



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



TRABAJO DE TITULACION

Trabajo experimental presentado al H. Consejo Directivo
como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) a la
aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en la zona de
Montalvo, Los Ríos”.

AUTOR:

Carlos Adonis Alarcón Ramírez

TUTOR:

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, Mg.Sc.

BABAHOYO – LOS RIOS – ECUADOR



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



TRABAJO DE TITULACION

Trabajo experimental presentado al H. Consejo Directivo
como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) a la
aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en la zona de
Montalvo, Los Ríos”.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MAE

PRESIDENTE

Ing. Agr. Xavier Gutiérrez Mora, MAE

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Dalton Cadena Piedrahita, MAE

SEGUNDO VOCAL

Los resultados, conclusiones y recomendaciones obtenidas en el presente trabajo pertenecen de manera única exclusiva del autor.

Carlos Adonis Alarcón Ramírez

AGRADECIMIENTOS

- Agradezco a Dios, por haberme guiado por este camino, a mis abuelos no tengo palabras para agradecerles todo lo que han hecho por mí.
- A mis padres que de una u otra forma me ayudaron y estuvieron pendientes de mí, también agradezco a Omar Maliza quien ha sido una de las personas incondicionales que ha estado en los momentos más difíciles para mí, gracias a sus consejos y apoyo incondicional hoy puedo decir que cumplí un sueño que era de toda mi familia.
- A los maestros que me inspiraron y compartieron sus conocimientos y experiencias, más que maestros amigos: Eduardo Colina, tutor, amigo y guía en este proyecto; Fidel Beltrán; Carlos Barros; Guillermo García; Mercedes Maldonado; Cristina Maldonado, gracias a todos y a los demás maestros que me enseñaron a mejorar con cada consejo y palabras de aliento para hoy poder cumplir este sueño.
- Compañeros de clase, amigos, familia como los son: Ronald Amaiquema; Stefania Fernandez, Gilson Aguilar, Adalberto Zambrano y demás amigos que se convirtieron en familia, gracias a todos por compartir grandes momentos.

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a mi familia, especialmente a mis abuelos: Judit Díaz y Esteban Ramírez, por siempre ayudarme incondicionalmente en el día a día de mis estudios, negándose a sí mismos muchas cosas para poder tener todo lo que necesitaba, en este largo camino de estudios. No tengo como pagarle todo lo que han hecho por mí.

A mi esposa e hijo, quienes han sido mi motor todos los días para poder cumplir este sueño.

ÍNDICE

RESPONSABILIDAD	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
I. INTRODUCCIÓN	1
II MARCO TEORICO	¡Error! Marcador no definido.
III MATERIALES Y MÉTODOS	¡Error! Marcador no definido.
3.1 Localización del proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.
3.2 Características Agro - climáticas	¡Error! Marcador no definido.
3.3 Material de siembra	¡Error! Marcador no definido.
3.4 Factores estudiados.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5 Tratamientos	¡Error! Marcador no definido.
3.6 Diseño Experimental	¡Error! Marcador no definido.
3.7 Manejo del Experimento.....	¡Error! Marcador no definido.
3.8 Datos evaluados.....	¡Error! Marcador no definido.
IV RESULTADOS	¡Error! Marcador no definido.
V CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
VI RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
VII RESUMEN	¡Error! Marcador no definido.
SUMMARY	¡Error! Marcador no definido.
VIII BIBLIOGRAFÍA	41
APENDICE	¡Error! Marcador no definido.

CONTENIDO DE TABLAS

Cuadro 1. Tratamientos.....	16
Tabla 1. Altura de planta.	23
Tabla 2. Altura de inserción	26
Tabla 3. Días a floración.	24
Tabla 4. Días a cosecha	25
Tabla 5. Diámetro de mazorca	27
Tabla 6. Longitud de mazorca	28
Tabla 7. Numero de granos.	30
Tabla 8. Peso de grano	29
Tabla 9. Rendimiento por hectárea	31
Tabla 10. Análisis económico de los tratamientos en estudio.....	32
Tabla 11. Eficiencia agronómica	33

I. INTRODUCCIÓN

La producción de maíz a nivel mundial es más grande que cualquier otro cereal. Anualmente, es de 850 millones de toneladas en grano que se cultiva en una superficie de 162 millones de hectáreas, con una producción promedio de 5,2 t/ha. EL maíz es considerado el principal cultivo de ciclo corto ya que ocupa el 15 % del área agrícola, es generador del 4% de los empleos agrícolas y aporta un 3 % al PIB agropecuario¹.

Para poder mantener satisfecha la demanda mundial de maíz se requiere que los rendimientos de este cultivo continúen incrementándose y tal vez se requiera duplicar los rendimientos por hectárea durante los próximos 30 a 40 años. Si esto ocurre, la agricultura podrá alimentar a la población del mundo. Esto permitirá poner bajo cobertura permanente las áreas ambientales más sensitivas, desarrollando áreas para preservación de flora y fauna o lugares de recreación.

Sin embargo, muchos factores sociales como la tenencia de la tierra, impuestos, incremento en la población, carencia de infraestructura, bajo nivel de educación y malos sistemas de mercadeo impiden que la tierra ambientalmente frágil sea retirada de la producción de cultivos. Una mejor eficiencia en uso de los fertilizantes y mejores sistemas de educación que enfoquen métodos de uso adecuado de la tierra necesitan ser incorporados en futuras investigaciones agronómicas.

En el Ecuador la superficie cosechada de maíz duro seco presenta una tasa de crecimiento de 17,23 %. La producción presenta también una tasa de crecimiento de 31,62 %. El maíz duro seco está localizado principalmente en la Región Costa.

¹ Fuente:ROJAS, J. G. (2015). *Manual Técnico del Cultivo de Maíz Bajo Buenas*. Medellín. Obtenido de <https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20%20M%20A%20I%20Z.pdf>

Las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas sumaron el 79,98 % de la superficie total cosechada de este producto. Se observa que la provincia de los Ríos es la de mayor participación de este cultivo, con una concentración del 35,96 % a nivel nacional, de igual forma su producción es la más alta aportando el 39,42 % de la producción total del grano. Manabí y Guayas concentran el 24,74 % y 21,96 % de la producción nacional respectivamente².

Rafos (12N-24P-12K-2Mg-1S) es un fertilizante granular con un alto contenido de fósforo que es especialmente necesario en etapas tempranas del cultivo para promover el desarrollo de raíces y el crecimiento de las plantas. También aporta nitrógeno, potasio, magnesio, azufre, boro y zinc en una relación óptima para el desarrollo en las primeras etapas del cultivo³.

YaraBela Nitrodoble (27N-0P-0K-6Ca-4Mg) es una combinación única de Nitrógeno Nítrico, Nitrógeno Amoniacal, Calcio y Magnesio que lo hace muy apropiado para todas los Cereales. YaraBela Nitrodoble tiene un bajo índice de acidificación comparado con otros fertilizantes nitrogenados como la Urea, el Nitrato de Amonio o el Sulfato de Amonio

El manejo eficiente de la nutrición en el cultivo de maíz es uno de los pilares fundamentales para alcanzar rendimientos elevados sostenidos en el tiempo y con resultados económicos positivos. Sin embargo, a nivel de establecimiento agropecuario, la fertilización representa una tecnología más que debe ser integrada dentro del proceso de producción. Por ello, para que la utilización de herramienta

² Fuente:(INEC), I. N. (2017). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria*. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_20

³ Fuente: <http://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/productos/yarabela/>

impacte favorablemente en los resultados técnico-económicos, es fundamental que exista un proceso de planificación y programación de la producción, dentro del cual se deberá definir un plan de fertilización.

Por lo expuesto anteriormente, la presente investigación estará orientada a la determinación del efecto que puede provocar el **NitroDoble®** y **Raphos®** en el cultivo de maíz para mejorar la producción.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz híbrido (*Zea mays* L.) a la aplicación de los fertilizantes NitroDoble y Raphos en la zona de Montalvo.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a. Evaluar la eficiencia agronómica del cultivo de maíz a la aplicación de NitroDoble® y Raphos®.
- b. Identificar la dosis de mayor incremento en el rendimiento de grano del cultivo.
- c. Realizar el análisis económico en relación con el beneficio/costo.

II. MARCO TEORICO

2.1. Importancia del cultivo de maíz

El maíz es uno de los principales granos en el Ecuador, pues tiene un significado vital para los pueblos indígenas, además de ser considerado un generador de vida, lo que lo convierte en un elemento fundamental de identidad para nuestros ancestros.

En el país este grano se viene cultivando desde hace siglos y es una importante fuente de ingreso para las familias ecuatorianas dedicadas a la agricultura. Hoy en día es necesario adquirir productos de calidad para obtener una cosecha abundante y fuerte, tales como fertilizantes, insecticidas y fungicidas e incluso hasta semillas productivas de alta adaptabilidad en las zonas maiceras del Ecuador (Farmagro S.A 2018).

