



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DE TITULACION**

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Efectos de fertilizantes de liberación controlada en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo dos densidades de siembra, en la zona de Babahoyo”

**AUTOR:**

Christian Víctor Limones Díaz

**TUTOR:**

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete MSc.

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2018



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

“Efectos de fertilizantes de liberación controlada en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo dos densidades de siembra, en la zona de Babahoyo”

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Ing. Agr. Felix Roriquillo Icaza, MBA  
**PRESIDENTE**

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, MSC  
**VOCAL PRINCIPAL**

Ing. Agr. Cristina Maldonado Camposano, MBA  
**VOCAL PRINCIPAL**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se lo dedico principalmente a Dios por darme la vida, salud.

A mi madre y mi hermano, gracias a ellos eh podido salir adelante y poder cumplir un proceso largo y lleno de esfuerzos como ha sido la vida universitaria, son una gran motivación, los que hacen todos los días de mi vida exista algo muy importante que aprender, y apreciar, ellos son la mayor bendición que DIOS me ha dado.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la salud, fuerza e inteligencia que me da día a día.

A mi madre por el apoyo incondicional de estar día a día junto a mí para poder ser lo que soy un hombre de bien con valores y principios.

A mi hermano por estar a mi lado en todo momento y brindarme su apoyo incondicional.

Al Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Director de tesis por su valioso aporte en la realización de este trabajo experimental.

*Las investigaciones, resultados conclusiones y  
Recomendaciones del presente trabajo son de  
Exclusiva responsabilidad del autor*

*Christian Victor Limones Díaz*

Christian Víctor Limones Díaz

120537679-9

## TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.1.1 General.....	2
1.1.2 Específicos .....	2
II. MARCO TEÓRICO .....	3
2.1. Nutrición Vegetal.....	3
2.2. El Cultivo de maíz.....	4
2.2. Fertilización en maíz .....	5
2.3. Fertilizantes de Liberación Controlada.....	8
2.4. Productos.....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	13
3.1. Ubicación y descripción del campo experimental.....	13
3.2. Métodos.....	13
3.3. Factores estudiados.....	13
3.4. Material de siembra.....	13
3.5. Tratamientos.....	14
3.6. Diseño Experimental .....	14
3.6.1 Andeva .....	15
3.7. Análisis funcional .....	15
3.8. Manejo del ensayo. ....	15
3.8.1 Preparación de terreno.....	15
3.8.2 Siembra.....	15
3.8.3 Control de malezas .....	16
3.8.4 Fertilización .....	16
3.8.5 Riego .....	17
3.8.6 Control de plagas .....	17
3.8.7 Control de enfermedades.....	17
3.8.8 Cosecha.....	17
3.9. Datos a Evaluar .....	17
3.9.1 Altura de planta.....	17
3.9.2 Días a la floración.....	17
3.9.3 Días a la Maduración Fisiológica .....	18
3.9.4. Altura de inserción de la mazorca .....	18

3.9.5	Diámetro de la mazorca .....	18
3.9.6	Longitud de la mazorca .....	18
3.9.7	Peso de 100 granos .....	18
3.9.8	Número de granos por mazorca .....	18
3.9.9	Rendimiento por hectárea.....	19
4.6.	Longitud de mazorcas.....	25
4.7.	Peso de granos .....	26
4.8.	Número de granos por mazorca.....	27
4.10.	Evaluación económica.....	29
V.	DISCUSIÓN .....	30
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	32
VII.	RESUMEN .....	34
VIII.	SUMMARY .....	35
IX.	LITERATURA CITADA .....	36
ANEXOS.	.....	40
	CUADROS DE RESULTADOS.....	41
	FOTOGRAFÍAS.....	53

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es de gran importancia económica a nivel mundial por su uso que se le da en la elaboración como fuente de alimento para seres humanos y animales, entre ellos un gran número de productos industriales como los edulcorantes, cereales, balanceados, entre otros.

El cultivo de maíz es uno de los más importantes en nuestro país distribuidos en las siguientes provincias Los Ríos, Guayas y Manabí; que concentran el 75 % del total del área sembrada. Aunque en los últimos años la superficie cultivada con maíz duro se ha incrementado, el promedio de producción es de 3,5 toneladas por hectárea lo cual es relativamente bajo y no abastece la demanda de la agroindustria ecuatoriana. Los Ríos cuenta con 156 565 hectáreas sembradas y un rendimiento promedio de 4,56 toneladas por hectárea<sup>1</sup>.

Entre los principales problemas del cultivo de maíz en el Ecuador encontramos, un reducido uso de fertilizantes, lo cual no cubre los requerimientos nutricionales del cultivo y así obtener un buen desarrollo y producción, ya que la deficiencia de un macro o micro elemento afecta en el desarrollo de ciertos tejidos.

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

Los fertilizantes de liberación controlada tiene la capacidad de poseer duraciones elevadas en el suelo (3-6-9 meses), variables con el tipo y grosor de la cubierta sobre el fertilizante. Su principal ventaja es que, para un mismo tipo de cubierta, la liberación del fertilizante no se ve afectada por las características

---

<sup>1</sup> Fuente: MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca). 2016. [www.magapo.gob.ec](http://www.magapo.gob.ec). SINAGAP.



físicas, químicas y biológicas del suelo. Además debe tomarse en consideración la temperatura del suelo y el ambiente por cuanto, esta característica puede acelerar la liberación de nutrientes.

Basado en estas acciones, se planteó el presente trabajo experimental buscando mejorar la producción y rendimiento del maíz.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1 General**

Evaluar el efecto de fertilizantes de liberación controlada en el rendimiento del cultivo de maíz bajo dos densidades de siembra, en la zona de Babahoyo.

### **1.1.2 Específicos**

1. Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz con el uso de fertilizantes de liberación controlada en dos densidades de siembra.
2. Identificar la dosis, producto y densidad poblacional más efectiva sobre el incremento de producción de maíz bajo riego.
3. Conocer la eficiencia de los fertilizantes de liberación controlada en el rendimiento del cultivo de Maíz.
4. Realizar un análisis económico de los tratamientos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Nutrición Vegetal

Según las estimaciones de la FAO (2011), la tercera parte de los 2,000 millones de hectáreas de suelos productivos del mundo registran procesos degradatorios entre moderados y severos. El problema radica en que aún no se comprende que la vida sobre la tierra depende, en gran medida, de las diferentes funciones cumplidas por la delgada capa de suelos: provisión de alimentos, uso sustentable del agua, conservación de la biodiversidad y control del clima global. Además, es posible duplicar los rendimientos en los suelos mediante la implementación de tecnologías apropiadas. Sin embargo, para que esto sea posible se debe adoptar un sistema de rotación de cultivos con inclusión de gramíneas –arroz, maíz y sorgo– que aseguren una cobertura de residuos permanente para el suelo y un balance positivo de la materia orgánica. En un contexto mundial en el que se estima que la demanda de agroalimentos crecerá un 70 % en los próximos 40 años, la producción sustentable y la conservación de los recursos naturales ocupan un rol clave.

El propósito de una aplicación de fertilizantes, es suministrar una cantidad razonable de nutrientes, cuando la planta lo demande, durante sus etapas de desarrollo. Además, señala que la mayor o menor cantidad de granos, es el resultado de la fotosíntesis y la respiración, éstas son actividades que están influenciadas directa o indirectamente por el contenido de nutrientes, CIAT (1986).

Mestanza y Alcivar (2004) mencionan que cada uno de los nutrientes minerales juegan un rol específico en el metabolismo vegetal (Ley de la esencialidad), ninguno de ellos puede ser reemplazado por otro, de tal manera que no importa que las plantas dispongan de suficiente cantidad de todos ellos, si sólo uno está en cantidad o proporción deficiente: ese es el que determina el crecimiento y rendimiento del cultivo (Ley del mínimo).

Las plantas necesitan 16 elementos para un desarrollo vegetativo y reproductivo normal. Estos elementos son esenciales porque: 1) las plantas no pueden completar su ciclo de vida sin ellos, 2) los síntomas de deficiencia

aparecen cuando el elemento no está presente y desaparecen con la aplicación del mismo y 3) cada elemento tiene por lo menos un rol metabólico en la planta. Los elementos esenciales pueden ser agrupados en 3 categorías, macronutrientes no minerales, macronutrientes minerales y micronutrientes. Los macronutrientes son aquellos elementos que las plantas necesitan en cantidades relativamente grandes (1 % a 6 % del peso seco; 1 % = 1 g / 100 g de peso seco). Los micronutrientes, aunque requeridos en menores cantidades (1 a 200 ppm; 1ppm = 1 mg / kg de peso seco) son igualmente importantes que los macronutrientes. Los elementos no minerales (carbono [C], hidrogeno [H] y oxígeno [O]) provienen del agua y el aire, mientras que la mayoría de los elementos minerales, son obtenidos por las plantas mediante la absorción de nutrientes en la solución del suelo (Sierra, Simonne y Treadwell, 2007).

Según INIAP (2008), 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.

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

## **2.2. El Cultivo de maíz**

El Cultivar de maíz tiene especial importancia, ya que esta gramínea constituye la base de la alimentación de los latinoamericanos. Su origen no se ha establecido con exactitud; se ubica en el tercer lugar en la producción mundial antecedido de trigo y arroz. Se produce en una superficie aproximadamente de

106 millones de hectáreas. Posee un rendimiento promedio es de 214'000.000 de toneladas, lo que se traduce en dos toneladas por hectárea (Parsons, 2006).

El maíz es exigente en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre; la mayoría se aplica en la época de siembra, con excepción del nitrógeno que se aplica una parte en la siembra y a los 20 días, después de la germinación; todo depende del análisis de suelo que se haga antes de preparar el terreno (Manual Agropecuario, 2002).

Para la producción maicera se recomienda el uso de suelos cálidos y húmedos que permitan la germinación, de textura media con alta capacidad de retención del agua como son los arcilloso-limoso, franco-arcilloso y arcillosos; que se les haga una buena preparación, que queden totalmente mullidos. El maíz se puede sembrar sin dificultad con pendientes entre 0 % y 1 %, tomando medidas específicas contra la erosión en terrenos con pendientes superiores a 2 %. Los máximos rendimientos se obtienen en suelos con pH comprendido entre 5.5 a 7.6. Para un sistema intensivo de maíz, un pH de 6 es adecuado, ya que con un pH muy bajo (inferior a 4.5) la planta muestra sus hojas pasmadas, visualizándose una coloración rojiza púrpura y las hojas más viejas se secan (Mederos, 2009).

