	Fertil	350	105,00 b
FL-01	Urea	250	105,50 b
FL-01	Nitrato de amonio	300	112,75 b
Promedio general			109,13
Significancia estadística	Factor A		Ns
	Factor B		Ns
	Interacción		**
Coeficiente de variación (%)			17,34
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.			
**: Altamente significativo			
Ns= no significativo			

#### 4.6. Peso de 1000 granos

El peso de grano se detalla en el Cuadro 8. El análisis de varianza no presentó significancia estadística para ningún factor, con un coeficiente de variación 5,32 %.

La variedad FL-01 dio mayor peso (31,44 g). La fertilización controlada con Multicote (32,00 g) mostro más peso. La interacción INIAP-15 más Multicote (32,0 g) y FL-01 más Multicote (32,0 g), tuvieron igual peso, pero mayor al resto de tratamientos.

Cuadro 8. Peso de granos con la aplicación fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz. Ricaurte, 2019.

Factor A Variedad	Factor B Fertilización Edáfica	Dosis kg/ha	Número
INIAP-15			31,31 <sup>ns</sup>
FL-01			31,44
	Multicote	350	32,00 <sup>ns</sup>
	Fertil	350	31,25
	Urea	250	30,75
	Nitrato de amonio	300	31,50
INIAP-15	Multicote	350	32,00
INIAP-15	Fertil	350	31,50
INIAP-15	Urea	250	31,00
INIAP-15	Nitrato de amonio	300	31,25
FL-01	Multicote	350	32,00
FL-01	Fertil	350	31,00
FL-01	Urea	250	30,50
FL-01	Nitrato de amonio	300	31,75
Promedio general			31,38
Significancia estadística	Factor A		Ns
	Factor B		Ns
	Interacción		Ns
Coeficiente de variación (%)			5,32
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.			
Ns= no significativo			

#### 4.7. Días a floración

Los días a floración tuvieron alta diferencia significativa para variedades y fertilizantes de liberación controlada, no habiendo en las interacciones. El coeficiente de variación fue 2,93 % (Cuadro 9).

La variedad INIAP-15 con 76,19 fue estadísticamente superior a FL-01, floreciendo más temprano. La aplicación de Multicote 76,63 días fue estadísticamente superior a los demás tratamientos, floreciendo más temprano. La interacción INIAP-15 más Urea (75,50 días) tuvo menor tiempo a floración.

Cuadro 9. Días a floración con la aplicación fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz. Ricaurte, 2019.

Factor A Variedad	Factor B Fertilización Edáfica	Dosis kg/ha	Días
INIAP-15			76,19 a
FL-01			79,75 b
	Multicote	350	76,63 a
	Fertil	350	78,83 b
	Urea	250	78,25 b
	Nitrato de amonio	300	78,63 b
INIAP-15	Multicote	350	77,00 <sup>ns</sup>
INIAP-15	Fertil	350	76,50
INIAP-15	Urea	250	75,50
INIAP-15	Nitrato de amonio	300	75,75
FL-01	Multicote	350	76,25
FL-01	Fertil	350	80,25
FL-01	Urea	250	81,00
FL-01	Nitrato de amonio	300	81,50
Promedio general			77,97
	Factor A		**
Significancia estadística	Factor B		**
	Interacción		Ns
Coeficiente de variación (%)			2,93
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.			
**: Altamente significativo			
Ns= no significativo			

#### 4.8. Días a maduración

Los días a maduración presentó alta diferencia significativa para variedades, no habiendo en fertilizantes de liberación controlada e interacciones. El coeficiente de variación fue 1,84 % (Cuadro 10).

La variedad INIAP-15 con 119,06 fue estadísticamente superior a FL-01, floreciendo más temprano. La aplicación de Multicote 121,63 días tuvo más días a la maduración, mayor a los demás tratamientos. La interacción INIAP-15 más Fertil (118,25 días) tuvo menor tiempo a floración.

Cuadro 10. Días a maduración con la aplicación fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz. Ricaurte, 2019.

