



**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:**

“Influencia de la cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de maíz en la zona de Simón Bolívar, Guayas”

**AUTOR**

Erme Benigno Briones Caicedo

**TUTOR**

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Mg Sc.

Babahoyo – Los Rios – Ecuador

2019



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo directivo, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

"Influencia de la cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre  
la producción de grano de maíz en la zona de Simón Bolívar, Guayas"

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Ing. Agr. Álvaro Pazmiño Pérez, MSc

**PRESIDENTE.**

Ing. Agr. Darío Dueñas Alvarado, MBA

**VOCAL PRINCIPAL**

Ing. Agr. Yary Ruiz Parrales, MBA

**VOCAL PRINCIPAL**

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

  
*Erme Briones Calcedo*

## 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. 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 por siempre....

## **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.

# INDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>1.1. Objetivos</b> .....	4
<b>1.1.1 Objetivo General</b> .....	4
<b>1.1.2 Objetivos Específicos</b> .....	4
<b>1.2. Hipótesis</b> .....	4
<b>2.1. El cultivo de maíz</b> .....	5
<b>2.1. Fertilización</b> .....	6
<b>2.2. Productos</b> .....	13
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	15
<b>3.1. Características del sitio experimental</b> .....	15
<b>3.2. Material de siembra</b> .....	15
<b>3.3. Variables Estudiadas</b> .....	16
<b>3.4. Métodos</b> .....	16
<b>3.5. Tratamientos</b> .....	16
<b>3.6. Diseño experimental y análisis funcional</b> .....	16
<b>3.6.1. Análisis de varianza</b> .....	17
<b>3.6.2. Características del área experimental</b> .....	17
<b>3.6.3. Análisis funcional</b> .....	17
<b>3.7. Manejo del Ensayo</b> .....	17
<b>3.7.2 Siembra</b> .....	18
<b>3.7.3 Control de malezas</b> .....	18
<b>3.7.4 Control fitosanitario</b> .....	18
<b>3.7.5 Riego</b> .....	19
<b>3.7.6 Fertilización</b> .....	19
<b>3.7.7 Cosecha</b> .....	19
<b>3.8. Datos Evaluados</b> .....	19

3.8.1	Altura de planta a cosecha .....	19
3.8.2	Altura de inserción.....	20
3.8.3	Longitud de mazorca.....	20
3.8.4	Diámetro de mazorca .....	20
3.8.5	Días a floración .....	20
3.8.6.	Número de granos por mazorca.....	20
3.8.7	Peso de 100 semillas.....	20
3.8.8	Días a la cosecha.....	21
3.8.9	Rendimiento por hectárea. ....	21
3.8.10	Análisis económico.....	21
3.8.11	Relación grano/tuza.....	21
IV.	RESULTADOS .....	22
4.1.	Altura de planta.....	22
4.2.	Altura de inserción.....	23
4.3.	Días a floración .....	24
4.5.	Longitud de mazorca.....	26
4.7.	Número de granos/mazorca .....	28
4.8.	Relación Grano-Tuza .....	29
4.9.	Peso de 1000 granos .....	30
4.10.	Rendimiento.....	31
4.11.	Evaluación económica.....	32
V.	DISCUSIÓN.....	33
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	35
VII.	RESUMEN.....	37
VIII.	SUMMARY .....	38
IX.	LITERATURA CITADA .....	39
	Apendice.....	42

## I. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de maíz, se estima en más de 800 millones de toneladas métricas por año, de éstas 730 millones son de maíz amarillo y 70 millones de maíz blanco. El maíz amarillo se destina para la agroindustria y el maíz blanco para consumo humano. Según la FAO (2007-2010), el maíz tiene importancia al aspecto de seguridad alimentaria en los países que basan su dieta en los granos básicos<sup>1</sup>.

En el Ecuador, el cultivo de maíz duro representa uno de los más importantes para salvaguardar la seguridad alimentaria de sus habitantes (tanto para el consumo humano, así como para el consumo animal a través de balanceados). Además, el cultivo contribuye con el 2% del PIB agrícola nacional, involucrando alrededor de cien mil familias en la actividad productiva<sup>2</sup>.

