



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO EXPERIMENTAL

Presentado al H. Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Respuesta del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) bajo riego a diferentes niveles de cianamida cálcica en la zona de Pueblo Nuevo”

AUTOR

Gabriel Bolívar Tualombo Tirape

TUTOR

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Mg Sc.

Babahoyo – Los Rios – Ecuador

2019

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

Gabriel Tualombo Tirape

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez. Eres quien guía el destino de mi vida.

Te lo agradezco, padre celestial.

A mi padres por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de los logros se los debo a ustedes, en los que incluyo este. Me formo con reglas y ciertas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron con constancia para alcanzar mis anhelos.

Gracias madre.

DEDICATORIA

- A Dios Padre, por brindarme la oportunidad de vivir.
- A mis padres por todo su apoyo.
- A mis hermanos, 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. Mg.Sc. Eduardo Colina Navarrete, 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 por siempre....

INDICE

UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO	1
AGRADECIMIENTO	3
DEDICATORIA	4
INDICE	4
I. INTRODUCCIÓN	2
2.1. El cultivo de arroz	5
2.1. Fertilización	6
2.2. Productos	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1. Características del sitio experimental	13
3.2. Material de siembra	14
3.3. Variables Estudiadas	14
3.4. Métodos	14
3.5. Tratamientos	15
3.6. Diseño experimental y análisis funcional	15
3.6.1. Análisis de varianza	15
3.6.2. Características del área experimental	16
3.6.3. Análisis funcional	16
3.7. Manejo del Ensayo	16
3.7.2 Siembra	16
3.7.3 Control de malezas	17
3.7.4 Control fitosanitario	17
3.7.5 Riego	17
3.7.6 Fertilización	18
3.7.7 Cosecha	18
3.8. Datos Evaluados	18
3.8.1 Altura de planta a cosecha	18
3.8.10 Análisis económico	20

IV. RESULTADOS	21
4.1. Altura de planta	21
4.2. Número de macollos	22
4.3. Número de Panículas	23
4.5. Número de granos	25
4.7. Días floración	27
4.8. Días a cosecha	28
4.9. Rendimiento hectárea	29
4.10. Productividad Parcial	30
4.11. Evaluación económica	31
V. DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
VII. RESUMEN	36
VIII. SUMMARY	37
IX. LITERATURA CITADA	38
Apendice	42

I. INTRODUCCIÓN

El arroz es una gramínea muy famosa por sus semillas. El grano de arroz constituye el segundo alimento más utilizado del mundo después del trigo y el primero en Asia. Naciones tan habitadas como China o la India basan fundamentalmente su alimentación en este grano. Podemos decir que casi la mitad de la población mundial depende de este cereal. El cultivo se extiende desde los 49° - 50° de latitud norte a los 35° de latitud sur¹.

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, propia del proceso de sedimentación en las amplias llanuras inundadas y deltas de los ríos².

En el Ecuador se siembran aproximadamente 414 146 ha, los productores de esta gramínea se encuentran altamente concentrados en las provincias de Guayas con 237 316 ha y Los Ríos con 114 545 ha de superficie cosechada. Dichas provincias concentran el 61 % y 34 % respectivamente del total de la producción anual en el Ecuador, el 5 % restante corresponde al resto de provincias costeñas y a los valles cálidos de las provincias de la Sierra y la Amazonía. La mayor parte del área cultivada se lo siembra bajo condiciones de secano, es decir, a expensas de las precipitaciones de la etapa invernal³.

Los problemas de nutrición en la mayoría de los cultivos se presentan con relación a la fertilización, ya que por lo general su aplicación se realiza en cantidades no adecuadas, así como el uso de técnicas inapropiadas para su aplicación, causando muchas veces incremento en los costos y baja eficiencia en la producción.

¹Fuente Instituto Nacional de Preinversión. (2015). *Atlas bioenergético de la República del Ecuador*. Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad. Primera Edición. Quito. 156p.

² Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria, ESPAC, (2017). Anuario técnico. 14p.

³ Fuente: Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MAGAP). (2012). *Zonificación Agroecológica del cultivo de arroz, en el Ecuador a escala 1:25 000*. 14p.

La inadecuada fertilización junto con el desconocimiento del uso de fertilizantes edáficos complementarios a dicha fertilización, son factores que en la actualidad afectan el rendimiento del cultivo de arroz, lo cual evita aumentar la productividad promedio del país la cual es 4,22 t/ha.

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos ha causado muchos problemas en la agricultura, entre ellos se mencionan la contaminación del medio ambiente, fuga de divisas, aumento de costos en la producción y salinización de los suelos. Muchos agricultores se han vuelto dependientes de estos productos porque desconocen la eficacia de otras fuentes con menores efectos negativos y con beneficios para los cultivos.

En general, la mayoría de los fertilizantes nitrogenados producen un efecto acidificante en el suelo. Para evitar efectos perjudiciales en la calidad de suelo y su estructura, una alternativa es la fertilización con óxido de calcio. La cianamida cálcica es una fuente de nitrógeno con calcio que contribuye a mejorar el equilibrio de nutrimentos en el suelo.

La transformación de la cianamida cálcica en el suelo ocurre a través de varias etapas, hace que el producto al entrar en contacto con el suelo, se hidroliza originando óxido de calcio y cianamida. Esta última por medio de los microorganismos la convierte como compuesto final en amonio. Eso hace que el nitrógeno de este tipo de fuente se más estable.

Varios estudios realizados, han sugerido un fuerte impacto en las propiedades físicas y químicas de los suelos, como producto de una variación en el uso de fuentes confiables de nitrógeno en el suelo. Sin embargo, estos estudios no consideran el criterio de acidificación y degradación. Muchos de éstos estudios se centran en las propiedades el sistema de producción, pero son escasos los que

consideran el impacto de la mineralización del nitrógeno en diversas formas en el suelo.

Debido a este mal manejo de fertilizantes, el uso de cianamida cálcica entra como alternativa en el manejo nutricional de los suelos, para mejorar la producción de maíz a nivel nacional.

La investigación aportará en conjunto información que permitirá determinar si el aporte de cianamida cálcica indicará sustancialmente o parcialmente un aumento sobre el rendimiento de los suelos arroceros en la zona.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar la influencia de la cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de arroz.

1.1.2. Específicos

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de arroz a la aplicación de cianamida cálcica.
- Identificar la mejor dosis con efectos sobre el aumento de rendimiento de grano de arroz.
- Analizar económicamente de los tratamientos en estudio.

II. MARCO TEORICO

2.1. El cultivo de arroz

La nueva variedad de arroz "Iniap 16", muestra menos posibilidad de quebrarse, y su rendimiento por hectárea es mayor a lo normal, clase de grano cuyas características son superiores al "Iniap 7", "Iniap 11", "Iniap 12", "Iniap 14" y "Iniap 415". Aunque el rendimiento por hectárea es de tres sacas adicionales, su calidad es mayor, como lo exige el mercado actual. Las investigaciones de el nueva variedad, señalan que el porcentaje de centro blanco de este arroz es menor en comparación a los anteriores tipos, esto es que tendrá menos probabilidades de quebrarse en el momento de que pase por la piladora. El tamaño del grano es extra largo, es decir que es mayor a los 7,5 milímetros y ha mostrado más resistencia a ciertas condiciones climáticas y a la 'hoja blanca', que es transmitida por el insecto *Tagosodes orizicolus* (INIAP 2008).

