



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Trabajo de graduación

Eficiencia de la fertilización especial y
tradicional en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)
variedad nutritiva amarillo, centro de
experimentación y validación de tecnología las
Mercedes 2015

AUTORES:

Br. Yasser Francisco Sobalvarro Bravo
Br. Eduardo Raúl Díaz Carballo

ASESORES:

Ing. Miguel Jerónimo Ríos
MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez

Managua, Nicaragua, Mayo 2016



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Trabajo de graduación

Eficiencia de la fertilización especial y
tradicional en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)
variedad nutritiva amarillo, centro de
experimentación y validación de tecnología las
Mercedes 2015

AUTORES:

Br. Yasser Francisco Sobalvarro Bravo
Br. Eduardo Raúl Díaz Carballo

ASESORES:

Ing. Miguel Jerónimo Ríos
MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez

Managua, Nicaragua, Mayo 2016



*"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"*

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Agronomía como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Miembros del tribunal examinador

MSc. Roberto Larios

Presidente

Ing. Norman Cruz

secretario

Ing. Martha moraga

Vocal

Managua, Nicaragua, 06 de mayo del 2016

INDICE DE CONTENIDO

| SECCION | PÁGINA |
|---|--------|
| DEDICATORIA | i |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| INDICE DE TABLAS | v |
| INDICE DE FIGURAS | vi |
| INDICE DE ANEXOS | vii |
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II OBJETIVOS | 3 |
| 2.1 Objetivo general | 3 |
| 2.2 Objetivos específicos | 3 |
| III MATERIALES Y MÉTODOS | 4 |
| 3.1 Descripción del lugar del experimento | 4 |
| 3.1.1 Ubicación | 4 |
| 3.1.2 Clima | 4 |
| 3.1.3 Suelo | 5 |
| 3.2 Diseño metodológico | 5 |
| 3.2.1 Descripción del Diseño Experimental | 5 |
| 3.2.2 Descripción de los tratamientos | 6 |
| 3.2.3 Condiciones | 6 |
| 3.3 Descripción de la variedad | 7 |
| 3.4 Variables evaluadas | 7 |
| 3.4.1 Variables de crecimiento y desarrollo | 7 |
| 3.4.2 Variables de rendimiento | 8 |
| 3.5 Indicadores de eficiencia de uso de nutrientes | 9 |
| 3.6 Analisis economico de los tratamientos | 9 |
| 3.7 Análisis estadístico | 9 |
| 3.8 Manejo agronómico | 10 |
| IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 11 |
| 4.1 Variables de crecimiento | 11 |
| 4.1.1 Altura de la planta (cm) | 11 |
| 4.1.2 Diámetro del tallo | 12 |

| | |
|--|----|
| 4.1.3 Número de hojas | 13 |
| 4.1.4 Numero de nudos | 14 |
| 4.1.5 Área foliar | 15 |
| 4.1.6 Mazorca por planta y altura a la inserción de la primera mazorca | 16 |
| 4.2 Componentes de rendimiento | 17 |
| 4.2.1 Longitud de la mazorca | 17 |
| 4.2.2 Rendimiento | 18 |
| 4.3 Determinacion de dos Indicadores de eficiencia de uso de nutrientes | 19 |
| 4.3.1 Indicadores evaluados | 19 |
| 4.3.2 Productividad parcial del factor | 19 |
| 4.3.3 Eficiencia Agronomica | 19 |
| 4.4 Análisis económico de los tratamientos evaluados | 20 |
| 4.4.1 Análisis de presupuesto parcial | 20 |
| 4.4.2 Análisis de dominancia | 21 |
| 4.4.3 Análisis de la tasa de retorno marginal | 21 |
| V CONCLUSIONES | 23 |
| VI LITERATURA CITADA | 24 |
| VIII ANEXOS | 27 |

DEDICATORIA

A Dios por regalarme la vida, por bendecirme con unos excelentes padres, por haber iluminado mi camino, me ha guardado, bendecido y por haberme permitido culminar una de mis metas.