FAO citado por Baca (2016) señala:

“Que el maíz es uno de los principales productos dentro de consumo a nivel mundial, no solo como alimento de consumo para el ser humano, sino también como alimento para animales de crianza de los cuales luego se aprovecha su carne y demás derivados, un claro ejemplo de esto es la carne de pollo y la carne de cerdo. Otro uso importante que se le da a este producto es en la industria de los biocombustibles, a pesar de que no tiene un peso altamente considerado dentro de la producción total de los biocombustibles ese aporte ha generado en los últimos tiempos una disminución en la producción de este grano como alimento humano y de animales poniendo en serio peligro la seguridad alimentaria de este producto”.

Ross citado por Revista maiz y soya (2020) dice que:

“El maíz amarillo participa entre el 60 a 75 % de las dietas manejadas en la crianza de animales y contribuye con un importante aporte de energía y un moderado aporte de proteína, el 30 % de la proteína total está aportada por esta materia prima, cuando hablamos de aporte energético en dietas de aves podríamos considerar que el maíz aporta entre el 65 a 70 % de la energía contenida en la dieta, al igual que en dietas de cerdos aunque en este caso con un aporte menor en proteínas, cerca del 8 %”.

La evolución del cultivo del maíz en el Ecuador en los últimos años muestra que existen profundas diferencias entre los dos tipos utilizados: maíz duro y maíz suave. El maíz duro-seco se utiliza principalmente para uso industrial y es esta precisamente la razón que justifica la expansión tanto en superficie cultivada como en producción y rendimiento (Bravo 2015).

Así mismo menciona que es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, tanto por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total proviene de unidades familiares campesinas, la mayoría de ellas de economías de subsistencia, como también por constituir la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal, muy en particular, a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario.

En efecto, la producción de maíz duro está destinada en su mayoría (70 %) a la industria de alimentos de uso animal; el segundo destino lo representan las exportaciones (22 %) y la diferencia la comparten el consumo humano y la producción de semillas (La Hora 2009).

2.2. Nutrición del maíz

Karlen *et al.* citado por Ciampitti, Boxler y García (2006) indica que:

“Durante las últimas décadas, el cultivo de maíz ha presentado un incremento continuo en productividad, como resultado de un conjunto de prácticas de manejo implementadas, junto con el progreso del mejoramiento genético. Este incremento en productividad trae aparejado un aumento de la materia seca total y, en consecuencia, de la acumulación o absorción de nutrientes”.

Agripac citado por Valencia (2017) manifiesta que:

“En nuestro país en la actualidad se llevan a cabo programas de nutrición con criterios muy variados en la producción y sin una base analítica de laboratorios por lo que la corrección en detalles de macro y micronutrientes se debe realizar en la mayoría de los casos de forma visual. Cada especie tiene sus exigencias peculiares, tanto por la calidad como por la cantidad de fertilizantes a aplicar, solamente con conocimientos de estas necesidades permite establecer una fertilización ideal que garantice una producción máxima y que al mismo tiempo, conserve el suelo en un estado natural perfecto sin que haya el peligro de desequilibrios minerales que puedan alcanzar niveles realmente peligrosos, sobre todo tratándose de monocultivos continuos”.

El rendimiento de maíz está determinado principalmente por el número final de granos logrados por unidad de superficie, el cual es función de la tasa de crecimiento del cultivo alrededor del período de floración (Lamilla *et al.* 2018)

Por lo tanto, para alcanzar altos rendimientos, el maíz debe lograr un óptimo estado fisiológico en floración: cobertura total del suelo y alta eficiencia de conversión de radiación interceptada en biomasa. La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del

momento en que estos son requeridos en mayores cantidades (aproximadamente con 5-6 hojas desarrolladas), asegura un buen crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de la radiación interceptada (Colina *et al* 2020).

Los nutrientes disponibles generalmente limitan la producción, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilización (Syngenta, s.f).

Dieciséis elementos son esenciales para el crecimiento de una gran mayoría de plantas y éstos provienen del aire y del suelo circundante. En el suelo, el medio de transporte es la solución del suelo. Los elementos siguientes son derivados:

- a. del aire: carbono (C) como CO₂ (dióxido de carbono);
- b. del agua: hidrógeno (H) y oxígeno (O) como H₂O (agua);
- c. del suelo, el fertilizante y abono animal: nitrógeno (N) – las plantas leguminosas obtienen el nitrógeno del aire con la ayuda de bacterias que viven en los nódulos de las raíces - fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl) (FAO 1992).

Para obtener una tonelada de grano de maíz, el cultivo extrae: 22 kg Nitrógeno, 4 kg Fósforo, 19 kg Potasio, 3 kg Calcio, 3 kg Magnesio, 4 kg Azufre (García 2014).

El nitrógeno (N) en la planta es quizá el nutriente más importante en los agroecosistemas, dada su participación en múltiples reacciones bioquímicas implicadas fisiológicamente en el crecimiento, desarrollo y producción de cultivos. Sin embargo, los suelos aptos para la agricultura de las regiones tropicales, presentan severa deficiencia de N disponible y baja fertilidad natural (Sosa-Rodriguez y García-Vivas 2018).

El nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz. Este macronutriente participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación fotosintéticamente activa. Las deficiencias de nitrógeno se evidencian por clorosis (amarillamiento) de las hojas mas viejas (Duggan 2016).

El nitrógeno obtenido por la planta de maíz se acumula en tallos y hojas, lo que favorece la actividad fotosintética. El llenado de granos también se favorece con una mayor cantidad de nitrógeno disponible. Los nutrientes acumulados en tallos y hojas (entre ellos, nitrógeno) se mueven hacia el grano. El nitrógeno acumulado en el grano es clave para sostener su crecimiento. Por ende, un aumento en la dosis de nitrógeno incrementaría el peso y el volumen de los granos de maíz, así como la duración del llenado (Cadec S.A. 2018).

El suministro de N de síntesis química es justificado por la adopción de tecnologías que basan su máxima capacidad productiva en el uso de estos agroquímicos. En el cultivo de maíz se ha demostrado un efecto proporcional de los rendimientos conforme se incrementan los niveles de fertilización. Pero en esta búsqueda de productividad pocas veces se estima la eficiencia del uso de los nutrientes (EUN), definida como: la biomasa total producida por la planta por unidad del nutriente absorbido. (Augusto, Sosa-Rodrigues y García-Vivas 2019).

La fertilización del maíz es uno de los puntos más críticos para alcanzar buenos rendimientos. En este punto, el fósforo (P) es quizá el macronutriente más complejo de manejar, ya que, a diferencia del

nitrógeno y potasio, el P es fácilmente fijado en el suelo. Hay múltiples casos donde los agricultores omiten el análisis de suelo y llegan a aplicar fósforo cuando el suelo tiene excesos de este nutriente (Castellanos, s.f).

El fósforo (P) es después del nitrógeno, el segundo elemento más importante para el crecimiento de las plantas, la producción de los cultivos y su calidad; además, es uno de los nutrimentos que más limita la producción agrícola en los trópicos. La agricultura moderna depende del P derivado de roca fosfórica, la cual es un recurso no renovable y cuyas reservas mundiales actuales podrían agotarse en 50-100 años (Gordon, Franco, Villarreal y Smith 2015).

El diagnóstico del nivel nutricional del cultivo implica conocer las necesidades nutricionales y la capacidad del suelo de proveer esos nutrientes en la cantidad y momento adecuado. El P disponible en la solución del suelo a partir del cual se abastecen las plantas, está en equilibrio con otras reservas del P, que cobran diferente importancia según la taxonomía del suelo. Este abastecimiento a la solución del suelo proviene en especial de la mineralización del humus y a partir de las fracciones de P adsorbidas a las arcillas u otros coloides del suelo (Zubillaga 2016).

(IPNI, s.f) menciona que el P juega un papel vital virtualmente en todos los procesos que requieren transferencia de energía en la planta. Los fosfatos de alta energía, que son parte de la estructura química de la adenosina difosfato (ADF) y de la ATF, son la fuente de energía que empuja una multitud de reacciones químicas dentro de la planta. La transferencia de los fosfatos de alta energía del ADF y ATF a otras moléculas (proceso denominado fosforilación), desencadena una gran cantidad de procesos esenciales para la planta.

La principal función y capacidad del fósforo, es que los iones fosfóricos son capaces de recibir energía luminosa captada por la clorofila y transportarla a través de la planta, y, además, tiene una gran importancia en el metabolismo de diversas sustancias bioquímicas (G.J. 2019).

Las raíces de las plantas absorben el fósforo del agua presente en el suelo y que se denomina solución acuosa del suelo. Sin embargo, los compuestos de fósforo no son muy solubles y, como consecuencia, la cantidad de fósforo que la planta puede tomar de la solución acuosa del suelo tiende a ser mucho menor de la que necesita, especialmente cuando la planta se encuentra en un periodo de fuerte crecimiento (Infoagro s.f).