Bertorelli (2007), manifiesta que las variedades mejoradas de maíz "híbrido" son las que se producen al cruzar dos razas (o variedades) progenitoras, para aprovechar las características de estas y para lograr que el comportamiento del cultivo sea muy homogéneo. Las variedades cruzadas, o "híbridas" se comportan mejor debido a que ocurre algo que en genética se llama "vigor híbrido", sucede que los pares de genes son lo más distinto posible, y la variedad híbrida resultante es más resistente y productiva.

## **2.2. Fertilización en maíz**

En la actualidad la ciencia y tecnología está generando información sobre nutrición, de forma tal que día con día surgen nuevos productos y tecnologías para el mejor manejo de cultivos. El uso de fertilizantes y su dosificación han sido uno de los mayores problemas en la producción de cultivos en Ecuador, es por eso que existe la necesidad de realizar trabajos de investigaciones que ayuden a

obtener un balance nutricional entre los macro y micronutrientes necesarios para incrementar los niveles de productividad por unidad de superficie (Colina, 2016).

Los macronutrientes se necesitan en grandes cantidades, si el suelo es deficiente en uno o más de ellos. Los suelos pueden ser naturalmente pobres en nutrientes, o pueden llegar a ser deficientes debido a la extracción de los nutrientes por los cultivos a lo largo de los años, o cuando se utilizan variedades de rendimientos altos, las cuales son más demandantes en nutrientes que las variedades locales. En contraste a los macronutrientes, los micronutrientes o micro elementos son requeridos sólo en cantidades infinitas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo. Dentro del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades, los nutrientes primarios son nitrógeno, fósforo y potasio (FAO, 2002).

Tucunango (1993), manifiesta que las plantas ejercen fuertes demandas de nutrientes, en los períodos críticos de desarrollo como es la floración e inicio de la fructificación; en otras palabras, las plantas crecen más rápido de lo que pueden absorber los nutrientes del suelo.

Thompson y Troech (2002), indican que la mayor parte de los compuestos orgánicos vegetales contienen Nitrógeno. Entre los compuestos nitrogenados se encuentran los aminoácidos, los ácidos nucleicos, numerosas enzimas y materiales transportadores de energía como la clorofila, ADP (adenosindifosfato), ATP (adenosintrifosfato). Las plantas no pueden desarrollar sus procesos vitales si carece de nitrógeno, para construir sus procesos esenciales.

La absorción de nitrógeno, es rápida en la primera etapa de desarrollo hasta el periodo vegetativo, se reduce ligeramente durante el periodo de máximo macollamiento y vuelve a absorberlo con rapidez hasta la etapa de grano pastoso. La absorción del fosforo, es muy lenta hasta cuando el inicio del primordio floral, después de eso es una poco más rápida hasta después de la floración. El potasio, es absorbido según el estado de desarrollo de la planta hasta el final de la etapa lechosa del grano y luego decrece (CIAT, 2005).

Castañeda y Conde (1992), indican que las aplicaciones de macro y microelementos simples, sobre un determinado periodo, puede causar deficiencias de otros microelementos por procesos antagónicos, por lo que se recomienda efectuar análisis de suelos y de plantas para determinar una adecuada fertilización.

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, etc. (Trenkel, 2007).

Según el IPNI (2010), el Nitrógeno (N) es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, es parte constitutiva de cada célula viva. En las Plantas, el nitrógeno es necesario para la síntesis de la clorofila y como parte de la molécula de clorofila está involucrado en el proceso de la fotosíntesis. El Nitrógeno (N) también es un componente de las vitaminas y de los componentes energéticos de las plantas, igualmente es parte esencial de los aminoácidos y por tanto es determinante para el incremento en el contenido de proteínas en las plantas. Una planta deficiente de Nitrógeno (N) no puede hacer un óptimo uso de la luz solar, por lo que se ve afectada la capacidad de fotosintetizar y en consecuencia su capacidad de aprovechamiento y absorción de nutrientes, limitando con esto el crecimiento y desarrollo adecuado de las plantas.

El Potasio (K) es fundamental en el proceso de la fotosíntesis, la deficiencia del elemento la fotosíntesis e incrementa la respiración celular, resultando en una reducción de la acumulación de carbohidratos y por consecuencia un efecto adverso en el crecimiento y producción de la planta. Además es esencial para la

síntesis de proteínas, es determinante en la descomposición de carbohidratos y por tanto en proveer energía para el crecimiento de la planta. También proporciona a la planta mayor resistencia al ataque de enfermedades. Este elemento es determinante en la formación y carga de frutos y llenado de grano. Estudios indican también que incrementa la resistencia de la planta a las heladas. Una planta bien nutrida con el elemento, tiene una mayor capacidad de soportar condiciones de estrés por falta o exceso de agua, esto ya que este nutriente es determinante en la capacidad de los estomas de abrir y cerrar cuando la planta está sometida a condiciones de sequía (USDA, 2004).

### **2.3. Fertilizantes de Liberación Controlada**

Los fertilizantes de liberación controlada en si son productos que precisan de solo una única aplicación a lo largo de todo el ciclo para proveer la cantidad necesaria de nutrientes para una producción óptima. Además de necesitarse una única aplicación para lograr el máximo retorno económico del insumo, y deben tener un mínimo efecto negativo sobre el ambiente: el suelo, el agua y la atmósfera. Los fertilizantes encapsulados se conocen como fertilizantes de liberación lenta y fertilizantes de liberación controlada. A más de eso la mayoría de las patentes son fertilizantes recubiertos y de liberación lenta, incluyendo urea formaldehído y productos condensados de la urea. Los productos actuales son solos una aproximación al fertilizante “ideal” (Melgar, 2011).

Muchos científicos y profesionales han interesado por este tipo de fertilizantes de liberación controlada debido a la ineficacia de los fertilizantes complejos en la nutrición vegetal y porque son productos respetuosos con el medio ambiente. Gran parte de los nutrientes que no absorbe la planta se pierden por lixiviación y drenaje. Los fertilizantes de liberación controlada se liberan en función de la temperatura, a más temperatura más liberación y viceversa. Cuando el producto se libera, las raíces de las plantas lo pueden asimilar de forma inmediata (Recasens, 2008).

Para Sumitomo (2012), entre las ventajas de los fertilizantes de Liberación se mencionan: Reduce la toxicidad a los plantines, Reduce frecuencia de aplicación, Funcionan con programas de manejo avanzado de fertilizantes y

sistemas de cultivo innovadores, Contribuyen a la reducción de pérdidas de nitrógeno, Recubiertos por Polímeros

Mientras que las desventajas encontradas son: Pueden dejar residuos sintéticos en el suelo (puede llevar a niveles indeseados de residuos plásticos), Ante lluvias fuertes, los fertilizantes recubiertos por polímeros tienden a florar y moverse del sitio de aplicación, De alto costo comparados con otros fertilizantes de mayor eficiencia.

Villegas (2013) manifiesta que de los resultados que obtuvo en su investigación, el número de mazorcas y peso de 100 semillas, no mostraron significancia estadística en las evaluaciones realizadas. Los rendimientos presentados fueron muy aceptables dadas las condiciones de la zona del ensayo. Los rendimientos alcanzados para el híbrido estudiado alcanzaron su tope más alto con la ampliación de la fertilización según el análisis de suelo y 100 kg/ha de Multiuso (8.18 t/ ha)), las que superan ampliamente la producción media nacional. Los resultados alcanzados con la utilización de fertilizantes de liberación controlada solos no superan a la mezcla de estos con fertilización convencional.

Shoji y Kanno (2007) opina que los fertilizantes de liberación lenta que contienen la matriz soluble en el agua y la membrana polimérica que no se disuelve en el agua se obtienen por la poli condensación del gas natural, metano y cualquier otro hidrocarburo o su mezcla con nitrógeno, óxidos de carbono, amoníaco, agua o su mezcla con nitrógeno, óxidos de carbono, amoníaco, agua u oxígeno en la superficie de la partícula del fertilizante (de potasio, nitrógeno, fósforo, combinado) soluble en el agua en el plasma de la descarga de alta frecuencia de la presión baja. La membrana de plasma polimérica de la cápsula está fijada con las partículas del fertilizante por los enlaces químicos y no se disuelve en el agua.

Según Castro *et al.* (2006) entre la gran variedad de los compuestos para la fertilización adicional de las plantas, los fertilizantes encapsulados son de gran interés. Las sustancias nutritivas están reunidas en los gránulos (cápsulas) envueltos en una camisa especial permeable al agua. Gracias a esa camisa se



liberan en el suelo paulatinamente bajo la influencia del agua y el calor. Una cápsula envuelta en la camisa semipermeable (membrana) contiene los elementos minerales – N, P, K, Mg, B, Cu, Zn, Mn, Mo – en la proporción necesaria para las plantas.

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

Para Projar (2013) la liberación de nutrientes depende de la temperatura del suelo o sustrato, la cual está estrechamente ligada a las necesidades de nutrición de las plantas. Un aumento de la temperatura acelera la liberación de nutrientes e implica una mayor actividad metabólica de las plantas y viceversa. La mayoría de productos de liberación controlada, está especialmente diseñado para climatologías con temperaturas extremas (oscilaciones térmicas acusadas), evitando problemas de roturas de membranas y daños causados por salinidad (liberación del fertilizante). Los ratios de liberación no se ven influenciados por otros factores como pH, porcentaje de materia orgánica, actividad bacteriana, tipo de suelo, agua o contenido en sales.

Infoagro (2012) considera que los fertilizantes de liberación lenta o controlada suministran los nutrientes a la planta de forma eficaz, controlada y prolongada en el tiempo. Esto permite reducir el número de aplicaciones y de unidades de fertilizantes a aportar, posibilitando una fertilización nitrogenada más eficaz. Se reduce las pérdidas, permitiendo mantener en el suelo el nivel adecuado de nitrógeno a lo largo del ciclo de desarrollo de las plantas, evitando el exceso o el defecto que caracteriza a las aplicaciones tradicionales.

Según Ronen (2008) una tecnología en uso, bien conocida principalmente por la industria de los viveros, es la de liberación lenta es afectada por diversos factores tales como el pH del suelo, la temperatura, la aireación, la actividad de microorganismos, la humedad, etc. Para los fertilizantes de liberación controlada, la longevidad de liberación puede ser determinada en forma exacta mientras que en los fertilizantes de liberación lenta la misma es fluctuante y no puede determinarse cuán rápida o lentamente se liberarán los nutrientes dado que éste es un aspecto cambiante de un ambiente a otro.

Jiménez y Gómez (2005) consideran que los fertilizantes de liberación lenta se clasifican en función del mecanismo de retardo en la transferencia de los nutrientes al sustrato. De todos ellos, los productos recubiertos de polímeros o resinas termo sellantes son los que presentan mayor interés en el ámbito que nos ocupa, variables con el tipo y grosor de la cubierta sobre el fertilizante, su principal ventaja es que, para un mismo tipo de cubierta, la liberación del fertilizante no se ve afectada por las características físico-químicas o biológicas del suelo o sustrato ni por su contenido en agua. Sólo la temperatura y el tipo de cubierta influyen en la velocidad de liberación.