Rodríguez (2008) 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 INIAP (2008) las respuestas del cultivo de arroz a la fertilización, depende del estado o nivel de fertilidad del suelo (estado físico – químico) que se conoce a partir de los distintos análisis, dentro de los factores climáticos se debe tener en cuenta las temperaturas extremas, sequías estacionales, heladas, el agua disponible y el ciclo del cultivo.

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. Los efectos en el cultivo y su relación con los objetivos económicos determinan los puntos a seguir en lo referente a dosis, tipos de fertilizantes y su forma de aplicación de acuerdo a las condiciones reales de la explotación agrícola.

Below (2002) dice que entre los elementos minerales esenciales, el nitrógeno es el que con más frecuencia limita el crecimiento y el rendimiento del maíz. Esta condición ocurre porque las plantas requieren cantidades relativamente grandes de nitrógeno (1,5 a 3,5 % de peso seco de la planta) y porque la mayoría de las siembras no tienen suficiente nitrógeno en forma disponible para mantener los niveles deseados de producción. Además, expresa que las necesidades de nitrógeno son variables de acuerdo al año y al sitio, sin embargo, el requerimiento de nitrógeno para rendimiento máximo rara vez excede los 20 Kg de nitrógeno por tonelada de grano producido.

Renge (2004) indica que el fraccionamiento de nitrógeno arroz es una herramienta de manejo que permite una alta eficiencia de los fertilizantes nitrogenados. En los híbridos de alto rendimiento, se justifican aplicaciones de la última fracción de nitrógeno en períodos cercanos a la floración, basándose en los patrones de absorción de este nutriente por la planta. Los requerimientos totales de fósforo, potasio y magnesio deben suministrarse al momento de la siembra. Los micronutrientes, en especial el zinc, se deben suministrar durante la fase vegetativa del cultivo, en el período de 30 a 46 días después de la siembra. La aspersión foliar es un método eficiente de aplicación de micronutrientes.

2.1. Fertilización

La fertilización balanceada incrementa la eficiencia del uso de nutrientes y por esta razón existe menor posibilidad de que los nutrientes se pierdan al ambiente

por lixiviación o escorrentía superficial. El buen manejo de la fertilización también reduce el potencial de erosión al producir un cultivo saludable y de crecimiento vigoroso que se cierra rápidamente cubriendo y protegiendo el suelo efectivamente. Con una fertilización balanceada se produce una mayor cantidad de biomasa. La fertilización balanceada también afecta positivamente la eficiencia del uso del agua ya que se puede obtener mayor rendimiento con la misma cantidad. Así un cultivo bien nutrido produce un sistema radicular extenso y saludable que es capaz de extraer agua y nutrientes más eficientemente que un cultivo deficiente en nutrientes (Palma 2011).

La absorción de nutrientes por la planta del arroz es afectada por varios factores que incluyen el suelo y sus propiedades, la cantidad y el tipo de fertilizantes aplicados, la variedad y el método de cultivo. El contenido de nitrógeno, fósforo, azufre y demás elementos en las partes vegetativas es generalmente alto en las primeras etapas del crecimiento vegetativo y declina a medida que se llega a la madurez (Pilaloo, Alvarado y Pacheco 2017).

La absorción de fósforo, es lenta hasta cuando se inicia el primordio floral, luego es más rápida hasta poco después de la floración. El potasio, es absorbido según el crecimiento de la planta hasta el final de la etapa lechosa del grano y luego decae (CIAT 2005).

El fósforo se encuentra asociado con el suministro y transferencia de energía en todos los procesos bioquímicos de la planta. Se considera estimulante del desarrollo radical y del macollamiento; favorece la floración y maduración temprana, sobre todo en condiciones de clima frío. También está involucrado con el desarrollo adecuado del grano y el mejoramiento de su valor nutritivo. La deficiencia de fósforo incide en el macollamiento y finalmente provoca la reducción del rendimiento. También produce alteración del metabolismo de la planta, reflejado en una coloración violeta de las hojas. El desbalance de deficiencia de fósforo con

abundancia de nitrógeno puede manifestarse por la coloración verde oscura del follaje (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas 2004).

La mayor disponibilidad de potasio para las planta también está influenciada por la inundación del suelo. El potasio interviene en gran parte de los procesos bioquímicos del vegetal y en la activación de numerosos sistemas enzimáticos, incrementa el número de panículas/planta y el número de granos/panícula. También contribuye y mejora el tamaño y peso del grano, favorece la fortaleza del tallo (con lo que mejora la resistencia al volcamiento y la tolerancia al ataque de plagas y enfermedades), e influye en el proceso fotosintético y el mecanismo de transporte de sus productos (BASF s.f.).

Smil (2009) 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.

Santos (2009) estudió los efectos de la fertilización foliar y edáfica sobre el rendimiento de grano en los resultados obtenidos demuestran la influencia positiva de la fertilización química y orgánica en los caracteres evaluados. El tratamiento 180-100-180 Kg/ha de NPK + Forcrop K + Forcrop P + Forcrop Combi, obtuvo el mayor rendimiento de grano 9,113 t/ha, superando en 12,84 % el tratamiento 180-100-180 kg/ha de NPK. Así mismo, el tratamiento 180-100-180 kg/ha NPK fue superior en 136,27 % en rendimiento de grano en comparación al testigo sin fertilizar. El autor indica, que la fertilización orgánica debe de emplearse como un complemento de la fertilización edáfica.

La fertilización resulta fundamental para el desarrollo del cultivo y se debe realizar en dos fases claramente diferenciadas: La primera durante la siembra (abonado de fondo), donde se debe aplicar un máximo de 20 % del total de

nitrógeno. No obstante, hay expertos que se muestran contrarios a su uso en esta etapa fenológica del cultivo, pues consideran que ello implica que la planta se nutrirá suficientemente de las reservas de la semilla. Los macronutrientes que sí se recomiendan de forma obligatoria durante la siembra son el fósforo (P_2O_5) y el potasio (K_2O), en dosis de 100 %, lo que significa que se aplicará en su totalidad y no se reservarán unidades fertilizantes para realizar aplicaciones posteriores. La segunda fase de la fertilización (abonado de cobertera) se debe llevar a cabo cuando el arroz alcance entre tres y cuatro hojas. Aquí se debe emplear normalmente urea, con una riqueza del 46 % de N (Franquet 2018).

Una buena nutrición de la planta de arroz, contribuye directamente con los rendimientos. Previo a la fertilización se recomienda efectuar un análisis de suelo, con el objetivo de conocer la existencia de nutrientes. Se realiza para satisfacer principalmente las necesidades de la planta en los primeros treinta días de edad. Se aplican fórmulas completas que tengan Nitrógeno y alto contenido de Fósforo, como 18-46-0. Esta se realiza después de la siembra cuando se hace en seco, o 15 días después de la germinación en la condición bajo riego. La dosis que se recomienda depende del grado de tecnificación y del sistema de cultivo, aunque generalmente se recomienda de 1 a 2 quintales por manzana. La fertilización nitrogenada es fundamental en la producción de arroz, para que la planta pueda tener un buen desarrollo de tallo y hojas color verde, así como un buen ahijamiento. Estas características permiten que la planta tenga un mejor aprovechamiento de los nutrientes. En total se recomienda 4 quintales de Urea 46 % por hectárea, aplicando la mitad en cada una de las etapas antes mencionadas (INTA 2011).

