UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

Reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en la zona Vinces Ecuador.

.

Autor:

Fabián Alberto Vera Cervantes

Asesor

Ing. Lauro Edberto Díaz Ubilla M.Sc.

Vinces Los Ríos Ecuador

2016

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE CIENCIAS PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

Reacción del cultivo de maíz (Zea maíz L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces Ecuador.

Autor:

Fabián Alberto Vera Cervantes

Tribunal de sustentación aprobado por:

_____

Presidente

_____ _____

Vocal principal **Vocal principal**

La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación corresponde exclusivamente a **Fabián Alberto Vera Cervantes**, y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias para el Desarrollo de la Universidad de Guayaquil.

Fabián Alberto Vera Cervantes

DEDICATORIA

A mi esposa, Johanna Elizabeth Suarez Martínez, por ella me esfuerzo para salir adelante día a día para que nada nos falte, ya que es el pilar de mi vida y sin ella yo no sería la persona que soy ahora, es la razón por la cual vivo mi amor.

A mi familia porque desde muy pequeño me demostraron que los estudios ayudan a mejorarte como persona de bien en esta sociedad tan competitiva.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a personas especiales que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de formación como persona.

A mi madre Sra. Vilma Guissella Cervantes Arbeláez, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su infinito amor.

A mi padre Pedro Alberto Vera Cercado, a pesar de su carácter me ha demostrado que la perseverancia y constancia es lo fundamental para cumplir lo que uno se proponga en la vida**.**

A mis familiares: A mi hermano Reynaldo por ser el ejemplo de un hermano del cual aprendí aciertos y de momentos difíciles para salir adelante; a mis abuelos que siempre me han apoyado de todas las formas posibles, a mis tíos Roxana, Juan, Luis, Esmeralda, Isabel, Cecilia, Grace, Jessica y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

A mi maestro Ing. Lauro Edberto Díaz Ubilla Msc. por su apoyo y motivación para que culmine el proyecto de investigación, por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de mi formación profesional.

A mis amigos: Que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos; Letter Santillán, Ernesto Paredes, Luis Oquendo, Raúl Fuentes, Víctor Castro, Alex Figueroa, Boris Fuentes, Juan Caballero, Jorge Coello y Jahayra Sánchez por haber compartido buenos momentos en las aulas de clases.

También dedico este trabajo a todos los docentes de la universidad de Guayaquil, que con su labor buscan mejorar el desarrollo de las futuras generaciones de nuestro país.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE CONTENIDO……..	**I**
ÍNDICE DE CUADROS..…….	**IV**
RESUMEN……..	**VI**
SUMMARY……	**VII**
I.- INTRODUCCIÓN……...	1
1.1 Antecedentes…….	1
1.2 Justificación…..…….	2
1.3 Situación problematizadora……..	3
1.3.1 Descripción del problema…….	3
1.3.2 Problema. …….	3
1.3.3 Preguntas de la investigación……	3
1.3.4 Delimitación del problema……	4
1.3.4.1 Temporal……	4
1.3.4.2 Espacial…….	4
1.4 Objetivos……...	4
1.4.1 General……..	4
1.4.2 Específicos……	4
II.- MARCO TEÓRICO……...	5
2.1 Importancia del nitrógeno en los cultivos……	5
2.2 Funciones de los macronutrientes en el cultivo de maíz…….	5
2.2.1 Funciones del nitrógeno…….	5
2.2.2 Funciones del fósforo…….	5
2.2.3 Funciones del potasio…….	5
2.3 Fertilizantes de liberación lenta……	6
2.4 Eficiencia de los fertilizantes de liberación controlada y de lenta liberación...	7
2.5 Uso óptimo de fosforo y potasio a través de liberación controlada…….	7
2.6 Ventaja de los fertilizantes de liberación controlada……...	7
2.7 Desventajas de los fertilizantes de liberación controlada……	8
2.8 Fertilizante de liberación controlada Novatec®……..	8

2.8.1. Ventajas de novatec®…… 9
2.9 Eficiencia del nitrógeno…… 9
2.10 El híbrido Somma…… 9
2.11 experiencias investigativas…… 10
III. MARCO METODOLÓGICO…… 12
3.1 Característica del lote experimental…… 12
3.1.1 Material de siembra. …… 12
3.1.2 Factores estudiados…… 13
3.1.3 Tratamientos. …… 13
3.1.4 Diseño experimental…… 13
3.1.5 Análisis estadístico. …… 14
3.1.6 Delineamiento experimental…… 14
3.2 Manejo del cultivo. …… 14
3.2.1 Toma de muestra para el análisis de suelo. …… 14
3.2.2 Preparación del terreno. …… 15
3.2.3 Trazados de las parcelas. …… 15
3.2.4 Siembra…… 15
3.2.5 Fertilización-Abonamiento…… 17
3.2.6 Control de malezas…… 17
3.2.7 Riego. …… 17
3.2.8 Control fitosanitario. …… 17
3.2.9 Cosecha. …… 17
3.3 Datos evaluados. …… 18
3.3.1 Altura de planta en centímetro…… 18
3.3.2 Altura de inserción de mazorca en centímetro. …… 18
3.3.3 Días a floración masculina. …… 18
3.3.4 Diámetro del tallo en centímetro. …… 18
3.3.5 Días a cosecha. …… 18
3.3.6 Número de mazorca por planta. …… 18
3.3.7 Longitud de mazorca en centímetro…… 18
3.3.8 Diámetro de mazorca en centímetro. …… 18
3.3.9 Peso de 100 granos en gramos. …… 19
3.3.10 Rendimiento por hectárea en kilogramos. …… 19

3.3.11 Eficiencia del nitrógeno. …… 19
3.3.12 Análisis económico. …….. 19
3.3.12.1 Ingreso Bruto. …… 19
3.3.12.2 Costos totales de los tratamientos. ……. 20
3.3.12.3 Beneficio neto de los tratamientos. …….. 20
3.3.12.4 Relación beneficio / costo. …… 20
3.4 Instrumentos…… 21
3.4.1 Materiales de oficina……... 21
3.4.2 Herramientas de campo…… 21
3.4.3 Insumos……. 21
3.4.4 Equipos……. 21
4.1 Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz a la aplicación de fertilizantes de liberación controlada. ……. 22
4.1.1 Altura de planta en centímetro. ……... 22
4.1.2 Altura de inserción de mazorca en centímetro. ……... 23
4.1.3 Días a floración masculina. ……. 24
4.1.4 Diámetro del tallo en centímetro. …… 24
4.1.5 Días a cosecha. …… 25
4.1.6 Longitud de mazorca en centímetro...…….. 25
4.1.7 Número de mazorca por planta. …….. 26
4.1.8 Diámetro de mazorca en centímetro……. 26
4.1.9 Peso de 100 granos en gramos. …… 27
4.2 Establecer el mejor tratamiento basado en los rendimientos……... 28
4.2.1 Rendimiento por hectárea en kilogramos. ……... 28
4.3 Determinar la eficiencia del nitrógeno con la aplicación de fertilizante de liberación controlada. …… 29
4.3.1 Eficiencia del nitrógeno. ……. 29
4.3.2 Análisis económico. …… 29
V. DISCUSIÓN…… 30
VI. CONCLUSIONES…….. 33
VII. RECOMENDACIONES…… 35
VIII. BIBLIOGRAFIA…… 36
ANEXOS……. 39

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Características agronómicas del híbrido Somma……... 12

Cuadro 2. Tratamientos de aplicarse en el ensayo……. 13

Cuadro 3. Altura de planta en centímetro a los 45 días, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces 22

Cuadro 4. Altura de inserción de mazorca en centímetro, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces. ……..…… 23

Cuadro 5. Diámetro del tallo en centímetro, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces. …….. 24

Cuadro 6. Longitud de mazorca en centímetro, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces. …….. 25

Cuadro 7. Diámetro de mazorca en centímetro, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces. ……. 26

Cuadro 8. Peso de 100 granos en gramos, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces. ……..……. 27

Cuadro 9. Rendimiento por hectárea en kilogramos, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces. …….. 28

Cuadro 10. Eficiencia del nitrógeno, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces……. 29

Cuadro 11. Análisis de la relación beneficio/costo en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces…. 29

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, cuyo título es "Reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.*)* A la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces.", se realizó en los terrenos de la Hacienda Santa Bárbara, propiedad del Sr. Enrique Fuentes Ubilla, ubicada a 2,5 km en la vía Vinces-Palestina, los objetivos fueron: Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz con la aplicación de fertilizantes de liberación controlada. Determinar la eficiencia del nitrógeno con la aplicación de fertilizantes de liberación controlada y establecer el mejor tratamiento basados en los rendimientos. Se aplicó el Diseño Experimental Bloques Completos al Azar (BCA), empleando cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, Los resultados fueron los siguientes: las plantas más altas y la altura de inserción de mazorca correspondieron al tratamiento. T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec con 200,15 cm y 126,20 cm. respectivamente, la floración llego a los 46 días, los tallos con mayor diámetro fue para. T_1= Novatec con 2,06 cm., se llegó a la cosecha a los. 104 días de manera general, las mazorcas con mayor longitud las obtuvo el. T_1 = Novatec, con 14,48 cm., se obtuvo una mazorca/planta en el experimento, las mazorcas con mayor diámetro fueron para. T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec con 4,94 cm, El T_2 = Fertilización química obtuvo el mayor peso de 100 gramos, con 30,24 g, el T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec alcanzó 6 198,25 kg/ha en el rendimiento, la mejor relación beneficio/costo correspondió al **T_1=** Novatec B/C con 0,52 y rentabilidad de 52 %.

Palabras claves: maíz, fertilizante, novatec®, liberación controlada, eficiencia.

SUMMARY

The present research work, entitled "Response of maize (*Zea maize* L.) the application of controlled release fertilizer in corn cultivation area in Vinces." Was held in the grounds of the Hacienda santa Barbara, owned by Mr. Enrique Fuentes Ubilla, located 2,5 km in Vinces-Palestine via the objectives are: Determine the agronomic performance of the maize crop with the application of controlled release fertilizers. Determine the efficiency of nitrogen fertilizer application controlled release and establish the best treatment based on yields. The experimental design was applied Randomized Complete (BCA) blocks using four treatments and four replications The results were as follows: the upper floors and the height of insertion of ear corresponded to treatment. T4 = CF 50 % + 50 % Novatec with 200.15 cm y126,20 cm. respectively, flowering came after 46 days, was larger diameter stems for Novatec with. T1 = 2,06 cm., it reached the harvest to 104 days generally longer ears with the obtained. T1 = Novatec with 14,48 cm., an ear / plant in the experiment with larger diameter ears were for. T4 = CF 50 % + 50 % Novatec with 4,94 cm was obtained, T2 = chemical fertilizer had the highest weight 100 grams with 30,24 g, T3 = CF 50 % + 25 % Novatec reached 6.198,25 kg / ha in performance, the best cost / benefit ratio corresponded to T1 = Novatec B / C with 0,52 and profitability of 52 %.

Key words: corn, fertilizer, novatec®, controlled release, efficiency.

I. INTRODUCCION

El maíz (*Zea maíz*. L.) es un cultivo de importancia económica para el país, se siembra en la costa bajo diferentes condiciones ambientales de temperatura, humedad, régimen de lluvias, luminosidad y suelos.

Anualmente se cultivan alrededor de 187 521 has de maíz que cubren 54 858 Unidades Productivas Agrícolas (UPAs), con un rendimiento promedio de 2,6 tn/ha, el mismo que corresponde a un nivel bajo de productividad. Este cultivo a más de ser una fuente de trabajo para miles de ecuatorianos, es muy importante debido a la gran cantidad de terreno destinado a su producción y al papel que cumple como componente básico de la dieta de la población rural (Yanez, 2007).

La fertilización es un factor decisivo en los cultivos y determina los siguientes objetivos económicos: reducción de costos; 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 (INIAP, 2008).

Por tal razón, la industria de fertilizantes enfrenta un desafío permanente para aumentar la eficacia de sus productos, mejorándolos en uso y desarrollando nuevos fertilizantes específicos. Uno de los principales factores que afecta su eficiencia son las posibles pérdidas de los mismos, los cuales se producen fundamentalmente en el nitrógeno a través de la inmovilización, desnitrificación, volatilización y lixiviación.

Por consiguiente, ha sido un reto para la industria de los agroquímicos desarrollar nuevos tipos de abonos especiales que eviten o reduzcan tales pérdidas, surgiendo así los llamados fertilizantes, inteligentes o de liberación controlada (Gonzales, 2007).