Factor A Variedad	Factor B Fertilización Edáfica	Dosis kg/ha	Días
INIAP-15			119,06 a
FL-01			122,81 b
	Multicote	350	121,63 <sup>Ns</sup>
	Fertil	350	120,63
	Urea	250	120,75
	Nitrato de amonio	300	120,75
INIAP-15	Multicote	350	119,25 <sup>Ns</sup>
INIAP-15	Fertil	350	118,25
INIAP-15	Urea	250	119,75
INIAP-15	Nitrato de amonio	300	119,00
FL-01	Multicote	350	124,00
FL-01	Fertil	350	123,00
FL-01	Urea	250	121,75
FL-01	Nitrato de amonio	300	122,50
Promedio general			120,94
	Factor A		**
Significancia estadística	Factor B		Ns
	Interacción		Ns
Coeficiente de variación (%)			1,84
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.			
**: Altamente significativo			
Ns= no significativo			

#### 4.9. Rendimiento

El rendimiento de grano se presenta en el Cuadro 11. El análisis de varianza tuvo alta significancia para la fertilización controlada, no habiendo en variedades e interacciones. El coeficiente de variación fue 12,63 %.

La variedad FL-01 tuvo mayor rendimiento (5472,19 kg/ha) con relación a INIAP-15. La aplicación de Multicote 350 kg/ha con 5947,5 kg/ha, fue estadísticamente superior a los otros tratamientos. En la interacción FL-01 con la aplicación de Multicote 350 kg/ha (6142,5 kg/ha) obtuvo mayor rendimiento, teniendo el menor valor la variedad INIAP-15 fertilizada con Nitrato de amonio.

Cuadro 11. Rendimiento por hectárea con la aplicación fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz. Ricaurte, 2019.

<b>Factor A Variedad</b>	<b>Factor B Fertilización Edáfica</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>kg/ha</b>
INIAP-15			5202,25 <sup>ns</sup>
FL-01			5472,19
	Multicote	350	5947,50 a
	Fertil	350	4899,38 b
	Urea	250	5216,25 b
	Nitrato de amonio	300	5285,75 b
INIAP-15	Multicote	350	6045,00 <sup>ns</sup>
INIAP-15	Fertil	350	4875,00
INIAP-15	Urea	250	5460,00
INIAP-15	Nitrato de amonio	300	4429,00
FL-01	Multicote	350	6142,50
FL-01	Fertil	350	4923,75
FL-01	Urea	250	4972,50
FL-01	Nitrato de amonio	300	5850,00
Promedio general			5337,22
Significancia estadística	Factor A		Ns
	Factor B		**
	Interacción		Ns
Coeficiente de variación (%)			12,63

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según Tukey 95 %.  
 \*\*: Altamente significativo    Ns= no significativo

#### 4.10. Evaluación económica

En el Cuadro 12, se especifican los datos de la evaluación económica realizada a los tratamientos, se realizó un análisis de ingresos, egresos y utilidad neta

La variedad FL-01 fertilizada con Nitrato de Amonio presentó la mayor utilidad y beneficio Neto (\$565,01 y 1,49), mientras el menor ingreso la variedad INIAP-15 con Fertil \$ 126,30 y 1,10.

Cuadro 12. Análisis económico con la aplicación de fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz. Ricaurte, 2019.

Tratamientos		kg/ha	Ingresos	Costo Manejo	Costo Fert	Costo Trat	Costo Cos	Egresos	Utilidad	B/C
I-15	Multicote	6045,00	1781,68	677,25	162,0	266	161,64	1264,33	517,36	1,41
I-15	Fertil	4875,00	1436,84	677,25	162,0	343	161,64	1310,54	126,30	1,10
I-15	Urea	5460,00	1609,26	677,25	162,0	140	161,64	1122,93	486,33	1,43
I-15	Nitrato Amonio	4429,00	1305,39	677,25	162,0	156	161,64	1111,80	193,59	1,17
<b>FL-01</b>	<b>Multicote</b>	<b>6142,50</b>	<b>1810,42</b>	<b>687,25</b>	<b>162,0</b>	<b>266</b>	<b>161,64</b>	<b>1276,89</b>	<b>533,53</b>	<b>1,42</b>
FL-01	Fertil	4923,75	1451,21	687,25	162,0	343	161,64	1321,82	129,39	1,10
FL-01	Urea	4972,50	1465,58	687,25	162,0	140	161,64	1120,11	345,47	1,31
FL-01	Nitrato Amonio	5850,00	1724,21	687,25	162,0	156	161,64	1159,20	565,01	1,49

Costo saca de arroz: \$28  
 Costo Multicote: \$28/saco  
 Costo Fertil: \$42/saco

## V. DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en el presente trabajo experimental, demuestra que la aplicación de fertilizantes de liberación controlada nitrogenados, son una alternativa en el sistema nutricional del cultivo del arroz, ya que maximizan la producción de grano.