La fertilidad de los suelos es un factor clave para el crecimiento de las plantas y tiene una gran influencia sobre la productividad y la calidad del alimento. El nitrógeno forma parte de cada célula viva por lo que es esencial en la planta. Generalmente, las plantas requieren de grandes cantidades de nitrógeno para crecer normalmente. El nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila y al

formar parte de la molécula de la clorofila, está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. El nitrógeno forma parte de las vitaminas y de los sistemas de energía de la planta. Es también un componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman las proteínas; por lo tanto, es directamente responsable del incremento de proteínas en las plantas, y está directamente relacionado con la cantidad de hojas, tallos, entre otros (Trenkel 2007).

Según RiceTec (2014), se sugiere realizar el siguiente plan de fertilización: A la siembra: aplicar el 100 % del P, 50 % del K y 10 % de N y complementar con 46 Kg de elementos menores. Se debe evitar el contacto de la semilla con el fertilizante en la línea de siembra para evitar efectos fitotóxicos. Al inicio del macollamiento, entre los 10 y 20 días después de la siembra, aplicar 50 % del K, 70 % del N. Lo ideal es que la primera urea sea aplicada en el suelo seco y luego incorporada con el agua de riego dentro de los 3-4 días posteriores a la aplicación para evitar pérdidas de nitrógeno. También existen experiencias exitosas utilizando un 10 % del nitrógeno total junto a la siembra y el 90 % restante aplicado en preriego.

Es difícil estimar exactamente la contribución de los fertilizantes minerales al aumento de la producción agrícola, debido a la interacción de muchos otros factores importantes. No obstante, los fertilizantes continuarán a jugar un papel decisivo, y esto sin tener en cuenta cuáles tecnologías nuevas puedan aún surgir. Si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, los cultivos probablemente crecerán mejor y producirán mayores rendimientos. Sin embargo, si aún uno solo de los nutrientes necesarios es escaso, el crecimiento de las plantas es limitado y los rendimientos de los cultivos son reducidos. 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 (FAO 2004).

Existen dos métodos elementales para abordar el control de la fertilidad del suelo. El primero es el proveer los nutrientes requeridos para cada cultivo en una

forma soluble que las plantas puedan utilizar inmediatamente. En otras palabras, alimentar las plantas directamente. Este método puede cumplir exactamente las necesidades del cultivo. Durante el siglo veinte, los científicos aprendieron cómo crear fertilizantes de químicas sintéticas y cómo proveer a las plantas exactamente lo que necesitan. Las prácticas de la Agricultura Moderna han llevado a mejoras significativas en los rendimientos de los cultivos en los últimos 50 años (Sideman 2006).

Nutrientes esenciales, como N y P, son indispensables para mejorar la seguridad alimentaria y el desarrollo sustentable. Sin embargo, el uso excesivo y prácticas de manejo de nutrientes ineficientes pueden y contribuyen al cambio climático, el enriquecimiento de nutrientes de sistemas acuáticos, la acidificación de suelos y contaminación de napas, el crecimiento brusco de algas, las zonas de hipoxia, las pérdidas de cubiertas de coral y reservas declinantes de peces. La reposición anual de los nutrientes extraídos por los granos podría promover un ambiente edáfico de mejor calidad para el crecimiento de los cultivos (Sutton 2013).

Medina (2017), en su investigación sobre el uso de un programa de Nutrición de Alto Rendimiento complementario a la fertilización química en arroz, encontró que los resultados obtenidos determinaron en el Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), efectos sobre la producción del cultivo de arroz. El tratamiento donde se aplicó NAR solo alcanzó mayores promedios en las variables altura de planta, número de macollos y panículas/m², longitud de panícula y fue el tratamiento que floreció y maduró en menor tiempo; el tratamiento que no se aplicó NAR registró menor número de granos/panícula y relación grano-paja; el mayor peso de 1000 granos y rendimiento lo presentó el uso de NAR solo.

Cuando se refiere a la fertilidad de los suelos, es la disponibilidad de los nutrientes y su capacidad para proporcionarlos de sus propias reservas y a través de aplicaciones externas para mejorar la producción. Su manejo es de vital importancia para la optimización de la nutrición de las plantas. El potencial de

producción del suelo, está determinado por sus propiedades físicas, químicas y biológicas, que es esencial para tener éxito (Peralvo 2010).

Agritec (2010) dice que los nutrientes son necesarios para la obtención de altos rendimientos y buena calidad de productos, siendo indispensables para la constitución de las plantas, para la realización de varias reacciones bioquímicas y para la producción de materiales orgánicos como resultado de la fotosíntesis. Existen elementos esenciales para la plantas y en deficiencia de alguno de ellos no podrán completar su ciclo de vida normal; por lo que esta deficiencia deberá ser corregida. Es muy importante considerar que todos los nutrientes, independientemente de las cantidades requeridas por las plantas, cumplen una función específica en el desarrollo de la planta y no pueden ser sustituidos por otro elemento.

Para el arroz se recomienda dosis de 100 a 140 kg/ha de N, 40 a 60 kg/ha de P_2O_5 y 1000 kg/ha de K_2O . El fertilizante nitrogenado debería ser aplicado en dos, o aún mejor dividido en tres aplicaciones: 1/3 de fondo, 1/3 en crecimiento y en la formación de inflorescencia (IPNI 2011).

Considerando la agricultura en un sentido general, se nota que los sistemas agrícolas están cambiando constantemente. Consecuentemente es recomendable que los agricultores, además de hacer un uso apropiado de los fertilizantes, también tengan por objetivo lograr el conocimiento de todos los principios subyacentes y procesos que los capacite a enfrentar nuevas situaciones o nuevos y diferentes problemas. Los agricultores son forzados a cambiar sus sistemas agrícolas o prácticas de manejo cuando las condiciones sociales, económicas y técnicas cambian (Merchán *et al.* 2006).

Debido a estos aspectos que intervienen en la nutrición de las plantas, la biofertilización en términos generales, solamente puede complementar, y en ningún

caso sustituir la fertilización al suelo. Por esta razón, la biofertilización es una excelente alternativa para una agricultura sostenible. La biofertilización nos puede brindar efectos adicionales como, el incremento en la eficiencia fotosintética, cambios en la fisiología de la planta, disminución de la senescencia y prolongación de la capacidad fotosintética de la hoja (CIA 2004).

2.2. Productos

Según ALZ Chem (2017) PERLKA es un producto fabricado por AlzChem Group (Alemania), a base de CIANAMIDA CALCICA GRANULADA, que contiene: * 19,8% de N total: >15% Nitrógeno Cianamídico, < 2% Nitrógeno Nítrico, * 50% Oxido de Cal. El producto se obtiene exclusivamente a base de Carbonato Cálcico (Cal), Carbón y Nitrógeno de la atmósfera. PERLKA además de ser un abono nitrogenado de liberación lenta, tiene efectos secundarios ante hongos, nemátodos, insectos y malezas.