1.1 Antecedentes

La aplicación de fertilizantes convencionales ha hecho que en corto plazo se obtengan muy buenos resultados en producción. Sin embargo, su efecto a largo plazo por su mal uso ha ocasionado efectos negativos en el medio ambiente y en la salud del recurso

suelo, también, el uso inadecuado y continuo de ellos ha hecho que el equilibrio de la rizósfera del suelo se pierda, bajando consigo la eficiencia de los mismos, lo que repercute en baja producción. Por este proceso aparece el uso de los fertilizantes de liberación gradual, controlada o lenta (INIAP, 2008).

Las pérdidas de nitrógeno por lixiviación o lavado, provocan tres grandes problemas: Deficiente nutrición del cultivo y por lo tanto reducción de rendimientos, necesidad de realizar varias aplicaciones de fertilizante para compensar la ineficiencia, contaminación de aguas subterráneas por nitratos. (Compo, 2015).

Una de las consecuencias evidentes del incremento en las cantidades de aplicación de fertilizantes por parte de los productores agrícolas, es la deserción de los campos. Debido al incremento en los costos de producción causa que muchos de ellos no se encuentren en capacidad de producir sus cultivos de una manera rentable. La utilización de fertilizantes eficientes que requieran menores aplicaciones del mismo.

1.2 Justificación

La búsqueda de nuevas alternativas de fertilización que complementarían un manejo agronómico adecuado, constituye una de las prioridades actuales en el manejo de suelos a nivel mundial.

Los fertilizantes de acción lenta o controlada, son aquellos que disponen los nutrientes para las plantas de las siguientes formas: Retardando y modulando la disponibilidad de estos, al ser captados por las plantas, y permitiendo una disponibilidad adecuada y que se mantenga por un período largo de tiempo, con respecto a los nutrientes del fertilizante tradicional.

Además, juegan un papel importante en la mejora del rendimiento del cultivo, reduciendo las pérdidas de nutrientes y facilitando la aplicación de otros 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, solo tolera un bajo nivel de nutrientes, mientras que las plantas maduras requieren un mayor aporte de los mismos.

Los productos de liberación controlada precisan de solo una aplicación además: a lo largo de todo el ciclo para proveer la cantidad necesaria de nutrientes para una producción óptima: y lograr el máximo retorno económico del insumo, y deben tener un mínimo efecto negativo sobre el ambiente: el suelo, agua y la atmosfera (Melgar, 2012).

1.3 Situación problematizadora

1.3.1 Descripción del problema.

La agricultura intensiva está considerada como una actividad que produce serios efectos negativos sobre nuestro medio ambiente debido a la aplicación desmesurada de fertilizantes nitrogenados, a corto plazo se obtienen muy buenos resultados en producción, pero a largo plazo, los efectos negativos en el medio ambiente y en la salud humana han sido adversos. Hasta el punto que una cantidad de estos productos han sido prohibidos y muchos otros se encuentran en procesos de ser prohibidos. También, el uso inadecuado y continuo de ellos ha hecho que el equilibrio en el recurso suelo, logrando que se pierda la eficiencia de los mismos, lo que repercute en baja producción (González, 2010).

Por otro lado, el nitrógeno se transforma muy rápidamente a su forma nítrica (NO_3^-), que por su carga negativa queda expuesta a ser percolada o lavada hacia capas más profundas del suelo, fuera del alcance de las raíces. Esto obliga, en muchos casos, a fertilizar con altas dosis de nitrógeno para poder suplir estas pérdidas. Entre estos efectos se encuentra la creciente contaminación por nitratos del medio hídrico y la emisión hacía la atmósfera de óxido nitroso contribuyendo de esta forma al cambio climático con la intensificación del efecto invernadero y a la destrucción de la capa de ozono.

1.3.2 Problema.

No se aplican fertilizantes de liberación controlada en el cultivo de maíz para proveer la cantidad necesaria de nutrientes y disminuir los efectos negativos en el medio ambiente y en la salud humana

1.3.3 Preguntas de la investigación.

- ¿Cuál fue la reacción del cultivo de maíz a la aplicación de fertilizante de liberación controlada?
- ¿Cuál fue la eficiencia del nitrógeno con la aplicación de fertilizante de liberación controlada?
- ¿Qué dosis de Novatec® fue la más adecuada en el cultivo de maíz?

1.3.4 Delimitación del problema.

1.3.4.1 Temporal.

Desde la producción de los fertilizantes sintéticos en 1 945 se puede notar la problemática del abuso de la aplicación de estos por parte de los agricultores, por lo que se están buscando alternativas amigables con el ambiente.

1.3.4.2 Espacial.

En los terrenos de la Hacienda Santa Bárbara propiedad del Sr. Enrique Fuentes Ubilla, en el cantón Vinces, provincia de Los Ríos.

1.4 Objetivos

1.4.1 General.

Evaluar la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación de del fertilizante de liberación controlada, en la zona Vinces, para mejorar la eficiencia de los fertilizantes.

1.4.2 Específicos.

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz a la aplicación de fertilizantes de liberación controlada.
- Determinar la eficiencia del nitrógeno con la aplicación de fertilizante de liberación controlada.
- Establecer el mejor tratamiento basado en los rendimientos.

II. MARCO TEORICO

2.1 Importancia del nitrógeno en los cultivos

El nitrógeno, es uno de los nutrientes más importante para las plantas y determinante en la producción, forma parte de todos los aminoácidos y proteínas de los vegetales, siendo por lo tanto, fundamental para el crecimiento vegetativo. Sin embargo, hay que considerar que es un elemento difícil de manejar, debido a la baja eficiencia respecto de su aprovechamiento, que se debe a que la planta absorbe nitrógeno mineral en dos formas: nítrico (NO_3^-) y/o amonio (NH_4^+) y normalmente el nitrógeno proveniente de fertilizantes tradicionales como urea u otros amoniacales sufren rápidamente el proceso de nitrificación (Padilla, 2008).

2.2 Funciones de los macronutrientes en el cultivo de maíz

2.2.1 Funciones del nitrógeno.

El nitrógeno ayuda en el proceso vegetativo y productivo. Entre las principales funciones tenemos: formar la clorofila, aminoácidos, proteínas, enzimas, síntesis de carbohidratos, es la base del crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz. Es uno de los elementos que en mayor cantidad demandan las plantas (Padilla, 2008).

2.2.2 Funciones del fósforo.

Desempeña un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, el almacenamiento y transferencia de energías, la división y crecimiento celular y otros procesos que se llevan a cabo en la planta, además promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces, mejora la calidad del grano, es vital para la formación de la semilla, está involucrado en la transferencia de características hereditarias de una generación a la siguiente, igualmente ayuda a las raíces y las plántulas a desarrollarse rápidamente y mejora su resistencia a las bajas temperaturas, es importante para obtener rendimientos más altos y calidad del cultivo (Padilla, 2008).

2.2.3 Funciones del potasio.

Su función principal se relaciona fundamentalmente con varios procesos metabólicos, es vital para la fotosíntesis, promueve el crecimiento de tejidos meristemáticos, interviniendo en la apertura de los estomas, es importante en la formación de hidratos de carbono, la acción del potasio en la síntesis de la proteína refuerza la conversión del nitrato absorbido en proteínas, contribuyendo a una mayor eficiencia del fertilizante

nitrogenado proporcionado y en la síntesis de la clorofila (pero no es parte), fortalece los mecanismos de resistencia al ataque de plagas y enfermedades, un nivel adecuado de potasio aumenta la resistencia de la planta a la sequía y heladas, influyendo en la calidad, peso y presentación de los productos (Bonilla, 2010).

2.3 Fertilizantes de liberación lenta

Los fertilizantes de liberación lenta y controlada, limitan la disponibilidad de un nutriente para la planta y extienden en el tiempo la disponibilidad de ese nutriente para el cultivo, a diferencia de los fertilizantes convencionales, que liberan los nutrientes de inmediato. En el caso de los fertilizantes de lenta liberación los patrones de entrega dependerán completamente de las condiciones de suelo y clima, las que en la práctica no pueden ser anticipadas. En el caso de los fertilizantes de liberación controlada, en tanto, los patrones de entrega, en cantidad y tiempo, se pueden predecir aunque dentro de ciertos límites (Watson, 2013).

Casas (como cito Colina, Castro, Sánchez y Troya, 2014) manifiesta 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.

Se considera que el fertilizante ideal debe poseer al menos tres características fundamentales: Que sólo necesite una aplicación a lo largo del período de crecimiento de la planta, con la proporción de nutrientes requeridos para el desarrollo óptimo de la misma, presentar un máximo de productividad agronómica, y tener efectos perjudiciales mínimos en la tierra, agua y medio ambiente (González, 2010)

El principal proceso de obtención de los fertilizantes de liberación controlada, está dado en proteger por recubrimiento o micro encapsulación un fertilizante convencional, haciéndolo un material semipermeable, controlando la penetración del agua y de liberación de los nutrientes más solubles presente en el fertilizante

convencional, siendo estos utilizado por las plantas de acuerdo a sus necesidades (Watson, 2013).

2.4 Eficiencia de los fertilizantes de liberación controlada y de lenta liberación

En su exposición la especialista del Agri-Food and Biosciences Institute, explicó que los fertilizantes de lenta liberación o de liberación controlada pueden corresponder a tres tipos básicos: Productos en base a compuestos orgánicos de nitrógeno de baja solubilidad, productos protegidos por barreras físicas o productos en base a compuestos inorgánicos de baja solubilidad (Watson, 2013).

2.5 Uso óptimo de fosforo y potasio a través de liberación controlada

Casas (como cito Colina et al., 2014) mencionan que está demostrado que los fertilizantes de eficiencia mejorada en sus tres modalidades, fertilizantes de liberación controlada, de lenta liberación o estabilizados, en condiciones adecuadas de uso elevan los rendimientos, logran mejorar la calidad de las cosechas, aportan una mayor flexibilidad de manejo y de varias formas inciden en una menor contaminación ambiental. En la actualidad el reto de la industria en general apunta a bajar el costo por unidad de nutriente y así mismo aumentar su rentabilidad, lo que ya se ha logrado en diferentes cultivos.

La prolongación de la oferta de nitrógeno en forma de NH_4, permite que la rizósfera se cargue positivamente, generando una sinergia en la absorción de fósforo, así como al absorber una molécula de NO_3, debe excretar una molécula de OH^-, generando una sinergia en la absorción de cationes; al absorber una molécula de NH_4, debe excretar una de H^+, se genera una sinergia en la absorción de fósforo y otros aniones y microelementos (González, 2010).

2.6 Ventaja de los fertilizantes de liberación controlada

Algunas ventajas conocidas de los fertilizantes de liberación controlada que se mencionan son: El nitrógeno se libera a tasas que coinciden mejor con la demanda del cultivo, que se incrementa la eficiencia de su uso, que se reducen las pérdidas y la contaminación ambiental y que se reduce el número de aplicaciones de fertilizantes, por lo que así mismo disminuye la cantidad de fertilizante aplicado y con ello los requerimientos de mano de obra

Los fertilizantes de eficiencia mejorada logran incrementar el crecimiento de las plantas, reducir las pérdidas de N y también reducir la emisión de gases invernadero (ej. N_2O). Pero también muestran un efecto variable, el que dependerá del cultivo, de las propiedades del suelo, de factores climáticos y de manejo (Watson, 2013).

2.7 Desventajas de los fertilizantes de liberación controlada

Algunas desventajas son:

- ✓ Que es difícil que se ajuste exactamente la liberación del nutriente a las necesidades puntuales de cada cultivo.
- ✓ Que ésta tecnología todavía conlleva un costo más alto por unidad de nitrógeno, en comparación con los fertilizantes convencionales, que en ocasiones se encuentra una cantidad de granos dañados (reventados) y que su uso continuo puede incidir en el depósito de residuos de materiales sintéticos en el suelo.
- ✓ Su uso representa solo entre el 0,20 % y 0,47 % del total del consumo de fertilizantes en el mundo.
- ✓ La principal barrera a superar sería hasta ahora elevado costo en comparación con los fertilizantes convencionales, lo que ha limitado su uso en agricultura en tanto se utilizan en nichos de mercados no agrícolas (Watson, 2013).

2.8 Fertilizante de liberación controlada Novatec®

Es un fertilizante de liberación controlada que se encuentra cubierto con resinas de poliuretano que hace que los nutrientes se liberen continua y controladamente. Baja los costos de aplicación ya que no requiere de aplicaciones adicionales. Por su alta calidad y mayor rendimiento, las plantas consiguen cantidades óptimas de nutrientes todos los días, estas se encuentran muy saludables, normalmente requiere solo una aplicación (Rios, 2013).