A mis padres que con amor, dedicación y humildad me ha enseñado buenos valores que me han abierto camino al éxito.

A mi Madre *Rafaela Bravo Mendoza* que con mucho amor, esfuerzo y dedicación me ha brindado su apoyo incondicional en mi vida y siempre pone mis pasos en las manos de Jehová Dios.

A mi Padre *Francisco Sebalvarro Martínez* (q.e.p.d), por haberme enseñado a enfrentar la vida, por enseñarme buenos valores y guiarme por el camino correcto para salir adelante.

A mis Hermanas *Selvin, Ivania y Karelys Sebalvarro* por su disposición y apoyo incondicional, por estar siempre a mi lado dándome ánimos, consejos, confianza e inculcarme siempre deseos de superación para alcanzar mis sueños.

Dr. Yasser Francisco Sebalvarro Bravo

DEDICATORIA

A *Dios*, por la vida que tengo. Porque a pesar de la escasez que pueda haber, con el amor de los que quiero me basta. Porque a pesar de los problemas, siempre encuentro la salida. Gracias por las fuerzas que me das para poder culminar mi carrera.

A mi madre *María Elena Carballo* (q.e.p.d), por todo el amor obtenido de parte de ella y porque con mucho esfuerzo y sacrificio me sacó adelante haciendo de mí una persona de bien.

A mi tía *Miriam Carballo* por la confianza que deposito en mí, por el apoyo emocional y económico para llegar a culminar mis estudios.

A mis hermanos que me aconsejaron y apoyaron.

A mi hermana *Eugenia Sandoval Carballo* por haberme brindado su ayuda en todo momento.

A todas aquellas personas que me brindaron su ayuda.

Br. Eduardo Raúl Díaz Carballo

AGRADECIMIENTO

*´ ´ Bienaventurado el varón que no anduvo en consejo de malos, ni estuvo en camino de pecadores, ni en silla de escarnecedores se ha sentado;
Si no que en la ley de jehová esta su delicia y en su ley medita de día y de noche.
Será como el árbol plantado junto a corrientes de aguas, que dan su fruto en su tiempo y su hoja no cae; y todo lo que hace prospera ´ ´*

Salmos 1:1-3

A Dios por haberme regalado muchas bendiciones, salud y sabiduría durante el trayecto de mi carrera.

A mi familia por su apoyo incondicional

A mis asesores *Ing. Miguel Ríos* y *M.Sc. Jorge Gómez* por la confianza para la realización del presente trabajo

A la *Universidad Nacional Agraria* por la formación profesional que me brindo

A todas las personas que contribuyeron con la realización de este trabajo.

Dr. Yasser Francisco Sobalvarro Bravo

AGRADECIMIENTO

A *Dios*, por darnos la vida, fuerza, y voluntad de realizar nuestros estudios universitarios y culminar nuestras metas, ya que sin su voluntad nada se puede lograr.

A la *Universidad Nacional Agraria* (U.N.A.), por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional, sus facilidades para crecer y por todo el apoyo recibido de forma gratuita y apoyarnos con las becas que fueron de gran apoyo para nosotros.

A los docentes del departamento de producción vegetal que nos transmitieron sus conocimientos desde los primeros años hasta el final de nuestra carrera, ellos siempre serán de mucha importancia en nuestras vidas.

A nuestros asesores de tesis *Ing. Miguel Jerónimo Ríos, MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez*, que depositaron su confianza al darnos la oportunidad de realizar este trabajo de culminación de estudio y por brindarnos su tiempo y ayuda, le agradecemos por ser tan tolerantes y pacientes, miles de gracias para ellos.