Betehncort *et al.* (2010) considera que los fertilizantes de liberación controlada permiten una fertilización nitrogenada con mayor eficacia, lo que se traduce en una importante disminución de unidades fertilizantes al reducir las pérdidas, permitiendo mantener en el suelo el nivel adecuado de nitrógeno a lo largo del ciclo del cultivo, evitando el exceso o el defecto que caracteriza a las aplicaciones tradicionales. Si a esto se añade lo importante que es reducir los costes de cultivo, se puede entender fácilmente el gran interés que supone el conocer el comportamiento de un fertilizante que pueda ser aplicado como un abonado de fondo normal en una única aplicación y que se sepa cuál va a ser su actividad y comportamiento en el suelo durante el ciclo del cultivo.

#### **2.4. Productos**

Según Compo-Expert (2012), Basacote ® Plus es un fertilizante químico granular (N, P, K, Mg y micro-elementos, todos en un mismo gránulo) protegido por un nuevo recubrimiento compuesto de Polygen (capa de ceras elásticas).

Abono que optimiza la liberación controlada de nutrientes de forma ajustada a las necesidades nutritivas de las plantas, desarrollado por el Departamento de Investigación y Desarrollo de COMPO Alemania. Los fertilizantes Basacote® Plus, vienen en cuatro presentaciones, según su duración: 3M (3 meses), 6M (6 meses), 9M (9 meses) y 12M (12 meses), para adaptarse a los tiempos de cultivo.

Osmocote® Plus 3M (Solvsa, 2016) es un fertilizante sintético (16-8-12+2 Mg) de liberación controlada de los nutrientes, liberación en función de la temperatura, cubierta elástica, que le confiere resistencia mecánica y estabilidad ante cambios bruscos de temperatura, cada grano contiene todos los macro y micro nutrientes necesarios. Se minimiza las pérdidas de nutrientes por lavado, mínimo efecto salinizante, distribución homogénea de nutrientes. Ventajas: aporte de nutrientes a las necesidades de la planta, alta seguridad de aplicación: mínimo riesgo de ruptura durante el manejo. Riguroso control de calidad, elevada eficiencia nutritiva, fertilizante respetuoso con el medio ambiente, mínimo riesgo de daño a la planta por salinidad, potencia el desarrollo de raíces.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo experimental fue realizado en los predios de la granja experimental “San Pablo” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Kilómetro 7 ½ de la Vía Babahoyo-Montalvo.

La zona presenta un clima tropical, según la clasificación de Holdribge es Bosque húmedo tropical, con temperatura anual de 25,7° C, una precipitación de 1845 mm/año, humedad relativa de 76 % y 804,7 horas de heliofanía de promedio anual. Coordenadas geográficas de longitud Oeste 79° 32', latitud sur 01°49', altitud 8 msnm. El suelo es de topografía plana, textura franco arcillosa y drenaje regular<sup>2</sup>.

#### 3.2. Métodos

Para el trabajo de campo se utilizó los métodos: deductivo, inductivo y experimental.

#### 3.3. Factores estudiados

Variable dependiente: Comportamiento del cultivo de maíz.

Variable independiente: Fuente y dosis fertilizantes de liberación controlada; y densidad de siembra de maíz.

#### 3.4. Material de siembra

Se utilizó como materiales de siembra el híbrido de maíz Insignia 105, que presenta las siguientes características:

Características	Insignia 105
Ciclo vegetativo (Días)	120 – 130
Altura de planta(cm)	210-220
Longitud de mazorca (cm)	17 - 22
Rendimiento medio (t/ha)	8,5

<sup>2</sup> Fuente: Mapa de suelos FACIAG. Departamento de Suelos y Agua. 2016.

### 3.5. Tratamientos

Se utilizó dos fuentes de liberación controlada, dos niveles de nutrición edáficos y dos densidades poblacionales, con tres repeticiones.

Cuadro 1. Tratamientos. Babahoyo, 2017.

Densidades Poblacionales (Plantas/ha)	Fertilizantes	Dosis kg/ha	Época de aplicación (d.d.s)
62 500 (0,8 cm x 0,2 cm)	Basacote	669	0
	Basacote	444	0
	Osmocote	713	0
	Osmocote	473	0
	TA		15-25-35
71 428 (0,7 cm x 0,20 cm)	Basacote	669	0
	Basacote	444	0
	Osmocote	713	0
	Osmocote	473	0
	TA		15-25-35

(\*) Días después de la siembra.

(\*\*) TA: 115 kg/ha N, 23 kg/ha P, 60 kg/ha K, 24 kg/ha S.

Cuadro 2. Concentración de productos de liberación controlada.

Producto	Concentración %											
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Mo
Basacote	16	8	12	0	2	5	0,4	0,15	0,06	0,02	0,02	0,02
Osmocote	15	9	12	0	1,3	5,9	0,5	0,05	0,06	0,05	0,02	0,02

Distribuidor: Basacote (BASF), Osmocote (SOLVESA).

Cuadro 3. Nivel Nutricional.

Producto	Dosis kg/ha											
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Mn	Zn	B	Mo
6000 kg/ha	107	19	92	15	15	19	0,60	0,06	0,91	0,25	0,11	0
4000 kg/ha	71	13	61	10	10	13	0,40	0,04	0,61	0,17	0,06	0

Distribuidor: Basacote (BASF), Osmocote (SOLVESA).

### 3.6. Diseño Experimental

El presente trabajo de investigación utilizó el diseño parcelas divididas con dos tratamientos (densidades poblacionales), 5 subtratamientos (dosis y fertilizantes), con tres repeticiones.

### 3.6.1 Andeva

Fuente de variación	Grados de libertad
Repetición	2
Densidad poblacional (A)	1
Error experimental A	2
Sub-parcelas	1
Dosis - Producto(B)	4
Interacción	4
Error Experimental	16
Total	29

### 3.7. Análisis funcional

Los datos obtenidos se sometieron al análisis de varianza para conocer la significancia estadística. Los promedios de los resultados se compararon entre sí con la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

### 3.8. Manejo del ensayo.

Durante el desarrollo del ensayo se utilizaron las prácticas agrícolas, necesarias para el normal desarrollo del cultivo.

#### 3.8.1 Preparación de terreno

La preparación del suelo, consistió en un pase de romeplov y dos pases de rastra liviana en sentido contrario, con esto el suelo quedó completamente labrado y aseguró una correcta germinación de las semillas..

#### 3.8.2 Siembra

La siembra se realizó en forma manual utilizando un espeque, depositando una semilla por sitio, a los distanciamientos de 0,80 x 0,20 y 0,7 x 0,20 m entre hileras y plantas, respectivamente, dando poblaciones de 62 500 y 71 428 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 trozadores. La semilla será protegida con Thiodicarb en dosis de 20 cc/kilogramo de semilla e

Imidacloprid en dosis de 10 cc/kilo de semilla. Los distanciamientos de siembra serán los indicados anteriormente en el cuadro de tratamientos.

### **3.8.3 Control de malezas**

El control de malezas se realizó después de la siembra con la aplicación de Pendimetalin 2 L/ha, Amina 0,5 L/ha y Atrazina 1 kg/ha, en preemergencia temprana.

Posteriormente se aplicó 1 L/ha de Paraquat a los 25 días para controlar las malezas que emergieron entre hileras, con una barrera de protección. Adicionalmente se realizaron dos desyerbas manuales a los 45 y 60 días después de la siembra. Para las aplicaciones fue utilizado un aspersor de mochila CP-3 a presión de 40 a 60 lb con boquilla para cobertura de 2 m.

### **3.8.4 Fertilización**

La fertilización se realizó en base a los requerimientos nutricionales del cultivo para varios niveles de producción (Cuadro 3).

Los productos de liberación controlada Basacote y Osmocote se aplicaron antes de la siembra de forma manual a chorro continuo a 0,10 cm fuera de la hilera de siembra.

En el testigo la colocación del fertilizante se hizo en bandas a 10 cm de las plantas. El nitrógeno se aplicó como Urea a los 15, 25 y 35 días después de la siembra (85 kg/ha N) en partes iguales. La aplicación de azufre se realizó utilizando Sulfato de amonio a los 25 y 35 días después de la siembra (24 kg/ha de azufre, 21 kg/ha N). El fósforo se colocó como DAP en dosis de 50 kg/ha al momento de la siembra (23 kg/ha P, 9 kg/ha N). Para la aplicación del potasio se utilizó muriato de potasio, el cual se colocó en partes iguales a la siembra y posteriormente a los 25 días después (60 kg/ha de potasio). La aplicación de microelementos en especial Boro se realizó a los 20 días después de la siembra de manera foliar con una bomba de aspersión calibrada.

### **3.8.5 Riego**

El ensayo fue realizado bajo condiciones de riego, manteniendo el suelo en capacidad de campo, se aplicaron cuatro riegos de tres horas, durante el ciclo del cultivo.

### **3.8.6 Control de plagas**

El control de plagas se realizó con la aplicación de Clorpirifos (0,7 L/ha) a los 12 días después de la siembra por la aparición de daños de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). A los 22 días después de la siembra se utilizó Fipronil (0,5 L/ha) para el control de gusano ejército (*Eslasmopalpus sp*) y Diazinon 1,0 L/ha para el control de *Dalbolus*.

### **3.8.7 Control de enfermedades**

Para el control de enfermedades se aplicó Silvacur en dosis de 0,75 L/ha a los 20 y 35 días después de la siembra para el control de enfermedades tales como mancha de asfalto (*Monographella maidis*) y falso carbón (*Ustilago maydis*).

### **3.8.8 Cosecha**

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

## **3.9. Datos a Evaluar**

### **3.9.1 Altura de planta**

Con la ayuda de un flexómetro a la cosecha y en 10 plantas al azar por tratamiento, se midió la altura de la planta desde el nivel del suelo hasta el nudo ciliar de la última hoja, expresando el valor en centímetros.

### **3.9.2 Días a la floración**

Se tomó desde el inicio de la siembra hasta cuando el cultivo llegue al 50 % de inflorescencias emergidas, en 10 plantas al azar por tratamiento en cada unidad experimental.



### **3.9.3 Días a la Maduración Fisiológica**

Se contabilizó en 10 plantas al azar por cada tratamiento, el número de días desde el inicio de la siembra hasta cuando el cultivo haya alcanzado el 95 % de secado en el grano.

### **3.9.4. Altura de inserción de la mazorca**

Se evaluó midiendo desde el nivel del suelo hasta la base del pedúnculo de la primera mazorca comercial usando una cinta flexible, en 10 plantas al azar por tratamiento, expresando en centímetros el valor.