La aportación gradual y uniforme de Nitrógeno es una de las principales características de PERLKA. La Diciandamida formada durante el proceso de transformación en el suelo, inhibe la actividad de las bacterias Nitrosomonas, responsables de la transformación del Nitrógeno amoniacal en Nitrógeno nítrico y posteriormente en Nitrato, de ahí que el Nitrógeno contenido en PERLKA, vaya liberándose lentamente. Ese Nitrógeno permanece retenido en la fracción coloidal del suelo, lo que evita el fenómeno de la lixiviación o pérdida en las capas más profundas del suelo, le confiere una mayor eficiencia por unidad de Nitrógeno y reduce sensiblemente los problemas de contaminación de las aguas subterráneas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizará en los terrenos de la finca “Don Bolo” en la parroquia FebresCordero en el cantón Babahoyo - Los Ríos. Las coordenadas UTM son 680103 E y 9783427 N, con una altura de 17 msmn⁴.

La zona cuenta con clima tropical de sabana⁵, con una temperatura media anual de 24,9 °C, precipitación anual 1 888 mm, humedad relativa de 84 %⁶. El suelo es profundo de textura arcillosa, drenaje y fertilidad regular⁷.

3.2. Material de siembra

Se empleó como material de siembra la variedad de arroz: INIAP-16⁸, la cual presenta las siguientes características:

Hibrido	INIAP 16
Ciclo Vegetativo (Días)	114 -119
Altura de planta (cm)	815-109
Número de panícula/planta	14-18
Longitud de grano mm	7,2
Nivel de tolerancia a enfermedades	Tolerante
Rendimiento de grano t/ha	6-8,5

3.3.

Estudiadas

Variable dependiente: dosis de fertilizante cianamida cálcica.

Variable independiente: manejo del cultivo de arroz.

3.4. Métodos

Variables

⁴ Fuente: Datos tomados de anuario Instituto Geográfico Militar, 2018.

⁵ Fuente: Koopen, W. 1968. «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: Ecología Basada en Zonas de Vida, 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982).

⁶ Fuente: Datos obtenidos de la estación Meteorológica Hacienda San José, 2017.

⁷ Fuente: Mapa de suelos SECS, 2017

⁸ Fuente: www.iniap.gob.ec/semillasarroz

Para realizar la presente investigación se utilizó los métodos hipotético, Empírico y Experimental.

3.5. Tratamientos

Cuadro 1. Tratamientos estudiados. Babahoyo, 2019

N.º	Tratamientos	kg/ha
T1	Cianamida Cálcica	200
T2	Cianamida Cálcica	250
T3	Cianamida Cálcica	300
T4	Cianamida Cálcica	350
T5	Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100
T6	Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150
T7	Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200
T8	Urea	250
T9	Urea	300
T10	Nitrato de amonio	300
T11	Nitrato de amonio	350
T12	Control	0

3.6. Diseño experimental y análisis funcional

En el presente trabajo experimental se utilizó el diseño experimental "Bloques al azar" con 12 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables evaluadas serán sometidas al análisis de variancia y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se aplicará la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

3.6.1. Análisis de varianza

Fuente de variación		Grados de libertad
Repetición	:	2
Tratamiento	:	11
Error experimental	:	22
Total	:	35

3.6.2. Características del área experimental

Descripción	Dimensión
Ancho de parcela	: 4,0 m
Longitud de parcela	: 5,0 m
Área de la parcela	: 20,0 m ²
Área total del experimento	: 820 m ²

3.6.3. Análisis funcional

Para la evaluación y comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey con el 5 % de significancia. La separación entre bloques fue de 2m; no existiendo separación en superficie entre las parcelas experimentales.

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

La preparación de suelo se realizó con un pase de arado y dos pases de rastra cruzada en sentido cruzado. Posteriormente se procedió al fanguero del campo, dejando el suelo en condiciones de siembra.

3.7.2 Siembra

La siembra se realizará al voleo, con una densidad de 90 kg de semilla por hectárea, en suelo húmedo. Las semillas serán remojadas por 24 horas para favorecer la germinación en el suelo preparado.

La semilla se impregnó con el insecticida Semevin en dosis de 20 cm³ por kilogramo de semilla, para protegerla del daño de los insectos trazadores.

3.7.3 Control de malezas

Los herbicidas se aplicaron después de la siembra en preemergencia temprana, se empleó los herbicidas Clomaxone, Pendimetalin y Amina, en dosis de 1,0 kg, 3,0 L/ha y 0,3 L/ha, respectivamente. Posteriormente se hicieron dos deshierbas manuales a los 45 y 70 días después de la siembra. Se utilizó un aspersor de mochila CP-3 a presión de 40 a 60 lb con boquilla para cobertura de 2 m.

3.7.4 Control fitosanitario

No se presentaron mayores problemas con insectos, sin embargo, la aparición de *Hidrellia sp.* fue combatida con Clorpirifos en dosis de 0,75 L/ha, debido a que paso el umbral económico. Esta aplicación se efectuó a los 10 días después del trasplante.

Durante el ciclo de cultivo se presentaron enfermedades que atacan a las hojas y granos, cuyos patógenos fueron: *Cercospora*, *Hemilthosporium*, *Sarocladium* y *Rhizotonia*, cuya presencia fue detectada a través de observaciones de laboratorio. Estas enfermedades fueron controladas con fungicidas tales como: *Propiconazol*, a razón de 400 cc/ha a los 40 días. Posteriormente a los 80 días se realizó la aplicación de Tebuconazol+Cymoxanil al 5 % de floración 0.4 L/ha.

3.7.5 Riego

Se realizaron los riegos con una frecuencia de 20 días, para lo cual se utilizó el sistema de inundación, con una bomba de 3 pulgadas.

3.7.6 Fertilización

El programa de fertilización estará basado en niveles de rendimiento según escalas del IPNI (5000 kg/ha). Para el efecto la aplicación se realizará a los 0, 25 y 35 días después de la siembra.

La colocación del fertilizante se hizo de manera manual al voleo. El nitrógeno se aplicará como Urea, siendo la fuente de azufre sulfato de potasio aplicado de igual manera. La diferencia de potasio se aplicó en forma de Muriato de potasio y el fósforo en forma de difosfato de amonio, a los 0 y 25 días después de la siembra.

Los tratamientos se aplicaron según el cuadro de tratamientos anteriormente detallado. Además, se realizaron aplicaciones de fertilizantes foliares Metalosato Boro en dosis de 0,3 L/ha y Metalosato Zn 0,3 L/ha a los 37 días después de la siembra. La aplicación de fertilizantes foliares se realizó a las épocas indicadas con una bomba de aspersión calibrada.

3.7.7 Cosecha

La cosecha se realizó en cada parcela experimental de forma manual, cuando los granos alcanzaron la madurez fisiológica.

3.8. Datos Evaluados.

3.8.1 Altura de planta a cosecha

Se evaluó en diez plantas al azar de cada tratamiento, se registró en centímetros el valor obtenido. Se tomó 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 por metro cuadrado

En el área útil de cada unidad experimental se contó el número de macollos efectivos en diez plantas tomadas al azar. Esta variable se midió a la cosecha, para esto se lanzó un marco de madera con un 1 m² de área.

3.8.3 Número de panículas por metro cuadrado

En las mismas plantas antes contabilizadas se procedió al conteo de panículas, al momento de la cosecha.

3.8.4 Longitud de panícula

La evaluación fue estimada escogiendo diez panículas al azar en cada tratamiento, midiendo 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 contó los granos de diez panículas al azar por cada tratamiento, para lo cual se utilizó el total de granos presentes en cada panícula.

3.8.6. Peso de mil granos

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

3.8.7 Días a la floración.

Fue contabilizado desde el momento de la siembra hasta cuando el cultivo presentó más del 50 % de panículas emergidas.