Br. Eduardo Raúl Díaz Carballo

ÍNDICE DE CUADROS

| CUADRO | PÁGINA |
|--|--------|
| 1. Propiedades químicas del suelo | 5 |
| 2. Dimensiones del experimento | 5 |
| 3. Descripción de los tratamientos | 6 |
| 4. Características del cultivo evaluado | 7 |
| 5. Altura de planta en diferentes momentos de evaluación | 11 |
| 6. Diámetro del tallo en diferentes momentos de evaluación | 12 |
| 7. Numero de hojas en diferentes momentos de evaluación | 13 |
| 8. Numero de nudos en diferentes momentos de evaluación | 14 |
| 9. Área foliar en cm ² en diferentes momentos de evaluación | 15 |
| 10. Altura a la inserción de la primera mazorca y de número de mazorcas por planta | 16 |
| 11. Componentes del rendimiento | 17 |
| 12. Análisis de presupuesto parcial | 20 |
| 13. Análisis de dominancia | 21 |
| 14. Análisis de la tasa de retorno marginal | 21 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | PÁGINA |
|--|--------|
| 1. Ubicación geográfica del centro de experimentación y validación de Tecnología finca las mercedes | 4 |
| 2. Precipitación y temperatura registrada, durante el periodo febrero-junio del año 2015 en el CEVAT las mercedes, Managua (INETER 2015) | 4 |
| 3. Rendimiento de cada tratamiento | 18 |
| 4. Curva de beneficios netos | 22 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| ANEXO | PÁGINA |
|--|--------|
| 1. Muestreo y recolecta de insectos en la parcela | 28 |
| 2. Procesamiento de muestras e identificación de insectos a nivel de laboratorio | 28 |
| 3 Cuadro 1; Principales insectos | 29 |
| 4 Figura 1; Incidencia total de insectos plaga y benéficos | 29 |
| 5 Figura.2; Comportamiento de insectos plagas en el desarrollo del cultivo | 30 |
| 6 Cuadro 2 peso de 1000 granos | 30 |
| 7. Conceptos sobre presupuesto | 30 |
| 8 Plano de campo | 31 |
| 9. categorización de las mazorcas | 32 |

RESUMEN

El experimento se realizó en el CEVAT, Las Mercedes propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 11 carretera norte, Managua entrada al CARNIC 800 m al Norte. Durante la época seca del año 2015 utilizando riego. El objetivo del experimento fue evaluar el rendimiento de la variedad Nutrinta amarillo con la aplicación de dos tipos de fertilizantes, la fertilización tradicional (completo 12-30-10 y urea 46%), y la fertilización especial (Fertimaiz + Nitro xtend) elaborado por la empresa DISAGRO y un testigo. El ensayo se estableció en un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA), con 4 repeticiones y 3 tratamientos. Las dimensiones del ensayo fueron de 410.8 m². Los resultados muestran que hubo diferencias significativas para las variables: Altura de la planta (204.5 cm), diámetro del tallo (25.63 mm) altura inserción de la mazorca (60.88 cm), rendimiento (3 937.5 kg ha⁻¹) obteniéndose los mejores resultados en la fertilización especial, mientras que en la variable área foliar (641.27 cm²) el mejor resultado lo obtuvo la fertilización tradicional, se encontraron diferencias altamente significativas para las variables número de hojas (12.33), número de mazorca (2.53) y número de nudos (13.05) obteniendo los mejores resultados la fertilización tradicional, en cambio para la variable número de nudos el mejor resultado fue con la fertilización especial. La eficiencia agronómica demuestra que el tratamiento especial está en el rango óptimo de ganancia productiva con 17.17 kgmaiz/kg/N. La aplicación de fertilizantes especiales (Fertimaiz y Nitro xtend) presentó mayor rentabilidad económica indicando que al aplicar estos fertilizantes especiales por cada córdoba invertido se recupera el córdoba invertido más C\$ 2.19. Los principales insectos encontrados en el cultivo durante la época de verano fueron en su mayoría insectos plagas con un 71% con respecto a un 29% los insectos benéficos, entre las plagas con mayor incidencia tenemos a la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis* (De Long & Wolcott, 1923)) con un 75% de la población de insectos plagas. Para el análisis de datos se utilizó el programa de INFOSTAT.

Palabras claves: Eficacia, nutrientes, crecimiento, rendimiento, rentabilidad.