### **3.9.5 Diámetro de la mazorca**

En 10 mazorcas al azar por unidad experimental se midió el ancho de la mazorca en la parte media utilizando una cinta flexible, expresando en centímetros los datos.

### **3.9.6 Longitud de la mazorca**

Se tomó en centímetros desde el pedúnculo de inserción hasta la punta de 10 mazorcas, usando una cinta flexible.

### **3.9.7 Peso de 100 granos**

Se colectó 100 granos por cada tratamiento y se procedió a tomar el peso en una balanza de precisión, se expresó en gramos.

### **3.9.8 Número de granos por mazorca**

La evaluación se hizo en 10 mazorcas al azar por tratamiento, contabilizando el número de granos presentes en las mazorcas, para luego sacar un promedio.

### 3.9.9 Rendimiento por hectárea.

Una vez cosechado el cultivo se procedió a realizar un ajuste de humedad al 13 %, expresando en kg/ha el valor aplicando la siguiente fórmula<sup>3</sup>:

$$Ps = \frac{Pa(100-ha)}{(100-hd)}$$

Dónde:

Ps = Peso seco

Pa = Peso actual

hd = Humedad deseada

ha = Humedad actual

### 3.9.10 Análisis económico.

En función del rendimiento de grano y los costos de cada material experimental, se procedió a determinar un análisis del beneficio/costo de los tratamientos.

---

<sup>3</sup> Azcon-Bieto, J., Talon M. (2003). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill. España. 625p.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta

Los valores de altura de planta, se aprecian en el Cuadro 1. El análisis de variancia no reportó significancia estadística para densidad poblacional e interacciones, si para fertilizantes; cuyo coeficiente de variación fue 4,78 %.

Según la prueba de Tukey, la densidad poblacional de 62 500 plantas/ha presentó mayor altura (223,4 cm) comparados con la densidad de 71 428 plantas/ha. Osmocote en dosis de 713 kg/ha (233,67 cm) y 473 kg/ha (230,5 cm) fue estadísticamente igual a las dosis de Basacote (669 y 444 kg/ha), pero superior al Testigo (193,17 cm). La interacción Osmocote 713 kg/ha con una densidad poblacional de 62 500 plantas/ha fue mayor al resto de interacciones.

Cuadro 1. Altura de planta con la aplicación de lenta liberación en la producción de maíz duro. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Densidad Poblacional Plantas/ha	Fertilizantes kg/ha	Altura (cm)
62500		223,40 <sup>ns</sup>
71428		217,47
	Basacote 669 kg/ha	222,17 ab
	Basacote 444 kg/ha	222,67 ab
	Osmocote 713 kg/ha	233,67 a
	Osmocote 473 kg/ha	230,50 a
	Testigo	193,17 b
62500	Basacote 669 kg/ha	223,33 <sup>ns</sup>
	Basacote 444 kg/ha	221,00
	Osmocote 713 kg/ha	238,00
	Osmocote 473 kg/ha	229,33
	Testigo	205,33
71428	Basacote 669 kg/ha	221,00
	Basacote 444 kg/ha	224,33
	Osmocote 713 kg/ha	229,33
	Osmocote 473 kg/ha	231,67
	Testigo	181,00
F. cal. Factor A		0,94 ns
F. cal. Factor B		4,87 **
F. cal. Factor Interacción		0,61 ns
C.V. (%)		4,78

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$   
ns = no significativo; \*\*: Altamente significativo

## 4.2. Días a floración

Los promedios de floración, se presentan en el Cuadro 2. El análisis de variancia no detectó significancia estadística para factores evaluados, cuyo coeficiente de variación fue 3,58 %.

La densidad poblacional de 71 428 plantas/ha (54,20 días) demoró más en florecer, comparado con la población de 62 500 plantas/ha. En fertilizantes el testigo tardó más en presentar floración (54,83 días), medido con los otros tratamientos. En la interacción Testigo con una población de 71 428 plantas/ha se presentó mayor tiempo a la floración del cultivo, donde las demás interacciones no difirieron significativamente.

Cuadro 2. Días a floración con la aplicación de fertilizantes de lenta liberación en la producción de maíz duro. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Densidad Poblacional Plantas/ha	Fertilizantes kg/ha	Días
62500		53,67 <sup>ns</sup>
71428		54,20
	Basacote 669 kg/ha	53,83 <sup>ns</sup>
	Basacote 444 kg/ha	53,67
	Osmocote 713 kg/ha	53,67
	Osmocote 473 kg/ha	53,67
	Testigo	54,83
62500	Basacote 669 kg/ha	53,33 <sup>ns</sup>
	Basacote 444 kg/ha	54,00
	Osmocote 713 kg/ha	53,33
	Osmocote 473 kg/ha	53,67
	Testigo	54,00
71428	Basacote 669 kg/ha	54,33
	Basacote 444 kg/ha	53,33
	Osmocote 713 kg/ha	54,00
	Osmocote 473 kg/ha	53,67
	Testigo	55,67
F. cal. Factor A		0,57 ns
F. cal. Factor B		0,80 ns
F. cal. Factor Interacción		0,63 ns
C.V. (%)		3,58

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$   
ns = no significativo

### 4.3. Días a maduración

En el Cuadro 3, se observan los promedios de días a maduración, existiendo alta significancia estadística para los tratamientos, no habiendo en densidad poblacional e interacciones. El coeficiente de variación fue 1,09 %.

El uso de 71 428 plantas/ha presenta mayor tiempo a la maduración del cultivo (122 días). La aplicación de Basacote en dosis de 669 kg/ha (118,67 días) fue estadísticamente igual a los demás tratamientos, pero superior al Testigo que tuvo mayor ciclo vegetativo (122,33 días). El testigo con una densidad poblacional de 71 428 plantas/ha presentó un mayor ciclo vegetativo, en las interacciones.

Cuadro 3. Días a maduración con la aplicación de fertilizantes de lenta liberación en la producción de maíz duro. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Densidad Poblacional Plantas/ha	Fertilizantes kg/ha	Días
62500		120,33 <sup>ns</sup>
71428		122,00
	Basacote 669 kg/ha	118,67 a
	Basacote 444 kg/ha	121,67 ab
	Osmocote 713 kg/ha	121,83 ab
	Osmocote 473 kg/ha	121,33 ab
	Testigo	122,33 a
62500	Basacote 669 kg/ha	118,33 <sup>ns</sup>
	Basacote 444 kg/ha	121,67
	Osmocote 713 kg/ha	120,33
	Osmocote 473 kg/ha	120,67
	Testigo	120,67
71428	Basacote 669 kg/ha	119,00
	Basacote 444 kg/ha	121,67
	Osmocote 713 kg/ha	123,33
	Osmocote 473 kg/ha	122,00
	Testigo	124,00
F. cal. Factor A		12,05 ns
F. cal. Factor B		4,45 **
F. cal. Factor Interacción		1,13 ns
C.V. (%)		1,09

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$   
 ns = no significativo; \*\*: Altamente Significativo

#### 4.4. Altura de inserción de mazorca

Los promedios de altura de inserción presentaron alta significancia estadística para los fertilizantes, no existiendo en densidad poblacional e interacciones, con un coeficiente de variación 7,35 (Cuadro 4).

La densidad poblacional de 71 428 plantas/ha (115,87 cm) obtuvo mayor altura a la primera mazorca efectiva. La fertilización con Osmocote en dosis de 713 kg/ha (124,33 cm) fue estadísticamente igual los otros tratamientos fertilizados y superior al testigo que presentó las plantas con menor altura. La interacción de 62 500 plantas/ha tratadas con Osmocote 713 kg/ha tuvo mayor altura (129,33 cm).

Cuadro 4. Altura de inserción con la aplicación de fertilizantes de lenta liberación, en la producción de maíz duro. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Densidad Poblacional Plantas/ha	Fertilizantes kg/ha	Altura (cm)
62500		113,33 <sup>ns</sup>
71428		115,87
	Basacote 669 kg/ha	109,67 b
	Basacote 444 kg/ha	109,67 b
	Osmocote 713 kg/ha	124,33 a
	Osmocote 473 kg/ha	119,17 ab
	Testigo	110,17 ab
62500	Basacote 669 kg/ha	110,33 <sup>ns</sup>
	Basacote 444 kg/ha	108,00
	Osmocote 713 kg/ha	129,33
	Osmocote 473 kg/ha	111,33
	Testigo	107,67
71428	Basacote 669 kg/ha	109,00
	Basacote 444 kg/ha	111,33
	Osmocote 713 kg/ha	119,33
	Osmocote 473 kg/ha	127,00
	Testigo	112,67
F. cal. Factor A		0,68 ns
F. cal. Factor B		5,49 **
F. cal. Factor Interacción		2,62 ns
C.V. (%)		7,35

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$   
ns = no significativo; \*\*: Altamente Significativo

#### 4.5. Diámetro de mazorca

El análisis de variancia reportó alta significancia estadística para los fertilizantes, no obteniendo respuesta para las densidades poblacional e interacciones, cuyo coeficiente de variación fue 4,82 % (Cuadro 5).

La utilización de la densidad poblacional de 62 500 plantas/ha presentó mazorcas más gruesas (5,16 cm) comparados con la densidad de 71 428 plantas. Aplicando Osmocote 713 kg/ha (5,22 cm), se presentan mazorcas más gruesas, estadísticamente igual a los demás tratamientos, pero superior al testigo (4,8 cm). La interacción entre la densidad poblacional de 62 500 plantas/ha más Osmocote 713 kg/ha presenta mazorcas más gruesas (5,37 cm)

Cuadro 5. Diámetro de mazorcas con la aplicación de fertilizantes de lenta liberación, en la producción de maíz duro. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Densidad Poblacional Plantas/ha	Fertilizantes kg/ha	Diámetro (cm)
62500		5,16 <sup>ns</sup>
71428		5,01
	Basacote 669 kg/ha	5,17 ab
	Basacote 444 kg/ha	5,17 ab
	Osmocote 713 kg/ha	5,22 a
	Osmocote 473 kg/ha	5,07 abc
	Testigo	4,80 c
62500	Basacote 669 kg/ha	5,17 <sup>ns</sup>
	Basacote 444 kg/ha	5,23
	Osmocote 713 kg/ha	5,37
	Osmocote 473 kg/ha	5,17
	Testigo	4,87
71428	Basacote 669 kg/ha	5,17
	Basacote 444 kg/ha	5,10
	Osmocote 713 kg/ha	5,07
	Osmocote 473 kg/ha	4,97
	Testigo	4,73
F. cal. Factor A		2,83 ns
F. cal. Factor B		6,67 **
F. cal. Factor Interacción		0,67 ns
C.V. (%)		4,82

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$   
ns = no significativo; \*\*: Altamente Significativo

#### 4.6. Longitud de mazorcas

En el Cuadro 6, se observan los promedios de longitud de mazorcas, existiendo alta significancia estadística para las densidades poblacionales y tratamientos, no existiendo en las interacciones. El coeficiente de variación fue 2,56 %.