La producción de maíz duro se encuentra altamente polarizada en la costa ecuatoriana, en forma de monocultivo; según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, en el año 2017, se cosecharon 248 424 ha, en contraste con las 38 077 ha registradas en la región sierra. La producción del cultivo está concentrada en las provincias de Los Ríos con 139 156 ha, Manabí con 56 009 ha, Guayas con 44 817 ha y Loja con 25 733 ha cosechadas. La producción total a nivel nacional para el año 2017 fue de 1,130 522 t<sup>3</sup>.

Dentro del manejo tecnológico de los híbridos, es importante la aplicación de un programa de fertilización mineral completa, balanceado y oportuno, para lo cual se requiere de un análisis de suelo y foliar, así como también, pruebas

---

<sup>1</sup>Fuente: Cruz, O. (2015). *Manual para el cultivo del maíz*. Programa Nacional de Maíz – DICTA Tegucigalpa, M. D. C. 2013 Honduras, C. A. 27p.

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

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

experimentales que den pautas sobre las complejas interacciones que ocurren en el suelo. Así, debido a los problemas de materia orgánica, es conveniente que la nutrición mineral se complemente con la parte orgánica y biológica que permita maximizar los rendimientos del grano y la calidad de la cosecha.

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.

En el cantón Simón Bolívar, el cultivo del maíz está expuesto a la incidencia de un sinnúmero de problemas de origen edáfico, los que pueden causar pérdidas económicas al productor, para tal efecto ellos aplican una gran cantidad de productos fertilizantes de variada eficiencia, desconociendo la existencia de productos alternativos, que ayudarían a la disminución de la utilización de fertilizantes convencionales, los cuales generan problemas de tipo económico, social y ambiental.

La mala utilización y dependencia de los fertilizantes químicos, en la zona sumada a las malas prácticas agronómicas, han hecho que los suelos se estén degradando rápidamente, existiendo una problemática de actualidad muy grande para el sector.

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.

## **1.1. Objetivos.**

### **1.1.1 Objetivo General**

Evaluar la influencia de la cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de maíz en Simón Bolívar.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

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

## **1.2. Hipótesis**

La utilización de nuevas alternativas de fertilización biológica para el cultivo de maíz, aumentará el rendimiento de grano.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El cultivo de maíz

La fertilización de un cultivo comprende varios aspectos, los cuales tienen que ser planeados cuidadosamente para obtener el mayor rendimiento. Así, el maíz es un cultivo exigente en nutrientes por lo que es necesario determinar la cantidad adecuada que debe aplicarse a un suelo para alcanzar un rendimiento aceptable (Barber, 2007).

Stewar (2001) expresa que la fertilización balanceada incrementa la eficiencia del uso de los nutrientes y por esta razón existe menor probabilidad de que los nutrientes se pierdan por lixiviación o escorrentía superficial. Asimismo, la fertilización balanceada también afecta positivamente la eficiencia del uso del agua. 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.

Cuando se usa nitrógeno y fósforo en programas desbalanceados de fertilización, estos nutrientes pueden aplicarse en exceso a la demanda, lo que resulta en pérdidas que contribuyen a la carga de nutrientes en arroyos, ríos y otros cuerpos de agua. El uso desbalanceado de fertilizantes también causa degradación del suelo, particularmente cuando se usan solamente fertilizantes nitrogenados que promueven la renovación de fósforo y potasio del suelo, que no son repuestos con la adición de fertilizantes portadores de estos nutrientes (Attanandana y Yost, 2004).

Los rendimientos de una plantación de maíz están en función de los nutrientes disponibles en el suelo, especialmente del que se encuentra en menor cantidad y del potencial de producción de la variedad o híbrido que se siembra en

una determinada zona. Para un adecuado plan de fertilización se debe consultar con un especialista, el mismo que esta en capacidad de recomendar lo más conveniente (Amores, Mite y Carrillo, 2010).

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 en maíces híbridos 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 32 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 (Pilalola, Alvarado y Pacheco, 2017).

Rodríguez (2004) menciona que el maíz 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.

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 Tom/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/m<sup>2</sup>, 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 las 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 maíz se recomienda dosis de 100 a 140 kg/ha de N, 40 a 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 1000 kg/ha de K<sub>2</sub>O. 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.

.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Características del sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizará en los terrenos de la finca Las Delicias propiedad del Sr. Erme Briones, en el cantón Simón Bolívar –Guayas. Las coordenadas UTM son 679311 E y 9778615 N, con una altura de 17 msnm<sup>4</sup>.