Las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados de liberación controlada provocan respuestas positivas en el arroz, mejorando el crecimiento y la producción del cultivo, lo cual lo corrobora Fertilizer (2018), al mencionar que los fertilizantes de liberación controlada (CRF) juegan un papel clave en la mejora del rendimiento, la reducción de las pérdidas de nutrientes y la simplificación de la aplicación de fertilizantes. Estos productos ayudan a optimizar los niveles de nutrientes a través del ciclo de crecimiento de toda la planta. Una aplicación simple y única de CRF proporciona nutrición dirigida que conduce a un crecimiento uniforme, rendimiento óptimo y plantas resistentes: resultados máximos con un esfuerzo mínimo.

Los resultados demuestran que la aplicación de fertilizantes de liberación controlada nitrogenados mejora el rendimiento, sin embargo, no afectan las variables agronómicas relacionadas con el crecimiento vegetativo. Esto coincide con lo encontrado Mora (2007) en su estudio al determinar que la mejor dosis en la variedad de arroz INIAP 14 fue de 200 kg N/ha. Así mismo Ruiz (2017) encontró como resultados que la aplicación de un Multisuelo 125 kg/ha + FQ (60-15-40-10, kg/ha N-P-K-S) + Stymplex 0,5 L/ha (5701,3 kg/ha), aumentaron el rendimiento de grano con incrementos del 55 % con relación al testigo. Así mismo aplicaciones de fertilizantes de liberación controlada en conjunto con fertilización química o solo, presentaron mayor rendimiento que los testigos químicos solo y testigo agricultor. Las aplicaciones de fertilizantes de liberación controlada deben realizarse en los primeros estadios del cultivo, ya que su influencia es mayor sobre la planta, tal



como lo resalta Valdiviezo *et al.* (2012) al determinar que la mayor eficiencia de recuperación alcanzó el tratamiento LC1 (38-0-00-13) + LC2 (39-0-0-0+11 % S), el nitrato de amonio en adición con leonardita alcanzó una mayor eficiencia de recuperación que cuando fue aplicado solo; económicamente el tratamiento con liberación controlada LC1 (38-0-0+13 % S) presentó el mayor beneficio.

La mayor producción se alcanzó utilizando Multicote 350 kg/ha en ambas variedades, esto coincide con lo manifestado por Anasac (2018), al decir que Multicote (4M) 17-17-17, genera un ritmo ajustado a los requerimientos de la planta.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. Mayor altura se alcanzó en la variedad FL-01, la fertilización con Multicote 350 kg/ha fue mayor en altura y la interacción FL-01 más Multicote dio más promedio.
2. La variedad FL-01 dio más macollos, el tratamiento Multicote presentó más macollos y la interacción FL-01 más Multicote dio más promedio.
3. Más panículas se encontró con la variedad FL-01, el tratamiento Multicote presentó más macollos y la interacción FL-01 más Multicote dio más promedio.
4. Las variedades no presentaron diferencias en la longitud de panículas, sin embargo, la variedad INIAP15 presentó más longitud.
5. El número de granos fue mayor en la variedad FL-01, el tratamiento Multicote dio más granos y la interacción FL-01 más Multicote presentó más promedio.
6. Hubo más peso de grano en la variedad FL-01, el tratamiento Multicote proporcionó más peso y la interacción FL-01 más Multicote fue mayor.
7. Los días a floración y cosecha mostraron en la variedad FL-01, menor tiempo, así como con el tratamiento Multicote.
8. El mayor rendimiento de grano se presentó en la variedad FL-01, en el tratamiento Multicote y en la interacción FL-01 más Multicote 350 kg/ha.

9. La mayor utilidad económica y beneficio neto se dio en las plantas de la variedad FL-01 fertilizada con nitrato de amonio.