ABSTRACT

The experiment was conducted in the Cevat, Las Mercedes owned by the National Agrarian University, located at km 11 North Road, Managua entrance to CARNIC 800 m to the north. During the dry season of 2015 using irrigation. The aim of the experiment was to evaluate the performance of the yellow Nutrinta variety with the application of two types of fertilizer, the traditional fertilization (Full 12-30-10 and Urea 46%), and the special fertilization (Fertimaiz + Nitro xtend) prepared by the company DISAGRO and a witness. The trial was conducted in an experimental design of randomized complete block (BCA), with 4 replications and 3 treatments. The dimension of the assay was 410.8 m². The results show that there were significant differences for the variables: plant height (204.5 cm), stem diameter (25.63 mm) high insertion of cobs (60.88 cm), yield was (3 937.5 kg ha⁻¹) obtained the best results in special fertilization, while in the variable leaf area (641.27 cm²) the best result was obtained by the traditional fertilization, highly significant differences for the variable number of sheets (12.33), number of cob (2.53) and number of nodes (13.05) obtained the best results the traditional fertilization, in change for the variables number of knots the best result was with the special fertilization. Agronomic efficiency shows that the special treatment is in the optimum range of productivity gain with 17.17 kgmaiz / kg / N. The application of special fertilizers (Fertimaiz + Nitro xtend) had higher economic returns indicating that applying these special fertilizer for each Córdoba invested recovers C\$ 2.19 cordobas more. Major Insects found in the crop during the summer were mostly insect pests with 71% compared to 29% beneficial insects, including pests with the highest incidence we have the leafhopper of corn (*Dalbulus maidis* (De Long & Wolcott, 1923)) with 75% of the population of insect pests. For data analysis program was used INFOSTAT.

Keywords: Efficiency, nutrients, growth, yield, profitability.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es un cultivo de unos 7 000 años de antigüedad, de origen Americano se cultivaba por las zonas de México y América central. Hoy en día está difundido por todos los países de la región americana y en Europa donde ocupa una posición muy elevada. Estados Unidos es de los países que destaca por su alta producción en el cultivo de maíz (Chemonics International, 2009).

El maíz es el cultivo de relevancia a nivel mundial por el volumen de producción, la diversidad de uso y por producirse en países de todos los continentes y en condiciones extremadamente diferentes. La mayor parte de la producción de maíz, es de grano amarillo destinada al consumo forrajero (MIFIC, 2007).

En Nicaragua el maíz ocupa un lugar importante en la economía, siendo considerado el producto de mayor consumo humano y principal fuente de alimentación. El maíz puede consumirse de muchas formas como: tortilla, atol, tamal, tiste, pinol. Este cultivo también fortalece la actividad pecuaria al utilizarse el grano para elaborar productos balanceados, o como forraje o ensilaje (Somarriba, 1998).

La variedad mejorada Nutrinta amarillo proviene de la población S99TLYQ-AB y fue introducida por el Programa Regional de Maíz para Centroamérica y el Caribe (PRM) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en convenios de colaboración con el Programa Nacional de Maíz de Nicaragua. La variedad Nutrinta amarillo fue desarrollada por el Rubro Maíz del Proyecto de Investigación y Desarrollo del INTA (Espinoza, 2004).

El maíz es un cultivo exigente en agua, el riego más empleado últimamente es el riego por aspersión. Para obtener una producción máxima, en período de madurez exige entre 500 y 800 mm de agua, dependiendo del clima. Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a crecer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante (Losada, *et al.*, 1997).

Nutrinta-amarillo posee alta calidad de proteína, buena cobertura de mazorca, el agricultor puede utilizar la semilla durante varios ciclos de siembra, tolera daño de gorgojo por tener una textura de grano cristalina, Responde a bajas dosis de fertilización, buen tamaño de la mazorca (16 a 18 cm), rendimientos promedios de 2910.7 a 3880.9 kg ha⁻¹ (INTA, 2003).

Según IPNI (2013) Señala que las formulaciones especiales llamadas así por ser de liberación lenta y controlada, son fertilizantes recubiertos con polímeros o azufre para controlar la disolución y liberación de nutrientes, para un mayor aprovechamiento del nitrógeno.