Con la densidad poblacional de 62 500 plantas/ha se obtienen mazorcas más largas (18,99 cm) estadísticamente superiores a las producidas con la densidad de 71 428 plantas/ha (17,61 cm). La aplicación de Osmocote en dosis de 713 y 473 kg/ha (19,48 y 18,78 cm, respectivamente), generó mazorcas que fueron estadísticamente iguales entre si, y a las producidas con dosis de Basacote, pero superiores al testigo. Cabe indicar, que las interacciones entre la población de 62 500 plantas/ha más fertilización con Osmocote 713 kg/ha (21,03 cm), dieron mazorcas de mayor longitud.

Cuadro 6. Longitud de mazorcas con la aplicación de fertilizantes de lenta liberación, en la producción de maíz duro. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Densidad Poblacional Plantas/ha	Fertilizantes kg/ha	Longitud (cm)
62500		18,99 a
71428		17,61 b
	Basacote 669 kg/ha	18,40 ab
	Basacote 444 kg/ha	18,25 ab
	Osmocote 713 kg/ha	19,48 a
	Osmocote 473 kg/ha	18,78 a
	Testigo	16,60 b
62500	Basacote 669 kg/ha	18,63 <sup>ns</sup>
	Basacote 444 kg/ha	19,20
	Osmocote 713 kg/ha	21,03
	Osmocote 473 kg/ha	19,43
	Testigo	16,67
71428	Basacote 669 kg/ha	18,17
	Basacote 444 kg/ha	17,30
	Osmocote 713 kg/ha	17,93
	Osmocote 473 kg/ha	18,13
	Testigo	16,53
F. cal. Factor A		64,91 **
F. cal. Factor B		8,22 **
F. cal. Factor Interacción		2,54 ns
C.V. (%)		2,56

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$   
ns = no significativo; \*\*: Altamente Significativo



#### 4.7. Peso de granos

El Cuadro 7 muestra los valores del peso de granos, existiendo alta significancia estadística para los fertilizantes, no encontrándose en densidades poblacionales e interacciones. El coeficiente de variación fue 2,71 %.

La utilización de 62 500 plantas/ha presentó mejor peso de granos (41,07 g). El uso de Osmocote en dosis de 713 y 473 kg/ha (43,5 y 41,5 g, respectivamente), fue estadísticamente superior a los demás tratamiento, siendo el testigo quien presentó menor peso (39,12 g). Las plantas tratadas con Osmocote 713 kg/ha y sembradas a una densidad de 62 500 plantas/ha, presentaron más peso (44 g).

Cuadro 7. Peso de granos con la aplicación de fertilizantes de lenta liberación, en la producción de maíz duro. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Densidad Poblacional Plantas/ha	Fertilizantes kg/ha	Peso (g)
62500		41,07 <sup>ns</sup>
71428		40,80
	Basacote 669 kg/ha	40,33 b
	Basacote 444 kg/ha	40,17 b
	Osmocote 713 kg/ha	43,50 a
	Osmocote 473 kg/ha	41,50 ab
	Testigo	39,17 b
62500	Basacote 669 kg/ha	39,67 <sup>ns</sup>
	Basacote 444 kg/ha	40,33
	Osmocote 713 kg/ha	44,00
	Osmocote 473 kg/ha	42,33
	Testigo	39,00
71428	Basacote 669 kg/ha	41,00
	Basacote 444 kg/ha	40,00
	Osmocote 713 kg/ha	43,00
	Osmocote 473 kg/ha	40,67
	Testigo	39,33
F. cal. Factor A		0,44 ns
F. cal. Factor B		13,18 **
F. cal. Factor Interacción		1,62 ns
C.V. (%)		2,71

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$   
ns = no significativo; \*\*: Altamente Significativo

#### 4.8. Número de granos por mazorca

El análisis de varianza obtuvo diferencias altamente significativas en la evaluación realizada para fertilizantes e interacciones, no encontrándose en densidades poblacionales, con un coeficiente de variación 2,20 % (Cuadro 8).

Se dieron más utilizando una densidad de 62 500 plantas/ha (573,6 granos). Osmocote 713 kg/ha (589,5 granos) fue estadísticamente igual a Osmocote 473 kg/ha (583 granos), pero superior a los demás tratamientos, siendo el testigo quien presentó menor número (552,17 granos). Las interacciones entre la densidad poblacional de 62 500 plantas/ha y Osmocote (713 y 474 kg/ha, respectivamente, generaron diferencias altamente significativas sobre las demás interacciones, obteniéndose en el testigo menor número de granos.

Cuadro 8. Número de granos por mazorca con la aplicación de fertilizantes de lenta liberación, en la producción de maíz duro. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Densidad Poblacional Plantas/ha	Fertilizantes kg/ha	Granos
62500		573,60 <sup>ns</sup>
71428		568,93
	Basacote 669 kg/ha	572,50 bc
	Basacote 444 kg/ha	559,17 cd
	Osmocote 713 kg/ha	589,50 a
	Osmocote 473 kg/ha	583,00 ab
	Testigo	552,17 d
62500	Basacote 669 kg/ha	571,33 c
	Basacote 444 kg/ha	562,67 c
	Osmocote 713 kg/ha	596,00 a
	Osmocote 473 kg/ha	592,00 a
	Testigo	546,00 d
71428	Basacote 669 kg/ha	573,67 b
	Basacote 444 kg/ha	555,67 c
	Osmocote 713 kg/ha	583,00 b
	Osmocote 473 kg/ha	574,00 c
	Testigo	558,33 c
F. cal. Factor A		1,03 ns
F. cal. Factor B		26,81 **
F. cal. Factor Interacción		4,03 **
C.V. (%)		2,20

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$   
ns = no significativo; \*\*: Altamente Significativo

#### 4.9. Rendimiento por hectárea

En el Cuadro 9, se registran los valores del rendimiento de grano de maíz. Realizado el análisis de variancia se detectó significancia estadística para todos los factores medidos, siendo el coeficiente de variación 5,02 %.

La densidad poblacional de 71 428 plantas/ha fue estadísticamente superior a 62 500 planta/ha. El uso de Osmocote 713 kg/ha (9 842,67 kg) fue estadísticamente igual a Osmocote 473 kg/ha (9 285,67 kg), siendo superior al resto de tratamientos. La interacción entre Osmocote 713 kg/ha sembrado con una densidad de 71 428 plantas/ha fue estadísticamente superior al resto de tratamientos (11 103,33 kg/ha).

Cuadro 9. Rendimiento por hectárea con la aplicación de fertilizantes de lenta liberación, en la producción de maíz duro. Babahoyo, Los Ríos. 2018.

Densidad Poblacional Plantas/ha	Fertilizantes kg/ha	kg/ha
62500		8645,80 b
71428		9378,07 a
	Basacote 669 kg/ha	8870,17 b
	Basacote 444 kg/ha	9020,33 b
	Osmocote 713 kg/ha	9842,67 a
	Osmocote 473 kg/ha	9285,67 ab
	Testigo	7249,83 c
62500	Basacote 669 kg/ha	8499,00 abc
	Basacote 444 kg/ha	8512,00 abc
	Osmocote 713 kg/ha	10164,00 ab
	Osmocote 473 kg/ha	9397,67 abc
	Testigo	6656,33 c
71428	Basacote 669 kg/ha	9241,33 abc
	Basacote 444 kg/ha	8734,67 abc
	Osmocote 713 kg/ha	11103,33 a
	Osmocote 473 kg/ha	9173,67 abc
	Testigo	7843,33 bc
F. cal. Factor A		39,61 **
F. cal. Factor B		84,31 **
F. cal. Factor Interacción		4,6 **
C.V. (%)		5,02

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, Tukey  $\leq 0,05$   
ns = no significativo; \*\*: Altamente Significativo

#### 4.10. Evaluación económica

El análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos, se presentan en el Cuadro 10.

Se observa que las utilidades variaron de \$1 742,60 correspondiente al tratamiento Densidad 71 428 plantas/ha fertilizadas con Osmocote 713 kg/ha contra \$(-1 156,98) del tratamiento 62 500 plantas/ha más Basacote 669 kg/ha. Cabe mencionar que el tratamiento que incluye sólo el fertilizante Convencional (Urea-DAP-Muriato) obtuvo utilidades entre \$1 183 y \$1 496,93 por hectárea.

Cuadro 10. Análisis económico de los tratamientos. Babahoyo, 2018.

Densidad Plantas/ha	Fertilizante	Dosis kg/ha	Rendimiento kg/ha	Ingresos	Costos Fijos	Costo Tratamientos	Costos Cosecha	Costo total	Utilidad Neta	B/C
62500	Basacote	669	8498,88	2711,41	574,00	3107,40	186,99	3868,39	-1156,98	0,70
62500	Basacote	444	8511,88	2715,56	574,00	2072,40	187,28	2833,68	-118,12	0,96
62500	Osmocote	713	10163,74	3242,56	574,00	942,64	223,62	1740,26	1502,29	1,86
62500	Osmocote	473	9397,50	2998,10	574,00	635,44	206,77	1416,21	1581,90	2,12
62500	Convencional	NA	6656,25	2123,56	574,00	220,00	146,45	940,45	1183,10	2,26
71428	Basacote	669	9241,63	2948,37	612,75	3107,40	203,34	3923,49	-975,11	0,75
71428	Basacote	444	8734,85	2786,69	612,75	2072,40	192,19	2877,34	-90,64	0,97
71428	Osmocote	713	11103,23	3542,28	612,75	942,64	244,30	1799,69	1742,60	1,97
71428	Osmocote	473	9173,80	2926,73	612,75	635,44	201,84	1450,03	1476,70	2,02
71428	Convencional	NA	7843,27	2502,25	612,75	220,00	172,57	1005,32	1496,93	2,49

## V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se detectó efectos significativos en varias de las características agronómicas evaluadas.

En lo que respecta a la floración, con la aplicación del fertilizante convencional, el híbrido floreció más tardíamente; mientras que con la aplicación del fertilizante Osmocote, fue más precoz, demostrándose que dicho fertilizante alarga el inicio del periodo de floración. Esto concuerda con Infoagro (2012) quienes consideran que los fertilizantes de liberación controlada suministran los nutrientes a la planta de forma eficaz, controlada y prolongada en el tiempo. Esto permite reducir el número de aplicaciones y de unidades de fertilizantes a aportar, posibilitando una fertilización más eficaz. Se reduce las pérdidas, permitiendo mantener en el suelo el nivel adecuado a lo largo del ciclo de desarrollo de las plantas, evitando el exceso o el defecto que caracteriza a las aplicaciones tradicionales.