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Realizar aplicaciones de Multicote en dosis de 350 kg/ha, en las épocas indicadas en la investigación.
2. Utilizar para la siembra la variedad FL-01 por su estable comportamiento en la zona de estudio.
3. Establecer investigaciones con otros materiales de siembra, fertilizantes y bajo otras condiciones de manejo.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental fue realizado en los predios la finca “Don Viche” perteneciente al Sr. Vicente Vera Lozano, la misma está ubicada en el Recinto La Casitas en el km 15 vía Ricaurte-Ventanas. Se investigaron ocho tratamientos y tres repeticiones. Como objetivo la investigación se trazó la aplicación de fertilizantes nitrogenados de liberación controlada en la producción de arroz. La siembra de arroz se realizó con las variedades INIAP-15 y FL-01 en unidades experimentales de 16 m<sup>2</sup>. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de parcelas divididas. La evaluación de medias se hizo con la prueba de Tukey al 5 % de significancia. A las variables evaluadas fueron: altura de plantas, número de macollos por m<sup>2</sup>, granos por panícula, longitud y número de panículas m<sup>2</sup>, días a floración, días a cosecha, número de granos por panícula, peso de grano semillas y rendimiento por hectárea. Los resultados encontrados en el presente trabajo experimental, demuestra que la aplicación de fertilizantes de liberación controlada nitrogenados, son una alternativa en el sistema nutricional del cultivo del arroz, ya que maximizan la producción de grano. El mayor rendimiento del cultivo (6142,50 kg/ha) se presentó aplicando Multicote 350 kg/ha en la variedad FL-01.

Palabras Claves: Fertilizantes, Nitrogenados, Liberación Controlada, Producción

## VIII. SUMMARY

The present experimental work was carried out in the farm "Don Viche" owned by Mr. Vicente Vera Lozano, it is located in the Precinct "La Casitas" at km 15 way Ricaurte-Ventanas. Eight treatments and three repetitions were investigated. The research aimed at the application of controlled release nitrogenous fertilizers in rice production. Rice sowing was carried out with the INIAP-15 and FL-01 varieties in experimental units of 16 m<sup>2</sup>. The treatments were distributed in a split plot design. The evaluation of means was made with the Tukey test at 5% significance. The variables evaluated were: height of plants, number of tillers per m<sup>2</sup>, grains per panicle, length and number of panicles m<sup>2</sup>, days to flowering, days to harvest, number of grains per panicle, weight of seed grain and yield per hectare. The results found in the present experimental work, shows that the application of fertilizers nitrogen controlled release, are an alternative in the nutritional system of rice cultivation, because they maximize grain production. The highest yield of the crop (6142,50 kg/ha) was presented by applying Multicote 350 kg/ha in the variety FL-01.

Keywords: Fertilizers, Nitrogenated, Controlled Release, Production

## IX. LITERATURA CITADA

- Anasac. (2018). *Multicote ®(4M) 17-17-17*. Catálogo de productos, nutrición vegetal, fertilizantes. Disponible en [www.anasac.com.cl](http://www.anasac.com.cl). Consultado 10-02-2019.
- AAPFCO-Association of American Plant Food Control Officials. (1995). *The System of Crop-Specific Plant Nutrition*. Indiana, US. Official Publication, N° 48 p. 3-4.
- Blaylock, A. (2003). *Controlled release fertilizer*. 9 ed. Universidad de Florida, US. p. 11.
- Boschetti. (2018). Fertil: enmienda orgánica para mejoramiento de suelos. Catálogo de productos. Disponible en [www.boschetti.com.ec](http://www.boschetti.com.ec). Consultado 10-02-2019.
- Buechel, T. (2017). *Fundamentos básicos de los fertilizantes de liberación controlada*. Promix Tech Horticulture. Disponible en <http://www.promix.com/reportajes/fundamentos%20básicos%20de%20los%20fertilizantes%20de%20liberación%20controlada%20%20PRO-MIX.html>. Consultado 20-01-2019.
- Camacho, M. (2002). *Análisis de la producción arrocerá en el cantón Arenillas*. Universidad Técnica de Machala, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Machala, Ecuador. 59 p.
- Casas, F. 2011. Producción Agropecuaria en el Paraguay. In Memoria Seminario-Taller. 3-6 Nov-2010. IICA-CIID. Lima-Perú. 107 p. Disponible en: [www.unlm.edu](http://www.unlm.edu).
- Celi, R. (1995). *Influencia de la edad de trasplante sobre las características agronómicas de las variedades precoces de arroz INIAP-11 e INIAP-12*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Agraria del Ecuador, Milagro. 74p.
- CIAT. 2005. *Arroz: Investigación y Producción*. Los macronutrientes en la nutrición de la planta de arroz. Editorial CIAT, 4 ed. Colombia. p 108.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 1986. *Investigación de fréjol en beneficio a Costa Rica, nuevo Método produce mayor resistencia al (BGMV)*.

Cali - Colombia. P 9

Cordero A.; Espinosa, J. (2001). *Evaluación y mejoramiento de la fertilidad y de las necesidades de nutrimentos para los cultivos*. In Memorias del VII Congreso Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia de Suelo. Quito 19 al 20 de octubre del 2001. 2001.