El fósforo es un elemento que estimula el desarrollo del sistema radicular y el establecimiento temprano de las plantas. Actúa en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división celular, alargamiento celular y muchos otros procesos, promoviendo la formación temprana y crecimiento de las raíces (Redagricola 2017).

Smith y Read citado por Echeverri (2018) señalan que:

“Las asociaciones micorrizales ayudan a mejorar la disponibilidad de P mediante la formación de hifas que permiten a la planta explorar una mayor superficie de absorción de nutrientes. En la simbiosis, los nutrientes son transferidos por “hongos micorrizicos harbusculares” a través de su extenso micelio micorrizal a las plantas, mientras que a cambio los hongos reciben moléculas que les sirven como fuentes de carbono”.

El P penetra en la planta a través de las capas externas de las células de los pelos radiculares y de la punta de la raíz. El P es absorbido por la planta principalmente como ion orto fosfato primario (H_2PO_4^-), pero también se absorbe como ion fosfato secundario (HPO_4^{2-}), la absorción de esta última forma se incrementa a medida que se sube el pH (Velez y Sepulveda s.f).

El potasio (K) es el tercero de tres nutrientes primarios requeridos por las plantas, junto al nitrógeno (N) y el fósforo (P). Al contrario del nitrógeno y del fósforo, el potasio no se usa en la síntesis estructural de moléculas bioquímicamente importantes. El potasio se encuentra dentro de la solución de las células de la planta y se usa para mantener la presión de turgencia de la célula (lo que significa que evita que la planta se marchite prematuramente). Además, el potasio cumple un rol en la formación correcta de estomas (células usualmente ubicadas en el envés de la hoja, que se abren y se cierran para permitir la salida de vapor de agua y de gases residuales) y actúa como un activador de enzimas (Promix 2018).

El K interviene activamente en el proceso de división celular regulando las disponibilidades de azúcares; además, interviene en los procesos de absorción de Ca, N y Na; también, otorga vigor y resistencia contra las enfermedades y bajas temperaturas, ayuda a la producción de proteínas, se encarga del transporte de azúcares desde las hojas al fruto (FAO s.f). El K comparte algunas características con el N porque las plantas los requieren en grandes cantidades; El potasio se mueve desde estructuras viejas hacia los puntos de crecimiento, por lo tanto es acumulada tempranamente en el período de crecimiento y posteriormente se reparte para colaborar: en la fotosíntesis, regulando la apertura de los estomas permitiendo la asimilación del CO_2 y la salida del O_2 , manteniendo una

buena relación del agua en la planta por reducción de evapotranspiración (Coronel 2003).

La deficiencia de K se presenta con una clorosis en las puntas y márgenes de las hojas más viejas, seguida por muerte y laceración de tejidos. La planta queda susceptible al acame. Reducción en el crecimiento del sistema radicular y en la producción (Stoller s.f).

Intagri (s.f) menciona que:

“El azufre es importante en la protección de las células, ya que evita la deshidratación por calor y sequía y también juega un papel en la protección de los daños de las células por frío. Además interviene en la síntesis de aminoácidos (cisteína, cistina y metionina). También participa en la formación de clorofila y síntesis de vitaminas. Otras funciones tienen que ver con la formación de glucósidos, ferredoxinas y la participación en la actividad de la ATP sulforilaza. Se habla de una relación nitrógeno: azufre de 10:1 en tejido vegetal para que los cultivos logren un desarrollo normal”.

La absorción de azufre de la solución del suelo por las plantas se realiza exclusivamente como ión sulfato. Sin embargo, las plantas también están en capacidad de fijar el azufre (ácido sulfhídrico, dióxido de azufre) existente en el aire (KS-minerals 2019).

Wainwright citado por Benavides (1998) confirma que:

“Para estar disponibles para las plantas las formas reducidas de azufre deben ser primero oxidadas; este cambio en el estado de oxidación del azufre desde el extremo reducido hasta el oxidado es una actividad realizada principalmente por microorganismos del suelo (que pueden ser especialistas o no), presentando el conjunto de reacciones un esquema

análogo al encontrado para el nitrógeno. En términos de las reacciones microbianas reductivas y oxidativas las formas más importantes del azufre son el sulfuro, el tiosulfato, el sulfito, el sulfato y los politionatos ditionato y ditionito”.

Los micronutrientes son los elementos que se requieren en menores cantidades por los cultivos, pero esto no significa que son menos importantes que el resto de los elementos; llevan a cabo funciones trascendentales para el adecuado crecimiento y desarrollo de las plantas, y cualquier deficiencia, sin duda ocasiona un decremento en la productividad del cultivo. El Mo y Fe están involucrados en la fijación de N, además la presencia de Zn, Mn, Cu y B en cantidades balanceadas, tiene un efecto positivo en la tolerancia de las plantas ante plagas y enfermedades; por tanto, se tiene una tendencia a incrementar los rendimientos cuando se cuenta con una adecuada aportación de los micronutrientes (Intagri 2014)

2.3. Productos

RAFOS (12 N – 24 P – 12 K – 2 Mg – 1 S) es un fertilizante granular con un alto contenido de fósforo que es especialmente necesario en etapas tempranas del cultivo para promover el desarrollo de raíces y el crecimiento de las plantas. También aporta nitrógeno, potasio, magnesio, azufre, boro y zinc en una relación óptima para el desarrollo en las primeras etapas del cultivo (YARA 2019).

YaraBela NITRODOBLE (27 N – 0 P – 0 K – 6 Ca – 4 Mg) es una combinación única de Nitrógeno Nítrico, Nitrógeno Amoniacal, Calcio y Magnesio que lo hace muy apropiado para todas los Cereales. YaraBela Nitrodoble tiene un bajo índice de acidificación comparado con otros fertilizantes nitrogenados como la Urea, el Nitrato de Amonio o el Sulfato de Amonio (YARA 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

El presente trabajo experimental se realizó en los terrenos de la finca “Don Luis “propiedad del Sr. Luis Duche, recinto “Las Balsas”, en el cantón Montalvo, provincia de los Ríos. Las coordenadas UTM son 691099.113 E y 9792887.184 N, con una altura de 17 msnm⁴.

La zona tiene un clima tropical, con una temperatura media anual de 24,9 °C, precipitación anual 1863,4 mm, humedad relativa de 82 %⁵. El suelo es profundo de textura arcillosa, drenaje y fertilidad regular⁶.

3.2. Material de siembra

Se empleó como material de siembra el híbrido de maíz Emblema 777 (Interocsa), cuyas características agronómicas son⁷:

Ciclo vegetativo:	125 días
Tipo de híbrido:	Triple
Días a la floración:	54 días
Altura de la planta:	2.50 – 2.70 m
Altura de inserción de la mazorca:	1,40 – 1,50
Número de hileras por mazorca:	18-20
Acame de raíz y tallo:	Resistente
Tolera enfermedades como:	Tolerante (menos mancha de asfalto)
Color de grano:	Semi crisT/Ana-Roji
Rendimiento:	7250 kg/ha

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

⁵ Fuente: Datos obtenidos de la estación Meteorológica INAHMI-UTB, 2019.

⁶ Fuente: Mapa de suelos SECS, 2017

⁷ Fuente: Interocsa, 2018

3.3. Variables Estudiadas

Variable dependiente: Comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de maíz.

Variable independiente: Dosis de NitroDoble® y Raphos®.

3.4. Métodos

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

3.5. Tratamientos

Los tratamientos se describen a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse.

Tratamiento	Producto	Dosis kg/ha	Época de aplicación d.d.s**
F1	Raphos	500	0-20-35
F2	Raphos	750	0-20-35
F3	Nitrodoble	230	0-20-35
F4	Nitrodoble	350	0-20-35
F5	Raphos + Nitrodoble	250 + 120	0-20-35
F6	Raphos + Nitrodoble	350 + 200	0-20-35
F7	Fertilización química	Según plan de fertilización	0-15-30
B8	Testigo Agricultor	92 N – 23 P -60 K	0-25
B9	Testigo Absoluto	Sin aplicación	NA

**d.d.s: Días después de la siembra

Plan de fertilización química: 115 kg/ha N, 46 kg/ha P, 90 kg/ha K, 24 kg/ha S (INIAP,2017)⁸

⁸ Fuente: INIAP. (2017). Guía Técnica de cultivos. Quito, Ecuador, 175p.

3.6. Diseño experimental y análisis funcional

De acuerdo con los tratamientos planteados en el presente trabajo experimental se utilizó el diseño experimental "Bloques al azar" con 9 tratamientos y 3 repeticiones.

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

El análisis de varianza se desarrollará bajo el siguiente esquema:

Fuente de variación		Grados de libertad
Repetición	:	2
Tratamiento	:	12
Error experimental	:	24
Total	:	38

2.7.1. Características del área experimental

El análisis de varianza se desarrollará bajo el siguiente esquema:

Fuente de variación		Grados de libertad
Repetición	:	2
Tratamiento	:	8
Error experimental	:	16
Total	:	26

3.7. Manejo del Ensayo.

En el presente trabajo se realizaron las practicas y labores agrícolas necsesaroas para el normal desarrollo del cuultivo. Previo a la preparación del terreno para la siembra, se tomó una muestra de suelo para el análisis del mismo en laboratorio, con esto se determinó el contenido de nutrientes, materia orgánica y textura.