La altura de planta evaluada, mostró mayor incremento con la presencia de Osmocote, disminuyendo en el Testigo convencional, reflejándose el efecto del fertilizante Osmocote que contiene un balance adecuados de nutrientes, dichos elementos influyen positivamente en el crecimiento vegetativo, obteniéndose plantas de mayor tamaño; cabe indicar, que el mismo comportamiento se detectó para la altura de inserción de mazorca; lo cual era de esperarse, pues dichos caracteres están asociados positivamente. Esto es corroborado por Según Castro *et al.* (2006) al mencionar que los fertilizantes encapsulados son de gran interés. Las sustancias nutritivas están reunidas en los gránulos (cápsulas) envueltos en una camisa especial permeable al agua. Gracias a esa camisa se liberan en el suelo paulatinamente bajo la influencia del agua y el calor. Una cápsula envuelta en la camisa semipermeable (membrana) contiene los elementos minerales – N, P, K, Mg, B, Cu, Zn, Mn, Mo – en la proporción necesaria para las plantas.

El diámetro de mazorcas, longitud de las mazorcas, número de granos y peso de 100 granos, fueron influenciados significativamente, por los tratamientos; a excepción, del testigo que presentó los menores promedios en

dichos caracteres, difiriendo de los demás restantes tratamientos; lo que demostró que la aplicación de Osmocote aplicado solo, produce efectos significativos. Tal como lo menciona Steward (2001) quien sostiene que una fertilización adecuada y balanceada tiene un efecto muy importante en el manejo de los nutrientes. Es necesario manejar el cultivo y los nutrientes utilizando prácticas agronómicas que permitan un manejo seguro. Una de estas prácticas es la aplicación oportuna de los fertilizantes para maximizar el efecto potencial.

El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el tratamiento Osmocote 713 kg/ha sembrado a 71428 plantas/ha con 11103,23 kg/ha; mientras que la menor producción se encontró en el testigo convencional sembrado a 62500 plantas/ha con 6656,25 kg/ha, que representa un incremento del 80.86 %. Así mismo, al comparar las densidades poblacionales existe un incremento del 18,63%, que se debe al incremento de plantas, demostrándose la importancia del manejo de poblaciones en los cultivos para incrementar la producción de grano. Esto debido a que el fertilizante de liberación controlada contiene N, P, K, Mg, S, Ca y micronutrientes, formulaciones específicas para inicio y desarrollo de las plantas, dando como resultado más grano. Además, el análisis económico del rendimiento de grano en función al costo de los tratamientos, determinó que el tratamiento Osmocote 713 kg/ha en 71428 plantas/ha, alcanzó la mayor utilidad económica; reflejándose la importancia de la aplicación de dicho fertilizante en el cultivo del maíz. Esto lo corroboran Sierra, Simonne y Treadwell (2007), al mencionar que las plantas necesitan 16 elementos para un desarrollo vegetativo y reproductivo normal. Los macronutrientes necesitan en cantidades relativamente grandes (1 % a 6 % del peso seco; 1 % = 1 g / 100 g de peso seco). Los micronutrientes, aunque requeridos en menores cantidades (1 a 200 ppm; 1ppm = 1 mg / kg de peso seco).

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

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

1. La aplicación del fertilizante convencional, alargó el inicio del periodo de floración.
2. La altura de inserción de mazorca y altura de planta, estuvieron asociados e influenciadas positivamente por la aplicación de Osmocote.
3. Los fertilizantes aplicados en el ensayo no influyeron positivamente en los caracteres días a floración y días a maduración fisiológica.
4. Cuando se aplicó Osmocote, se logró diferencias estadísticas a los restantes tratamientos, en las variables diámetro de mazorcas, longitud de mazorcas, peso de granos y número de granos.
5. El mayor rendimiento de grano se obtuvo con el tratamiento Osmocote 713 kg/ha sembrado a 71428 plantas/ha con 11103,23 kg/ha; mientras que el testigo convencional sembrado a 62500 plantas/ha con 6656,25 kg/ha, logró el menor rendimiento.
6. El incremento de las dosis del fertilizante Osmocote produjo incrementos del 18,63% en el rendimiento de grano.
7. El empleo Basacote produjo utilidades negativas en las dos densidades de siembra probadas y en ambas dosis de trabajo.
8. Las plantas tratadas con Osmocote obtuvieron utilidades positivas, siendo \$1742,60 correspondiente al tratamiento Densidad 71428 plantas/ha fertilizadas con Osmocote 713 kg/ha.

Analizadas las conclusiones, se recomienda:

1. Emplear en un programa de fertilización con fertilizantes de liberación controlada en maíz como fuente Osmocote en dosis de 713 kg/ha, para elevar la producción de grano.
2. Utilizar el híbrido de maíz empleado en el ensayo con una densidad poblacional de 71428 plantas/ha, por su buena adaptabilidad en la zona.
3. Hacer trabajos experimentales con otras fuentes y dosis, en diferentes localidades agroecológicas.



## VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental fue realizado en los terrenos de la granja experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo en el sector San Pablo, ubicado en Km 7 ½ de la vía Babahoyo-Montalvo. Se investigaron diez tratamientos y tres repeticiones. El objetivo del trabajo experimental fue evaluar el comportamiento agronómico del maíz con la aplicación de fertilizantes de liberación controlada, para determinar la respuesta y su efecto sobre la producción del cultivo.

La siembra de maíz se realizó con el híbrido insignia 105 en parcelas de 20 m<sup>2</sup>. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de parcelas divididas. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

Las variables evaluadas fueron: floración, altura de planta, altura de inserción de mazorca, diámetro y longitud de mazorcas, peso de 100 granos, rendimiento de grano y análisis económico.

Los resultados determinaron que las características agronómicas fueron parcialmente influenciadas con la aplicación de los fertilizantes con incremento del rendimiento del 80.86 %. Así mismo, al comparar las densidades poblacionales existe un incremento del 18,63%, que se debe al incremento de plantas, demostrándose la importancia manejo de poblaciones en los cultivos para incrementar la producción de grano. El Testigo presentó los promedios más bajos en las variables estudiadas.

Palabras claves: Efecto de Fertilizante, Rendimiento, densidad de siembra, liberación controlada en el cultivo de Maíz.

## VIII. SUMMARY

The present experimental work was carried out in the lands of the experimental farm of the Ability of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo in the sector San Pablo, located in Km 7,5 of the road Babahoyo-Montalvo. Ten treatments and three repetitions were investigated. The objective of the experimental work was to evaluate the agronomic behavior of the corn with the application of fertilizers of controlled liberation, to determine the answer and its effect on the production of the cultivation.

The crop of corn was carried out with the hybrid insignia 105 in parcels of 20 m<sup>2</sup>. The treatments were distributed in a design of divided parcels. For the evaluation of stockings the test was used from Tukey to 5 % significance.

The evaluated variables were: flowering, plant height, height of ear insert, diameter and longitude of ears, weight of 100 grains, grain yield and economic analysis.

The results determined that the agronomic characteristics were partially influenced with the application of the fertilizers with increment of the yield of 80,86 %. Likewise, when comparing the populational densities an increment of 18,63% it exists that is due to the increment of plants, being demonstrated the importance handling of populations in the cultivations to increase the grain production. The Witness presented the lowest averages in the studied variables.

Keywords: Fertilizer effect, performance, planting density, controlled release of the corn crop.

## IX. LITERATURA CITADA

Bertorelli, B. (2007). Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.

Bethencourt, J., Pérez, A., Monzó, B., González, A., López Marín, J. 2010. Aplicación de fertilizantes de liberación controlada en el cultivo de lechuga en la región de Murcia. Universidad de Murcia pp 1-7.

Castro, L., Gavi, R., Peña-Cabriales, J., Núñez, E., Etchevers, B. 2006. Eficiencia de recuperación de N y K de tres fertilizantes de lenta liberación. Terra Latinoamericana 24, 277–282.

Casas, F. (2011). Producción Agropecuaria en el Paraguay. In Memoria Seminario-Taller. 3-6 Nov-2010. IICA-CIID. Lima-Perú. 107 p. Disponible en: [www.unlm.edu](http://www.unlm.edu).

Castañeda, L.; Conde A.;\_(1992). Prueba de campo de metalosatos multiminerales en la costa de Guatemala. Dewayne sanead. ASA. P 213-216.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 1986. Investigación de fréjol en beneficio a Costa Rica, nuevo Método produce mayor resistencia al (BGMV) Cali - Colombia. P 9

CIAT. (2005). Arroz: Investigación y Producción. Los macro nutrientes en La nutrición de la planta de arroz, Colombia. P 108

Compo-Expert.com. (2012). Fertilizantes de liberación controlada. En línea. Consultado 12 de marzo del 2012. Disponible en <http://www.compo-expert.com/es/home/productos/fertilizantes-de-liberacion-controlada-car/basacoter-/basacoter-plus-3m.html>.

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.

Departamento de agricultura-USDA. (2004). Manual técnico de fertilización. Comisión de aplicación de fertilizantes. Informe 245. 42 p.

FAO. (2011). Core collections of plant genetic resources. Roma, IT, International Plant Genetic Resources Institute. 48 p. (Technical Bulletin no.8).

FAO. (2002). Los fertilizantes y su uso. Recuperado el 31 de enero del 2016, de <http://www.agoracactus.com.ar/index.php?topic=1823.5;wap2Infoagro.com>.

(2012). Abonos de liberación lenta. En línea. Consulta el 18 de Marzo del 2012. Disponible en [http://www.infoagro.com/abonos/ab\\_liber\\_len-ta.asp](http://www.infoagro.com/abonos/ab_liber_len-ta.asp).

INIAP, (2008). Evaluación de un vivero de adaptación y rendimiento de 12 híbridos promisorios de maíz. Estación experimental Santa Catalina, Programa de Cereales. Pp. 14 – 15.

Instituto Internacional de Nutrición de Plantas-IPNI. (2010). Informe técnico anual. Región Latinoamérica Sur. Quito-Ecuador. pp. 1-21.

Jiménez Gómez, S., (2005). Fertilizantes de liberación lenta: Introducción. In: Fertilizantes de liberación lenta. Jiménez Gómez, S. Ed., Mundi-Prensa. Madrid, pp 1-7.

Melgar, R. (2011). Nuevas Tecnologías en el uso eficiente de fertilizantes nitrogenados. Instituto Nacional de tecnología agropecuaria-INT. In Simposio Internacional: manejo y uso eficiente de fertilizantes. Buenos Aires. Pp 1-59.