Compo Expert. (2014). *Fertilizantes de Liberación Controlada*, Chile. Recuperado el 21 de enero 2019. Disponible en [www.compoexpert.com/fileadmin/user\\_upload/compo\\_expert/ar/documents/pdf/LibControlada.pdf](http://www.compoexpert.com/fileadmin/user_upload/compo_expert/ar/documents/pdf/LibControlada.pdf).

Fertilizer Manual. (2013). United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) and International Fertilizer Development Center. Paris (IFDC). 615 p.

Fertilizer. (2018). *La clave de la nutrición de precisión*. Agricultura Especializada Fertilizantes de liberación controlada. Disponible en [www.fertilizer.com/Documents/Fertilizantes%20de%20liberación%20controlada%20%20ICL%20Specialty%20Fertilizers.html](http://www.fertilizer.com/Documents/Fertilizantes%20de%20liberación%20controlada%20%20ICL%20Specialty%20Fertilizers.html)

Fontanilla J., Lledó F. (2014). *El uso de fertilizantes de liberación controlada en el cultivo de arroz*. Disponible en [www.haifa.com](http://www.haifa.com). Recuperado el 14 de enero 2019.

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. (2004). *El Cultivo del Arroz en Venezuela*. Comp. Orlando Páez; Edit. Alfredo Romero. Maracay. 202 p. (Serie Manuales de Cultivo INIA N° 1).

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2005). *Informes del programa de arroz*. INIAP. Estación Experimental del Litoral Sur. Virgen de Fátima, Ecuador.

Infoagro. (2014). *El cultivo de Arroz*. Disponible en [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). Recuperado el 14 de diciembre 2018.

Infoagro. (2014). *Humus de lombriz (en línea)*. Disponible en: [www.infoagro.com.html](http://www.infoagro.com.html). (último acceso: 27 de 09 de 2018).

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. (2008). *Manual del cultivo del arroz*. Manual técnico # 2, segunda reimpresión. Estación experimental Litoral Sur. Guayas. 78p.

- Landels, S. (2013). *Enhanced-Efficiency Fertilizers: World Market Update*. In: The 3rd International Conference on Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers. Rio de Janeiro BR. s.e. 28 p.
- Melgar, R. (2012). *Nuevas Tecnologías en el uso eficiente de fertilizantes nitrogenados*. Instituto Nacional de tecnología agropecuaria-INTA. In Simposio Internacional: manejo y uso eficiente de fertilizantes. Buenos Aires. pp 1-59.
- Mora, G. (2007). Estudio de la eficiencia nutricional y determinación de dosis optimas de N, P, K en arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego. Tesis de Magister Scientiae. Universidad de Guayaquil, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil Ecuador.
- Paredes, D. (2014). *Fertilizantes de liberación controlada: una alternativa en cultivos de ciclo corto*. Tesina previa la obtención del título de Especialista en suelos y nutrición de plantas. Universidad Central del Ecuador. 48p.
- Ramon, O. (2014). *Efecto del fertilizante de liberación controlada cote n2 y convencional en el cultivo de arroz (Oryza sativa l.) en la cuca*. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Machala. 64p.
- Rodríguez, M. (2007). *Caracterización de fertilizantes: propiedades determinantes de su calidad agronómica*. En: Tecnología de la fertilización de cultivos extensivos en la Región Pampeana. P. Prystupa (Ed). Editorial Facultad de Agronomía ISBN: 978-950-29-1012-3.
- Rodríguez, F. (2004). *Fertilizantes: Nutrición vegetal*. México. Editorial Limusa. p.125.
- Ruiz, D. (2017). *Evaluación de fertilizantes de liberación controlada más inductores de resistencia sobre el rendimiento de grano en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) bajo condiciones de secano, en la zona de Babahoyo*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo. 59p.
- Shaviv, A. Smadar R., Zaidel E. (2003). *Model of diffusion release from polymer coated granular fertilizers*. *Envir. Sci. & Tech.* 37:51-56
- Smil, V. (2001). *Long-range Perspectives in Inorganic Fertilizers in Global Agriculture*. 1999 Travis P. Hignett Lecture, IFDC, Alabama, USA.



Steward, W. (2001). *Fertilizantes y el Ambiente*. Instituto de la Potasa y el Fósforo. Informaciones Agronómicas N° 44. pp. 6-7.