3.7.1 Preparación del terreno

La preparación del suelo se realizó con un pase de Rome Plow y dos pases de rastra en sentido cruzado, esto con el propósito de dejar el suelo en condiciones de recibir semilla y garantizar una germinación uniforme de la semilla.

3.7.2 Siembra

La siembra se efectuó manualmente con un espeque, utilizando un distanciamiento de 0,20 m entre plantas y 0,8 m entre hileras, se dejó una semilla por sitio. Se cubrió la semilla con Thiodicarb en dosis de 3 cc/Kg de semilla.

3.7.3 Control de malezas

Las malezas se controlaron en preemergencia aplicando la mezcla de Pendimetalin (2,5 l/ha) y Atrazina (1,0 kg/ha), a los 25 días se aplicó Nicosulfuron en dosis de 32g/ha. Cuando el cultivo cumplió los 60 días se utilizó Paraquat 2,0 L/ha, para controlar malezas presentes .

3.7.4 Control fitosanitario

El control de plagas se lo realizó a los 10 días después de la siembra, se aplicó Clorpirifos en dosis de 1,0 l/ha. Cuando el cultivo cumplió los 21 días se presento el ataque de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) estas plagas fueron controladas con la aplicación de Spinetoram 0,1 l/ha + Imidacloprid 0,3 l/ha.

A los 35 días se realizó una aplicación de Lambda Cihalotrina 0,3 l/ha para el control de insectos emergentes. Una última aplicación se realizó a los 45 días con Emamectin benzoato 0,150 kg/ha para el control de gusano de la mazorca (*Helicoverpa zea*).

Las enfermedades se controlaron de manera preventiva curativa con la aplicación de Epoxiconazol + Pyraclostrobin 0,4 l/ha (Renaste) 35 días después de la siembra), y posteriormente se aplicó Carbendazin 0,4 l/ha (Carbenpac).

3.7.5 Riego

El cultivo se sembró en época lluviosa, si embargo, fue necesaria la aplicación de dos riegos complementarios de 2 horas cada uno por inundación.

3.7.6 Fertilización

El programa de fertilización estuvo basado según el cuadro de aplicación de tratamientos.

En el caso de los tratamientos Fertilización Química y Testigo Agricultor, la colocación del fertilizante se hizo de manera manual con espeque a 5 cm de las plantas. El nitrógeno se aplicó como Urea (46 %), siendo la fuente de azufre sulfato de amonio (21N-24S). El potasio se adicionó como muriato de potasio (60 % K) fraccionado. El fosforo se colocó a la siembra como DAP (18N-46P).

Las aplicaciones de los tratamientos con Rafos® y Nitrodoble® se realizaron según las épocas y dosis planteadas.

3.7.7 Cosecha

La cosecha se realizó en cada una de las unidades experimentales de forma manual, esto sucedió cuando los granos alcanzaron un color amarillo anaranjado.

3.8. Datos Evaluados

3.8.1 Altura de planta

Se evaluó con un flexómetro a la cosecha, en 10 plantas al azar por tratamiento. Esta se registró desde el nivel del suelo hasta la última hoja emergida, fue expresada en metros.

3.8.2 Altura de inserción de mazorcas

Para esta variable se colectó en 10 plantas al azar por cada tratamiento, midiendo desde el nivel del suelo hasta la base del pedúnculo de la primera mazorca comercial, anotado en centímetros, usando una cinta flexible.

3.8.3 Días a floración

Se tomó desde el inicio de la siembra hasta cuando el cultivo tuvo un 50 % de inflorescencias masculinas emergidas en cada parcela experimental, se empleó 10 plantas al azar por tratamiento.

3.8.4 Días a la maduración

Para su evaluación se contó desde el inicio de la siembra hasta cuando el cultivo alcanzó el 95 % de secado de grano, en 10 plantas al azar por cada tratamiento.

3.8.5 Diámetro de mazorca

En 10 mazorcas al azar por cada tratamiento, se tomó el ancho de la mazorca en el tercio medio de la misma, se utilizó un calibrador y se expresó en centímetros.

3.8.6 Longitud de mazorca

La longitud de la mazorca se midió desde la base o pedúnculo hasta la punta de cierre de las chalas (pelos fecundantes), se expresó en centímetros usando una cinta flexible en 10 mazorcas al azar.

3.8.7 Peso de 1000 granos

Se escogió 100 granos por cada unidad experimental y se procedió establecer su peso en una balanza de precisión, colocando dicho registro en gramos.

3.9.8 Número de granos por mazorca

Se evaluó en 10 mazorcas al azar por tratamiento, contando el número total de granos sanos presentes en las mazorcas y luego se sacó un promedio.

3.8.9 Rendimiento de grano

Se hizo la cosecha de cada unidad experimental y posteriormente se procedió a realizar un ajuste de humedad de grano al 14 %, se expresó en kg/ha con la aplicación de la siguiente formula⁹:

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

Dónde:

Ps = Peso seco

Pa = Peso actual

hd = Humedad deseada

ha = Humedad actual

3.8.10. Análisis económico

El rendimiento de grano en kg/ha y los costos de producción, dieron los valores para establecer las relaciones de beneficio y utilidad forjada de los tratamientos.

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

2.9.11. Eficiencia agronómica por nutriente

Está basado en la cantidad de nutrientes necesarios para producir una tonelada de producto final con relación al testigo no tratado. Se estima con la ecuación:

$$EA = ((R - R_0) / D)$$

Dónde:

EA = Eficiencia agronómica

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

R₀= Rendimiento de la porción cosechada del cultivo sin el nutriente

D= Cantidad de la nutriente aplicada

IV. RESULTADOS

4.1 Altura de planta

En la Tabla 1 se registran los valores promedios de longitud de planta, el análisis de varianza si alcanzó alta diferencia significativa. El promedio general fue (215,54 cm) y el coeficiente de variación 4,88 %.

El tratamiento con mayor promedio resultado de la aplicación de 250 kg/ha de Rafos + 120 kg/ha de Nitrodoble con (229,69 cm), siendo estadísticamente igual a los demás tratamientos. El Testigo Absoluto presento el menor promedio, siendo estadísticamente inferior (174,33 cm).

Tabla 1. Altura de planta con la aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en maíz. Montalvo, 2020.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Altura planta (cm)
Rafos	500	212,93 a
Rafos	750	224,27 a
Nitrodoble	230	221,30 a
Nitrodoble	350	211,50 a
Rafos + Nitrodoble	250 + 120	229,69 a
Rafos + Nitrodoble	350+ 200	215,33 a
Fertilización química	Plan de fertilización	225,25 a
Testigo agricultor	90 N - 23 P - 60 K	225,30 a
Testigo aabsoluto	Sin aplicación	174,33 b
Promedio general		215,54
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación		4,88

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

** : Alta significancia

4.2 Días a la floración

En la Tabla 2 se presentan los valores promedios de días a la floración, el análisis de varianza no presento diferencia significativa. El coeficiente de variación fue 0,91 %.

La aplicación de 500 kg/ha de Rafos mostro mayor tiempo a la floración con (55,40 días). Las plantas tratadas con Nitrodoble 230kg/ha tuvieron una floración más temprana (54,53 días).

Tabla 2. Días a la floración con la aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en maíz. Montalvo, 2020.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Días a la floración
Rafos	500	55,40 a
Rafos	750	55,30 a
Nitrodoble	230	54,53 a
Nitrodoble	350	55,27 a
Rafos + Nitrodoble	250 + 120	54,87 a
Rafos + Nitrodoble	350+ 200	54,90 a
Fertilización química	Plan de fertilización	55,33 a
Testigo agricultor	90 N - 23 P - 60 K	55,07 a
Testigo aabsoluto	Sin aplicación	54,90 a
Promedio general		55,06
Significancia estadística		NS
Coeficiente de variación		0,91

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

*Ns: No significancia

4.3. Días a la maduración fisiológica

En la Tabla 3 se detalla los valores promedios de días a la maduración fisiológica, no presentaron diferencia significativa. El promedio general fue (128,79 días) y el coeficiente de variación 0,59 %.

La aplicación de 500 kg/ha de Rafos mostro mayor tiempo a la madurez fisiológica con (129,43 días). Las plantas tratadas con Nitrodoble 230kg/ha tuvieron una madurez fisiológica más temprana (128,30 días).