Debido a la introducción de nuevos productos para la fertilización de los diferentes cultivos principalmente el maíz, se ha venido creando la incertidumbre por parte de ellos acerca de la eficiencia de estas fórmulas especiales (Fertimaíz + Nitro Xtend) con respecto a los tradicionalmente utilizados (Completo + Urea).

El propósito del trabajo de investigación es obtener información sobre los rendimientos obtenidos en el cultivo de maíz variedad Nutrinta amarillo con las formulaciones especiales (Fertimaiz + Nitro Xtend) en comparación a la fertilización tradicionalmente utilizada (completo + urea), bajo riego (cinta por goteo).

Se evaluará el efecto de los fertilizantes comerciales mediante el uso de la fórmula Fertimaiz 14-23-7 +5 S + Nitro Xtend 46-0-0 en comparación a la fórmula completo 12-30-10 + urea al 46%.

Las formulas especiales son denominadas así por distintas instituciones (IPNI, IFA) que se dedican a la investigación y producción de productos agroquímicos. Las formulas tradicionales denominadas así por ser las que tradicionalmente se ha distribuido en el mercado y que han sido utilizadas por los productores.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Comparar el efecto de dos tipos de fórmulas comerciales (Fertimaíz + nitro xtend y completo + urea) en el crecimiento y el rendimiento del cultivo de maíz.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto que tienen los fertilizantes especial y tradicional sobre las variables de crecimiento (altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, número de nudos, área foliar, altura a inserción de primera mazorca, número de mazorcas por planta)
- Evaluar el efecto de los fertilizantes especial y tradicional sobre los componentes de rendimiento (longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera, rendimiento kg ha^{-1}).
- Realizar el análisis de la rentabilidad económica de los tratamientos en estudio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del lugar del experimento

3.1.1 Ubicación

El experimento se realizó en la hacienda Las Mercedes propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 11 Carretera Norte, entrada al CARNIC 800 m al norte. Sus coordenadas geográficas corresponden a: 12°10'14" a 12°08'05" de latitud norte y 86°10'22" a 86°09'44" longitud oeste, a 56 msnm. El ensayo se realizó en la época seca (febrero-mayo) del año 2015.

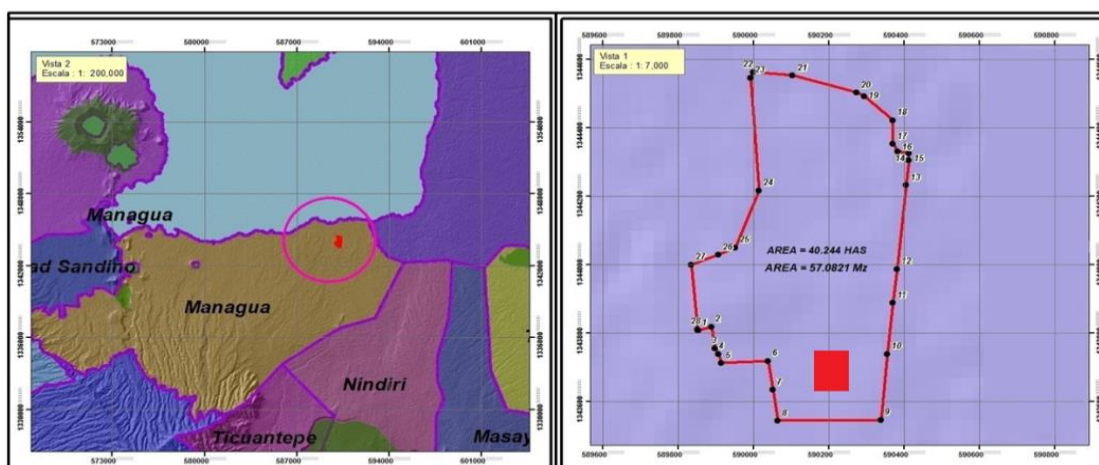


Figura 1. Ubicación geográfica del centro de experimentación y validación de Tecnología finca las mercedes.