- ✓ **Novatec®**, su entrega es inmediata, lo que prolonga la disponibilidad del amonio durante un mayor tiempo, amonio que es absorbido por las raíces. Esta oferta más prolongada mejora el equilibrio nutricional nítrico/amoniacal, que favorece un mejor desarrollo y productividad de sus praderas y cultivos. La molécula de Dimetilpyrazolfosfato (DMPP), actúa sobre las bacterias nitrosomonas, responsables de transformar en el primer paso del proceso de nitrificación el amonio a nitrito. Esta molécula reduce el metabolismo de las bacterias, bajando su tasa de nitrificación. Esta característica le confiere a una

gran eficiencia en la recuperación del nitrógeno por el cultivo y un efecto en el suelo muy prolongado (Rios, 2013)

- ✓ **Novatec® Solub**

Última tecnología de fertilizantes cristalizados solubles, formulado para ofrecer la máxima eficiencia en nutrición, con molécula DMPP, asegura la disponibilidad del nitrógeno en el suelo.

- ✓ **Novatec® Premium (15-03-20) + 2 % MgO + M.E**

Fertilizante especial con una relación ideal de NPK (3-1-4) para obtener altos rendimientos. El fósforo es totalmente soluble y está enriquecido con magnesio, calcio, azufre y micronutrientes. El nitrógeno está en forma nítrica y amoniacal, este fertilizante es totalmente soluble y su granulación es homogénea lo que asegura una distribución equilibrada (Rios, 2013).

2.8.1. Ventajas de novatec.

- ✓ Disponibilidad inmediata y prolongada de nitrógeno utilizable para la planta.
- ✓ Mejora absorción de los micronutrientes del suelo.
- ✓ Mayor absorción de fósforo desde el suelo.
- ✓ Reducción de contaminación de aguas subterráneas por nitrato.
- ✓ Mayor eficiencia del nitrógeno aplicado y menores pérdidas por lavado.

2.9 Eficiencia del nitrógeno

La evaluación de la eficiencia de fertilizantes consiste en una medición cuantitativa de la absorción real de los nutrimentos provenientes del fertilizante realizada por la planta, en relación con la cantidad del nutrimento que se añade al suelo y la concentración del fertilizante aplicado (Espinoza, 2011).

$$EN = \frac{\text{Rendimiento x concentración de nitrógeno del fertilizante}}{\text{kilogramo de nitrógeno aplicado}} \text{ x } 100$$

2.10 El híbrido somma

El hibrido SOMMA, es el nuevo maíz híbrido de Syngenta, con una excelente adaptación a las condiciones de la costa maicera del Ecuador. Somma tiene como característica principal, el color y la calidad de su grano, que lo hace muy atractivo en el

mercado. Tiene beneficios como: excelente comercialización del grano, fácil recolección manual, flexible a cosechas tardías 140-150 dds en campo (tallo no se quiebra), buenos retornos de inversión, suave al desgrane (SYNGENTA., 2013)**.**

2.11 Experiencias investigativas

Barbieri, Echeverría, Saínz , & Maringolo, (2010) en la investigación de "fertilización de maíz con urea de liberación lenta: pérdida por volatilización y eficiencia de uso de nitrógeno" mencionando que el rendimiento de los tratamientos no mostraron diferencia en cuanto a la eficiencia del nitrógeno se estableció una media de 63,5 %.

Intriago, (2013) quien obtuvo en su trabajo de fertilización nitrogenada el factor a 2,23 cm con los híbridos DK 1040 mencionando que con mayor grado del diámetro del tallo pocas son las probabilidades a un volcamiento de la planta.

Syngenta, (2013) da un promedio de potencial productivo de 8 636,36 kg /ha.

Santana, (2015) en su trabajo de "fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo y rendimiento en maíz (*Zea mayz* L.)" encontró diferencias estadísticas significativas de los tratamientos pero con similares alturas de 199 y 200 cm, este comportamiento haría suponer que los fertilizantes: recubierto por polímero de lenta liberación (Basacote 3M), estabilizado con inhibidor de nitrificación (Novatec) y de complejo químico granulado (Yaramila), liberan los nutrientes de acuerdo a las necesidades de la planta.

Pérez, (2015), en "Comportamiento agronómico de nuevos materiales de maíz (*Zea mayz* L) comparados con testigos comerciales, sembrados durante la época lluviosa del 2014 en Fumisa" el hibrido Somma llego´ a florecer a los 54,7 días, con una la longitud de mazorca de 16,60 cm. Y un diámetro de mazorca de 5,11 cm, esto pudo ser influenciado porque en esta investigación se usó fertilización química convencional, llegando el hibrido a un rendimiento de 8 364 kg/ha.

Santana, (2015) manifiesta que con fertilizantes de liberación controlada obtuvo la inserción de mazorca a los 114 cm. Y la floración los 57 días. En el tratamiento con novatec® a 801,02 kg/ha, obtuvo una relación beneficio costo de -0,79 lo que

representó perdida, de que por cada dólar invertido se perdería 79 centavos estimando la venta de 15 dólares el quintal.

Mera & Montaño, (2015) en “Evaluación de Arreglos Espaciales y Densidades Poblacionales en híbridos de maíz comercial en zonas de Bosque Tropical Seco durante la Época lluviosa” quien en el hibrido Somma con fertilización química llegó a obtener el peso de 100 granos con 29,00 g.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Característica del lote experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Hacienda Santa Bárbara propiedad del Sr. Enrique Fuentes Ubilla, ubicada a 2,5 km en la vía Vinces-Palestina, las coordenadas geográficas son. 1º 32` de latitud Sur, 79º 47` de longitud Occidental, altura de 14 msnm., temperatura de 26º C y precipitación anual promedio de 1 400 mm[1]/

3.1.1 Material de siembra.

Se sembró el hibrido de maíz Somma, cuyas características son las siguientes:

Cuadro 1. Características agronómicas del híbrido Somma.

Características	**somma**
Días de floración	55
Ciclo vegetativo	130 días
Altura de la planta	2,19 m
Inserción mazorca	1,20-1,25m.
Numero de hileras	12-14
Rendimiento	150-160 qq/ha (7 272 kg)
Forma mazorca	cilíndrica
Cobertura mazorca	buena
Color del grano	amarillo intenso
Textura del grano	cristalino
Peso 1 000 granos	240 g
Densidad de siembra	60-65 mil plantas/ha

Fuente: SOMMA es ganar grano a grano. Plegable Técnico.

1_/ Datos Tomados del Instituto Nacional de Meteorología Hidrología (INAMHI)

3.1.2 Factores estudiados.

- Fertilizante de liberación controlada Novatec®.
- Híbrido de maíz Somma.

3.1.3 Tratamientos.

Los tratamientos fueron constituidos por el híbrido de maíz Somma, la aplicación del fertilizante de liberación controlada, una aplicación química (basada en los requerimientos del cultivo por toneladas de producción) y dos combinaciones de fertilización química en un 50 % y 25 % de novatec®, dando un total de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones.

Cuadro 2. Tratamientos aplicados en el ensayo.

Nº tratamientos	**Aplicaciones**
$\mathbf{T_1}$= Novatec	450 kg/ha
$\mathbf{T_2}$= Fertilización Química (F.Q)	140 kg N – 30 kg P_2O_5–60 kg K_2O
$\mathbf{T_3}$= F.Q 50 % + 25 % Novatec	112 kg/ha
$\mathbf{T_4}$ = F.Q 50 % + 50 % Novatec	225 kg/ha

3.1.4 Diseño experimental.

Se aplicó el Diseño Experimental Bloques Completos al Azar (BCA), empleando cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Tabla 1. Esquema del análisis de varianza

Fuentes de variación	**Grados de libertad**	
Tratamiento	t-1	3
Bloques	b-1	3
Error experimental	(t-1)(b-1)	9
Total	Tr-1	15

El modelo matemático es el siguiente:

Yij = μ+ βj + π + €ij

Yij = Una observación

μ = Media de la población

βj = Efecto jotaésimo de los bloques

π = Efecto iesimo de los tratamientos

€ij = Efecto aleatorio (Error experimental)

3.1.5 Análisis estadístico.

Los datos de campo fueron evaluados por medio del análisis de varianza, para comparar las medias de los tratamientos, se utilizó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5 % de probabilidad estadístico.

3.1.6 Delineamiento experimental.

Tipo de Diseño	Completamente al azar
Números de tratamientos	4
Número de repeticiones	4
Números de parcelas	16
Números de hileras por parcelas	5
Números de hileras útiles por parcelas	2
Ancho de la parcela (m)	4
Longitud de hileras (m)	6
Distancia entre parcelas (m)	0,80
Distancia entre repeticiones (m)	2
Área de cada parcela (m^2)	24
Área total del ensayo (m^2)	384

3.2 Manejo del cultivo

3.2.1 Toma de muestra para el análisis de suelo.

Se tomaron 15 sub-muestras a 20 cm de profundidad en forma de V, del cual se seleccionó un kilogramo, que fue enviado al laboratorio del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), para su respectivo análisis, el mismo que se utilizó como base y así se determinaron los parámetros para las aplicaciones, ésta labor, se la realizó antes de establecer el cultivo. Los elementos que se analizaron fueron: Materia orgánica, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio, microelementos, textura y pH.

3.2.2 Preparación del terreno.

El lote experimental se preparó con dos pases de romeplow a una profundidad de 20 cm.

3.2.3 Trazados de las parcelas.

Se delinearon las parcelas de acuerdo al diseño experimental utilizado.

3.2.4 Fertilización-abonamiento.

Los periodos de fertilización, se establecieron de la siguiente manera: en el tratamiento con fertilización controlada (Novatec®), se realizó una sola aplicación a los cinco días después de haber germinado, en tratamientos químicos se realizaron tres aplicaciones a los 5-20-40 días después de la siembra en las dosis que se detallan a continuación.

Tratamiento 1

Producto	kg/ha	kg/parcelas	kg/parcela
Novatec	450	4,32	1,08

Tratamiento 2

140 kg N + 30 kg de P_2O_5 + 60 kg de K_2O

(Primera distribución 20 % N, 50 % de P_2O_5 y 20 % K_2O)

Producto	kg/ha	kg/parcelas	kg/parcela	g/plantas
DAP	0,313	0,078	78,26	0,52
Urea	0,462	0,115	115,46	0,77
ClK	0,192	0,048	48	0,32

(Segunda distribución 40 % N, 25 % de P_2O_5 y 40 % K_2O)

Producto	kg/ha	kg/parcelas	kg/parcela	g/plantas
DAP	0,157	0,039	39,13	0,26
Urea	1,107	0,277	276,86	1,85
ClK	0,384	0,096	96	0,64
				2,75

(Tercera distribución 40 % N, 25 % de P_2O_5 y 40 % K_2O)

Producto	kg/ha	kg/parcelas	kg/parcela	g/plantas
DAP	0,1567	0,039	39,13	0,26
Urea	1,107	0,277	276,86	1,85
ClK	0,384	0,096	96	0,64
				2,75

Tratamiento 3

Primera aplicación químico más Novatec

(70 kg N + 15 kg de P_2O_5 + 30 kg de K_2O + 112,5 kg. Novatec)

(Primera distribución 20 % N, 50 % de P_2O_5 y 20 % K_2O)

Producto	kg/ha	kg/parcelas	kg/parcela	g/plantas
DAP	0,156	0,039	39,13	0,26
Urea	0,231	0,0575	57,73	0,385
ClK	0,096	0,024	24	0,16
	Novatec			0,805
	112,5	1,08	0,27c	

(Segunda distribución 40 % N, 25 % de P_2O_5 y 40 % K_2O)

Producto	kg/ha	kg/parcelas	kg/parcela	g/plantas
DAP	0,0785	0,0195	19,565	0,13
Urea	0,5535	0,1385	138,43	0,925
ClK	0,192	0,048	48	0,32
	Novatec			1,375
	112,5	1,08	0,27	

(Tercera distribución 40 % N, 25 % de P_2O_5 y 40 % K_2O)

Producto	kg/ha	kg/parcelas	kg/parcela	g/plantas
DAP	0,0785	0,0195	19,565	0,13
Urea	0,5535	0,1385	138,43	0,925
ClK	0,192	0,048	48	0,32
	Novatec			1,375
	112,5	1,08	0,27	

Tratamiento 4

Primera aplicación químico más Novatec

(70 kg N + 15 kg de P_2O_5 + 30 kg de K_2O + 115 kg. Novatec)

(Primera distribución 20 % N, 50 % de P_2O_5 y 20 % K_2O)

Producto	kg/ha	kg/parcelas	kg/parcela	g/plantas
DAP	0,156	0,039	39,13	0,13
Urea	0,231	0,0575	57,73	0,925
ClK	0,096	0,024	24	0,32
	Novatec			1,375
	115	1,105	0,275c	

(Segunda distribución 40 % N, 25 % de P_2O_5 y 40 % K_2O)

Producto	kg/ha	kg/parcelas	kg/parcela	g/plantas
DAP	0,0785	0,0195	19,565	0,13
Urea	0,5535	0,1385	138,43	0,925
ClK	0,192	0,048	48	0,32
	Novatec			1,375
	115	1,105	0,275	

(Tercera distribución 40 % N, 25 % de P_2O_5 y 40 % K_2O)

Producto	kg/ha	kg/parcelas	kg/parcela	g/plantas
DAP	0,0785	0,0195	19,565	0,13
Urea	0,5535	0,1385	138,43	0,925
ClK	0,192	0,048	48	0,32
	Novatec			1,375
	115	1,105	0,275	

3.2.5 Siembra.

Se utilizó semilla maíz del híbrido somma, se sembró a una distancia de 0,80 m entre hileras y 0,20 m entre planta; la siembra se realizó con espeques con un previo laboreo del suelo (rozada), con una población aproximada de 62 500 plantas/hectárea.