La zona tiene un clima tropical, con una temperatura media anual de 24,7 °C, precipitación anual 1 815 mm, humedad relativa de 84 %<sup>5</sup>. El suelo es profundo de textura arcillosa, drenaje y fertilidad regular<sup>6</sup>.

#### 3.2. Material de siembra

Se empleará como material de siembra el híbrido de maíz NS-70 (Nidera semillas), cuyas características agronómicas son<sup>7</sup>:

Tipo de híbrido:	Triple
Ciclo vegetativo:	120 días
Días a la floración:	52 – 53 días
Altura de la planta:	2,50 m
Altura de inserción de la mazorca:	1,20 m
Longitud de la mazorca:	18,5 cm
Número de hileras por mazorca:	14 – 18
Acame de raíz y tallo:	Resistente
Tolera enfermedades como:	Curvularia, Mancha de asfalto, Cinta roja.
Color de grano:	Amarillo anaranjado
Rendimiento:	9195.5 kg/ha ( <sup>8</sup> )

---

<sup>4</sup> Fuente: Datos tomados de anuario Instituto Geográfico Militar, 2018.

<sup>5</sup> Fuente: Datos obtenidos de la estación Meteorológica INAHMI-Milagro, 2017.

<sup>6</sup> Fuente: Mapa de suelos SECS, 2017

<sup>7</sup> Fuente: [www.nidera.com](http://www.nidera.com)

<sup>8</sup> Fuente: Ecuaquímica, 2016

### 3.3. Variables Estudiadas

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del cultivo.

Variable independiente: Dosis de fertilizante cianamida cálcica.

### 3.4. Métodos

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

### 3.5. Tratamientos

Cuadro 1. Tratamientos estudiados. Simón Bolívar, 2018

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

Para el presente trabajo utilizó el diseño experimental "Bloques al azar" con 12 tratamientos y 3 repeticiones.

### 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 <sup>2</sup>
Área total del experimento	: 820 m <sup>2</sup>

### 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 del suelo consistió en un pase de arado y uno de rastradura liviana en sentidos contrarios, con el fin de que el suelo quede completamente suelto para asegurar una buena germinación de las semillas.

### **3.7.2 Siembra**

La siembra se realizó en forma manual, utilizando un espeque, depositando una semilla por sitio, a la distancia 0,80 x 0,20 m entre hileras y plantas, respectivamente, obteniendo una población de 62 500 plantas por hectárea.

La semilla se impregnó con el insecticida Semevin en dosis de 20 cm<sup>3</sup> 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 Atrazina, 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**

En la edad de 25 días después de la siembra se realizó la aplicación del insecticida Curacron (Profenofos) en dosis de 500 cc/ha para el control *Spodoptera frugiperda*. Luego a los 37 días después de la siembra se aplicó al cogollo de las plantas, el insecticida Karate Zeon (Lamdacihalotrina) en dosis de 0,35 L/ha, para el control de barrenadores. A los 45 días se aplicó Diazinon para el ataque de gusano ejército y chupadores de hojas en dosis de 1,0 L/ha.

### **3.7.5 Riego**

El ensayo se realizó bajo condiciones de lluvia (secano), por este motivo no se aplicó riegos a la plantación.

### **3.7.6 Fertilización**

El programa de fertilización estará basado en niveles de rendimiento según escalas del IPNI (6000 kg/ha). Para el efecto la aplicación se realizó a los 0,25 y 35 días después de la siembra.

El fertilizante de base fue con 23 kg/ha de  $P_2O_5$  y 90 kg/ha  $K_2O$  al momento de la siembra, quedando incorporado. El nitrógeno se aplicó fraccionando la dosis puesta en el cuadro de tratamientos. Como fuente de fósforo y potasio, se aplicaron los fertilizantes Superfosfato triple y Muriato de potasio, respectivamente. 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 tratamientos fertilizantes foliares se realizó a las épocas indicadas con una bomba de aspersion 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 tomó lecturas de diez plantas al azar y se registró en metros. Se evaluó a la cosecha, desde el cuello de la raíz hasta la hoja más sobresaliente.