Mestanza, S.; Alcivar, S. (2004). Guía del cultivo del arroz. La Fertilización del cultivo de arroz en Ecuador. FENEARROZ. P. 32

Sierra, L.; Simonne, P.; Treadwell, B. (2007). Manejo y rotación de cultivos de cereales, fertilización de los cultivos, Edit MacGraw -Hill, Madrid. pp 32-39.

SOLVESA. (2016). "Fertilizantes". EDIFARM. Vademécum Agrícola 2014, 1ra edición. Editorial Poligráfica, Guayaquil-Ecuador. pp 167-168.

Manual agropecuario. (2002). Fundación Hogares Juveniles Campesinos Bogotá, Coolombia. Pág. 200

Mederos, J. (2009). Producción moderna de maíz duro. Ed. Mundi Prensa. España. Madrid.

Parsons, D. (2006). El Maíz: Manuales para Educación Agropecuaria. Área de Producción Vegetal. Editorial Trillas. Mexico. p. 9.

Projar. (2013). Fertilizantes de liberación controlada, Nutricote. Catálogo de productos. Disponible en: [www.projar.com](http://www.projar.com)

Ronen, E. (2008). Un enfoque innovador en fertilización de cultivos de campo abierto basado en el uso de tecnología de liberación controlada. Haiffa, Product development. Disponible en [www.haifachem.com](http://www.haifachem.com). pp 1-8.

Shoji, K., Kanno, H. (2007). Use of polyolefin-coated fertilizers for increasing fertilizar efficiency and reducing nitrate and nitrous oxide emissions. Fert. Res. 39, 147-152.

Steward, W.M. (2001). Fertilizantes y el Ambiente. Instituto de la Potasa y el Fosforo. Informaciones Agronómicas. No 44. pp. 6-7.

Sumitomo. 2012. Catalogo y manual de productos. Catalogo 2012, Disponible en [www.sumitomo-agricola.com](http://www.sumitomo-agricola.com).

Sierra, L.; Simonne, P.; Treadwell, B. (2007). Manejo y rotación de cultivos de cereales, fertilización de los cultivos, Edit MacGraw -Hill, Madrid. pp 32-39.

Thompson, L. M.; Troeh, F.; 2002. Los suelos y su fertilidad. Editorial Reverté, S. A. España. Pp. 229 – 231.

Trenkel, W.M. (2007). Fertilizantes y el Ambiente. Instituto Internacional de nutrición de plantas. Informaciones Agronómicas. No 44. pp. 6-7.

Tucunango, W. (1993). Nutrición mineral de las plantas. Fitosan S.A. Guayaquil-Ecuador. P 5.

Villegas. A., (2013). Efectos de la aplicación fertilizantes edáficos, complementados con fertilizantes de liberación controlada sobre el rendimiento de dos híbridos de maíz duro en la zona de Catarama; provincia de los Ríos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias.

# **ANEXOS**

## Anexo 1. ANDEVA ALTURA DE PLANTA

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	229	220	221	670	223,33
A1B2	218	221	224	663	221
A1B3	231	248	235	714	238
A1B4	224	230	234	688	229,33
A1B5	210	195	211	616	205,33
A2B1	221	222	220	663	221
A2B2	225	219	229	673	224,33
A2B3	229	227	232	688	229,33
A2B4	225	236	234	695	231,67
A2B5	214	119	210	543	181

Sumatoria Total: 6613,00 CV(a): 7,62% CV(b): 8,08% Media: 220,43

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

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Bloque	708,87	2	354,44	1,26 ns	3,55	6,01
FA	264,04	1	264,04	0,94 ns	18,5	98,5
Error(a)	564,46	2	282,23			
FB	6167,54	4	1541,89	4,87 **	3,01	4,77
IAB	769,79	4	192,45	0,61 ns	3,01	4,77
Error(b)	5070,67	16	316,92			
Total	13545,37	29				

### Ubicación de Rangos Tratamientos

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B3	238				A	
A2B4	231,67				A	
A2B3	229,33				A	
A1B4	229,33				A	
A2B2	224,33				A	
A1B1	223,33				A	
A2B1	221				A	
A1B2	221				A	
A1B5	205,33				A	
A2B5	181				A	

### Rangos para el factor F(A)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	223,4				A	
A2	217,47				A	

### Rangos para el factor F(B)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B3	233,67				A	
B4	230,5				A	
B2	222,67				A B	
B1	222,17				A B	
B5	193,17				B	



## Anexo 2. ANDEVA ALTURA DE INSERCIÓN

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	114	104	113	331	110,33
A1B2	106	112	106	324	108
A1B3	129	128	131	388	129,33
A1B4	103	112	119	334	111,33
A1B5	103	93	127	323	107,67
A2B1	103	113	111	327	109
A2B2	117	103	114	334	111,33
A2B3	121	117	120	358	119,33
A2B4	131	130	120	381	127
A2B5	113	112	113	338	112,67

Sumatoria Total: 3438,00 CV(a): 7,35% CV(b): 6,19% Media: 114,60

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

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Bloque	130,4	2	65,2	0,92 ns	3,55	6,01
FA	48,13	1	48,13	0,68 ns	18,5	98,5
Error(a)	141,87	2	70,94			
FB	1103,53	4	275,88	5,49 **	3,01	4,77
IAB	526,87	4	131,72	2,62 ns	3,01	4,77
Error(b)	804,4	16	50,28			
Total	2755,2	29				

### Ubicación de Rangos Tratamientos

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B3	129,33				A	
A2B4	127				A	
A2B3	119,33				A	
A2B5	112,67				A	
A2B2	111,33				A	
A1B4	111,33				A	
A1B1	110,33				A	
A2B1	109				A	
A1B2	108				A	
A1B5	107,67				A	

### Rangos para el factor F(A)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	115,87				A	
A1	113,33				A	

### Rangos para el factor F(B)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B3	124,33				A	
B4	119,17				A B	
B5	110,17				A B	
B2	109,67				B	
B1	109,67				B	

### Anexo 3. ANDEVA DIAS FLORACION

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	52	52	56	160	53,33
A1B2	53	54	55	162	54
A1B3	52	54	54	160	53,33
A1B4	54	53	54	161	53,67
A1B5	56	53	53	162	54
A2B1	53	56	54	163	54,33
A2B2	55	52	53	160	53,33
A2B3	54	55	53	162	54
A2B4	53	54	54	161	53,67
A2B5	56	57	54	167	55,67

Sumatoria Total: 1618,00 CV(a): 3,58% CV(b): 2,58% Media: 53,93

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

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Bloque	0,27	2	0,14	0,04 ns	3,55	6,01
FA	2,14	1	2,14	0,57 ns	18,5	98,5
Error(a)	7,46	2	3,73			
FB	6,2	4	1,55	0,8 ns	3,01	4,77
IAB	4,86	4	1,22	0,63 ns	3,01	4,77
Error(b)	30,94	16	1,93			
Total	51,87	29				

#### Ubicación de Rangos Tratamientos

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2B5	55,67				A	
A2B1	54,33				A	
A1B2	54				A	
A2B3	54				A	
A1B5	54				A	
A2B4	53,67				A	
A1B4	53,67				A	
A1B3	53,33				A	
A1B1	53,33				A	
A2B2	53,33				A	

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

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	54,2				A	
A1	53,67				A	

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

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B5	54,83				A	
B1	53,83				A	
B3	53,67				A	
B4	53,67				A	
B2	53,67				A	

## Anexo 4. ANDEVA DIAS MADURACION

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	117	118	120	355	118,33
A1B2	122	122	121	365	121,67
A1B3	121	117	123	361	120,33
A1B4	120	123	119	362	120,67
A1B5	119	119	124	362	120,67
A2B1	117	120	120	357	119
A2B2	121	122	122	365	121,67
A2B3	123	123	124	370	123,33
A2B4	120	123	123	366	122
A2B5	123	124	125	372	124

Sumatoria Total: 3635,00 CV(a): 1,09% CV(b): 1,38% Media: 121,17

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

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Bloque	16,27	2	8,14	4,71 *	3,55	6,01
FA	20,84	1	20,84	12,05 ns	18,5	98,5
Error(a)	3,46	2	1,73			
FB	50	4	12,5	4,45 *	3,01	4,77
IAB	12,66	4	3,17	1,13 ns	3,01	4,77
Error(b)	44,94	16	2,81			
Total	148,17	29				

### Ubicación de Rangos Tratamientos

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2B5	124				A	
A2B3	123,33				A	
A2B4	122				A	
A2B2	121,67				A	
A1B2	121,67				A	
A1B4	120,67				A	
A1B5	120,67				A	
A1B3	120,33				A	
A2B1	119				A	
A1B1	118,33				A	

### Rangos para el factor F(A)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	122				A	
A1	120,33				A	

### Rangos para el factor F(B)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B5	122,33				A	
B3	121,83				A B	
B2	121,67				A B	
B4	121,33				A B	
B1	118,67				B	

## ANEXO 5. DIAMETRO DE MAZORCA

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	4,9	5,7	4,9	15,5	5,17
A1B2	5,4	5,4	4,9	15,7	5,23
A1B3	5,4	5,4	5,3	16,1	5,37
A1B4	5,1	5,3	5,1	15,5	5,17
A1B5	4,9	4,9	4,8	14,6	4,87
A2B1	5,1	5,3	5,1	15,5	5,17
A2B2	4,9	5,3	5,1	15,3	5,1
A2B3	5,2	4,9	5,1	15,2	5,07
A2B4	4,9	4,9	5,1	14,9	4,97
A2B5	4,8	4,8	4,6	14,2	4,73

Sumatoria Total: 152,50 CV(a): 4,82% CV(b): 3,41% Media: 5,08

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

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Bloque	0,19	2	0,1	1,67 ns	3,55	6,01
FA	0,17	1	0,17	2,83 ns	18,5	98,5
Error(a)	0,12	2	0,06			
FB	0,67	4	0,17	5,67 **	3,01	4,77
IAB	0,08	4	0,02	0,67 ns	3,01	4,77
Error(b)	0,53	16	0,03			
Total	1,76	29				

### Ubicación de Rangos Tratamientos

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B3	5,37				A	
A1B2	5,23				A	
A1B1	5,17				A	
A1B4	5,17				A	
A2B1	5,17				A	
A2B2	5,1				A	
A2B3	5,07				A	
A2B4	4,97				A	
A1B5	4,87				A	
A2B5	4,73				A	

### Rangos para el factor F(A)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	5,16				A	
A2	5,01				A	

### Rangos para el factor F(B)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B3	5,22				A	
B2	5,17				A	
B1	5,17				A B	
B4	5,07				A B C	
B5	4,8				C	