3.2.6 Control de malezas.

Se aplicó como pre-emergente Nicosulfuron y Atrazina en una dosis de 3 litros/hectárea, además se realizaron tres controles manuales con la ayuda de un machete.

3.2.7 Riego.

Se realizaron riegos por aspersión subfoliar durante el desarrollo del cultivo según la humedad del suelo y condiciones ambientales, con una duración 120 minutos por cada tres días hasta cuando se completó el llenado de granos.

3.2.8 Control fitosanitario.

Se realizaron monitoreos permanentes, no se realizó ninguna medida de control para las plagas y enfermedades debido a que no se encontraron en el ensayo.

3.2.9 Cosecha.

Se efectuó en forma manual cuando las plantas cumplieron su ciclo vegetativo, se llevó una muestra de semilla para determinar la humedad mínima de 17 %, apto para la venta de acuerdo al mercado.

3.3 Datos evaluados

3.3.1 Altura de planta en centímetro.

Se evaluó a los 45 días después de la siembra y a la cosecha, en 10 plantas al azar por tratamiento. Se midió desde el nivel del suelo hasta la última hoja emergida con la ayuda de una cinta métrica.

3.3.2 Altura de inserción de mazorca en centímetro.

Se tomó en 10 plantas al azar por tratamiento, midiendo desde el nivel del suelo hasta la base del pedúnculo de la primera mazorca, utilizando un metro flexible. Esto se lo realizo a los 104 días.

3.3.3 Días a floración masculina.

Se registró el tiempo transcurrido desde el inicio de la siembra hasta cuando el cultivo alcano el 50 % de inflorescencia masculina emergida.

3.3.4 Diámetro del tallo en centímetro.

Se utilizó una cinta métrica para medir la circunferencia del tallo de las plantas a un metro de altura al momento de la cosecha, para obtener el diámetro, este valor se dividió para π de 3,1416, se lo realizó en 10 plantas tomadas al azar por tratamiento.

3.3.5 Días a cosecha.

Se contabilizaron los días transcurridos desde la siembra hasta la cosecha, cuando el cultivo presentó un 95 % de secado.

3.3.6 Número de mazorca por planta.

Se procedió a contabilizar el número de mazorcas comerciales por planta, esta labor se realizó al momento de la cosecha en 10 plantas tomadas al azar de cada tratamiento.

3.3.7 Longitud de mazorca en centímetro.

En 10 plantas al azar por cada tratamiento, se midió la longitud de la mazorca, tomando desde su base hasta la punta de la misma, se utilizó una cinta métrica.

3.3.8 Diámetro de mazorca en centímetro.

Se tomaron las mazorcas de 10 plantas al azar por cada tratamiento, midiendo la circunferencia con una cinta métrica, luego éste valor fue dividido para el π 3,1416 para finalmente obtener su diámetro.

3.3.9 Peso de 100 granos en gramos.

Se procedió a desgranar las 10 mazorcas del área útil, de las cuales se tomaron al azar 100 granos por tratamiento y luego, se procedió a pesarlos con la ayuda de una balanza analítica.

3.3.10 Rendimiento por hectárea en kilogramos.

Se cosechó cada parcela experimental y posteriormente se realizó un ajuste de humedad al 14 %, con la siguiente fórmula:

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

Pu = peso uniformado

Pa = peso actual

ha = humedad actual

hd = humedad deseada

3.3.11 Eficiencia del nitrógeno.

Se calculó basado en el rendimiento del grano, la concentración del fertilizante nitrogenado aplicado y los kilogramos del nitrógeno aplicado, se usó la siguiente formula.

$$EN = \frac{\text{Rendimiento x concentración de nitrógeno del fertilizante}}{\text{kilogramo de nitrógeno aplicado}} \text{ x } 100$$

3.3.12 Análisis económico.

Este análisis se lo determinó en base al rendimiento de granos y el costo de los tratamientos:

3.3.12.1 Ingreso Bruto.

Se lo determinó por el concepto de la venta de la producción de los tratamientos por el precio referencial del mercado interno, aplicando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IB = Y * PY}$$

Dónde:

IB = Ingreso bruto

Y = Producto

PY= Precio del producto

3.3.12.2 Costos totales de los tratamientos.

Se lo determinó sumando los costos fijos (mano de obra, siembra, fertilización, control de malezas, control de plagas, cosecha, alquiler del terreno), y los costos variables, se aplicó la siguiente fórmula:

$$CT = X + PX$$

Dónde:

CT = Costo Total

X = Costo variable

PX = Costo fijo

3.3.12.3 Beneficio neto de los tratamientos.

Se lo obtuvo de restar el beneficio bruto de los costó totales del tratamiento y se determinó con la siguiente fórmula:

$$BN = IB - CT$$

Dónde:

BN = Beneficio neto

IB = Ingreso Bruto

CT = Costo total

3.3.12.4 Relación beneficio / costo.

Para obtenerlo se dividió el beneficio neto de cada tratamiento para su costo total, se aplicó la siguiente fórmula:

$$R\ (b/c) = BN / CT$$

Dónde:

R (b/c) = Relación beneficio – costo

BN = Beneficio neto

CT = Costo total

3.4 Instrumentos

Los instrumentos de investigación que se utilizaron fueron:

3.4.1 Materiales de oficina.

- ✓ Cuadernos de apuntes.
- ✓ Hojas de registro.
- ✓ Pendrive.
- ✓ Discos grabables.
- ✓ Carpetas.
- ✓ Fundas plásticas y de papel.
- ✓ Calculadoras.

3.4.2 Herramienta de campo.

- ✓ Machete.
- ✓ Bombas mochila.
- ✓ Cinta métrica.

3.4.3 Insumos.

- ✓ DAP.
- ✓ Urea.
- ✓ Muriato de potasio.
- ✓ Novatec.
- ✓ Glifosato.
- ✓ Pendimentalin.

3.4.4 Equipos.

- ✓ Cámara fotográfica.
- ✓ Computadora.
- ✓ Determinador de humedad.

IV. RESULTADOS

4.1 Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de maíz a la aplicación de fertilizantes de liberación controlada

4.1.1 Altura de planta en centímetro.

De acuerdo al análisis de varianza podemos observar, que fue significativo para los tratamientos, pero no entre los bloques, con un coeficiente de variación 5,11 % (ver anexo 1).

Aplicando la prueba de Tukey a las medias de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que difieren estadísticamente, donde el T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec obtuvo las plantas más altas, con 200,15 cm, seguido del T_1 = Novatec con 190,90 cm y las plantas de menor altura correspondieron al T_2=Fertilización química con promedio de 176,12 cm (ver cuadro 3).

Cuadro 3. Altura de planta en centímetro a los 45 días, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces.

Tratamientos	Altura de planta a los 45 días en centímetros
T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec	200,15 a
T_1 = Novatec	190,90 ab
T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec	185,38 ab
T_2 = Fertilización química	176,12 b
Tukey (5 %)	**21,24**

*****Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

4.1.2 Altura de inserción de mazorca en centímetro.

El análisis de varianza aplicado a los promedios muestra que fue no significativo para los tratamientos y los bloques, con un coeficiente de variación 8,07 % (ver anexo 2).

Según la prueba de Tukey aplicada a las medias de los tratamientos al 5 % de probabilidad se encontró que no difieren estadísticamente, sin embargo, numéricamente se encontró a el T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec que obtuvo las plantas con mayor altura de inserción de la mazorca, con 126,20 cm, seguido del T_1 = Novatec con 121,63 cm y las de menor altura corresponde al T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec con medias de 112,05 cm (ver cuadro 4).

Cuadro 4. Altura de inserción de mazorca en centímetro, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces.

Tratamientos	Altura de inserción de mazorca en centímetro
T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec	126,20 a*
T_1 = Novatec	121,63 a
T_2 = Fertilización química	114,13 a
T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec	112,05 a
Tukey (5 %)	**21,14**

*****Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

4.1.3 Días a floración masculina.

En esta variable, se pudo observar que todas las parcelas alcanzaron el momento de floración a los 46 días después de su siembra.

4.1.4 Diámetro del tallo en centímetro.

Según el análisis de varianza aplicado a los promedios no fue significativo para los tratamientos y los bloques, con un coeficiente de variación 6,23 % (ver anexo 3).

De acuerdo a la prueba de Tukey aplicada a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad, se encontró que no difieren estadísticamente; sin embargo, numéricamente el T_1=Novatec obtuvo el mayor diámetro del tallo, con 2,06 cm, seguido por el T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec con 2,04 y las de menor valor correspondieron al T_3=F.Q 50 % + 25 % Novatec con medias de 1,94 cm (ver cuadro 5).

Cuadro 5. Diámetro del tallo en centímetro, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces.

Tratamientos	Diámetro del tallo en centímetro
T_1 = Novatec	2,06 a*
T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec	2,04 a
T_2 = Fertilización química	2,01 a
T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec	1,94 a
Tukey (5 %)	**0,276**

*****Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

4.1.5 Días a cosecha.

Bajo las condiciones climáticas de Vinces el híbrido de maíz (*Zea mays* L) Somma a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, se cosechó a los 125 días de manera general en todo el experimento

4.1.6 Longitud de mazorca en centímetro.

Según el análisis de varianza aplicado a los promedios no fue significativo para los tratamientos y los bloques, con un coeficiente de variación 6,65 % (ver anexo 4).

En la prueba de Tukey aplicada a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad, se encontró que no difieren estadísticamente, sin embargo, numéricamente el T_1 = Novatec obtuvo el mayor valor de longitud de la mazorca, con 14,48 cm, seguido del T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec con 14,43 cm y el de menor longitud correspondió al T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec con medias de 13,79 cm (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Longitud de mazorca en centímetro, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces.

Tratamientos	**Longitud de mazorca en centímetro**
T_2 = Fertilización química	14,48 a*
T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec	14,43 a
T_1 = Novatec	14,25 a
T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec	13,79 a
Tukey (5 %)	**2,09**

*****Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

4.1.7 Número de mazorca por planta.

El híbrido de maíz (*Zea mays* L.) Somma y su reacción a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, no influyó en la variable número de mazorca por planta entre los tratamientos, llegando a obtener una mazorca por planta en todo el experimento.

4.1.8 Diámetro de mazorca en centímetro.

Según el análisis de varianza aplicado a los promedios, no fue significativo para los tratamientos y los bloques, con un coeficiente de variación 1,54 % (ver anexo 5).

De acuerdo a la prueba de Tukey aplicada a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad, se encontró que no difieren estadísticamente; sin embargo, numéricamente el T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec, obtuvo el mayor diámetro de la mazorca, con 4,94 cm siguiéndole el T_2 = Fertilización química y el tratamiento con menor diámetro perteneció al T_1=Novatec con 4,81cm (ver cuadro 7).

Cuadro 7. Diámetro de mazorca en centímetro, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces.

Tratamientos	Diámetro de mazorca en centímetro
T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec	4,94 a*
T_2 = Fertilización química	4,86 a
T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec	4,82 a
T_1 = Novatec	4,81 a
Tukey (5 %)	**0,165**

*****Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

4.1.9 Peso de 100 granos en gramos.

Según el análisis de varianza aplicado a los promedios no fue significativo para los tratamientos y los bloques, con un coeficiente de variación 5,53 % (ver anexo 6).