### **3.8.2 Altura de inserción**

Se determinó por la distancia comprendida entre el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la mazorca principal; tomando diez plantas tomadas al azar por parcela experimental al momento de la cosecha, expresando en metros.

### **3.8.3 Longitud de mazorca**

En cada parcela experimental se colectó al azar 10 mazorcas, la longitud desde la base hasta la punta de la mazorca, el promedio se expresó en centímetros.

### **3.8.4 Diámetro de mazorca**

En cada unidad experimental se eligieron al azar 10 mazorcas, se midió el diámetro en el tercio medio, el promedio se expresó en centímetros. Se usó un calibrador.

### **3.8.5 Días a floración**

La floración se determinó por el tiempo transcurrido desde la siembra hasta cuando el 50 % de las plantas de cada parcela experimental, presenten flores femeninas y panojas emitiendo polen.

### **3.8.6. Número de granos por mazorca**

Se tomaron al azar 10 mazorcas en cada parcela experimental y se procedió a contar el número de granos sin defectos de esta.

### **3.8.7 Peso de 100 semillas**

Se escogieron 100 granos por unidad experimental, teniendo cuidado de que los granos estuvieran libre de daños de insectos y enfermedades; luego se pesaron en una balanza de precisión, expresando en gramos.

### **3.8.8 Días a la cosecha**

Estuvo determinada por el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la cosecha de las mazorcas, en cada parcela experimental.

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

Se determinó por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, el porcentaje de humedad se ajustó al 13 % y su peso se transformó a toneladas por hectárea. Se empleó la siguiente fórmula para ajustar los pesos<sup>9</sup>.

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

Pu= Peso uniformizado

Pa= Peso actual

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada

### **3.8.10 Análisis económico.**

Con los rendimientos encontrados y los costos del ensayo, se realizó un análisis económico basado en el costo de los tratamientos.

### **3.8.11 Relación grano/tusa**

Se tomaron al azar 10 mazorcas por parcela experimental, posteriormente se desgranaron y se procedió a pesar separadamente grano y tusa, estableciéndose la relación por división.

---

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

## 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 1,8 %.

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 tratamiento Nitrato de amonio 300 kg/ha (1,97 m) el menor promedio.

Cuadro 1. Altura de planta con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de maíz. Simón Bolívar, 2019.

Sistema de labranza	Dosis kg/ha	Altura m
Cianamida Cálcica	200	2,31 b
Cianamida Cálcica	250	2,26 c
Cianamida Cálcica	300	2,31 b
Cianamida Cálcica	350	2,37 b
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	2,32 b
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	2,60 a
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	2,30 c
Urea	250	2,38 b
Urea	300	2,30 c
Nitrato de amonio	300	1,97 d
Nitrato de amonio	350	2,17 c
Control	0	1,99 d
Promedio general		2,09
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		1,8

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

\*\*= altamente significativo

## 4.2. Altura de inserción

En el Cuadro 2 se aprecian los promedios de la altura de inserción a la mazorca, se determinó alta significancia estadística, presentándose un coeficiente de variación de 7,74 %.

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (1,31 m) reportó mayor promedio, siendo este estadísticamente superior a los demás tratamientos, presentándose en el tratamiento Nitrato de amonio en dosis de 300 kg/ha (0,94 m) el menor promedio.

Cuadro 2. Altura de inserción con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de maíz. Simón Bolívar, 2019.

Sistema de labranza	Dosis kg/ha	Altura m
Cianamida Cálcica	200	1,01 b
Cianamida Cálcica	250	1,07 b
Cianamida Cálcica	300	1,07 b
Cianamida Cálcica	350	1,04 b
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	1,18 b
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	1,31 a
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	1,06 b
Urea	250	1,11 b
Urea	300	1,01 b
Nitrato de amonio	300	0,94 c
Nitrato de amonio	350	1,06 b
Control	0	1,03 b
Promedio general		1,06
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		7,74

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

\*\*= altamente significativo

### 4.3. Días a floración

Los valores promedios de días a floración, según el análisis de varianza no tuvieron diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación 6,22 % (Cuadro 3).

El tratamiento Urea 300 kg/ha presentó mayor promedio (54,66 días), teniendo el menor promedio el tratamiento Nitrato de amonio en dosis de 300 kg/ha (51,0 días).