3.8.8 Días a la cosecha

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

3.8.9 Rendimiento por hectárea

Fue evaluado en función del peso de los granos derivados del área útil de cada unidad, con un porcentaje de humedad ajustado al 13 %, este peso se transformó a kilogramos por hectárea. Para el efecto se utilizó la fórmula para ajustes de humedad⁹:

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

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 y la relación beneficio/costo¹⁰.

3.8.11 Productividad Parcial por nutriente

Estuvo basado en la cantidad de nutrientes necesarios para producir una tonelada de producto final¹¹. Se estimó con la ecuación:

$$PPF = \frac{R}{D}$$

Dónde:

PPF = Productividad parcial del factor

R= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo con el nutriente

D= Cantidad del nutriente aplicado

⁹ Azcon-Bieto, J., Talon M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

¹⁰ Martínez, L. (2002). Economía política de las comunidades agropecuarias del Ecuador, Abya Yala, Quito.

¹¹ Snyder, J. Bruulsema, M. (2007). Nutrient use efficiency and effectiveness in North America: Indices of agronomic and environmental benefit. IPNI.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

El Cuadro 1 detalla los resultados de la altura de planta, en el cual se encontró alta significancia estadística, con un coeficiente de variación de 4,57 %.

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha dio mayor promedio, siendo este estadísticamente superior al resto de tratamientos, observándose en el testigo (63,00 cm) el menor promedio.

Cuadro 1. Altura de planta con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de arroz. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Altura m
Cianamida Cálcica	200	74,54 bc
Cianamida Cálcica	250	69,10 de
Cianamida Cálcica	300	70,90 ab
Cianamida Cálcica	350	73,75 c
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	71,89 cd
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	76,64 b
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	83,09 a
Urea	250	70,60 cd
Urea	300	77,15 bc
Nitrato de amonio	300	71,85 cd
Nitrato de amonio	350	73,42 c
Control	0	63,00 e
Promedio general		72,32
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		4,57

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

**= altamente significativo

4.2. Número de macollos

En el Cuadro 2 se aprecian los promedios de número de macollos, se determinó alta significancia estadística, presentándose un coeficiente de variación de 6,96 %.

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (391,0 macollos) reportó mayor promedio, siendo este estadísticamente superior a los demás tratamientos, presentándose en el tratamiento Testigo (211,25 macollos) el menor número.

Cuadro 2. Número de macollos con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de arroz. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Macollos
Cianamida Cálcica	200	336,25 bc
Cianamida Cálcica	250	221,25 f
Cianamida Cálcica	300	286,25 de
Cianamida Cálcica	350	358,50 b
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	256,00 ef
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	391,00 a
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	358,25 b
Urea	250	276,50 de
Urea	300	353,25 b
Nitrato de amonio	300	296,50 d
Nitrato de amonio	350	275,25 de
Control	0	211,25 g
Promedio general		314,48
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		6,96

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

**= altamente significativo

4.3. Número de Panículas

Los valores promedios de número de panículas, según el análisis de varianza tuvieron altas diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación 6,99 % (Cuadro 3).

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha presentó mayor promedio (327,5 panículas), teniendo el menor promedio el tratamiento Nitrato de amonio en dosis de 350 kg/ha (260,0 días).

Cuadro 3. Número de panículas con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de arroz. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Número
Cianamida Cálcica	200	318,25 bc
Cianamida Cálcica	250	209,00 f
Cianamida Cálcica	300	270,50 de
Cianamida Cálcica	350	337,00 b
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	242,00 e
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	369,50 a
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	327,50 bc
Urea	250	261,25 de
Urea	300	333,75 bc
Nitrato de amonio	300	280,00 c
Nitrato de amonio	350	260,00 de
Control	0	291,66 c
Promedio general		297,18
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		6,99

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %

**= altamente significativo

4.4. Longitud de Panículas

Los valores promedios de longitud de panículas, como indica el análisis de varianza tuvo altas diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación 4,05 % (Cuadro 4).

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha presentó mayor promedio (24,12 cm), teniendo el menor promedio el tratamiento Nitrato de amonio (18,97 cm).

Cuadro 4. Longitud de Panículas con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de arroz. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Longitud cm
Cianamida Cálcica	200	20,75 bc
Cianamida Cálcica	250	20,15 bc
Cianamida Cálcica	300	19,25 bc
Cianamida Cálcica	350	20,50 bc
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	20,20 bc
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	24,12 a
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	21,40 b
Urea	250	20,35 bc
Urea	300	20,00 bc
Nitrato de amonio	300	20,40 bc
Nitrato de amonio	350	18,97 c
Control	0	20,33 bc
Promedio general		20,28
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		4,05

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

**= Altamente significante

4.5. Número de granos

En el Cuadro 5 se estiman los promedios de número de granos, se determinó alta significancia estadística, presentándose un coeficiente de variación de 10,2 %.

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (177,25 granos) logró mayor promedio, siendo este estadísticamente superior a los demás tratamientos, presentándose en el testigo (120,33 granos) el menor promedio.

Cuadro 5. Número de granos por panícula con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de arroz. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Número
Cianamida Cálcica	200	140,50 b
Cianamida Cálcica	250	131,25 bc
Cianamida Cálcica	300	142,75 b
Cianamida Cálcica	350	151,00 b
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	149,00 b
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	177,25 a
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	136,75 bc
Urea	250	139,75 bc
Urea	300	132,50 bc
Nitrato de amonio	300	140,25 bc
Nitrato de amonio	350	129,75 bc
Control	0	120,33 c
Promedio general		140,92
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		10,2

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

**= Altamente significativa

4.6. Peso de Granos

En el Cuadro 6 se estiman los promedios de peso de granos, se determinó alta significancia estadística, presentándose un coeficiente de variación de 3,05 %.

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (24,72 g) logró mayor peso, siendo este estadísticamente superior a los demás tratamientos, presentándose en el tratamiento Nitrato de amonio en dosis de 300 kg/ha (19,2 g) el menor peso.

Cuadro 6. Peso de granos con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción grano de arroz. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Peso (g)
Cianamida Cálcica	200	20,90 bc
Cianamida Cálcica	250	20,90 bc
Cianamida Cálcica	300	21,38 b
Cianamida Cálcica	350	21,00 b
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	21,35 b
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	24,72 a
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	20,98 b
Urea	250	21,32 b
Urea	300	21,22 b
Nitrato de amonio	300	19,20 c
Nitrato de amonio	350	20,90 bc
Control	0	20,90 bc
Promedio general		21,14

Significancia estadística

**

Coeficiente de variación (%)

1,40

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

**= Altamente significativa

4.7. Días floración

El Cuadro 7 se presentan los valores del número de días a floración, se encontró alta significancia estadística, viéndose un coeficiente de variación de 1,74 %.

El tratamiento Cianamida Cálcica 150 kg/ha (83,25 días) logró mayor cantidad de días, siendo este estadísticamente superior a los demás tratamientos, presentándose en el testigo (71,75 días) menor cantidad de días.

Cuadro 7. Días floración con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de arroz. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Días
Cianamida Cálcica	200	77,25 b
Cianamida Cálcica	250	83,25 a
Cianamida Cálcica	300	78,25 b
Cianamida Cálcica	350	75,00 c
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	76,00 bc
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	76,25 bc
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	76,25 bc
Urea	250	75,00 c
Urea	300	76,25 bc
Nitrato de amonio	300	77,25 b
Nitrato de amonio	350	72,25 cd
Control	0	71,75 d
Promedio general		77,73

Significancia estadística

**

Coefficiente de variación (%)

1,40

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

**= Altamente significante

4.8. Días a cosecha

El Cuadro 8 muestra los valores de días a cosecha, el análisis de varianza determinó alta significancia estadística, viéndose un coeficiente de variación de 1,08 %.