Tabla 3. Días a la madurez fisiológica con la aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en maíz. Montalvo, 2020.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Madurez fisiológica
Rafos	500	129,43 a
Rafos	750	129,20 a
Nitrodoble	230	128,30 a
Nitrodoble	350	128,37 a
Rafos + Nitrodoble	250 + 120	129,03 a
Rafos + Nitrodoble	350+ 200	129,10 a
Fertilización química	Plan de fertilización	128,77 a
Testigo agricultor	90 N - 23 P - 60 K	128,33 a
Testigo aabsoluto	Sin aplicación	128,60 a
Promedio general		128,79
Significancia estadística		NS
Coeficiente de variación		0,59

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

*Ns: No significancia

4.4. Altura de inserción de mazorca

Los promedios de altura de inserción de mazorca detallados en la Tabla 4, el análisis de varianza indica alta significancia estadística sobre los tratamientos evaluados, obteniendo un coeficiente de variación de 7,94 %.

La aplicación de 250 kg/ha de Rafos + 120 kg/ha de Nitrodoble (122,37 cm) estimulo plantas de mayor altura en la zona de inserción, siendo estadísticamente igual a Rafos 750 kg/ha, Nitrodoble 230 kg/ha y Testigo Químico. Por lo contrario, el Testigo Absoluto al no haberse aplicado nada se obtuvieron plantas de menor tamaño (90,30).

Tabla 4. Altura de inserción de mazorca con la aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en maíz. Montalvo, 2020.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Altura inserción (cm)
Rafos	500	113,00 ab
Rafos	750	117,60 a
Nitrodoble	230	119,00 a
Nitrodoble	350	106,47 ab
Rafos + Nitrodoble	250 + 120	122,37 a
Rafos + Nitrodoble	350+ 200	113,07 ab
Fertilización química	Plan de fertilización	118,73 a
Testigo agricultor	90 N - 23 P - 60 K	115,23 ab
Testigo aabsoluto	Sin aplicación	90,30 b
Promedio general		112,86
Significancia estadística		**
Coeficiente de variación		7,94

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

** Altamente significativo

4.5 Diámetro de mazorca

En la Tabla 5 se registran los valores promedios de diámetro de mazorca, el análisis de varianza indica alta significancia estadística. El promedio general fue (13,73 cm) y el coeficiente de variación 2,86 %.

El tratamiento con mayor promedio resulto de la aplicación de 750 kg/ha de Rafos con (14,26 cm), estadísticamente igual con los demás tratamientos. El Testigo Absoluto presento el menor promedio, siendo estadísticamente inferior (12,35 cm).

Tabla 5. Diámetro de mazorca con la aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en maíz. Montalvo, 2020.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Diámetro (cm)
Rafos	500	13,58 a
Rafos	750	14,26 a
Nitrodoble	230	13,74 a
Nitrodoble	350	13,90 a
Rafos + Nitrodoble	250 + 120	14,18 a
Rafos + Nitrodoble	350+ 200	14,15 a
Fertilización química	Plan de fertilización	14,03 a
Testigo agricultor	90 N - 23 P - 60 K	13,37 ab
Testigo absoluto	Sin aplicación	12,35 b
Promedio general		13,73
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación		2,86

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

* Significativo

4.6 Longitud de mazorca

Los valores de longitud de mazorca presentan significancia estadística entre los tratamientos de la Tabla 6, el coeficiente de variación fue 5,07 %.

Las mazorcas de las platas a las que se les aplicó 750 kg/ha de Rafos registraron una mayor longitud (15,62 cm), en comparación al Testigo Absoluto el cual no se le aplicó nada (10,39 cm)

Tabla 6. Longitud de mazorca con la aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en maíz. Montalvo, 2020.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Longitud de mazorca
Rafos	500	14,25 a
Rafos	750	15,62 a
Nitrodoble	230	14,33 a
Nitrodoble	350	14,85 a
Rafos + Nitrodoble	250 + 120	15,30 a
Rafos + Nitrodoble	350+ 200	15,55 a
Fertilización química	Plan de fertilización	15,57 a
Testigo agricultor	90 N - 23 P - 60 K	14,00 a
Testigo absoluto	Sin aplicación	10,39 b
Promedio general		14,42
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación		5,07

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

*Significancia

4.7 Peso de 100 granos

No se encontró significancia estadística en la variable peso de 100 granos (Tabla 7), presentando un coeficiente de variación de 8,66 %

Los granos de las mazorcas tratadas con 350 kg/ha de Rafos + 200 kg/ha de Nitrodoble con 32,67 g presentaron mayor peso. El Testigo Absoluto tuvo menor promedio (27,0 g).

Tabla 7. Peso de 100 granos con la aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en maíz. Montalvo, 2020.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Peso 100 granos (g)
Rafos	500	31,30 a
Rafos	750	32,17 a
Nitrodoble	230	28,97 a
Nitrodoble	350	28,33 a
Rafos + Nitrodoble	250 + 120	31,67 a
Rafos + Nitrodoble	350+ 200	32,67 a
Fertilización química	Plan de fertilización	32,07 a
Testigo agricultor	90 N - 23 P - 60 K	29,70 a
Testigo absoluto	Sin aplicación	27,00 a
Promedio general		30,43
Significancia estadística		NS
Coeficiente de variación		8,66

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

*Ns: No significancia

4.8 Numero de granos por mazorca

En la Tabla 8 el análisis estadístico se determinó significancia estadística de los datos promedios del número de grano por mazorca. El coeficiente de variación fue 8,39%.

Las mazorcas de las plantas tratadas con 750 kg/ha de Rafos tuvieron mayor número de granos por mazorca (500,63 granos), siendo estadísticamente iguales al resto de tratamientos y mayor al testigo (299,67 granos).

Tabla 8. Numero de granos con la aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en maíz. Montalvo, 2020.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Granos por mazorca
Rafos	500	453,47 a
Rafos	750	500,63 a
Nitrodoble	230	475,17 a
Nitrodoble	350	461,40 a
Rafos + Nitrodoble	250 + 120	494,57 a
Rafos + Nitrodoble	350+ 200	499,33 a
Fertilización química	Plan de fertilización	482,13 a
Testigo agricultor	90 N - 23 P - 60 K	436,10 a
Testigo absoluto	Sin aplicación	299,67 b
Promedio general		455,83
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación		8,39

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

*Significancia

4.9 Rendimiento de grano

En la Tabla 9 se registran los valores promedios de rendimiento de grano, el análisis de varianza indica significancia estadística. El promedio general fue (7916,69 kg/ha) y el coeficiente de variación 12,84%.

El tratamiento con mayor promedio resulto de la aplicación de 350 kg/ha de Rafos + 200 kg/ha de Nitrodoble con (8285,27 kg/ha). El Testigo Absoluto presento el menor promedio, siendo estadísticamente inferior (3965,28 kg/ha).

Tabla 9. Rendimiento de grano con la aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en maíz. Montalvo, 2020.

Tratamientos	Dosis kg/ha	Rendimiento de grano
Rafos	500	7204,00 a
6Rafos	750	8197,56 a
Nitrodoble	230	7040,31 a
Nitrodoble	350	6833,36 a
Rafos + Nitrodoble	250 + 120	8010,34 a
Rafos + Nitrodoble	350+ 200	8285,27 a
Fertilización química	Plan de fertilización	7849,38 a
Testigo agricultor	90 N - 23 P - 60 K	6660,74 a
Testigo aabsoluto	Sin aplicación	3965,28 b
Promedio general		7916,69
Significancia estadística		*
Coeficiente de variación		12,48

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

*Significancia

4.10. Análisis Económico

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

El tratamiento Raphos + Nitrodoble (350 +120 kg/ha) genero la mayor utilidad con \$1073,23; siendo el testigo quien tuvo el menor ingreso \$290,64. Mayor relación Beneficio-Costo se obtuvo en el tratamiento Raphos + Nitrodoble (250 +120 kg/ha) con 1,82.

Tabla 10. Análisis económico por hectárea, con la aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en maíz. Montalvo, 2020.

Tratamientos kg/ha	kg/ha	Ingresos	Costo Producción	Costo Foliar	Costos cosecha	Costo Total	Utilidad	B/C
Raphos 500	7204,00	2139,80198	756,30	385	237,76	1379,05	760,75	1,55
Raphos 750	8197,56	2434,91881	756,30	560	270,55	1586,84	848,07	1,53
Nitrodoble 230	7040,31	2091,18119	756,30	184,5	232,35	1173,15	918,03	1,78
Nitrodoble 350	6833,36	2029,71089	756,30	262,5	225,52	1244,32	785,39	1,63
Raphos + Nitrodoble 250 + 120	8010,34	2379,30891	756,30	288	264,37	1308,67	1070,64	1,82
Raphos + Nitrodoble 350 +120	8285,27	2460,97129	756,30	358	273,44	1387,74	1073,23	1,77
Fertilización química	7849,38	2331,49901	756,30	331	259,06	1346,35	985,15	1,73
Testigo Químico	6660,74	1978,43762	756,30	215	219,83	1191,12	787,31	1,66
Testigo Agricultor	3965,28	1177,80594	756,30	0	130,87	887,16	290,64	1,33

4.11. Eficiencia agronómica

En la Tabla 11 se registran los valores de eficiencia agronómica basada en rendimiento de grano.