Cuadro 3. Días a floración con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de maíz. Simón Bolívar, 2019.

Sistema de labranza	Dosis kg/ha	Días
Cianamida Cálcica	200	54,00
Cianamida Cálcica	250	53,66
Cianamida Cálcica	300	52,66
Cianamida Cálcica	350	52,66
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	53,66
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	53,66
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	54,00
Urea	250	52,66
Urea	300	54,66
Nitrato de amonio	300	51,00
Nitrato de amonio	350	54,00
Control	0	53,66
Promedio general		53,06
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		6,22

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

Ns= no significativo

#### 4.4. Días a cosecha

Los valores promedios de días a cosecha, como indica el análisis de varianza no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación 4,61 % (Cuadro 4).

El tratamiento Urea 300 kg/ha presentó mayor promedio (122,66 días), teniendo el menor promedio el tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (120,33 días).

Cuadro 4. Días a cosecha con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de maíz. Simón Bolívar, 2019.

Sistema de labranza	Dosis kg/ha	Días
Cianamida Cálcica	200	122,00
Cianamida Cálcica	250	119,50
Cianamida Cálcica	300	122,00
Cianamida Cálcica	350	121,66
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	120,66
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	120,33
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	118,66
Urea	250	121,66
Urea	300	122,66
Nitrato de amonio	300	121,66
Nitrato de amonio	350	123,66
Control	0	120,33
Promedio general		121,33
Significancia estadística		Ns
Coeficiente de variación (%)		4,61

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

Ns= no significante

#### 4.5. Longitud de mazorca

En el Cuadro 5 se estiman los promedios de longitud de mazorca, se determinó alta significancia estadística, presentándose un coeficiente de variación de 3,05 %.

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (21,45 cm) logró mayor promedio, siendo este estadísticamente superior a los demás tratamientos, presentándose en el tratamiento Nitrato de amonio en dosis de 300 kg/ha (16,70 cm) el menor promedio.

Cuadro 5. Longitud de mazorcas con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de maíz. Simón Bolívar, 2019.

Sistema de labranza	Dosis kg/ha	Longitud cm
Cianamida Cálcica	200	18,35 c
Cianamida Cálcica	250	18,31 b
Cianamida Cálcica	300	19,31 b
Cianamida Cálcica	350	19,28 b
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	18,38 c
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	21,25 b
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	20,05 a
Urea	250	19,13 b
Urea	300	19,03 b
Nitrato de amonio	300	16,51 e
Nitrato de amonio	350	18,71 d
Control	0	18,26 d
Promedio general		18,93
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		3,05

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

\*\*= altamente significativo

#### 4.6. Diámetro de mazorca

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

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (5,60 cm) logró mayor promedio, siendo este estadísticamente superior a los demás tratamientos, presentándose en el tratamiento Nitrato de amonio en dosis de 300 kg/ha (5,11 cm) el menor promedio.

Cuadro 6. Diámetro de mazorcas con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de maíz. Simón Bolívar, 2019.

Sistema de labranza	Dosis kg/ha	Diámetro cm
Cianamida Cálcica	200	5,39 c
Cianamida Cálcica	250	5,40 c
Cianamida Cálcica	300	5,50 b
Cianamida Cálcica	350	5,46 b
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	5,39 c
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	5,60 a
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	5,48 b
Urea	250	5,40 c
Urea	300	5,44 b
Nitrato de amonio	300	5,11 d
Nitrato de amonio	350	5,45 b
Control	0	5,42 b
Promedio general		5,32
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		3,05

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

\*\*= altamente significativo

#### 4.7. Número de granos/mazorca

El Cuadro 7 se presentan los valores del número de grano por mazorca, se encontró alta significancia estadística, viéndose un coeficiente de variación de 4,11 %.

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (440 granos/mazorca) logró mayor promedio, siendo este estadísticamente superior a los demás tratamientos, presentándose en el testigo en dosis de 300 kg/ha (265 granos/mazorca) el menor promedio.

Cuadro 7. Número de granos con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de maíz. Simón Bolívar, 2019.