Trenkel, M.E. (2010). *Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture*. IFA, Paris Consultado 22 may 2018 disponible en [www.ifa.com](http://www.ifa.com)

Trenkel, W.M. (2007). *Fertilizantes y el ambiente*. Instituto Internacional de nutrición de plantas. Informaciones Agronómicas. N°44. Pp6-7

Ubiera, A. (2014). *Los potenciales beneficios de fósforo y potasio de liberación controlada en agricultura de especialidad*. 3ª Conferencia Internacional Brasil, Río de Janeiro. Recuperado el 09 de octubre de 2018 de <http://redagricola.com/reportajes/nutricion/fertilizantes-deliberacion-controlada-de-lenta-liberacion-y-estabilizados>.

Valdiviezo, E., Sánchez, L., Valle, S., Macías, H. (2012). Eficiencia agronómica y de recuperación de fertilizantes nitrogenados, solos y combinados con leonardita en el cultivo de arroz. Artículo Científico. Investigación Tecnología e Innovación 4(4) 55-65-2012. ISSN 1390-5147

Villavicencio, V., VÁSQUEZ, C. (2008). *Guías técnicas de cultivos*. Editorial Artes gráficas Silva. Quito. Arroz- ficha1-5(Manual N.º 73).

Watson, C. (2014). *Fertilizantes de Eficiencia Mejorada*. 3ª Conferencia Internacional en Rio de Janeiro sobre. Brasil, Río de Janeiro. Recuperado el 09 de enero de 2019. Disponible en: <http://redagricola.com/reportajes/nutricion/fertilizantes-de-liberacioncontroladade-lenta-liberacion-y-estabilizados>

# APENDICE

## CUADROS DE RESULTADOS Y ANÁLISIS DE VARIANZA

Anexo 1. ANDEVA altura de planta. Ricuarte, 2019.

### Datos Generales

--	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
A1B1	79	79	85	76	319	79,75
A1B2	93	94	100	91	378	94,5
A1B3	75	76	76	79	306	76,5
A1B4	75	90	75	77	317	79,25
A2B1	82	80	100	86	348	87
A2B2	89	89	81	90	349	87,25
A2B3	89	90	80	89	348	87
A2B4	100	90	90	82	362	90,5

**Sumatoria Total: 2727,00 CV(a): 5,10% CV(b): 7,30% Media: 85,22**

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Bloque	25,6	3	8,53	0,45 ns	3,1	4,94
FA	236,53	1	236,53	12,54 *	10,1	34,1
Error(a)	56,59	3	18,86			
FB	380,35	3	126,78	3,27 *	3,16	5,09
IAB	447,34	3	149,11	3,85 *	3,16	5,09
Error(b)	697,06	18	38,73			
Total	1843,47	31				

### Comparaciones del Factor F(A)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey
A2	87,94				A
A1	82,5				B

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey
B2	90,88				A
B4	84,88				A
B1	83,38				A
B3	81,75				A

Anexo 2. ANDEVA Macollos/m<sup>2</sup>. Ricaurte, 2019.

**Datos Generales**

--	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
A1B1	480	375	475	500	1830	457,5
A1B2	500	510	480	490	1980	495
A1B3	440	470	500	480	1890	472,5
A1B4	580	500	510	480	2070	517,5
A2B1	500	500	480	555	2035	508,75
A2B2	500	510	525	525	2060	515
A2B3	500	510	480	525	2015	503,75
A2B4	480	500	525	500	2005	501,25

Sumatoria Total: 15885,00 CV(a): 8,25% CV(b): 6,39% Media: 496,41

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
FA	3719,53	1	3719,53	2,22 ns	10,1	34,1
Error(a)	5035,94	3	1678,65			
FB	3896,1	3	1298,7	1,29 ns	3,16	5,09
IAB	4814,84	3	1604,95	1,6 ns	3,16	5,09
Error(b)	18095,31	18	1005,3			
Total	35561,72	31				

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	507,19				A	
A1	485,63				A	

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B4	509,38				A	
B2	505				A	
B3	488,13				A	
B1	483,13				A	

Anexo 3. ANDEVA Panículas/m<sup>2</sup>. Ricaurte, 2019.