La mayor tasa se cálculo en El tratamiento con mayor promedio resultado de la aplicación de 250 kg/ha de Rafos + 120 kg/ha de Nitrodoble con 51,86 en el caso de nitrógeno. Para el fósforo la mejor tasa se reporto en el testigo químico con

117,19. En el caso de potasio la mejor eficiencia fue evidente en el tratamiento 250 kg/ha de Raphos + 200 kg/ha de Nitrodoble (107,87).

Tabla 11. Eficiencia agronómica, con la aplicación de los fertilizantes edáficos granulares en maíz. Montalvo, 2020.

Tratamientos kg/ha	Nitrógeno	Fosforo	Potasio
Raphos 500	43,18	21,59	43,18
Raphos 750	37,62	18,81	37,62
Nitrodoble 230	39,61	0,00	0,00
Nitrodoble 350	24,28	0,00	0,00
Raphos + Nitrodoble 250 + 120	51,86	53,93	107,87
Raphos + Nitrodoble 350 +120	46,45	41,14	82,29
Fertilización química	28,56	84,44	43,16
Testigo Químico	29,30	117,19	44,92
Testigo Agricultor	0,00	0,00	0,00

V. CONCLUSIONES

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

1. Todos los tratamientos fertilizados sobrepasaron al testigo sin aplicación de fertilizantes.
2. Los tratamientos fertilizados presentaron paridad estadística en: altura de planta, altura de inserción, diámetro de mazorca, longitud de mazorcas. Número de granos por mazorca y rendimiento por hectárea.
3. Las variables días a la floración, días a maduración fisiológica y peso de grano no evidenciaron significancia estadística entre los tratamientos.
4. El tratamiento Rafos 250 kg/ha + Nitrodoble 120 kg/ha presentó los mejores promedios en las variables agronómicas.
5. El tratamiento Rafos 350 kg/ha + Nitrodoble 120 kg/ha de alcanzó un mayor rendimiento de grano.
6. La mayor tasa de eficiencia agronómica se cálculo en el tratamiento Rafos 250 kg/ha + Nitrodoble 120 kg/ha, siendo en fósforo el testigo químico y en potasio Rafos 250 kg/ha + Nitrodoble 120 kg/ha.
7. Económicamente todos los tratamientos fueron mayores al testigo. El tratamiento Raphos + Nitrodoble (350 +120 kg/ha) generó la mayor utilidad con \$1073,23, mientras la mayor relación Beneficio-Costo se obtuvo en el tratamiento Raphos + Nitrodoble (250 +120 kg/ha).

VI. RECOMENDACIONES

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Utilizar en el sistema de producción del cultivo de maíz Rafos 350 kg/ha + Nitrodoble 120 kg/ha lograr un aumento en el rendimiento de grano.
2. Utilizar en la zona de estudio el híbrido de maíz Emblema 777 por su buen comportamiento.
3. Desarrollar investigaciones destinadas a evaluar programas de fertilización en diversos agroecosistemas comerciales de maíz y en diversas formas de manejo agronómico.

VII. RESUMEN

La investigación fue realizada en los predios de la finca “Don Luis “propiedad del Sr. Luis Duche, recinto “Las Balsas”, en el cantón Montalvo, provincia de los Ríos. El material de siembra fue el híbrido de maíz “Emblema 777”, utilizando como tratamientos los fertilizantes edáficos Rafos y Nitrodoble, solos y en mezclas, comparándolos contra dos programas de fertilización convencional y un testigo sin aplicación, en tres repeticiones. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de los programas en el rendimiento de grano. La siembra de maíz fue efectuada manualmente en unidades experimentales de 20 m². Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar DBCA. El análisis de varianza estableció la significancia estadística y en la evaluación de medias se empleó la prueba de significancia de Tukey al 95 %. Las variables valoradas fueron: altura de planta, altura de inserción, días a floración, días a cosecha, diámetro de mazorcas, longitud de mazorcas, peso de grano, rendimiento por hectárea, eficiencia agronómica y análisis económico. Los resultados encontrados establecen que todos los tratamientos fertilizados sobrepasaron al testigo sin aplicación de fertilizantes. Los tratamientos fertilizados presentaron paridad estadística en varias variables con excepción de días a la floración, días a maduración fisiológica y peso de grano. El tratamiento Rafos 350 kg/ha + Nitrodoble 120 kg/ha de alcanzo mayor rendimiento de grano. La mayor tasa de eficiencia agronómica se cálculo en el tratamiento Rafos 250 kg/ha + Nitrodoble 120 kg/ha, siendo en fósforo el testigo químico y potasio Rafos 250 kg/ha + Nitrodoble 120 kg/ha. Económicamente todos los tratamientos fueron mayores al testigo. El tratamiento Raphos + Nitrodoble (350 +120 kg/ha) generó la mayor utilidad.

Palabras Claves: Fertilización edáfica, Producción, Maíz, Rafos.

VIII. SUMMARY

The investigation was carried out on the grounds of the “Don Luis” farm owned by Mr. Luis Duche, “Las Balsas” compound, in the Montalvo canton, Los Ríos province. The planting material was the corn hybrid "Emblema 777", using as treatments the edaphic fertilizers Rafos and Nitrodoble, alone and in mixtures, comparing them against two conventional fertilization programs and a control without application, in three repetitions. The objective of the work was to evaluate the effect of the programs on grain yield. The sowing of corn was carried out manually in experimental units of 20 m². Treatments were distributed in a randomized complete block design DBCA. The analysis of variance established statistical significance and in the evaluation of means the Tukey test of significance was used at 95%. The variables evaluated were: plant height, insertion height, days to flowering, days to harvest, ear diameter, ear length, grain weight, yield per hectare, agronomic efficiency and economic analysis. The results found establish that all the fertilized treatments surpassed the control without application of fertilizers. The fertilized treatments presented statistical parity in several variables with the exception of days to flowering, days to physiological maturation and grain weight. The Rafos 350 kg/ha + Nitrodoble 120 kg/ha treatment achieved a higher grain yield. The highest agronomic efficiency rate was calculated in the treatment Rafos 250 kg/ha + Nitrodoble 120 kg/ha, with phosphorus being the chemical control and potassium Rafos 250 kg/ha + Nitrodoble 120 kg/ha. Economically, all the treatments were greater than the control. The Raphos + Nitrodoble treatment (350 +120 kg/ha) generated the highest utility.

Keywords: Edaphic fertilization, Production, Corn, Rafos.

IX. LITERATURA CITADA

- Augusto, B., Sosa-Rodrigues, R., García-Vivas, Y. S. 2019. Eficiencia de uso del nitrógeno en maíz fertilizado de forma orgánica y mineral. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v29n01_207.pdf. Consultado: 12-08-2020.
- Baca, L. A. 2016. La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relación. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12652/La%20produccion%20de%20ma%C3%ADz%20amarillo%20en%20el%20Ecuador%20y%20su%20relacion%20con%20la%20soberania%20alimentaria%20-%20Luis%20Al.pdf?sequence=1>. Consultado: 12-08-2020.
- Benavides, D. A. 1998. El azufre en las plantas. Obtenido de http://intranet.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/El_azufre_en_plant_as.pdf. Consultado; 20-08-2020.
- Bravo, A. L. 2015. El maíz en el Ecuador . Obtenido de <https://www.semillas.org.co/es/el-maz-en-el-ecuador>. Consultado: 12-08-2020.
- Cadec S.A. 2018. Influencia de la Fertilización Nitrogenada en el Cultivo de Maíz. Obtenido de <https://www.cadec.com.py/blog/influencia-del-nitrogeno-en-cultivo-de-maiz#:~:text=%C2%BFPor%20qu%C3%A9%20es%20importante%20el,una%20producci%C3%B3n%20con%20mejores%20rendimientos>. Consultado: 12-08-2020.
- Castellanos, J. Z. (s.f). Fertilización Fosfórica en Maíz. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/cereales/fertilizacion-fosforica-en-maiz>. Consultado: 12-08-2020.
- Ciampitti, I. A., Boxler, M., García, F. O. 2006. Nutrición de Maíz: Requerimientos y Absorción de Nutrientes . Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2EB470FD702C566D85_25798400_5754F1/\\$_FILE/14.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/2EB470FD702C566D85_25798400_5754F1/$_FILE/14.pdf). Consultado: 12-08-2020.