Sistema de labranza	Dosis kg/ha	Granos
Cianamida Cálcica	200	390,00 c
Cianamida Cálcica	250	370,00 c
Cianamida Cálcica	300	400,00 c
Cianamida Cálcica	350	410,00 b
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	380,00 c
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	440,00 a
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	400,00 b
Urea	250	400,00 b
Urea	300	390,00 c
Nitrato de amonio	300	300,00 d
Nitrato de amonio	350	396,00 b
Control	0	265,00 d
Promedio general		388,00
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		4,11

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

\*\*= altamente significativo

#### 4.8. Relación Grano-Tuza

El Cuadro 8 muestra los valores de la relación grano/tuza, el análisis de varianza determinó alta significancia estadística, viéndose un coeficiente de variación de 1,99 %.

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (3,65) logró mayor promedio, siendo este estadísticamente superior a los demás tratamientos, presentándose en el tratamiento Cianamida Cálcica 200 kg/ha (3,16) el menor promedio.

Cuadro 8. Relación grano-tuza con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de maíz. Simón Bolívar, 2019.

Sistema de labranza	Dosis kg/ha	Relación
Cianamida Cálcica	200	3,16 d
Cianamida Cálcica	250	3,24 b
Cianamida Cálcica	300	3,46 c
Cianamida Cálcica	350	3,53 b
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	3,33 b
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	3,65 a
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	3,42 c
Urea	250	3,40 c
Urea	300	3,35 b
Nitrato de amonio	300	3,36 b
Nitrato de amonio	350	3,43 b
Control	0	3,34 b
Promedio general		3,52
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		1,99

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

\*\*= altamente significativo

#### 4.9. Peso de 1000 granos

En el Cuadro 9 se aprecian los promedios del peso de granos, no se determinó significancia estadística, presentándose un coeficiente de variación de 12,31 %.

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (39,63 g) reportó mayor promedio siendo este mayor a los demás tratamientos, teniéndose en el tratamiento Cianamida Cálcica en dosis de 250 kg/ha (36,68 g) el menor promedio.

Cuadro 2. Peso de granos con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de maíz. Simón Bolívar, 2019.

<b>Sistema de labranza</b>	<b>Dosis kg/ha</b>	<b>Peso g</b>
Cianamida Cálcica	200	37,16
Cianamida Cálcica	250	36,68
Cianamida Cálcica	300	37,13
Cianamida Cálcica	350	37,68
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	39,38
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	39,63
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	39,15
Urea	250	38,26
Urea	300	38,23
Nitrato de amonio	300	39,29
Nitrato de amonio	350	38,65
Control	0	36,95
Promedio general		38,45
Significancia estadística		Ns
Coeficiente de variación (%)		12,31

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

Ns= No significativo

#### 4.10. Rendimiento

El Cuadro 10 muestra los valores del rendimiento de t/ha, el análisis de varianza determinó alta significancia estadística, viéndose un coeficiente de variación de 3,16 %.

El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (8,33 t/ha) logró mayor promedio, siendo este estadísticamente superior a los demás tratamientos, reportándose en el tratamiento Cianamida Cálcica 350 kg/ha (5,18 t/ha) el menor promedio.

Cuadro 8. Rendimiento por hectárea con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de maíz. Simón Bolívar, 2019.

Sistema de labranza	Dosis kg/ha	t/ha
Cianamida Cálcica	200	6,81 c
Cianamida Cálcica	250	6,73 c
Cianamida Cálcica	300	6,79 c
Cianamida Cálcica	350	5,18 e
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	6,35 c
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	8,33 a
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	6,73 b
Urea	250	7,12 b
Urea	300	7,06 b
Nitrato de amonio	300	6,58 d
Nitrato de amonio	350	7,34 b
Control	0	6,31 d
Promedio general		6,78
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación (%)		3,16

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

\*\*= altamente significativo

#### 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 \$860,59, mientras el menor ingreso fue reportado en Cianamida Cálcica 350 kg/ha con \$ -91,78.

Cuadro 11. Análisis económico de los tratamientos, con la aplicación cianamida cálcica como fertilizante nitrogenado sobre la producción de grano de maíz. Simón Bolívar, 2019.