## ANEXO 6. LONGITUD DE MAZORCAS

-	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	18,4	19,1	18,4	55,9	18,63
A1B2	20	19,2	18,4	57,6	19,2
A1B3	21	20,1	22	63,1	21,03
A1B4	20	19,1	19,2	58,3	19,43
A1B5	16	18	16	50	16,67
A2B1	19	19,2	16,3	54,5	18,17
A2B2	18,3	17,2	16,4	51,9	17,3
A2B3	18	17,4	18,4	53,8	17,93
A2B4	18,5	17,4	18,5	54,4	18,13
A2B5	16,3	17,1	16,2	49,6	16,53

Sumatoria Total: 549,10 CV(a): 2,56% CV(b): 4,98% Media: 18,30

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

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Bloque	1,71	2	0,86	3,91 *	3,55	6,01
FA	14,28	1	14,28	64,91 *	18,5	98,5
Error(a)	0,44	2	0,22			
FB	27,22	4	6,81	8,2 **	3,01	4,77
IAB	8,44	4	2,11	2,54 ns	3,01	4,77
Error(b)	13,28	16	0,83			
Total	65,37	29				

### Ubicación de Rangos Tratamientos

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B3	21,03				A	
A1B4	19,43				A	
A1B2	19,2				A	
A1B1	18,63				A	
A2B1	18,17				A	
A2B4	18,13				A	
A2B3	17,93				A	
A2B2	17,3				A	
A1B5	16,67				A	
A2B5	16,53				A	

### Rangos para el factor F(A)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	18,99				A	
A2	17,61				B	

### Rangos para el factor F(B)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B3	19,48				A	
B4	18,78				A	
B1	18,4				A B	
B2	18,25				A B	
B5	16,6				B	

## ANEXO 7. PESO GRANOS

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	40	40	39	119	39,67
A1B2	41	40	40	121	40,33
A1B3	43	43	46	132	44
A1B4	42	44	41	127	42,33
A1B5	39	40	38	117	39
A2B1	40	42	41	123	41
A2B2	39	41	40	120	40
A2B3	43	44	42	129	43
A2B4	39	43	40	122	40,67
A2B5	39	39	40	118	39,33

Sumatoria Total: 1228,00 CV(a): 2,71% CV(b): 2,73% Media: 40,93

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

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Bloque	6,87	2	3,44	2,8 ns	3,55	6,01
FA	0,54	1	0,54	0,44 ns	18,5	98,5
Error(a)	2,46	2	1,23			
FB	65,87	4	16,47	13,18 **	3,01	4,77
IAB	8,13	4	2,03	1,62 ns	3,01	4,77
Error(b)	20	16	1,25			
Total	103,87	29				

### Ubicación de Rangos Tratamientos

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B3	44				A	
A2B3	43				A	
A1B4	42,33				A	
A2B1	41				A	
A2B4	40,67				A	
A1B2	40,33				A	
A2B2	40				A	
A1B1	39,67				A	
A2B5	39,33				A	
A1B5	39				A	

### Rangos para el factor F(A)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	41,07				A	
A2	40,8				A	

### Rangos para el factor F(B)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B3	43,5				A	
B4	41,5				A B	
B1	40,33				B	
B2	40,17				B	
B5	39,17				B	

## ANEXO 8. NUMERO DE GRANOS

--	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	580	565	569	1714	571,33
A1B2	575	566	547	1688	562,67
A1B3	596	591	601	1788	596
A1B4	597	589	590	1776	592
A1B5	548	554	536	1638	546
A2B1	569	581	571	1721	573,67
A2B2	541	564	562	1667	555,67
A2B3	586	586	577	1749	583
A2B4	571	582	569	1722	574
A2B5	560	556	559	1675	558,33

Sumatoria Total: 17138,00 CV(a): 2,20% CV(b): 1,30% Media: 571,27

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

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Bloque	156,47	2	78,24	0,49 ns	3,55	6,01
FA	163,34	1	163,34	1,03 ns	18,5	98,5
Error(a)	316,86	2	158,43			
FB	5897,2	4	1474,3	26,81 **	3,01	4,77
IAB	886	4	221,5	4,03 *	3,01	4,77
Error(b)	880	16	55			
Total	8299,87	29				

### Ubicación de Rangos Tratamientos

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1B3	596				A	
A1B4	592				A	
A2B3	583				A	
A2B4	574				A	
A2B1	573,67				A	
A1B1	571,33				A	
A1B2	562,67				A	
A2B5	558,33				A	
A2B2	555,67				A	
A1B5	546				A	

### Rangos para el factor F(A)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A1	573,6				A	
A2	568,93				A	

### Rangos para el factor F(B)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B3	589,5				A	
B4	583				A B	
B1	572,5				B C	
B2	559,17				C D	
B5	552,17				D	

## ANEXO 9. RENDIMIENTO

	R1	R2	R3	Sumatoria	Media
A1B1	8700	8475	8322	25497	8499
A1B2	8841	8490	8205	25536	8512
A1B3	9931	9848	10713	30492	10164
A1B4	9403	9719	9071	28193	9397,67
A1B5	6679	6925	6365	19969	6656,33
A2B1	8941	9586	9197	27724	9241,33
A2B2	8289	9084	8831	26204	8734,67
A2B3	11159	11419	10732	33310	11103,33
A2B4	8748	9832	8941	27521	9173,67
A2B5	7800	7744	7986	23530	7843,33

Sumatoria Total: 267976,00 CV(a): 5,02% CV(b): 3,64% Media: 8932,53

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

F.V	SC	GL	CM	F. cal	F. Tab 5%	F. Tab 1%
Bloque	485020,87	2	242510,44	1,21 ns	3,55	6,01
FA	2466480,14	1	2466480,14	12,27 ns	18,5	98,5
Error(a)	402127,26	2	201063,63			
FB	35697187,8	4	8924296,95	84,31 **	3,01	4,77
IAB	1946716,86	4	486679,22	4,6 *	3,01	4,77
Error(b)	1693596,54	16	105849,78			
Total	42691129,47	29				

### Ubicación de Rangos Tratamientos

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2B3	11103,33				A	
A1B3	10164				A B	
A1B4	9397,67				A B C	
A2B1	9241,33				A B C	
A2B4	9173,67				A B C	
A2B2	8734,67				A B C	
A1B2	8512				A B C	
A1B1	8499				A B C	
A2B5	7843,33				B C	
A1B5	6656,33				C	

### Rangos para el factor F(A)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
A2	9378,07				A	

### Rangos para el factor F(B)

Tratamientos	Medias	DMS	Duncan	SNK	Tukey	Scheffe
B3	9842,67				A	
B4	9285,67				A B	
B2	9020,33				B	
B1	8870,17				B	
B5	7249,83				C	



## ANEXO 10. COSTOS PRODUCCION

### COSTO DE PRODUCCION

ACTIVIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
<b>Preparación de suelos</b>				
Rastrada	Ha	25,00	3,00	75,00
Siembra	Ha	45,00	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>75,00</b>
<b>Siembra</b>				
Semilla	qq	200,00	1,25	250,00
semevin	250 cc	14,00	1,00	14,00
Siembra	jornal	10,00	8,00	80,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>287,75</b>
<b>Fertilización</b>				
Urea	50 kg	18,00	0,00	0,00
Muriato de potasio	50 kg	21,00	0,00	0,00
DAP	50 kg	28,00	0,00	0,00
Aplicación	jornal	10,00	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>0,00</b>
<b>Control de malezas</b>				
Paraquat	lt	8,00	2,00	16,00
Pendimetalin	lt	12,00	3,00	36,00
Atrazina	kg	9,00	1,00	9,00
Aplicación	jornal	10,00	3,00	30,00
Desyerba	jornal	10,00	5,00	50,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>80,00</b>
<b>Control de plagas</b>				
Methomyl	100 g	3,00	6,00	18,00
Radiant	100 cc	17,00	1,00	17,00
Proclaim	100 g	16,00	2,00	32,00
Skul 27	lt	28,00	0,50	14,00
Aplicación	Jornal	10,00	6,00	60,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>141,00</b>
<b>Fertilización Foliar</b>				
Libamin	lt	9,00	1,00	9,00
Oligomix	100 g	3,00	0,00	0,00
Aplicación	jornal	10,00	2,00	20,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>29,00</b>
(*)sacos de 30 kg				<b>669,00</b>

## ANEXO 11. COSTOS PRODUCCION

### COSTO DE PRODUCCION

ACTIVIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
<b>Preparación de suelos</b>				
Rastrada	Ha	25,00	3,00	75,00
Siembra	Ha	45,00	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>75,00</b>
<b>Siembra</b>				
Semilla	qq	200,00	1,00	200,00
semevin	250 cc	14,00	1,00	14,00
Siembra	jornal	10,00	8,00	80,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>249,00</b>
<b>Fertilización</b>				
Urea	50 kg	18,00	0,00	0,00
Muriato de potasio	50 kg	21,00	0,00	0,00
DAP	50 kg	28,00	0,00	0,00
Aplicación	jornal	10,00	0,00	0,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>0,00</b>
<b>Control de malezas</b>				
Paraquat	lt	8,00	2,00	16,00
Pendimetalin	lt	12,00	3,00	36,00
Atrazina	kg	9,00	1,00	9,00
Aplicación	jornal	10,00	3,00	30,00
Desyerba	jornal	10,00	5,00	50,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>80,00</b>
<b>Control de plagas</b>				
Methomyl	100 g	3,00	6,00	18,00
Radiant	100 cc	17,00	1,00	17,00
Proclaim	100 g	16,00	2,00	32,00
Skul 27	lt	28,00	0,50	14,00
Aplicación	Jornal	10,00	6,00	60,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>141,00</b>
<b>Fertilización Foliar</b>				
Libamin	lt	9,00	1,00	9,00
Oligomix	100 g	3,00	0,00	0,00
Aplicación	jornal	10,00	2,00	20,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>29,00</b>
(*)sacos de 30 kg				<b>619,00</b>

## ANEXO 12. COSTOS TRATAMIENTOS

BASACOTE	25	26,76	115	3077,4		
BASACOTE	25	17,76	115	2042,4		
OSMOCOTE	25	28,52	32	912,64		
OSMOCOTE	25	18,92	32	605,44		
QUIMICA						
115	23	5	22	110		
23	23	1	28	28		
60	30	2	26	52		
				190		
APLICACIÓN	3	10	30			
			(**) TA: 115 kg/ha N, 23 kg/ha P, 60 kg/ha K.			

## IMAGENES DEL ENSAYO



**Figura 1.** Aplicación de herbicidas inicial.



**Figura 2.** Siembra del cultivo.



**Figura 3.** Aplicación de los tratamientos.



**Figura 4.** Ubicación y germinación de tratamientos.



**Figura 5.** Efectos de los tratamientos.



**Figuras 6.** Peso de granos.



**Figuras 7.** Visita de Coordinador de titulación.



**Figura 8.** Medición de diámetro de mazorca.