--	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
A1B1	384	300	380	400	1464	366
A1B2	400	408	384	392	1584	396
A1B3	352	376	400	394	1522	380,5
A1B4	464	400	408	384	1656	414
A2B1	400	400	384	444	1628	407
A2B2	400	408	420	420	1648	412
A2B3	400	408	384	420	1612	403
A2B4	384	400	420	400	1604	401

Sumatoria Total: 12718,00 CV(a): 8,31% CV(b): 6,42% Media: 397,44

**Resultados para el Analisis de Varianza (ADEVA)**

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
FA	2211,12	1	2211,12	2,03 ns	10,1	34,1
Error(a)	3271,75	3	1090,58			
FB	2370,37	3	790,12	1,21 ns	3,16	5,09
IAB	3013,38	3	1004,46	1,54 ns	3,16	5,09
Error(b)	11727,25	18	651,51			
Total	22593,87	31				

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	405,75				A	
A1	389,13				A	

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B4	407,5				A	
B2	404				A	
B3	391,75				A	
B1	386,5				A	

Anexo 4. ANDEVA Longitud de Panículas. Ricaurte, 2019.

--	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
A1B1	22	23	24	24	93	23,25
A1B2	21	21	25	20	87	21,75
A1B3	23	26	23	23	95	23,75
A1B4	24	23	21	22	90	22,5
A2B1	23	22	23	23	91	22,75
A2B2	23	24	21	24	92	23
A2B3	24	23	21	22	90	22,5
A2B4	25	21	22	24	92	23

Sumatoria Total: 730,00 CV(a): 8,90% CV(b): 6,43% Media: 22,81

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
FA		1		0 ns	10,1	34,1
Error(a)	12,37	3	4,12			
FB	2,62	3	0,87	0,4 ns	3,16	5,09
IAB	7,25	3	2,42	1,13 ns	3,16	5,09
Error(b)	38,63	18	2,15			
Total	60,87	31				

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	22,81				A	
A2	22,81				A	

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B3	23,13				A	
B1	23				A	
B4	22,75				A	
B2	22,38				A	

Anexo 5. ANDEVA Número de granos/panículas. Ricaurte, 2019.

--	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
A1B1	100	100	120	116	436	109
A1B2	75	85	115	80	355	88,75
A1B3	114	90	136	90	430	107,5
A1B4	120	125	85	110	440	110
A2B1	100	100	100	120	420	105
A2B2	135	130	138	135	538	134,5
A2B3	122	90	110	100	422	105,5
A2B4	121	100	120	110	451	112,75

Sumatoria Total: 3492,00 CV(a): 17,34% CV(b): 13,37% Media: 109,13

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
FA	903,13	1	903,13	2,52 ns	10,1	34,1
Error(a)	1073,87	3	357,96			
FB	181,75	3	60,58	0,28 ns	3,16	5,09
IAB	3338,12	3	1112,71	5,23 **	3,16	5,09
Error(b)	3830,63	18	212,81			
Total	9327,5	31				

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	114,44				A	
A1	103,81				A	

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B2	111,63				A	
B4	111,38				A	
B1	107				A	
B3	106,5				A	

Anexo 6. ANDEVA Peso de 1000 granos (g). Ricaurte, 2019.

--	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
A1B1	33	31	30	34	128	32
A1B2	32	32	30	32	126	31,5
A1B3	30	31	33	30	124	31
A1B4	32	33	30	30	125	31,25
A2B1	32	31	32	33	128	32
A2B2	30	30	32	32	124	31
A2B3	30	31	31	30	122	30,5
A2B4	30	32	32	33	127	31,75

Sumatoria Total: 1004,00 CV(a): 5,32% CV(b): 4,06% Media: 31,38

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
FA	0,13	1	0,13	0,05 ns	10,1	34,1
Error(a)	8,37	3	2,79			
FB	6,5	3	2,17	1,34 ns	3,16	5,09
IAB	1,37	3	0,46	0,28 ns	3,16	5,09
Error(b)	29,13	18	1,62			
Total	45,5	31				

### Rangos para el factor F(A)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	31,44				A	
A2	31,31				A	

### Rangos para el factor F(B)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	32				A	
B4	31,5				A	
B2	31,25				A	
B3	30,75				A	



Anexo 7. ANDEVA Días a floración. Ricaurte, 2019.