Tratamiento	kg/ha	t/ha	Ingreso	Costo Fijos agroquímicos	Costo Fertilización	Costo Foliar	Costo de cosecha	Costo Total	Utilidad Neta
Cianamida Cálcica	200	6,81	1736,55	681,34	115	248	239,71	1284,05	452,50
Cianamida Cálcica	250	6,73	1716,15	681,34	115	310	236,90	1343,24	372,91
Cianamida Cálcica	300	6,79	1731,45	681,34	115	372	239,01	1407,35	324,10
Cianamida Cálcica	350	5,18	1320,9	681,34	115	434	182,34	1412,68	-91,78
Urea + Cianamida Cálcica	150 + 100	6,35	1619,25	681,34	115	191	223,52	1210,86	408,39
Urea + Cianamida Cálcica	200 + 150	8,33	2124,15	681,34	115	174	293,22	1263,56	860,59
Urea + Cianamida Cálcica	250 + 200	6,73	1716,15	681,34	115	232	236,90	1265,24	450,91
Urea	250	7,12	1815,6	681,34	115	125	250,62	1171,96	643,64
Urea	300	7,06	1800,3	681,34	115	150	248,51	1194,85	605,45
Nitrato de amonio	300	6,58	1677,9	681,34	115	150	231,62	1177,96	499,94
Nitrato de amonio	350	7,34	1871,7	681,34	115	175	258,37	1229,71	641,99
Control	0	6,31	1609,05	681,34	115	0	222,11	1018,45	590,60

## 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 maíz, los resultados muestran efectos significativos en varias características agronómicas del cultivo.

Las variables días a floración y cosecha, no se presentaron significancia estadística entre los tratamientos, lo que indica que las aplicaciones del producto y las otras fuentes no lograron influencia sobre estos factores, que normalmente depende más de condiciones ambientales 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 planta 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 Dicianamida 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

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

1. El comportamiento agronómico del cultivo de maíz, dio respuesta con la aplicación de Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha, donde el material de siembra dio todo su potencial y no a la aplicación de Cianamida Cálcica por si sola.
2. La aplicación de Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha logró plantas con mayor altura mejorando el comportamiento agronómico, se obtuvo mayor altura de inserción a mazorcas, mayor longitud de mazorca, mayor número de granos por mazorcas y se obtuvo mayor relacion grano/tuza y diámetro de mazorca.
3. Las variables días a la floracion y dia de cosecha no reportaron significancia estadística en los tratamientos.
4. El mayor rendimiento se presentó con Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha (8,33 t/ha), donde se obtuvo la mayor utilidad con \$860,59.

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 maíz.
2. Emplear para el NS-70 Nidera por su estable comportamiento en la zona de estudio.
3. Implementar trabajos similares con los mismo genotipos, fertilizantes y condiciones de manejo.

## VII. RESUMEN

En los terrenos de la finca Las Delicias propiedad del Sr. Erme Briones, en el cantón Simón Bolívar –Guayas, fue establecido un ensayo en el maíz híbrido Nidera N-70, en el cual se evaluó cianamida cálcica solo y en mezcla en el cultivo de maíz. 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: días a floración, altura de planta, altura de inserción de mazorca, mazorcas por planta, diámetro de mazorcas, longitud de mazorcas, relación grano/ tusa, peso de mazorcas; peso de 100 granos y rendimiento de grano. 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 agronómica de las dosis de cianamida cálcica complementarios a la fertilización edáfica. En lo que respecta a días a floración y cosecha, no se reportó significancia estadística entre los tratamientos. 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 (8,33 t/ha). El tratamiento Urea 200 kg/ha + Cianamida Cálcica 150 kg/ha mayor cantidad alcanzó mayor utilidad con \$860,59.

Palabras claves: Influencia, cianamida, rendimiento, Maiz.

## 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.

Keywords: Influence, cyanamide, yield, corn.