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad se encontró que no difieren estadísticamente, sin embargo, numéricamente el T_2 = Fertilización química obtuvo el mayor peso de 100 granos, con 30,24 g, mientras que el menor peso fue del T_1= Novatec con medias de 29,38 g (ver cuadro 8).

Cuadro 8. Peso de 100 granos en gramos, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces.

Tratamientos	Peso de 100 granos en gramos
T_2 = Fertilización química	30,24 a*
T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec	29,69 a
T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec	29,50 a
T_1 = Novatec	29,38 a
Tukey (5 %)	**3,63**

*****Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

4.2 Establecer el mejor tratamiento basado en los rendimientos

4.2.1 Rendimiento por hectárea en kilogramos.

Según el análisis de varianza aplicado a los promedios no fue significativo para los tratamientos y los bloques, con un coeficiente de variación 19,83 % (ver anexo 7).

Aplicando la prueba de Tukey a los promedios de los tratamientos al 5 % de probabilidad, se encontró que no difieren estadísticamente, numéricamente el T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec obtuvo un rendimiento de 6 198,25 kg, con menor rendimiento el T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec con medias de 4 062,33 kg (ver cuadro 9).

Cuadro 9. Rendimiento por hectárea en kilogramos, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces.

Tratamientos	**Rendimiento por hectárea en kilogramos**
T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec	6 198,25 a*
T_1 = Novatec	5 851,60 a
T_2 = Fertilización química	5 828,49 a
T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec	4 062,33 a
Tukey (5 %)	**2 463,18**

*****Promedio con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades.

4.3 Determinar la eficiencia del nitrógeno con la aplicación de fertilizante de liberación controlada

4.3.1 Eficiencia del nitrógeno.

Al determinar la eficacia del nitrógeno en los tratamientos utilizados tenemos que el T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec quedo en primer lugar, con 102,13 %, seguido del T_2 = Fertilización química con 89,72 % y en ultimo quedo el T_1 = Novatec 20,66 %

Cuadro 10. Eficiencia del nitrógeno, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces.

Tratamientos	%
T_3 = F.Q 50% + 25 % Novatec	102,13 %
T_2 = Fertilización química	89,72 %
T_4 = F.Q 50% + 50 % Novatec	49,83 %
T_1 = Novatec	20,66 %

4.3.2 Análisis económico.

En la cuadro 10 se calcula la relación beneficio/costo de los tratamientos, en el cual se observa que el **T_1=** Novatec fue el de mayor relación B/C con 0,52 y rentabilidad de 52 %, seguido del **T_3=** F.Q 50 % + 25 % Novatec que obtuvo una relación B/C de 0,41 equivalente a una rentabilidad del 41 % y la de menor relación B/C fue el **T_4 =** F.Q 50 % + 50 % Novatec con 0,02 en relación B/C y 2 % de rentabilidad.

Cuadro 11. Análisis de la relación beneficio/costo en la reacción del cultivo de maíz (*Zea mayz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces.

Tratamientos	Ingreso bruto $	Costo total $	Beneficio neto $	R-B/C $	Rent. %
T_1=Novatec	1 983,44	1 307,63	675,81	0,52	52
T_3=F.Q 50 % + 25 % Novatec	1 865,12	1 321,80	543,32	0,41	41
T_2=Fertilización química	1 872,51	1 424,27	448,24	0,31	31
T_4 =F.Q 50 % + 50 % Novatec	1 299,95	1 270,95	29,00	0,02	2

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos y confrontándolos con otras investigaciones, tenemos:

En la variable altura de planta no se presentó diferencia estadística significativa, el T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec obtuvo las plantas más altas con 200,15 cm, estos valores son similares a los obtenidos por Santana, (2015) quien a pesar de encontrar diferencias estadísticas significativas en los tratamientos obtuvo alturas de 199 y 200 cm, es posible que los fertilizantes recubierto por polímero de lenta liberación como el novatec®, liberan los nutrientes de acuerdo a las necesidades de la planta, lo que influyo en esta variable.

En la altura de inserción de mazorca no mostro diferencia estadística, el T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec obtuvo las plantas con mayor promedio, con 126,20 cm este resultado difiere con el obtenido por Santana, (2015) quien aplicando fertilizantes con liberación controlada, la mazorca surgió a los 114 cm. Se podría suponer que la influencia de la liberación controlada de los nutrientes del novatec en combinación con fertilización química, brindó la cantidad necesaria en el momento oportuno para el desarrollo de la planta.

En los días a floración masculina se pudo observar que todas las parcelas alcanzaron el momento de floración a los 46 días después de su siembra esto difiere con lo investigado Santana, (2015) quien en sus tratamientos llegó a la floración los 57,42 días. En otra investigación realizada por Pérez, (2015) probando el hibrido somma demuestra que llego a la florecer a los 54,7 días, esta precocidad en nuestro trabajo de investigación puede estar ligada a las condiciones edafo-climáticas del sector.

En el diámetro del tallo no hubo diferencia estadística, pero el T_1=Novatec obtuvo el mayor diámetro del tallo, con 2,06 cm. Estos valores difieren con Intriago, (2013) quien obtuvo en su trabajo de fertilización nitrogenada el factor a 2,23 cm con los híbridos DK 1040 donde recalco que con mayor grado del diámetro del tallo pocas son las probabilidades a un volcamiento de la planta.

El cultivo de maíz alcanzó su ciclo vegetativo a los 125 días mientras que Syngenta, (2013) menciona que llegó a los 140 días. Esto pudo deberse a la climatología de la zona que hizo que el hibrido fuera precoz a la cosecha.

En la variable longitud de mazorca no obtuvo diferencia estadística, pero el T_1 =Novatec obtuvo el mayor longitud en mazorca con 14,48 cm este valor fue menor al de Pérez (2015) donde su longitud en mazorca en el hibrido somma fue de 16,60 cm. a pesar de que nuestro tratamiento con novatec superó a los demás, este valor se mantuvo debajo del rango que alcanzan los agricultores con fertilización convencional.

El diámetro de la mazorca no presentó diferencia estadística, pero el T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec fue el que obtuvo mayor diámetro con 4,94 cm, similar a lo investigado por Pérez (2015) donde obtuvo 5,11 cm de diámetro, esto pudo ser influencia porque en esta investigación usaron fertilización química convencional.

En la variable peso de 100 granos no se encontró diferencia estadística, encontrándose al T_2 = Fertilización química con mayor peso de 100 granos con 30,24 g. lo que difiere con el trabajo comparativo de híbridos de Mera & Montaño, (2015) quien en el hibrido somma con fertilización química llegó a obtener un peso de 100 granos de 29,00 g.; en esta variable se puede notar que no favorece la utilización de fertilizantes de con liberación controlada pues el tratamiento con fertilización química supero a los demás.

El mayor rendimiento por hectárea lo alcanzo el T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec con 6 198,25 kg, este valor difiere a lo mencionado por Syngenta, (2013) el cual da un promedio de potencial productivo de 8 636,36 kg por ha., el trabajo de Pérez (2015) también nos muestra un valor superior a los obtenidos en mi proyecto con 8364 kg/ha., es decir que la utilización de este producto como el novatec® complementado en la fertilización química no favorece a obtener mejores rendimientos.

La mayor eficiencia del nitrógeno en los tratamientos la obtuvo el T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec con un promedio de 102,13 % comparado con los resultados de Barbieri et al, (2010) estos valores son diferentes, porque ellos solo obtuvieron una media del 63,5 %, es preciso manifestar que esta eficiencia no influyo en el rendimiento.

En cuanto a la relación beneficio/costo correspondió al T_1 = Novatec fue el de mayor relación con 0,52 y rentabilidad de 52 %, esta relación fue superior a la obtenida por Santana, (2015) quien en su tratamiento con novatec a 801,02 kg/ha, obtuvo una relación beneficio costo de -0,79 lo que representó la perdida, de que por cada dólar invertido se perdería 79 centavos.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ No se encontró diferencia estadística en los tratamientos, pero si numérica.

- ✓ Los tallos con mayor diámetro y Las mazorcas con mayor longitud correspondieron al tratamiento T_1 = Novatec con 2,06 y 14,48 cm respectivamente.

- ✓ Las plantas más altas a los 45 días, la mayor altura de inserción de mazorca y, las mazorcas con mayor diámetro correspondieron al tratamiento T_4 = F.Q 50 % + 50 % Novatec, con 200,15; 126,20 y 4,94 cm respectivamente.

- ✓ La mayor eficiencia del N la obtuvo el T_3 = F.Q 50 % + 25 % Novatec quedo en primer lugar con 102,13 %.

- ✓ El T_2 = Fertilización química obtuvo el mayor peso de 100 granos, con 30,24 g.

- ✓ Bajo las condiciones climáticas de Vinces el híbrido de maíz (*Zea mays* L) Somma a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, se cosechó a los 125 días de manera general en todo el experimento.

- ✓ El mayor rendimiento por hectárea lo alcanzó el T_3= F.Q 50 % + 25 % Novatec con 6 198,25 kg/ha, (136.36 qq).

- ✓ La mayor relación beneficio/costo correspondió al **T_1=** Novatec que fue de 0,52, lo que significa que es un proyecto no es factible.

- ✓ Basado en los resultados se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa planteada la misma que dice: "La aplicación de fertilizantes de liberación controlada no influye en el rendimiento del cultivo de maíz." porque se incrementó los rendimientos y además resulta una relación B/C menor a 1.

VIII. RECOMENDACIONES

En base a los resultados se recomienda:

- ✓ No utilizar el producto novatec por lo que no es rentable para su uso en el cultivo de maíz.
- ✓ Investigar otros fertilizantes de liberación lenta para establecer una rentabilidad entre ellos.

- ✓ Se recomienda realizar esta investigación con otro hibrido, y en época de lluvia.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Barbieri, P., Echeverría, H., Saínz , H., & Maringolo, M. (10 de junio de 2010). suelos.org.ar. Recuperado el 06 de noviembre de 2016, de Fertilización de maíz con urea de liberación lenta: pérdida por volatilización y eficiencia de uso de nitrógeno: http://suelos.org.ar/publicaciones/vol_28n1/28(1)%2057-66.pdf

Bonilla, L. (2010). Cultivo de pimiento verde. Santo Domingo: Universidad Tecnica Equinoccial.

Casas, F. (3-6 de Noviembre de 2011). Produccion Agropecuaria en Paraguay. Lima, Peru.

Compo. (2015). Compo Expert. Recuperado el 23 de Marzo de 2015, de Novatec Solub: http://www.compo-expert.com/cl/productos/productos-de-suelo/fertilizantes-para-fertirriego/novatec-solub.html

Espinoza, J. (febrero de 2011). Eficiencia de la fertilizacion nitrogenada en Maiz con la tecica isotopica. (Vol. 20). Texoco, Montecillo, Mexico.

Gonzales. (2007). Liberacion de fertilizantes desde hidrogeles. Revista Iberoamericana de Polimeros, Vol. 8(4), 276-277.

González, E. (2010). Preparación y uso de sistema de liberación controlada de Nitratos para prevenir la conatminación medioambiental. Almería: San Urbano. Recuperado el 23 de Marzo de 2015

INIAP. (2008). Evaluacion de un vivero de adaptacion y rendimiento de 12 hibridos promisorios de Maiz. Quito, Pichincha, Ecuador: Santa Catalina. Recuperado el 23 de Marzo de 2015, de www.secsuelo.org/wp-content/.../8-PROGRAMA-FINAL-SECS-2014.pdf...