El tratamiento Cianamida Cálcica 150 kg/ha (123,25 días) logró mayor cantidad de días, siendo este estadísticamente superior a los demás tratamientos, presentándose en el testigo (117,75 días) menor cantidad de días.

Cuadro 8. Días a cosecha con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de arroz. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Días
Cianamida Cálcica	200	111,25 bc
Cianamida Cálcica	250	123,25 a
Cianamida Cálcica	300	112,25 bc
Cianamida Cálcica	350	112,00 bc
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	110,00 c
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	114,25 bc
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	113,25 bc
Urea	250	116,00 bc
Urea	300	113,25 bc

Nitrato de amonio	300	116,25 bc
Nitrato de amonio	350	116,25 bc
Control	0	117,75 b
Promedio general		114,64
Significancia estadística		**
Coefficiente de variación (%)		1,08
Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.		
**= Altamente significante		

4.9. Rendimiento hectárea

En el Cuadro 9 se aprecian los promedios del rendimiento de grano, se determinó alta significancia estadística, presentándose un coeficiente de variación de 9,33 %.

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (6365,75 kg/ha) reportó mayor rendimiento siendo este igual a Urea 150 kg/ha + Cianamida Cálcica 100 kg/ha, pero mayor a los demás tratamientos estadísticamente, obteniéndose en el tratamiento Testigo (3290,5 kg/ha) el menor rendimiento.

Cuadro 9. Rendimiento por hectárea con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de arroz. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Dosis kg/ha	kg/ha
Cianamida Cálcica	200	4812,50 bc
Cianamida Cálcica	250	4108,50 d
Cianamida Cálcica	300	4883,25 bc
Cianamida Cálcica	350	4431,25 c
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	5624,75 ab
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	6365,75 a

Urea + Cianamida Cálctica	250 + 200	4731,25 bc
Urea	250	4738,00 bc
Urea	300	4799,00 bc
Nitrato de amonio	300	4472,25 c
Nitrato de amonio	350	4490,50 c
Control	0	3290,50 e
Promedio general		4728,95

Significancia estadística **

Coefficiente de variación (%) 9,33

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey 5 %.

**= Altamente significativo

4.10. Productividad Parcial

El Cuadro 10 muestra los valores de la productividad parcial calculada, el análisis de varianza determinó alta significancia estadística, viéndose un coeficiente de variación de 3,16 %.

El tratamiento Urea 150 kg/ha + Cianamida Cálctica 100 kg/ha (56,25) logró mayor promedio, siendo menor este en Cianamida Cálctica 350 kg/ha (12,66), entre los tratamientos aplicados.

Cuadro 10. Productividad Parcial con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de arroz. Babahoyo, 2019.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Productividad Parcial
Cianamida Cálctica	200	24,06
Cianamida Cálctica	250	16,43
Cianamida Cálctica	300	16,28
Cianamida Cálctica	350	12,66
Urea + Cianamida Cálctica	150 + 100	56,25
Urea + Cianamida Cálctica	200 + 150	42,44
Urea + Cianamida Cálctica	250 + 200	23,66

Urea	250	0
Urea	300	0
Nitrato de amonio	300	0
Nitrato de amonio	350	0
Control	0	0

4.11. Evaluación económica

En el Cuadro 11, se presentan los resultados de la evaluación económica, realizada a los tratamientos, con el análisis de ingresos y egresos

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha alcanzó mayor utilidad con \$668,65, mientras el menor ingreso fue reportado en Cianamida Cálcica 350 kg/ha con \$ -150,2.

Cuadro 11. Análisis económico de los tratamientos, con tratamientos de MPC y fitohormonas. Babahoyo, 2015.

Tratamiento	kg/ha	t/ha	Ingreso	Costo Fijos	Costo Fertilización	Costo Foliar	Costo de cosecha	Costo Total	Utilidad Neta
Cianamida Cálcica	200	4812,5	1497,22	881,34	115,00	248	106,94	1351,28	145,94
Cianamida Cálcica	250	4108,5	1278,20	881,34	115,00	310	91,30	1397,64	-119,44
Cianamida Cálcica	300	4883,25	1519,23	881,34	115	372	108,52	1476,86	42,38
Cianamida Cálcica	350	4431,25	1378,61	881,34	115	434	98,47	1528,81	-150,20
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	5624,75	1749,92	881,34	115	191	124,99	1312,33	437,59
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	6365,75	1980,46	881,34	115	174	141,46	1311,80	668,65
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	4731,25	1471,94	881,34	115	232	105,14	1333,48	138,47
Urea	250	4738	1474,04	881,34	115	125	105,29	1226,63	247,42
Urea	300	4799	1493,02	881,34	115	150	106,64	1252,98	240,04
Nitrato de amonio	300	4472,25	1391,37	881,34	115	150	99,38	1245,72	145,64
Nitrato de amonio	350	4490,5	1397,04	881,34	115	175	99,79	1271,13	125,92
Control	0	3290,5	1023,71	881,34	115	0	73,12	1069,46	-45,75

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se estudiaron los efectos de dosis de Cianamida Cálcica sola y complementaria a la fertilización edáfica en el comportamiento agronómico y rendimiento de grano de arroz, los resultados muestran efectos significativos en varias características agronómicas del cultivo.

Todas las variables presentaron significancia estadística entre los tratamientos, lo que indica que las aplicaciones de los productos y las otras fuentes lograron influencia sobre estos factores tal como indica SAG (2003) al indicar que los fertilizantes que contienen nitrógeno como el sulfato de amonio o la urea son más adecuados para ser utilizados después de la germinación y durante el desarrollo del cultivo. Estas fuentes que contienen amonio o que son formadoras de amonio como la Urea, deben utilizarse en forma fraccionada, para procurar la disponibilidad de nitrógeno en algunas etapas del cultivo, por ejemplo: para promover el macollamiento, al inicio de la formación de primordio floral, etc. Cuando las aplicaciones de fertilizantes son apropiadas, el cultivo crece y desarrolla muy

bien, obteniéndose buenos rendimientos y una adecuada humedad del suelo para una alta productividad del cultivo.

Las aplicaciones de Cianamida Cálcica + Urea mostró mejoramiento de las condiciones fisiológicas y morfológicas del cultivo, este logró un desarrollo adecuado, incrementando el crecimiento de la plantas y la calidad de la cosecha, especialmente con la aplicación de dosis de 150 kg/ha + 200 kg/ha de urea. Esto concuerda con lo manifestado ALZ Chem (2017) quienes manifiestan que la aportación gradual y uniforme de Nitrógeno es una de las principales características de PERLKA. La Diciandamida formada durante el proceso de transformación en el suelo, inhibe la actividad de las bacterias Nitrosomonas, responsables de la transformación del Nitrógeno amoniacal en Nitrógeno nítrico y posteriormente en Nitrato, de ahí que el Nitrógeno contenido en PERLKA, vaya liberándose lentamente.