## 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](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 maíz duro; 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 maíz. 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](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. 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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](http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=57:importancia-de-la-nutricion-vegetal&catid=22:articulos-tecnicos)
19. 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>
20. RiceTEC. (2014). *Recomendaciones para el manejo del cultivo de arroz*. Catalogo Empresarial. Semillas del valle, Colombia pdf. 23p.
  21. Rengel, M. 2004. Crecimiento y dinámica de acumulación de nutrientes en maíz (*Zea mays* L.) en Venezuela. Instituto de la Potasa y Fósforo. Informaciones Agronómicas N° 53. pp:9-1.
  22. Rodríguez, F. (2004). *Fertilizantes: Nutrición vegetal*. México. Editorial Limusa. 155p.
  23. Sutton, W. (2012). *Our nutrient world: The challenge to produce more food and energy with less pollution*. Disponible en: <http://inifrogen.org/index.php/publications/our-nutrient-world/>.
  24. SAG. (2003). Obtenido de MANUAL TÉCNICO PARA EL CULTIVO DE ARROZ( Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras: <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
  25. 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.
  26. Smil, V., Travis, P. (2009). Long-range Perspectives in Inorganic Fertilizers in Global Agriculture. Editado por IFDC. Vol. 1. Alabama: Hignett Lecture.
  27. 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.
  28. Steward, W. 2001. Fertilizante y el ambiente. Instituto de la Potasa y el Fosforo. Informaciones Agronómicas. N° 44. pp 6-7.
  29. Trenkel, W.M. 2007. Fertilizantes y el Ambiente. Instituto Internacional de nutrición de plantas. Informaciones Agronómicas. No 44. pp. 6-7.

# **Apendice**

## IMAGENES DEL ENSAYO



**Figura 1.** Preparación de terreno.



**Figura 2.** Siembra del experimento.



**Figura 3.** Aplicación de tratamientos.



**Figura 4.** Riego de los tratamientos.



**Figura 5.** Fertilizacion de los tratamientos.



**Figura 6.** Control de malezas.



7. Estaquillo y distribución de **Figura** parcelas



**Figura 8.** Diferencias entre tratamientos.

## Apendice 1. Altura de planta

Nueva tabla : 15/02/2019 - 17:50:25 - [Versión : 10/05/2015]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA	40	24	0,98	0,87 1,80

*Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!*

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	773,64	19	40,72	9,46	0,0209
TRATAMIENTOS	332,57	1	332,57	77,28	0,0009
SUBTRATAMIENTO	327,74	2	163,87	38,08	0,0025
BLOQUE	14,60	3	4,87	1,13	0,4368
Error	17,21	4	4,30		
Total	790,85	23			

## Apendice 2. Altura de insercion

Nueva tabla : 15/02/2019 - 17:56:10 - [Versión : 10/05/2015]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALTURA COSE	24	0,89	0,38	7,74

*Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!*

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1522,83	19	80,15	1,75	0,3143
TRATAMIENTOS	682,67	1	682,67	14,87	0,0182
SUBTRATAMIENTO	698,20	2	349,10	7,60	0,0434
BLOQUE	21,93	3	7,31	0,16	0,9184
Error	183,62	4	45,90		
Total	1706,45	23			

### Apendice 3. Dias cosecha

Nueva tabla : 15/02/2019 - 18:05:47 - [Versión : 10/05/2015]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
COSECHA	24	0,82	0,00	4,61

*Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!*

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	64,37	19	3,39	0,99	0,5724
TRATAMIENTOS	4,78	1	4,78	1,40	0,3025
SUBTRATAMIENTO	7,47	2	3,73	1,09	0,4182
BLOQUE	19,06	3	6,35	1,86	0,2772
Error	13,67	4	3,42		
Total	78,04	23			

### Apendice 4. Rendimiento por hectarea

Nueva tabla : 15/02/2019 - 18:08:29 - [Versión : 10/05/2015]

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RENDIMIENTO	24	0,99	0,96	3,16

*Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!*

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6598580,63	19	347293,72	30,12	0,0023
TRATAMIENTOS	4526622,04	1	4526622,04	392,60	<0,0001
SUBTRATAMIENTO	448446,33	2	224223,17	19,45	0,0087
BLOQUE	638999,13	3	212999,71	18,47	0,0083
Error	46119,00	4	11529,75		
Total	6644699,63	23			

## Apéndice 5. Peso de grano

Nueva tabla : 15/02/2019 - 18:06:53 - [Versión : 10/05/2015]

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PESO SEM	24	0,98	0,89	12,31

*Datos desbalanceados en celdas.  
Para otra descomposición de la SC  
especifique los contrastes apropiados.. !!*

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	155,15	19	8,17	10,89	0,0161
TRATAMIENTOS	3,68	1	3,68	4,91	0,0911
SUBTRATAMIENTO	28,28	2	14,14	18,85	0,0092
BLOQUE	18,71	3	6,24	8,32	0,0341
Error	3,00	4	0,75		
Total	158,15	23			