- Colina, E., Jara, A., Castro, C., Garcia, G., Rojas, N. 2020. Efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en la producción de híbridos de maíz duro. Memorias VII Congreso REDU. Urcuqi, Ecuador. 615p. ISBN: 978-9942-8792-1-9
- Coronel, I. A. 2003. Síntesis de la importancia del Potasio en el suelo y plantas . Obtenido de <file:///C:/Users/Carlos%20Aarcon/Downloads/1178-Article%20Text-2985-1-10-20160401.pdf>. Consultado: 12-08-2020.
- Duggan, M. T. 2016. Fertilizacion Nitrogenada en el cultivo de Maíz. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Nitrogenada%20del%20Cultivo%20de%20Maiz.asp>. Consultado: 12-08-2020.
- Echeverri, J. E. 2018. Dinámica del fósforo en suelo-planta en regiones tropicales . Obtenido de Relacion suelo-planta-fosforo: <http://bdigital.unal.edu.co/71606/2/39456768.2018.pdf>. Consultado: 12-08-2020.
- FAO. 1992. Los Fertilizantes y su Uso. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>. Consultado: 12-08-2020.
- FAO. (s.f). Funciones de los elementos en la planta. Obtenido de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/aup/pdf/6a.pdf. Consultado: 12-08-2020.
- Farmagro S.A. 2018. La importancia del maíz en el Ecuador. Obtenido de <https://www.farmagro.com/noticias/149-la-importancia-del-ma%C3%ADz-en-el-ecuador>. Consultado: 12-08-2020.
- G.J, A. 2019. El fósforo y su importancia en el crecimiento vegetal. Obtenido de <https://www.fertibox.net/single-post/fosforo-agricultura>. Consultado: 12-08-2020.
- García, F. O. 2014. Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Criterios-Manejo-Fertilizacion-Cultivo-Maiz.pdf>. Consultado: 12-08-2020.
- Gordon-Mendoza, R., Franco-Barrera, J. E., Villarreal-Núñez, J. E., & Smith, T. J. 2015. Manejo de la fertilización fosforada en el cultivo de maíz, el ejido,

- panamá 2004-2013. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v27n01_095.pdf. Consultado: 12-08-2020.
- Infoagro. (s.f). Formas de aplicar Fosforo al suelo. Obtenido de https://www.infoagro.com/abonos/fosforo_suelo.htm. Consultado: 12-08-2020.
- Intagri. (2014). Manejo de Fertilizantes con Micronutrientes. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/manejo-de-fertilizantes-con-micronutrientes>. Consultado: 12-08-2020.
- Intagri. (s.f). Importancia del Azufre (S) en las Plantas. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/importancia-del-azufre-s-en-las-plantas>. Consultado: 12-08-2020.
- IPNI. (s.f). Funciones del Fosforo en ls plantas . Obtenido de [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/542916612D123EFE852579A3007A3286/\\$FILE/Funciones%20del%20F%C3%B3sforo.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/542916612D123EFE852579A3007A3286/$FILE/Funciones%20del%20F%C3%B3sforo.pdf). Consultado: 12-08-2020.
- KS-minerals. 2019. Azufre en la planta. Obtenido de [http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory_service/nutrients/sulphur.html#:~:text=en%20el%20suelo.-,Azufre%20en%20la%20planta,azufre\)%20existente%20en%20el%20aire](http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory_service/nutrients/sulphur.html#:~:text=en%20el%20suelo.-,Azufre%20en%20la%20planta,azufre)%20existente%20en%20el%20aire). Consultado: 12-08-2020.
- Lamilla, A., Colina, E., Casto, C., Santana, D., García, G., Mora, O., Uvidia, M., León, J., Goyes, M. (2018). *Fertilización con potasio y fosfitos, sobre el rendimiento de maíz duro (Zea mays) en la zona subcentral litoral*. European Scientific Journal, 14(15), 46–57. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.V14n15p46>
- La Hora. 2009. La importancia del cultivo del maíz. Obtenido de <https://lahora.com.ec/noticia/937168/la-importancia-del-cultivo-del-mac3adz-> Consultado: 12-08-2020.
- Promix. 2018. Rol del potasio en el cultivo de plantas. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/>. Consultado: 12-08-2020.

- Redagricola. 2017. Nutrientes que actúan como bioestimulantes . Obtenido de El fósforo estimula el desarrollo de las raíces: <https://www.redagricola.com/cl/la-raiz-es-el-cerebro-de-la-planta/#:~:text=El%20f%C3%B3sforo%20estimula%20el%20desarrollo,establecimiento%20temprano%20de%20las%20plantas>. Consultado: 12-08-2020.
- Revista maiz y soya. 2020. Maíz, indispensable en la cadena de proteína animal. Obtenido de <http://www.maizsoya.com/lector.php?id=20200503&tabla=articulos>. Consultado: 12-08-2020.
- Sosa-Rodriguez, B. A., García-Vivas, Y. S. 2018. Eficiencia de uso del nitrógeno en maíz fertilizado de forma orgánica y mineral. Obtenido de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v29n1/1659-1321-am-29-01-00215.pdf>. Consultado: 12-08-2020.
- Stoller. (s.f). Guía de identificación de deficiencias en maíz . Obtenido de <http://stoller.com.ar/wp-content/uploads/2017/07/Deficiencia-Maiz.pdf>. Consultado: 12-08-2020.
- Syngenta. (s.f). Manejo de la fertilización del cultivo de maíz . Obtenido de <https://www.syngenta.com.ar/nutricion-1>. Consultado: 12-08-2020.
- Valencia, L. E. 2017. Efectos de dos programas de fertilización sobre el. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3335/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000055.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Consultado: 12-08-2020.
- Velez, G. A., Sepulveda, D. C. (s.f). El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5248/el%20fosforo%20elemento.pdf?sequence=1>. Consultado: 12-08-2020.
- YARA. (2019). YARA, RAFOS . Obtenido de <https://exiagricola.net/tienda/producto/yara-rafos-12-24-12-2-x-50-kg/>. Consultado: 12-08-2020.

YARA. (2018). YaraBela NITRODOBLE (CAN-27). Obtenido de <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/productos/yarabela/yarabela-nitrodoble-can-27/>. Consultado: 12-08-2020.

Zubillaga. (2016). Manejo del Fósforo en Maíz. Obtenido de <http://www.fertilizando.com/articulos/Manejo%20del%20Fosforo%20en%20Maiz.asp>. Consultado: 12-08-2020.

APENDICES

ANEXO 1. Costos de producción

COSTOS DE PRODUCCION DE MAIZ

Rubros	Producto	Unidad	Unidades	Usd/Unitario	2020
					Usd/ha
Preparación del Suelo	Tractor	ha	3	30	90
Semilla	Semilla	saco	1	190	190
Siembra	maiz	ha	1	55	55
Fertilizacion	Urea	saco	0	24	0
	DAP	saco	0	26	0
	Sulfato de amonio	saco	0	16	0
	Muriato	saco	0	28	0
Insecticidas	Thiodicar	250 cc	1	12	12
	Clorpirifos	1	1	14	14
	Spinetoram	100 cc	1,5	15	22,5
	Imidacloprid	1	0,3	26	7,8
	Lamda Cihalotrina	1	0,3	34	10,2
	Emamectina	sobre	0,15	190	28,5
Herbicidas	Pendimetalin	1	2,5	6	15
	Atrazina	2	1	6,25	6,25
	Nicosulfuron	16g	2	3,5	7
	Paraquat	1	2	8	16
Fertilizantes	Max Green	1	1	18	18
	Metalosato boro	1	0,3	15	4,5
	Metalosato zinc	1	0,3	15	4,5
Fungicidas	Renaste	1	0,4	80	32
	Carbenpac	1	0,4	11	4,4
TOTAL					537,65
Deshierba Manual		Jornal	8	15	120
Total Costos Directos					657,65
Financieros		5%			32,8825
Administración		10%			65,765
Total Costos Indirectos					98,6475
Costo Total/ha					756,2975

Apendice 1

Análisis de la varianza: ALTURA DE PLANTA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE PLANTA	27	0,81	0,69	4,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7465,61	10	746,56	6,76	0,0004
TRATAMIENTO	6659,88	8	832,49	7,53	0,0003
BLOQUE	805,73	2	402,86	3,65	0,0496
Error	1768,15	16	110,51		
Total	9233,76	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=30,53475

Error: 110,5096 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
Testigoabsoluto	174,33	3	6,07	A
Nitrodoble(350kg)	211,50	3	6,07	B
Rafos(500kg)	212,93	3	6,07	B
Rafos(350kg)+Nitrodoble(20..	215,23	3	6,07	B
Nitrodoble(230kg)	221,30	3	6,07	B
Rafos(750kg)	224,27	3	6,07	B
Fert.quimica	225,27	3	6,07	B
Testigoagricultor	225,30	3	6,07	B
Rafos(250kg)+Nitrodoble(12..	229,67	3	6,07	B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,78701

Error: 110,5096 gl: 16

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	210,74	9	3,50	A
1	212,68	9	3,50	A
2	223,18	9	3,50	A

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

Apéndice 2: DIAS A LA FLORACION

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAS A LA FLORACION	27	0,90	0,84	0,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	36,37	10	3,64	14,52	<0,0001
TRATAMIENTO	1,97	8	0,25	0,98	0,4836
BLOQUE	34,41	2	17,20	68,67	<0,0001
Error	4,01	16	0,25		
Total	40,38	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,45381