Intriago, N. (22 de enero de 2013). Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Recuperado el 31 de octubre de 2016, de fertilización nitrogenada en dos híbridos de maíz (zea mays) amarillo duro dk 1040 e iniap h-553 en el empalme: http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/561/1/T-UTEQ-0103.pdf

Melgar, R. (2012). Nuevas tecnologias en el uso eficiente de fertilizantes nitrogenados. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de tecnologia Agropecuaria-INTA. Recuperado el 23 de Marzo de 2015

Mera, A., & Montaño, C. (15 de enero de 2015). Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Recuperado el 31 de obtubre de 2016, de "Evaluación de Arreglos Espaciales y Densidades Poblacionales en Híbridos de Maíz Comercial en Zonas de Bosque Tropical Seco durante la Época LLuviosa": https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/89284/D-88081.pdf

Padilla, W. (2008). Manual de Recomendaciones de fertilizacion. Quito: Mundi. Recuperado el 24 de Marzo de 2015

Pérez, P. (23 de enero de 2015). Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Recuperado el 1 de noviembre de 2016, de Comportamiento agronómico de nuevos materiales de maíz (zea mays l) comparados con testigos comerciales, sembrados durante la época lluviosa del 2014 en fumisa.: http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/487/1/T-UTEQ-0030.pdf

Rios, L. (2013). Redagricola. Recuperado el 27 de Marzo de 2015, de Nuevas tecnologias para el establecimiento de su cultivo.: http://www.redagricola.com/reportajes/empresas/compo-nuevas-tecnologias-para-el-establecimiento-de-su-cultivo

Santana Vélez, F. B. (15 de enero de 2015). Universidad De Las Fuerzas Armadas. Recuperado el 15 de octubre de 2016, de fertilizantes de liberación controlada sobre el desarrollo y rendimiento en maíz (zea mays l.): http://repositorio.espe.edu.ec:8080/bitstream/21000/10234/3/T-ESPE-002784.pdf

SYNGENTA. (21 de enero de 2013). Semilla Híbrida de Maíz Amarillo. Obtenido de Syngenta.com.ec: https://www.syngenta.com.ec/somma

SYNGENTA. (2013). Somma. Recuperado el 2 de Abril de 2015, de www.ecuaquimica.com/pdf_semillas/SY_SM_Diptico.pdf

Watson, C. (11 de marzo de 2013). *Red agricola*. Obtenido de Fertilizantes de liberación controlada, de lenta liberación y estabilizados: http://www.redagricola.com/reportajes/nutricion/fertilizantes-de-liberacion-controlada-de-lenta-liberacion-y-estabilizados

Yanez, C. (2007). Manual de Produccion de Maiz para pequeños Agricultores y Agricultoras. Programa de Maiz. Quevedo: INIAP.

ANEXOS

Cuadro 1 del anexo. Análisis de varianza para la variable altura de plantas a los 45 días en la reacción del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces.

Fuentes de variación	Grados de libertad	SC	Cuadrados medios	F. Cal	F. Tabla
Tratamientos	3	1216,0	405,33*	4,388	3,86
Bloques	3	54,88	18,29 NS	0,198	3,86
Error	9	831,31	92,37		
Total	15	2102,19			
C.V.			5,11 %		

*= Significativo **= Altamente Significativo NS= No Significativo

Cuadro 2 del anexo. Análisis de varianza para la variable altura de inserción de la mazorca en la reacción del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces

Fuentes de variación	Grados de libertad	SC	Cuadrados medios	F. Cal	F. Tabla
Tratamientos	3	519,187	173,062 NS	1,8910	3,86
Bloques	3	49,625	16,541 NS	0,1807	3,86
Error	9	823,656	91,517		
Total	15	1392,468			
C.V.			8,07 %		

*= Significativo **= Altamente Significativo NS= No Significativo

Cuadro 3 del anexo. Análisis de varianza para la variable diámetro del tallo de la planta en la reacción del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces

Fuentes de variación	Grados de libertad	SC	Cuadrados medios	F. Cal	F. Tabla
Tratamientos	3	0,031403	0,010468 NS	0,6675	3,86
Bloques	3	0,031448	0,010483 NS	0,6684	3,86
Error	9	0,141144	0,015683		
Total	15	0,203995			
C.V.			6,23 %		

*= Significativo **= Altamente Significativo NS= No Significativo

Cuadro 4 del anexo. Análisis de varianza para la variable longitud de la mazorca en la reacción del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces

Fuentes de variación	Grados de libertad	SC	Cuadrados medios	F. Cal	F. Tabla
Tratamientos	3	1,176758	0,392253 NS	0,4380	3,86
Bloques	3	0,596680	0,198893 NS	0,2221	3,86
Error	9	8,060059	0,895562		
Total	15	9,833496			
C.V.			6,65 %		

*= Significativo **= Altamente Significativo NS= No Significativo

Cuadro 5 del anexo. Análisis de varianza para la variable diámetro de la mazorca en la reacción del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces.

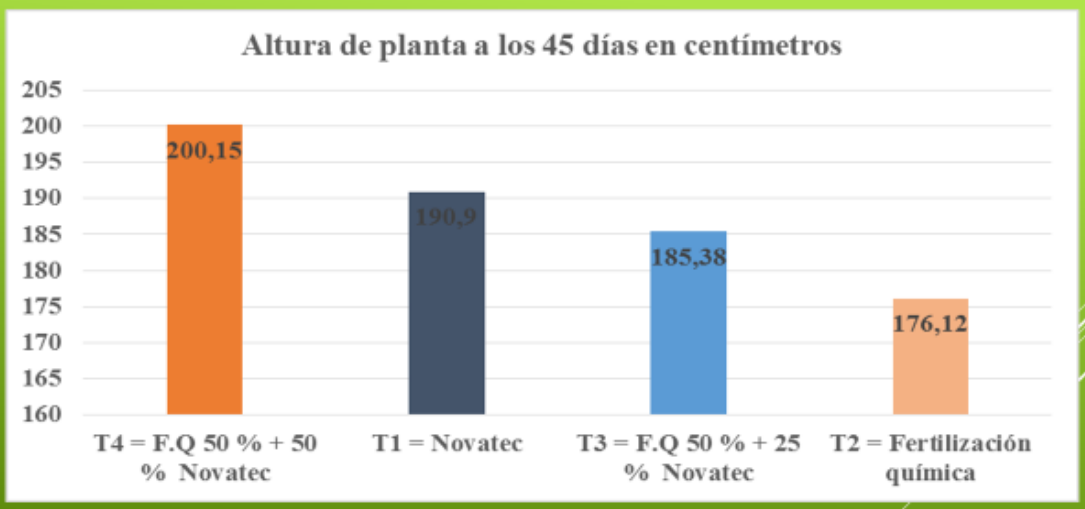
Fuentes de variación	Grados de libertad	SC	Cuadrados medios	F. Cal	F. Tabla
Tratamientos	3	0,045258	0,015086 NS	2,6996	3,86
Bloques	3	0,018982	0,006327 NS	1,1323	3,86
Error	9	0,050293	0,005588		
Total	15	0,114532			
C.V.			1,54 %		

*= Significativo **= Altamente Significativo NS= No Significativo

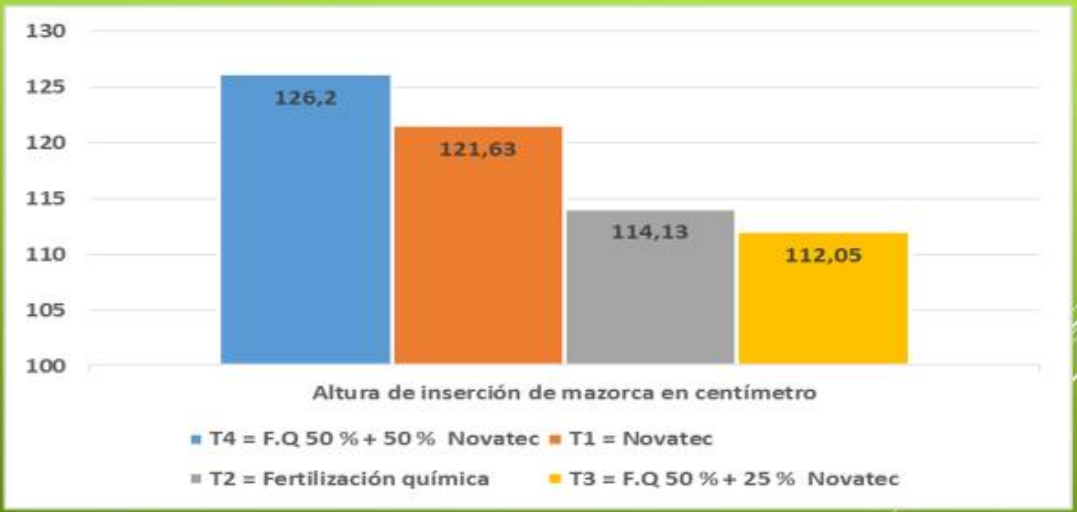
Cuadro 6 del anexo. Análisis de varianza para la variable peso de la mazorca en la reacción del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces

Fuentes de variación	Grados de libertad	SC	Cuadrados medios	F. Cal	F. Tabla
Tratamientos	3	1,735352	0,578451 NS	0,2145	3,86
Bloques	3	27,968750	9,322917 NS	3,4577	3,86
Error	9	24,266602	2,696289		
Total	15	53,970703			
C.V.			1,54 %		

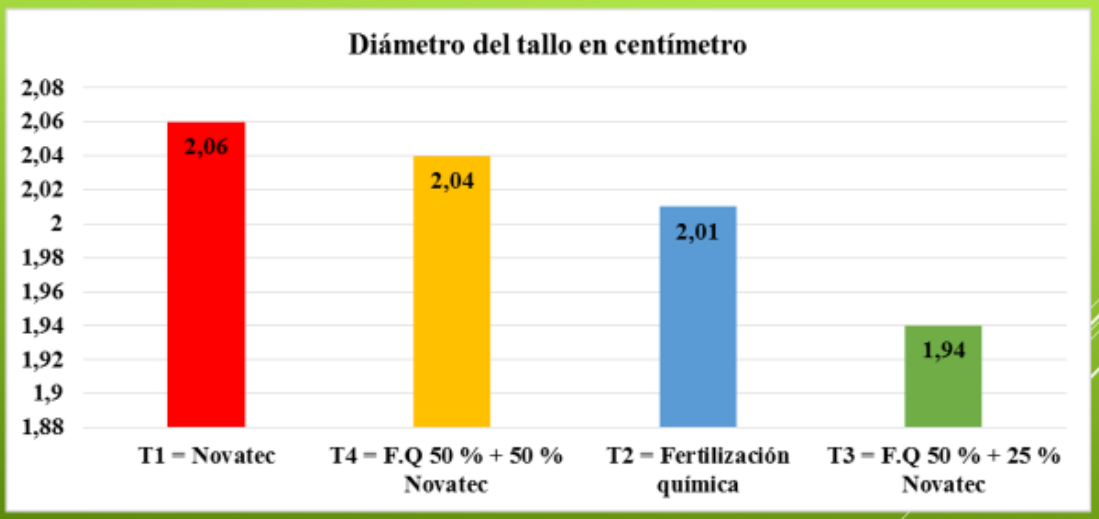
*= Significativo **= Altamente Significativo NS= No Significativo



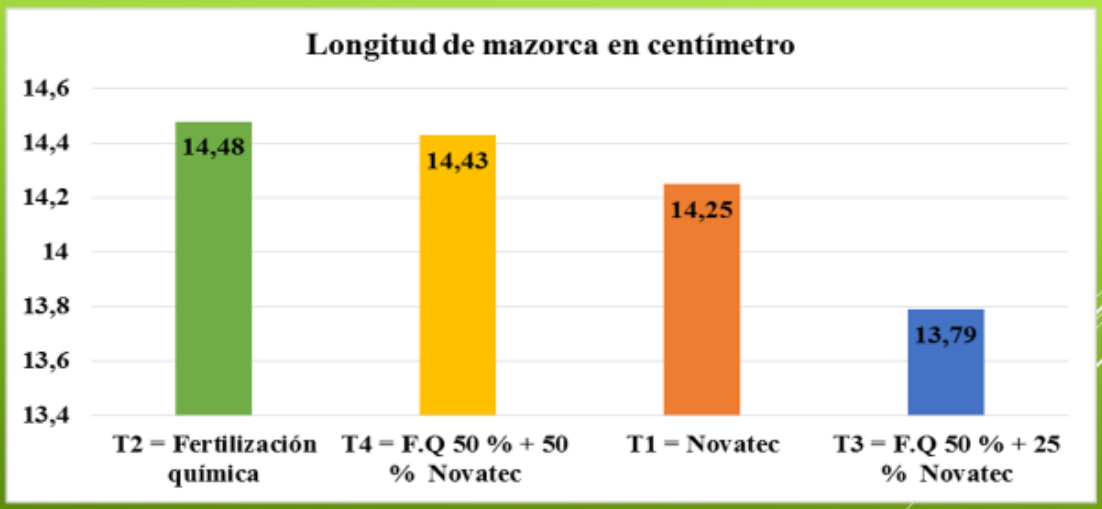
Andeva: No significativo.
Tukey; No difiere estadisticamente.