Ese Nitrógeno permanece retenido en la fracción coloidal del suelo, lo que evita el fenómeno de la lixiviación o pérdida en las capas más profundas del suelo, le confiere una mayor eficiencia por unidad de Nitrógeno y reduce sensiblemente los problemas de contaminación de las aguas subterráneas.

El mayor rendimiento de grano se obtuvo con Cianamida Cálcica + Urea, la cuales aumentaron la producción de una manera gradual, ya que el uso de PERLKA está también indicado en suelos fatigados por un prolongado sistema de monocultivo, por implantación de cultivos plurianuales o por una alta intensificación en el régimen productivo.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados encontrados generan las siguientes conclusiones:

1. La aplicación de Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha logró plantas con mayor altura mejorando el comportamiento agronómico.
2. La aplicación de Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha obtuvo mayor número de macollos y panículas.
3. Mayor longitud de panículas se logró con la aplicación Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha.
4. Las variables días a la floración y cosecha reportaron mayor número de días con la aplicación de Cianamida Cálcica 250 kg/ha.

5. La variable numero de granos tuvo en la aplicación de Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha mayor cantidad.
6. El peso de grano fue mayor cuando se aplicó Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha.
7. El mayor rendimiento se presentó con Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (6,36 t/ha)
8. El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha mayor cantidad alcanzó mayor utilidad con \$668,65.

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Realizar aplicaciones de Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha para incrementar el rendimiento de grano de arroz.
2. Emplear para la siembra del cultivo la variedad INIAP-16 por su buen comportamiento agronómico en la zona de estudio.
3. Realizar trabajos similares con otros genotipos, fertilizantes y condiciones de manejo.

VII. RESUMEN

En los terrenos de la finca Don Bolo propiedad del Sr. Bolivar Toalombo, en el cantón Babahoyo, fue establecido un ensayo en la variedad de arroz INIAP-16, en el cual se evaluó cianamida cálcica sola y en mezclas. Con esto se midió los efectos de las dosis de productos sobre el comportamiento agronómico y un análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos. Se utilizó el diseño experimental bloques completos al azar, con 12 tratamientos y tres repeticiones. Se evaluaron las variables: altura de planta, número de macollos, número de panículas, longitud de panículas, número de granos por panícula, peso de 100 granos, días a floración, días a cosecha, rendimiento de grano y análisis económico. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia, y se aplicó la prueba de Tukey al 95% de probabilidad para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos. Analizados los resultados experimentales, encontró efectos significativos en varias características agronómicas de las dosis de cianamida cálcica complementarios a la fertilización edáfica. El

resultado de la aplicaciones mostró mejoramiento de las condiciones fisiológicas y morfológicas de la plantación, el cultivo logró un desarrollo adecuado, aumentando el crecimiento de la plantas y la calidad de la cosecha. El mayor rendimiento se presentó con Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (6,36 t/ha). El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha mayor cantidad alcanzó mayor utilidad con \$668,65.

Palabras Claves: Producción, Calcio, Arroz, Fertilización

VIII. SUMMARY

In the lands of the Las Delicias farm owned by Mr. Erme Briones, in the Simón Bolívar-Guayas canton, an assay was established in the Nidera N-70 hybrid corn, in which calcium cyanamide was evaluated alone and mixed in the crop of corn. With this, the effects of the doses of products on the agronomic behavior and an economic analysis of the grain yield according to the cost of the treatments were measured. The randomized complete blocks experimental design was used, with 12 treatments and three repetitions. The variables were evaluated: days to flowering, height of plant, height of insertion of ears, ears per plant, diameter of ears of corn, length of ears, relation grain / grass, weight of ears of corn; weight of 100 grains and grain yield. The evaluated variables were subjected to the analysis of variance, and the Tukey test was applied at 95 % probability to determine the statistical difference between the means of the treatments. Analyzed the experimental results, found significant effects in several agronomic characteristics of the doses of calcium cyanamide complementary to the edaphic fertilization. With regard to days to flowering and harvest, no statistical significance was reported between the treatments. The result of the applications showed improvement of the physiological

and morphological conditions of the plantation, the crop achieved an adequate development, increasing the growth of the plants and the quality of the harvest. The highest yield was presented with Urea 200 kg / ha + Calcium Cyanamide 150 kg / ha (8.33 t / ha). The treatment Urea 200 kg / ha + Calcium Cyanamide 150 kg / ha greater amount reached greater utility with \$ 860.59.

Key Works: Production, Calcium, Rice, Fertilization.

IX. LITERATURA CITADA

1. Agritec. 2010. Importancia de la nutrición vegetal. Disponible en http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=57:importancia-de-la-nutricion-vegetal&catid=22:articulos-tecnicos
2. ALZ-Chem. 2017. PERLKA, Cianamida Cálcica Granulada: Fertilizante para la recuperación de suelos fatigados con efectos secundarios sobre hongos, nemátodos, Insectos y malezas. Manual Técnico. Mexico. 12p.
3. Amores, F., Mite, F., Carrillo, M. 2010. Manejo de la fertilidad en arroz; Manual Técnico N° 28. INIAP, Estación Experimental Pichilingue, Qveevdo. 24p.
4. Attanandana, T., Yost, R. 2004. Estrategia de manejo de nutrientes por sitio específico en arroz. Instituto de la Potasa y Fósforo. Informaciones. Agronómicas N° 53. p 1-4.
5. Barber, S. 2007. Alcance nuevas metas en el rendimiento del maíz. La Hacienda (EE.UU) 62 (2):63.
6. BASF. (s.f.p). La nutrición de las plantas. Boletín Técnico. 16p.
7. Below, F. 2002. Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada de maíz. Instituto de la Potasa y Fósforo. Informaciones. Agronómicas N° 54. pp:3-9.

8. CIAT. (2005). Arroz: Investigación y Producción. Los macro nutrientes en la nutrición de la planta de arroz, Editorial CIAT, 4 ed. Colombia. p 108.
9. Colina, E. 2016. Efectos de la aplicación de las micorrizas en sistemas de producción en el cultivo de cacao nacional, en la zona de Febres-Cordero, provincia de Los Ríos. Tesis de Investigación Magister en Agroecología y Agricultura Sostenible. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil. 85p.
10. FAO. 2002. *Los fertilizantes y su uso*. (en línea). Disponible en ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuse_s.pdf
11. Franquet, J. 2018. *El nuevo sistema de siembra en seco del arroz*. Primera edición, febrero de 2018. Edita: Comunitat de Regants – Sindicat Agrícola de l'Ebre. 58p. ISBN: 978-84-697-5393-4
12. Instituto Internacional de nutrición de plantas - IPNI. 2011. Manual de fertilización para el cultivo del arroz en Latinoamérica. IPNI, México, 3 ed. p 15-98.
13. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 2004. El Cultivo del arroz en Venezuela. Maracay: INIA. Editorial UZ. 125p.
14. INTA-Instituto Nicaragüense de tecnología Agropecuaria. 2011. *Guía tecnológica del cultivo de arroz*. Edición No 5. FONTAGRO Proyecto FTG-311/05, Tecnologías INTA. 40p.
15. INIAP. 2008. Variedad de arroz tiene menos riesgos (en línea). Consultado 7 ago 2019. Disponible en www.eluniverso.com.
16. Medina, M. 2017. *Efecto del Programa Nutrición de Alto Rendimiento (NAR), complementario a la fertilización química en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.), en la zona de Babahoyo*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo. 49p.
17. Merchán, M., Valverde, F., Novoa, V. Pumisacho, M. 2006. Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado de suelos en el cultivo de arroz. Quevedo. Aprocico-UTEQ. 216 p.
18. Palma, O. 2011. Determinación del potencial de rendimiento de grano de las variedades de arroz `INIAP 15´, `INIAP 16´, `F - 50´ Y `F - 21´ En presencia

del bioestimulante orgánico razormin”. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería agronómica.