3.1.2 Clima

La temperatura promedio durante el ciclo del cultivo fue de 34.65°C, con una precipitación de 136.7 mm, humedad relativa de 63.47% y una velocidad máxima del viento de 4.23 m/s.

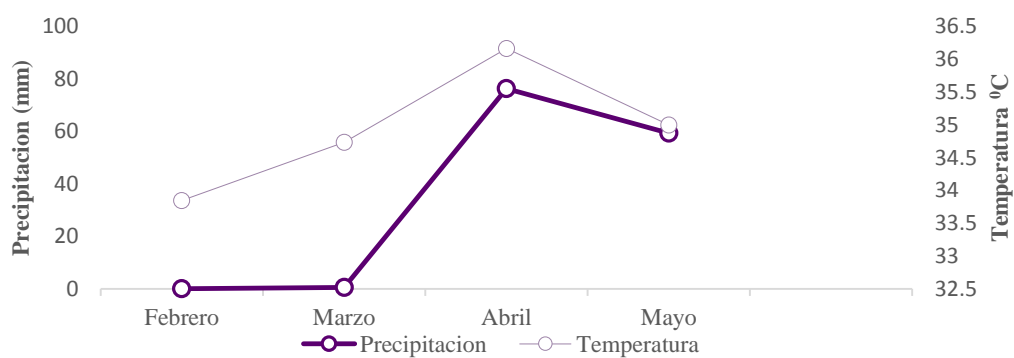


Figura 2. Precipitación y temperatura

3.1.3 Suelo

Según (Villanueva, 1990) el suelo donde se realizó el experimento pertenece a la serie las mercedes derivados de cenizas volcánicas catalogados como franco arcilloso de orden inceptisol. Son suelos jóvenes pocos desarrollados que presentan capas endurecidas que conduce a lo que se traduce como perfiles con diferentes secuencias texturales, otras subunidades del suelo tienen mal drenaje pero también existen otros que son adecuadamente drenados, estos suelos contienen alto contenido de potasio. Las propiedades químicas del mismo se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Propiedades químicas del suelo 2014

| Análisis de suelo del campus Las Mercedes. Área vivero | | | | | |
|--|-----|------|-----|----------|---------------------|
| pH | M.O | N | P | K | Prof. De muestro Cm |
| | | % | ppm | Meq/100g | |
| 6.82 | 3.8 | 0.19 | 3.9 | 4.19 | 25 |
| | M | M | M | A | |

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA.

A: Alto M: Medio B: Bajo

3.2 Diseño metodológico

3.2.1 Descripción del diseño experimental

El ensayo se estableció en un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA), con 4 repeticiones y 3 tratamientos. Las dimensiones del ensayo se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Dimensiones del experimento

| Dimensiones del experimento | | | |
|-----------------------------|----------------|---|----------------------|
| Unidad experimental | 8 m x 3.20 m | = | 25.6 m ² |
| Bloque experimental | 26 m x 3.20 m | = | 83.20 m ² |
| Área total | 26 m x 15.80 m | = | 410.8 m ² |

La parcela experimental se conformó por un total de 12 subparcelas; los tratamientos estuvieron formados por 4 surcos de 8 metros de longitud. Cabe señalar que de los 4 surcos se tomaron los dos surcos centrales como parcela útil, considerando el efecto de borde.

3.2.2 Descripción de los tratamientos

El primer tratamiento (T₁) comprende el uso de fertilizantes tradicionales, es decir, se aplicaron los fertilizantes que utiliza el productor (Completo 12-30-10 + Urea), el segundo tratamiento (T₂) corresponde al uso de fertilizantes Fertimaiz 14-23-7+5.81S + Nitro Xtend (46-0-0) este último a diferencia de la Urea, es un Nitrógeno estabilizado que permitirá la liberación del nitrógeno de forma paulatina y estará por más tiempo disponible para la planta. Estos fertilizantes son formulados por la empresa DISAGRO y comercialmente distribuidos como formulas especiales y el último tratamiento (T₃) fue el testigo, en el que no se realizó aplicación de ningún tipo de fertilizantes para comparar con los demás tratamientos.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos

| Tratamientos | Descripción | Fórmula | Dosis kg ha ⁻¹ |
|----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| T ₁ | Fertilización Tradicional | Completo 12-30-10 | 194.08 |
| | | Urea 46% | 258.76 |
| T ₂ | Fertilización Especial | Fertimaiz 14-23-7+ 5.81 S | 166.35 |
| | | Nitro xtend 46-0-0 | 258.76 |
| T ₃ | Testigo | Ninguna aplicación | |

Para el cálculo de las dosis se tomó como referencia el estudio realizado por Flores y Lino (2015) que establecieron su ensayo en la misma parcela en el ciclo postrera (2014) calculando sus dosis según el análisis químico del suelo y la demanda del cultivo no encontrando diferencias significativas entre los tratamientos. Por tanto se decidió incrementar en 58.76 kg ha⁻¹ en las dos formula comercial (urea al 46% y Nitro Xtend (46-0-0)).

3.2.3 Condiciones

El establecimiento del ensayo se realizó el día 02 de febrero del 2015, iniciando con la preparación del terreno. Posteriormente el día 06 la siembra, el Nutrinta Amarillo es un maíz de ciclo intermedio de 110 a 115 días a cosecha, por ende se finalizó el día 31 de mayo del 2015. Se evaluó cada siete días comenzando el 13 de febrero.

El agua es un factor decisivo para el desarrollo de la planta, por lo que se hace indispensable la aplicación de la misma en la producción, en el experimento se utilizó un

sistema de riego por goteo disminuyendo con esta tecnología los costos del sistema de riego.

3.3 Descripción de la variedad

Se utilizó maíz amarillo variedad Nutrinta siendo una variedad mejorada. Nutrinta Amarillo se puede sembrar desde los 200 a > 1,000 m de altitud, se adapta a suelos francos, franco arenoso y areno arcilloso, con pendientes de 15 hasta más de 30 %, pH de 6.5-7.0, temperaturas de 22-29 ° C y precipitaciones durante el ciclo biológico del cultivo de 500-800 mm. Recomendadas para la siembra de primera, postrera (faja del Pacífico) y apante (Zona Norte del País).

Cuadro 4. Características del cultivo evaluado

| Características Agronómicas | |
|--|--------------------------|
| Tipo de variedad | Mejorada |
| Días a flor femenina | 54 a 56 |
| Altura de planta (cm) | 220 a 230 |
| Altura de mazorca (cm) | 110 a 120 |
| Textura de grano | Semi cristalino |
| Color de grano | Amarillo |
| Días a cosecha | 110 a 115 |
| Madurez relativa | Intermedia |
| Rendimiento comercial (qq ha ⁻¹) | 60 a 80 |
| Cobertura de mazorca | Buena |
| Densidad poblacional (mil plantas/ha ⁻¹) | 49 a 60 |
| Ventajas sobresaliente | Alta calidad de proteína |

Fuente: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2003).

3.4 Variables evaluadas

3.4.1 Variables de crecimiento y desarrollo

Altura de planta (cm). A partir de los 14 hasta los 49 días después de la siembra se midió desde la base hasta el ápice de la planta y a los 67 después de la siembra se midió la altura de la planta desde el nivel de la superficie del suelo hasta la punta de la espiga, mediante el uso de una cinta métrica.

Diámetro del tallo (mm). Esta variable se evaluó desde los 14 días después de la siembra hasta la cosecha del cultivo con un intervalo de 7 días, se midió en el entrenudo de la parte media de la planta con un vernier.

Número de hojas. Se contaron las hojas de cada planta seleccionada al azar 10 plantas desde los 14 días después de la siembra.

Número de nudos. Se contaron los nudos de cada planta desde los 14 días después de siembra.

Área foliar. Se midió el largo de la hoja desde la punta de la lámina hasta la lígula y el ancho de la hoja se midió en la parte central de la lámina, estos datos se multiplicaron por el factor constante 0.73 para obtener el área foliar.