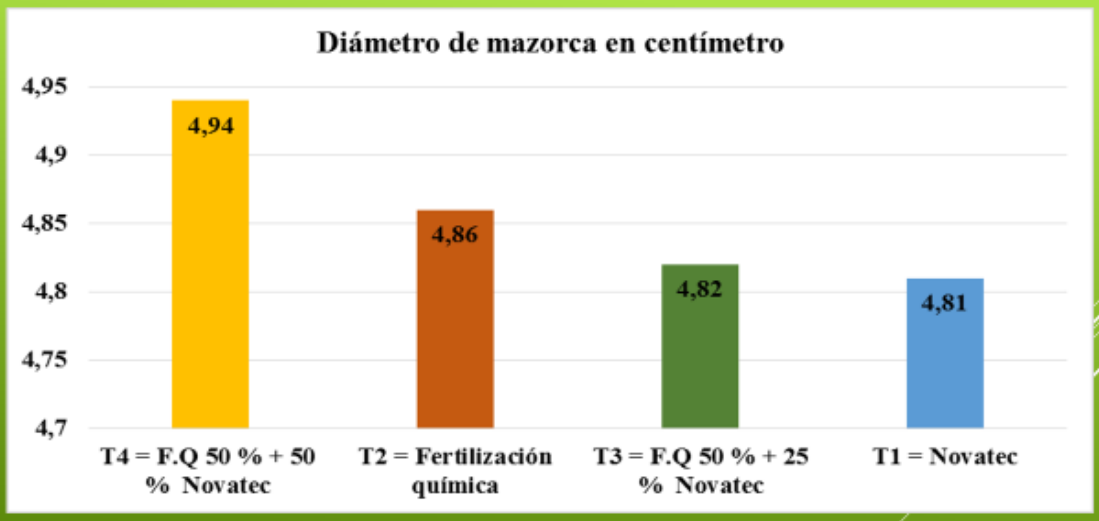
Andeva: No significativo.
Tukey; No difiere estadisticamente.



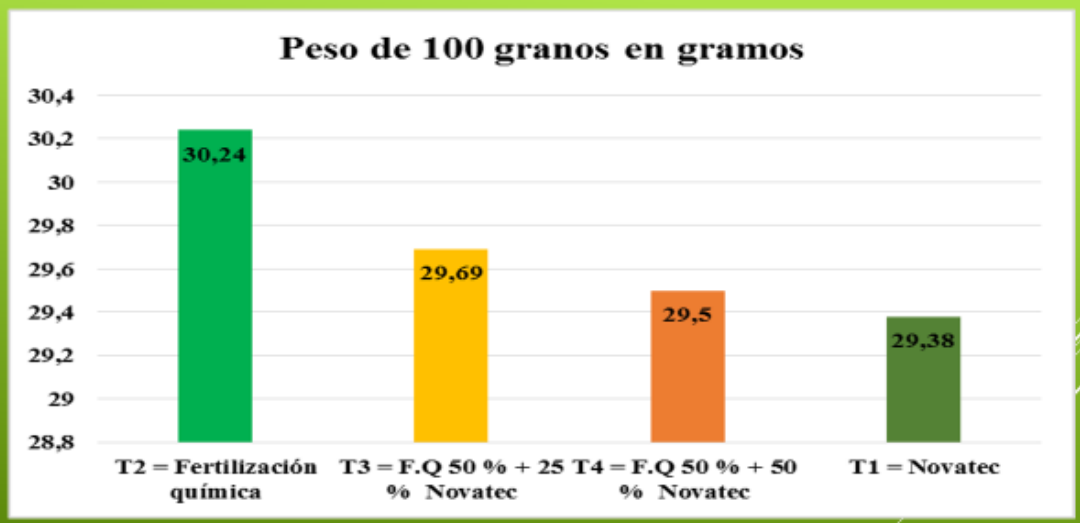
Andeva: No significativo.
Tukey; No difiere estadisticamente.



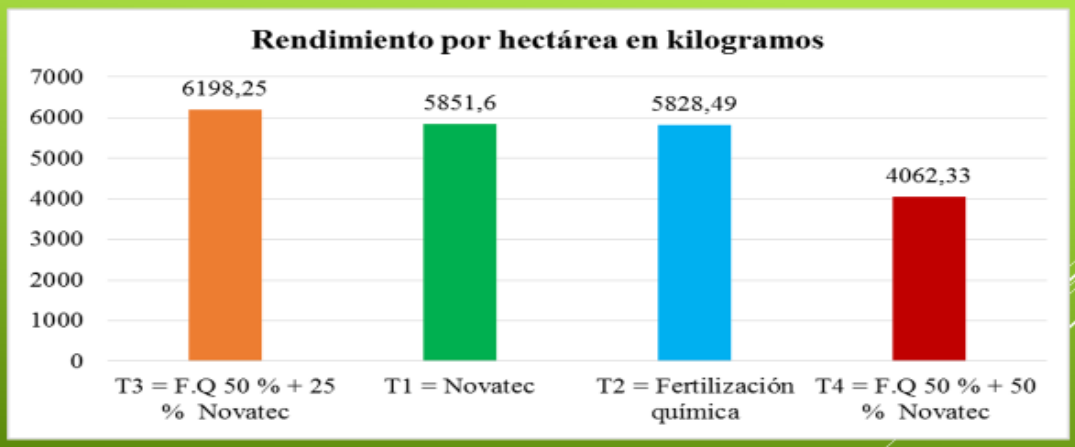
Andeva: No significativo.
Tukey; No difiere estadisticamente.



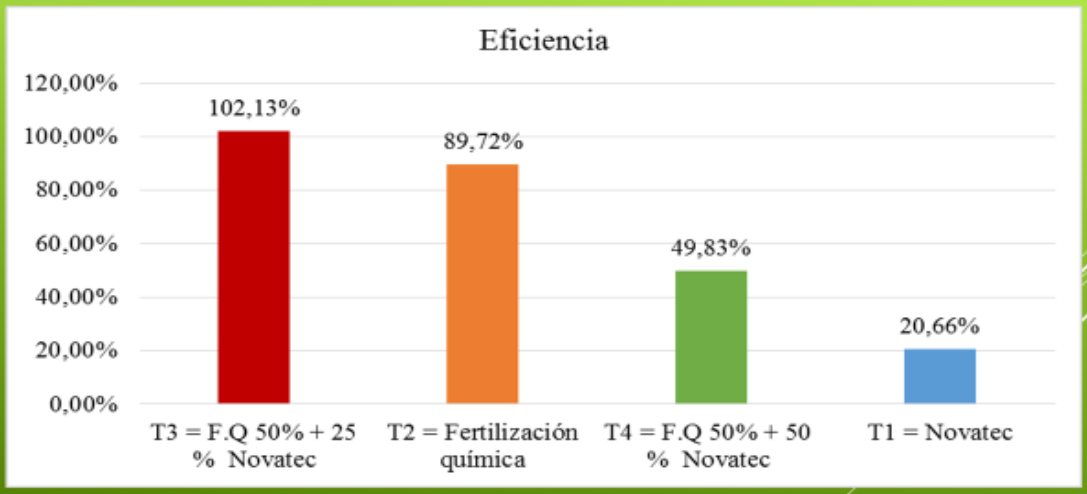
Andeva: No significativo.
Tukey; No difiere estadisticamente.

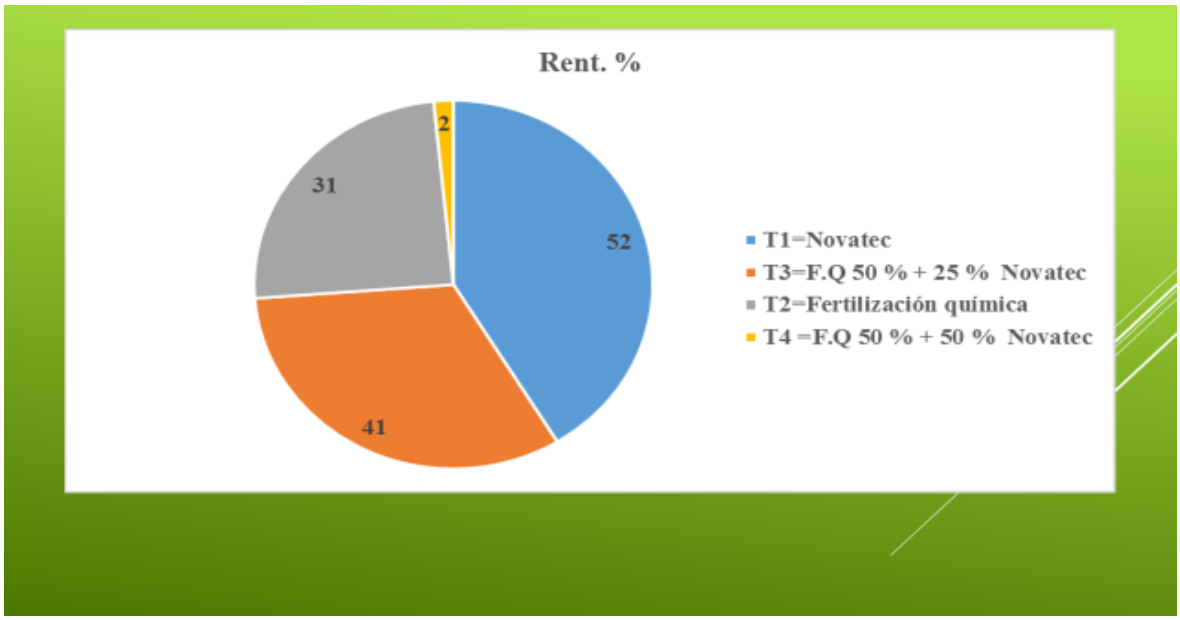


Andeva: No significativo.
Tukey; No difiere estadisticamente.



Andeva: No significativo.
Tukey; No difiere estadisticamente.





Cuadro 7 del anexo. Análisis de varianza para la variable del rendimiento en la reacción del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces

Fuentes de variación	Grados de libertad	SC	Cuadrados medios	F. Cal	F. Tabla
Tratamientos	3	8441178,00	2813726,00 NS	2,3792	3,86
Bloques	3	9063732,00	3021244,00 NS	2,5546	3,86
Error	8	9461216,00	1182652,00		
Total	15	27116224,00			
C.V.			19,82 %		

*= Significativo **= Altamente Significativo NS= No Significativo

Cuadro 8 del anexo. Costo de producción fijo en dólares del cultivo maíz**,** en la reacción del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces

	Rubro	Unidad	Cantidad	C.Unitario	Total $
1	**Preparación del suelo.**				
	Rozada	ha.	1	20	20,00
	Preparación de suelo (siembra labranza mínima)	ha.	1	30	30,00
	Sub Total				**50,00**
2	**Mano de obra.**				
	Siembra	Jornal	2	20	20,00
	Aplicación de fertilizantes	Jornal	6	10	60,00
	Control de malezas	Jornal	5	10	50,00
	Riego	Jornal	6	10	60,00
	Control fitosanitario	Jornal	3	10	30,00
	Cosecha	Jornal	20	10	200,00
	Sub Total				**420,00**
3	**Alquiler del terreno**	ha.	1	150	150,00
	Sub Total				**150,00**
	TOTAL				**570,00**

Cuadro 9 del anexo. Costo de producción variable por hectárea en dólares del tratamiento uno con Novatec, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces

	Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unitario	Total $
1	**Siembra**				
	Análisis de suelo		1	27	27
	Semillas	kg	40	3,9	156
	Sub Total				**183**
2	**Abonos y fertilizantes en saquillos de 50 kg.**				
	Fosfato Di-amónico (DAP)	kg.	0	0	0
	Urea (N)	kg	0	0	0
	Muriato de potasio (ClK)	kg.	0	0	0
	Novatec	kg	450	0,308	138,6
	Sub Total				**138,6**
3	**Insumos**				
	Nicosulfan	litros	3	5,8	17,40
	Atrazina	litros	1	9,12	9,12
	Sub Total				**26,52**
4	**Bomba de riego**		1	25	25
	Sub Total				**51,52**
5	Combustible y lubricantes				
	Gasolina	gl.	20	1,4	28
	Aceite	gl.	1	10	10
	Sub Total				**38**
6	**Post-cosecha**				
	Desgranadora	qq	136,36	1,50	204,54
	Vehículo	qq	136,36	0,70	95,45
	Sub Total				**299,99**
	TOTAL				**737,63**

Cuadro 10 del anexo. Costo de producción variable por hectárea en dólares del tratamiento dos con fertilización química, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces

	Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unitario	Total $
1	**Siembra**				
	Análisis de suelo		1	27	27
	Semillas	kg	40	3,9	156
	Sub Total				**183**
2	**Abonos y fertilizantes en saquillos de 50 kg.**				
	Fosfato Di-amónico (DAP)	kg.	100	0,72	72
	Urea (N)	kg	300	0,50	150
	Muriato de potasio (ClK)	kg.	100	0,50	50
	Novatec	kg	0	0	0
	Sub Total				**272**
3	**Insumos**				
	Nicosulfan	litros	3	5,8	17,40
	Atrazina	litros	1	9,12	9,12
	Sub Total				**26,52**
4	**Bomba de riego**		1	25	25
	Sub Total				**51,52**
5	Combustible y lubricantes				
	Gasolina	gl.	20	1,4	28
	Aceite	gl.	1	10	10
	Sub Total				**38**
6	**Post-cosecha**				
	Desgranadora	qq	128,74	1,50	193,11
	Vehículo	qq	128,74	0,70	90,12
	Sub Total				**283,23**
	TOTAL				**854,27**

Cuadro 11 del anexo. Costo de producción variable por hectárea en dólares del tratamiento tres con Fertilización química al 50 % mas + 25 % Novatec, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces

	Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unitario	Total $
1	**Siembra**				
	Análisis de suelo		1	27	27
	Semillas	kg	40	3,9	156
	Sub Total				**183**
2	**Abonos y fertilizantes en saquillos de 50 kg.**				
	Fosfato Di-amónico (DAP)	kg.	50	0,72	36
	Urea (N)	kg	150	0,50	75
	Muriato de potasio (ClK)	kg.	50	0,50	25
	Novatec	kg	112,5	0,308	34,65
	Sub Total				**170,65**
3	**Insumos**				
	Nicosulfan	litros	3	5,8	17,40
	Atrazina	litros	1	9,12	9,12
	Sub Total				**26,52**
4	**Bomba de riego**		1	25	25
	Sub Total				**51,52**
5	Combustible y lubricantes				
	Gasolina	gl.	20	1,4	28
	Aceite	gl.	1	10	10
	Sub Total				**38**
6	**Post-cosecha**				
	Desgranadora	qq	128,23	1,50	192,35
	Vehículo	qq	128,23	0,70	89,76
	Sub Total				**282,11**
	TOTAL				**751,8**

Cuadro 12 del anexo. Costo de producción variable por hectárea en dólares del tratamiento cuatro con fertilización química al 50 % mas + 50 % Novatec, en la reacción del cultivo de maíz (*Zea maíz* L.) a la aplicación del fertilizante de liberación controlada, en el cultivo de maíz en la zona Vinces

	Rubro	Unidad	Cantidad	C. Unitario	Total $
1	**Siembra**				
	Análisis de suelo		1	27	27
	Semillas	kg	40	3,9	156
	Sub Total				**183**
2	**Abonos y fertilizantes en saquillos de 50 kg.**				
	Fosfato Di-amónico (DAP)	kg.	50	0,72	36
	Urea (N)	kg	150	0,50	75
	Muriato de potasio (ClK)	kg.	50	0,50	25
	Novatec	kg	225	0,308	69,3
	Sub Total				**205,3**
3	**Insumos**				
	Nicosulfan	litros	3	5,8	17,40
	Atrazina	litros	1	9,12	9,12
	Sub Total				**26,52**
4	**Bomba de riego**		1	25	25
	Sub Total				**51,52**
5	Combustible y lubricantes				
	Gasolina	gl.	20	1,4	28
	Aceite	gl.	1	10	10
	Sub Total				**38**
6	**Post-cosecha**				
	Desgranadora	qq	89,37	1,50	134,05
	Vehículo	qq	89,37	0,70	62,56
	Sub Total				**196,61**
	TOTAL				**700,95**

Cuadro 13 del anexo. Resumen general de costo de producción basado en los ingresos brutos y los costos de los tratamientos

Tratamientos	Ingreso bruto $			Costo total de los tratamientos $			Beneficio neto de los tratamientos $			Relación beneficio/costo	Rent. %
	Rend. Kg	Precio Kg	Total	Costos Fijos	Costos Variables	Costo total	Beneficio bruto	Costo total	Beneficio neto	R-B/C	R-B/C * 100
T_1=Novatec	6198,25	0,32	1983,44	570,00	737,63	1307,63	1983,44	1307,63	675,81	0,52	51,68
T_2=Fertilización química	5851,60	0,32	1872,51	570,00	854,27	1424,27	1872,51	1424,27	448,24	0,31	31,47
T_3=F.Q 50 % + 25 % Novatec	5828,49	0,32	1865,12	570,00	751,80	1321,80	1865,12	1321,80	543,32	0,41	41,10
T_4 =F.Q 50 % + 50 % Novatec	4062,33	0,32	1299,95	570,00	700,95	1270,95	1299,95	1270,95	29,00	0,02	2,28

Cuadro 14 del Anexo. CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	Meses					
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Toma de muestra para análisis	x					
Preparación de suelo		x				
Adquisición de semillas		x				
Siembra		x				
Control de malezas		x	x			
Adquisición de abonos		x	x			
Fertilización		x	x			
Riego		x	x	x		
Control fitosanitario		x	x	x		
Recolección de datos		x	x	x	x	
Cosecha						x
Proceso de datos						x
Entrega de informe final						x

Anexo 15. PRESUPUESTO

ACTIVIDADES	Meses					
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	**Subtotal**
Toma de muestra para análisis	26					26
Preparación de suelo (labranza mínima)	20					20
Adquisición de semillas	320					320
siembra	20					20
Control de malezas	10	10				20
Adquisición de abonos y fertilizantes:						
DAP (100 kg/ha.) (2 saquillos de 50 kg)	36	36				72
Urea (417 kg/ha) (8 saquillos de 50 kg)	60	75	75			210
ClK (90 kg/ha) (2 saquillos de 50 kg)	25	25				50
Novatec (562.5 kg/ha) (11 saquillos de 50 kg)	350	210	210			770
Fertilización (abonamiento)	20	20	20			60
Riego	20	20	20			60
Control fitosanitario	20	20	20			60
Recolección y proceso de datos		10	10	10		80
Cosecha				240		220
Total						**$ 1768**

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Fuentes Raúl
Dirección :
Ciudad : Vinces
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : La Reforma
Provincia : Los Ríos
Cantón : Vinces
Parroquia :
Ubicación : Sitio La Reforma

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual: MAIZ
N° Reporte: 005133
Fecha De Muestreo: 02/6/2016
Fecha De Ingreso: 02/6/2016
Fecha De Salida: 23/6/2016

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			
Laborat.	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural
74015					1,2 B	4,0	9,09	45,45	15,33			52	28	20	Franco-Arcillo-Arenoso

INST. NACIONAL AUTONOMO DE INV. AGROP. ESTACION EXP. TROP. PICHILINGUE
INIAP
LABORATORIO DE SUELOS Y TEJIDOS
QUEVEDO

INTERPRETACION

Al+H, Al y Na		C.E.				M.O. y Cl	
B	= Bajo	NS	= No Salino	S	= Salino	B	= Bajo
M	= Medio	LS	= Lig. Salino	MS	= Muy Salino	M	= Medio
T	= Tóxico					A	= Alto

ABREVIATURAS

C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA

C.E. = Conductímetro
M.O. = Titulación de Welkley Black
Al+H = Titulación con NaOH

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

RESPONSABLE LABORATORIO

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : Fuentes Raúl
Dirección :
Ciudad : Vinces
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : La Reforma
Provincia : Los Ríos
Cantón : Vinces
Parroquia :
Ubicación : Sitio La Reforma

PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo Actual: MAIZ
N° Reporte: 005133
Fecha De Muestreo: 02/6/2016
Fecha De Ingreso: 02/6/2016
Fecha De Salida: 23/6/2016

Nº Muest.	Datos del Lote			ppm		meq/100ml			ppm					
Laborat.	Identificación	Area	pH	NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
74015	Lote 1		6,4 LAc	25 M	46 A	0,33 M	12 A	3,0 A	4 B	3,3 M	14,5 A	146 A	4,6 B	0,20 B

INST. NACIONAL AUTÓNOMO DE INV. AGRP
ESTACION EXP. TROP. PICHILINGUE
INIAP
LABORATORIO DE SUELOS Y TEJIDOS
QUEVEDO

INTERPRETACION										
pH										Elementos: de N a B
MAc	= Muy Acido	LAc	= Liger. Acido	LAl	= Lige. Alcalino	RC	= Requiere Cal			B = Bajo
Ac	= Acido	PN	= Prac. Neutro	MeAl	= Media. Alcalino					M = Medio
MeAc	= Media. Acido	N	= Neutro	Al	= Alcalino					A = Alto

METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH	= Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
N,P,B	= Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
S	= Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica	B,S

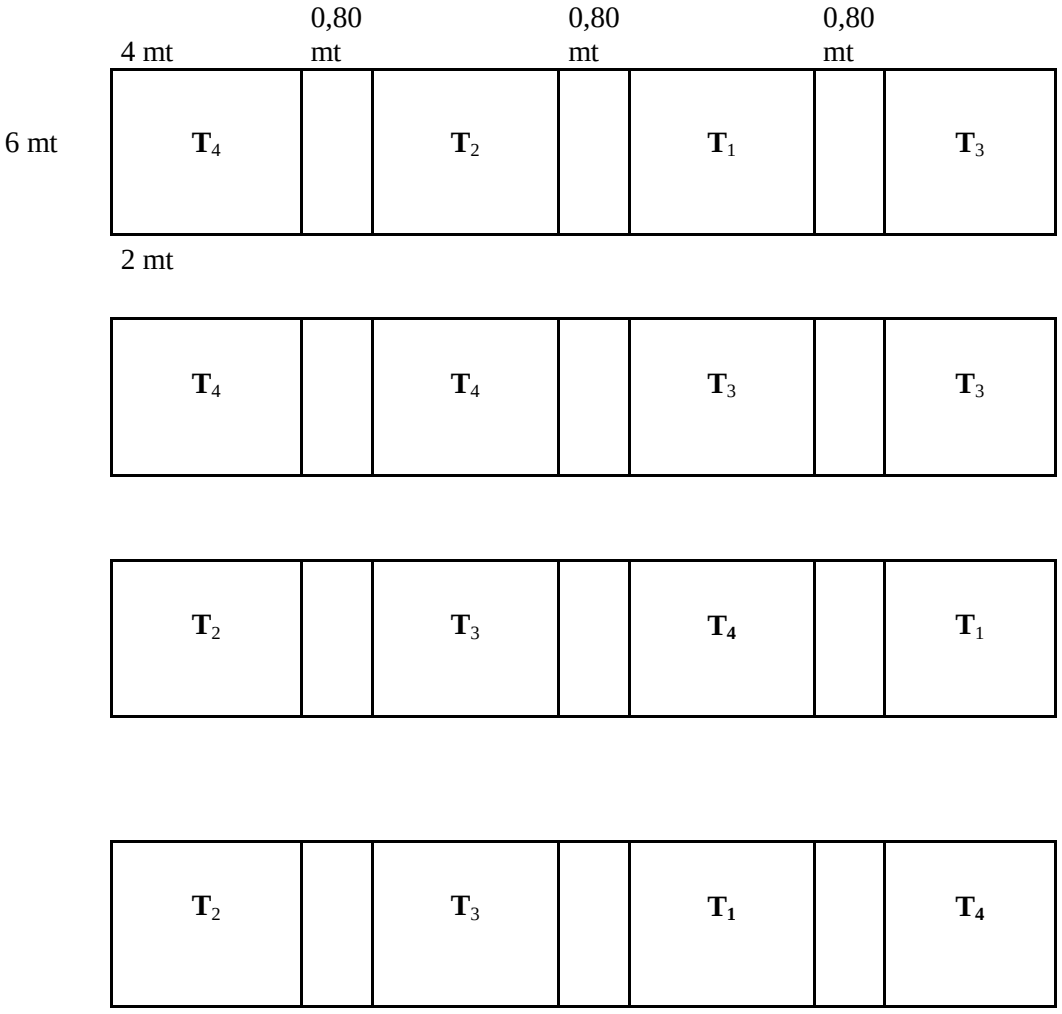
x W. [signature]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

La muestra será guardada en el Laboratorio, por tres meses, tiempo en el que se aceptarán reclamos en los resultados

+ [signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

PLANO DE CAMPO

- ✓ 120 plantas por tratamiento
- ✓ 480 plantas por bloque
- ✓ 1.920 plantas totales en los cuatro bloques
- ✓ T_1Novatec
- ✓ T_2 Fertilizaciónquímica
- ✓ T_3 F.Q 50 % + 25 % Novatec
- ✓ T_4 F.Q 50 % + 50 % Novatec



Peso de los fertilizantes.

Fertilización en campo.

Peso de fertilizantes en gramos

Altura de planta

Altura inserción de mazorca

Diámetro de tallo

Cosecha

Longitud de mazorca

Diámetro de mazorca	Peso de los tratamientos