Error: 0,2505 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Nitrodoble(230kg)	54,53	3	0,29 A
Rafos(250kg)+Nitrodoble(12..	54,87	3	0,29 A
Rafos(350kg)+Nitrodoble(20..	54,90	3	0,29 A
Testigoabsoluto	54,90	3	0,29 A
Testigoagricultor	55,07	3	0,29 A
Nitrodoble(350kg)	55,27	3	0,29 A
Rafos(750kg)	55,30	3	0,29 A
Fert.quimica	55,33	3	0,29 A
Rafos(500kg)	55,40	3	0,29 A

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,60881

Error: 0,2505 gl: 16

BLOQUE	Medias	n	E.E.
1	53,47	9	0,17 A
2	55,84	9	0,17 B
3	55,88	9	0,17 B

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

Apéndice 3: DIAS A LA MADURACION FISIOLÓGICA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAS A LA MADURACION FISIO..	27	0,76	0,61	0,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,79	10	2,88	5,01	0,0022
TRATAMIENTO	4,21	8	0,53	0,91	0,5297
BLOQUE	24,59	2	12,29	21,37	<0,0001
Error	9,20	16	0,58		
Total	38,00	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,20301

Error: 0,5752 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Nitrodoble(230kg)	128,30	3	0,44 A
Testigoagricultor	128,33	3	0,44 A
Nitrodoble(350kg)	128,37	3	0,44 A
Testigoabsoluto	128,60	3	0,44 A
Fert.quimica	128,77	3	0,44 A
Rafos(250kg)+Nitrodoble(12..	129,03	3	0,44 A
Rafos(350kg)+Nitrodoble(20..	129,10	3	0,44 A
Rafos(750kg)	129,20	3	0,44 A
Rafos(500kg)	129,43	3	0,44 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,92255

Error: 0,5752 gl: 16

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3	127,67	9	0,25 A
2	128,71	9	0,25 B
1	130,00	9	0,25 C

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

Apéndice 4: ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZ..	27	0,67	0,46	7,94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2575,71	10	257,57	3,21	0,0185
TRATAMIENTO	2221,69	8	277,71	3,46	0,0166
BLOQUE	354,02	2	177,01	2,21	0,1426
Error	1284,23	16	80,26		
Total	3859,94	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=26,02295

Error: 80,2647 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Testigo absoluto	90,30	3	5,17 A
Nitrodoble(350kg)	106,47	3	5,17 A B
Rafos(500kg)	113,00	3	5,17 A B
Rafos(350kg)+Nitrodoble(20..	113,07	3	5,17 A B
Testigo agricultor	115,23	3	5,17 A B
Rafos(750kg)	117,60	3	5,17 B
Fert. química	118,73	3	5,17 B
Nitrodoble(230kg)	119,00	3	5,17 B
Rafos(250kg)+Nitrodoble(12..	122,37	3	5,17 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,89761

Error: 80,2647 gl: 16

BLOQUE Medias n E.E.

1	109,34	9	2,99 A
3	111,40	9	2,99 A
2	117,84	9	2,99 A

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

Apéndice 5: DIAMETRO DE MAZORCA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DIAMETRO DE MAZORCA	27	0,78	0,64	2,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,56	10	0,86	5,56	0,0013
TRATAMIENTO	8,48	8	1,06	6,90	0,0006
BLOQUE	0,07	2	0,04	0,24	0,7913
Error	2,46	16	0,15		
Total	11,02	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,13892

Error: 0,1537 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Testigo absoluto	12,35	3	0,23 A
Testigo agricultor	13,37	3	0,23 A B
Rafos(500kg)	13,50	3	0,23 B
Nitrodoble(230kg)	13,74	3	0,23 B
Nitrodoble(350kg)	13,90	3	0,23 B
Fert. química	14,03	3	0,23 B
Rafos(350kg)+Nitrodoble(20..	14,15	3	0,23 B
Rafos(250kg)+Nitrodoble(12..	14,18	3	0,23 B
Rafos(750kg)	14,22	3	0,23 B

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47694

Error: 0,1537 gl: 16

BLOQUE Medias n E.E.

1	13,64	9	0,13 A
3	13,74	9	0,13 A
2	13,77	9	0,13 A

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

Apéndice 6: LONGITUD DE MAZORCA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONGITUD DE MAZORCA	27	0,89	0,82	5,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	69,42	10	6,94	12,98	<0,0001
TRATAMIENTO	64,31	8	8,04	15,03	<0,0001
BLOQUE	5,11	2	2,55	4,78	0,0236
Error	8,56	16	0,53		
Total	77,98	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,12449

Error: 0,5350 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Testigoabsoluto	10,39	3	0,42 A
Testigoagricultor	14,00	3	0,42 B
Rafos(500kg)	14,25	3	0,42 B
Nitrodoble(230kg)	14,33	3	0,42 B
Nitrodoble(350kg)	14,85	3	0,42 B
Rafos(250kg)+Nitrodoble(12..	15,30	3	0,42 B
Rafos(350kg)+Nitrodoble(20..	15,55	3	0,42 B
Fert.quimica	15,57	3	0,42 B
Rafos(750kg)	15,62	3	0,42 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,88967

Error: 0,5350 gl: 16

BLOQUE	Medias	n	E.E.
1	13,92	9	0,24 A
3	14,39	9	0,24 A B
2	14,98	9	0,24 B

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

Apéndice 7: PESO DE 100 GRANOS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO DE 100 GRANOS	27	0,47	0,13	8,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	97,25	10	9,72	1,40	0,2664
TRATAMIENTO	89,83	8	11,23	1,61	0,1981
BLOQUE	7,41	2	3,71	0,53	0,5975
Error	111,49	16	6,97		
Total	208,73	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,66733

Error: 6,9679 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Testigo absoluto	27,00	3	1,52 A
Nitrodoble(350kg)	28,83	3	1,52 A
Nitrodoble(230kg)	28,97	3	1,52 A
Testigo agricultor	29,70	3	1,52 A
Rafos(500kg)	31,30	3	1,52 A
Rafos(250kg)+Nitrodoble(12..	31,67	3	1,52 A
Fert. química	32,07	3	1,52 A
Rafos(750kg)	32,17	3	1,52 A
Rafos(350kg)+Nitrodoble(20..	32,67	3	1,52 A

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

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,21084

Error: 6,9679 gl: 16

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3	29,81	9	0,88 A
1	30,56	9	0,88 A
2	31,09	9	0,88 A

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

Apéndice 8: NUMERO DE GRANOS POR MAZORCA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE GRANOS POR MAZOR..	27	0,82	0,71	8,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	105551,12	10	10555,11	7,24	0,0003
TRATAMIENTO	100526,66	8	12565,83	8,63	0,0002
BLOQUE	5024,46	2	2512,23	1,72	0,2098
Error	23310,33	16	1456,90		
Total	128861,45	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=110,86859

Error: 1456,8955 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Testigoabsoluto	292,67	3	22,04 A
Testigoagricultor	436,10	3	22,04 B
Rafos(500kg)	453,47	3	22,04 B
Nitrodoble(350kg)	461,40	3	22,04 B
Nitrodoble(230kg)	475,17	3	22,04 B
Fert.quimica	482,13	3	22,04 B
Rafos(250kg)+Nitrodoble(12..	494,57	3	22,04 B
Rafos(350kg)+Nitrodoble(20..	499,33	3	22,04 B
Rafos(750kg)	500,63	3	22,04 B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=46,42836

Error: 1456,8955 gl: 16

BLOQUE Medias n E.E.

1	440,79	9	12,72 A
3	450,93	9	12,72 A
2	473,43	9	12,72 A

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

Apéndice 9: RENDIMIENTO DE GRANO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO DE GRANO	27	0,78	0,64	12,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	44323980,98	10	4432398,10	5,62	0,0012
TRATAMIENTO	42306826,70	8	5288353,34	6,70	0,0006
BLOQUE	2017154,28	2	1008577,14	1,28	0,3054
Error	12622587,07	16	788911,69		
Total	56946568,05	26			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2579,93362

Error: 788911,6919 gl: 16

TRATAMIENTO

Medias n E.E.

Testigoabsoluto	3965,28	3	512,81	A
Testigoagricultor	6660,74	3	512,81	B
Nitrodoble(350kg)	6833,36	3	512,81	B
Nitrodoble(230kg)	7040,31	3	512,81	B
Rafos(500kg)	7204,00	3	512,81	B
Fert.quimica	7849,38	3	512,81	B
Rafos(250kg)+Nitrodoble(12..	8010,34	3	512,81	B
Rafos(750kg)	8197,56	3	512,81	B
Rafos(350kg)+Nitrodoble(20..	8285,27	3	512,81	B

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

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1080,39691

Error: 788911,6919 gl: 16

BLOQUE Medias n E.E.

1	6894,95	9	296,07	A
3	6952,43	9	296,07	A
2	7501,37	9	296,07	A

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