19. Peralvo Lupera, D. 2010. Importancia de la nutrición vegetal. Disponible en http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=57:importancia-de-la-nutricion-vegetal&catid=22:articulos-tecnicos
20. Pilaloo, W., Alvarado, A., Pacheco, E. 2017: “Reducción de la fertilización edáfica con aplicación de fertilizantes foliares en cultivo de arroz”, Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible, n. 29 (junio 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/delos/29/fertilizacion-arroz.html>
21. RiceTEC. 2014. *Recomendaciones para el manejo del cultivo de arroz*. Catalogo Empresarial. Semillas del valle, Colombia pdf. 23p.
22. Rengel, M. 2004. Crecimiento y dinámica de acumulación de nutrientes en arroz en Venezuela. Instituto de la Potasa y Fósforo. Informaciones Agronómicas N° 53. pp:9-1.
23. Rodríguez, F. 2008. Fertilizantes: Nutrición vegetal. México. Editorial Limusa. 155p.
24. Sutton, W. 2012. *Our nutrient world: The challenge to produce more food and energy with less pollution*. Disponible en: <http://initrogen.org/index.php/publications/our-nutrient-world/>.
25. SAG. 2003. Obtenido de MANUAL TÉCNICO PARA EL CULTIVO DE ARROZ (Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras: <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
26. Santos, P.E. 2009. Efectos de la fertilización foliar y edáfica sobre el rendimiento de grano en el arroz variedad ‘Iniap 16’. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. 88p.
27. Smil, V., Travis, P. 2009. Long-range Perspectives in Inorganic Fertilizers in Global Agriculture. Editado por IFDC. Vol. 1. Alabama: Hignett Lecture.

28. Sideman, E. 2006. *Los Fundamentos de la Fertilidad del Suelo Orgánico*.
En: Fertilidad del Suelo y Manejo de Riego. Farmer Education Program (PEPA) Resource Guide. Agriculture & Land-Based Training Association (ALBA)-2012. 52p.
29. Steward, W. 2001. Fertilizante y el ambiente. Instituto de la Potasa y el Fosforo. *Informaciones Agronómicas*. N° 44. pp 6-7.
30. Trenkel, W.M. 2007. Fertilizantes y el Ambiente. Instituto Internacional de nutrición de plantas. *Informaciones Agronómicas*. No 44. pp. 6-7.

Apendice



Figura 2. Distribución de tratamientos



Figura 3. Aplicación de tratamientos.



Figura 4. Estaquillo y distribución de parcelas.



Figura 5. Diferencias entre tratamientos.

Apendice 1. ALTURA DE PLANTA
ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	663.937500	66.393753	6.0807	0.000
BLOQUES	3	148.531250	49.510418	4.5344	0.010
ERROR	30	327.562500	10.918750		
TOTAL	43	1140.031250			

C.V. = 4.568900%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA **

74,54 bc
 69,10 de
 70,90 ab
 73,75 c
 71,89 cd
 76,64 b
 83,09 a
 70,60 cd
 77,15 bc
 71,85 cd
 73,42 c

63,00 e

Apendice 2. NUMERO DE MACOLLOS

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	134409.000000	13440.900391	28.0106	0.000
BLOQUES	3	896.500000	298.833344	0.6228	0.609
ERROR	30	14395.500000	479.850006		
TOTAL	43	149701.000000			

C.V. = 6.965680%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA **

336,25 bc

221,25 f

286,25 de

358,50 b

256,00 ef

391,00 a

358,25 b

276,50 de

353,25 b

296,50 d

275,25 de

211,25 g

Apendice 3. NUMERO DE PANICULAS

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	120102.750000	12010.275391	27.7860	0.000
BLOQUES	3	780.000000	260.000000	0.6015	0.623
ERROR	30	12967.250000	432.241669		
TOTAL	43	133850.000000			

C.V. = 6.996395%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
-------------	-------

318,25 bc

209,00 f

270,50 de

337,00 b

242,00 e

369,50 a

327,50 bc

261,25 de

333,75 bc

280,00 c

260,00 de

291,66 c

Apendice 4. GRANOS PANICULA
ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	2499.906250	249.990631	6.0852	0.000
BLOQUES	3	192.796875	64.265625	1.5643	0.218
ERROR	30	1232.453125	41.081772		
TOTAL	43	3925.156250			

C.V. = 4.0506959%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
-------------	-------

140,50 b
131,25 bc
142,75 b
151,00 b
149,00 b
177,25 a
136,75 bc
139,75 bc
132,50 bc
140,25 bc
129,75 bc

120,33 c

Apendice 5. LONGITUD DE PANICULA

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	308.718750	30.871876	16.6969	0.000
BLOQUES	3	8.531250	2.843750	1.5380	0.224
ERROR	30	55.468750	1.848958		
TOTAL	43	372.718750			

C.V. = 10,2059404%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA **

20,75 bc

20,15 bc

19,25 bc

20,50 bc

20,20 bc

24,12 a

21,40 b

20,35 bc

20,00 bc

20,40 bc

18,97 c

20,33 bc

Apendice 6. PESO DE GRANOS
ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	173.750000	17.375000	11.5353	0.000
BLOQUES	3	14.062500	4.687500	3.1120	0.040
ERROR	30	45.187500	1.506250		
TOTAL	43	233.000000			

C.V. = 1.481100%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA **

20,90 bc
20,90 bc
21,38 b
21,00 b
21,35 b
24,72 a
20,98 b
21,32 b
21,22 b
19,20 c
20,90 bc

20,90 bc

Apendice 7. DIAS FLORACION

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	20.496094	2.049609	3.0370	0.009
BLOQUES	3	4.910156	1.636719	2.4252	0.084
ERROR	30	20.246094	0.674870		
TOTAL	43	45.652344			

C.V. = 4.050449%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO MEDIA

77,25 b
83,25 a
78,25 b
75,00 c
76,00 bc
76,25 bc
76,25 bc
75,00 c
76,25 bc
77,25 b

72,25 cd

71,75 d

Apendice 8. DIAS COSECHA

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	26.986328	2.698633	30.5236	0.000
BLOQUES	3	0.066406	0.022135	0.2504	0.861
ERROR	30	2.652344	0.088411		
TOTAL	43	29.705078			

C.V. = 1.806622%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
-------------	-------

111,25 bc

123,25 a

112,25 bc

112,00 bc

110,00 c

114,25 bc

113,25 bc

116,00 bc

113,25 bc

116,25 bc

116,25 bc

117,75 b

Apendice 8. RENDIMIENTO
ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	10	24701888.000000	2470188.750000	17.3494	0.000
BLOQUES	3	1806720.000000	602240.000000	4.2298	0.013
ERROR	30	4271360.000000	142378.671875		
TOTAL	43	30779968.000000			

C.V. = 9.336305%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
-------------	-------

4812,50 bc
4108,50 d
4883,25 bc
4431,25 c
5624,75 ab
6365,75 a
4731,25 bc
4738,00 bc
4799,00 bc
4472,25 c
4490,50 c

3290,50 e