--	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
A1B1	77	76	77	78	308	77
A1B2	75	76	78	77	306	76,5
A1B3	74	75	75	78	302	75,5
A1B4	74	76	76	77	303	75,75
A2B1	76	77	77	75	305	76,25
A2B2	79	80	81	81	321	80,25
A2B3	80	82	81	81	324	81
A2B4	82	82	80	82	326	81,5

Sumatoria Total: 2495,00 CV(a): 2,93% CV(b): 1,19% Media: 77,97

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
FA	101,53	1	101,53	19,41 **	10,1	34,1
Error(a)	15,69	3	5,23			
FB	19,85	3	6,62	7,7 **	3,16	5,09
IAB	54,34	3	18,11	21,06 **	3,16	5,09
Error(b)	15,56	18	0,86			
Total	206,97	31				

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	79,75				A	
A1	76,19				B	

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B4	78,63				A	
B2	78,38				A	
B3	78,25				A	
B1	76,63				B	

Anexo 8. ANDEVA Días a maduración. Ricaurte, 2019.

--	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
A1B1	120	121	118	118	477	119,25
A1B2	120	117	117	119	473	118,25
A1B3	120	121	119	119	479	119,75
A1B4	120	118	119	119	476	119
A2B1	123	125	124	124	496	124
A2B2	121	124	124	123	492	123
A2B3	120	123	121	123	487	121,75
A2B4	123	123	122	122	490	122,5

Sumatoria Total: 3870,00 CV(a): 1,84% CV(b): 0,85% Media: 120,94

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
FA	112,5	1	112,5	22,68 *	10,1	34,1
Error(a)	14,87	3	4,96			
FB	5,12	3	1,71	1,61 ns	3,16	5,09
IAB	10,25	3	3,42	3,23 *	3,16	5,09
Error(b)	19,13	18	1,06			
Total	161,87	31				

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	122,81				A	
A1	119,06				B	

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	121,63				A	
B3	120,75				A	
B4	120,75				A	
B2	120,63				A	

Anexo 9. ANDEVA Rendimiento por hectarea. Ricaurte, 2019.

--	R1	R2	R3	R4	Sumatoria	Media
A1B1	6240	5460	6240	6240	24180	6045
A1B2	4680	4290	5070	5460	19500	4875
A1B3	5460	5850	5070	5460	21840	5460
A1B4	4690	4368	4485	4173	17716	4429
A2B1	5460	5460	6240	6240	23400	5850
A2B2	4290	5070	5460	4875	19695	4923,75
A2B3	4836	4914	5655	4485	19890	4972,5
A2B4	6240	5850	6240	6240	24570	6142,5

Sumatoria Total: 170791,00 CV(a): 12,63% CV(b): 6,93% Media: 5337,22

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
FA	582930,03	1	582930,03	1,28 ns	10,1	34,1
Error(a)	1362486,19	3	454162,06			
FB	4651462,6	3	1550487,53	11,35 **	3,16	5,09
IAB	5845350,09	3	1948450,03	14,26 **	3,16	5,09
Error(b)	2459988,56	18	136666,03			
Total	14902217,47	31				

**Rangos para el factor F(A)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	5472,19				A	
A1	5202,25				A	

**Rangos para el factor F(B)**

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B1	5947,5				A	
B4	5285,75				B	
B3	5216,25				B	
B2	4899,38				B	

ANEXO 10. Costos de producción

**COSTOS FIJOS POR HA**

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
<b>Siembra</b>				
Transplante SL-01	Saco	1	75,00	75,00
Siembra	Jornales	10	10,00	100,00
<b>Preparación del suelo</b>				
Romplow y fanguero	ha	3	35,00	105,00
<b>Riego</b>	ha	4	25,00	100,00
<b>Control de malezas</b>				
Paraquat	Litro	1	8,25	8,25
Bispiribac sodio	100 cc	1	14,00	14,00
Metsulfuron metil (15 gramos)	Frasco	2	6,00	12,00
Desyerbas	Unidad	5	12,00	60,00
Aplicación	Jornales	4	10,00	40,00
<b>Control de plagas y enfermedades</b>				
Rosso	litro	1	26,00	26,00
Silvacur Combi (750 cc)	Frasco	1	45,00	45,00
Aplicación	Jornales	3	10,00	30,00
<b>Fertilización Foliar</b>				
Zinquel	Litro	1	18,00	18,00
Metalosato Boro	Litro	1	14,00	14,00
Aplicación	Jornales	4	10,00	40,00
<b>Total</b>				<b>687,25</b>

## IMAGENES DEL ENSAYO



**Figura 1.** Preparación del terreno.



**Figura 2.** Trasplante de las unidades experimentales.



**Figura 3.** Control de malezas.



**Figura 4.** Medición del rendimiento de grano.



**Figura 5.** Control de plagas.



**Figura 6.** Visita del Docente.