Altura a la inserción de la primera mazorca (cm). Se midió desde el nivel de la superficie del suelo hasta el nudo de inserción de la primera mazorca.

Número de mazorcas por planta. Se contabilizaron todas las mazorcas que se encuentren en la planta muestreada (10 plantas.).

3.4.2 Variables de rendimiento

Longitud de la mazorca. Se midió desde la base del pedúnculo hasta su ápice expresado en centímetro.

Diámetro de la mazorca. Se midió colocando el vernier en el centro de la mazorca expresado en milímetros.

Número de hileras por mazorca. Se contabilizaron el número de hileras por mazorca.

Número de granos por hilera. Se contabilizaron el número de granos que contenían las hileras.

Peso de 1 000 semillas. Se pesaron ocho repeticiones de cien semillas y se determinó el peso promedio, luego se multiplico por diez para obtener el peso de mil semillas de cada tratamiento.

Rendimiento en kg ha⁻¹. Se pesó lo cosechado de cada tratamiento luego se procedió hacer una relación por área y será expresado en kilogramos por hectárea.

3.5 Indicadores de eficiencia de uso de nutrientes

Dichos indicadores se obtuvieron a partir del nitrógeno, ya que la dosis usada en el cultivo es calculada en base al nitrógeno.

Indicadores evaluados

PPF: Productividad parcial del factor

EA: Eficiencia agronómica

Para los indicadores existe un rango a nivel de la región de Centroamérica y México. (IPNI 2013)

Para el indicador productividad parcial del factor el rango en nitrógeno varía de 40-80 kgmaíz/kgN

Para el indicador eficiencia agronómica el rango en nitrógeno varía de 10-30 kgmaíz/kgN

3.6 Análisis económico de los tratamientos

Análisis de presupuesto parcial. A partir de este se obtienen los beneficios netos de cada tratamiento.

Análisis de dominancia. Muestra cual tratamiento es más rentable.

Análisis de la tasa de retorno marginal. Indica las ganancias al cambiar de una tecnología a otra.

3.7 Análisis estadístico

La evaluación estadística de los datos obtenidos de las variables en estudio se realizó por medio del análisis de varianza (ANDEVA) y la separación de medias por la prueba de rangos múltiples de Tukey al 5% de confiabilidad con ayuda de los programas INFOSAT y MINITAB

3.8 Manejo agronómico

La preparación del suelo se realizó del dos al cinco de febrero del 2015 de forma manual mediante el método de labranza cero, consistió únicamente en la limpia del terreno. Además de instalar el sistema de riego por goteo que funciono para suplir las necesidades hídricas del cultivo.

La siembra se realizó al espeque (labranza cero), a una distancia de 40 cm entre planta y 80 cm entre surcos utilizando dos semillas por golpe variedad Nutrinta amarillo.

Para el tratamiento uno se aplicó 194.08 kg/ha de completo (12-30-10) + 258.76 kg ha⁻¹ de Urea (46%), en el tratamiento dos la fertilización se realizó a razón de 166.35 kg ha⁻¹ Fertimaíz (14-23-7+5.81S) + 258.76 kg ha⁻¹ Nitro Xtend (46-0-0), estas aplicaciones se realizaron al momento de la siembra para el caso del completo y Fertimaíz. A los 15 y 30 días después de la siembra para las fertilizaciones nitrogenadas. Como complemento a los dos tratamientos fertilizados se aplicó un fertilizante foliar (Byfolan Forte) a razón de 2.85 l ha⁻¹ a los 15, 45 y 60 días después de la siembra.

Se estableció un sistema de riego por goteo utilizando una tubería principal de una y media pulgadas de diámetro, además de la cinta de riego con goteros integrados cada 10 cm con una longitud de 27 metros aplicadas en todo el ciclo del cultivo, con dos aplicaciones al día una por la mañana y otra por la tarde, el sistema está conectado directamente a una bomba eléctrica de tres hp de capacidad.

El control de maleza se realizó cada siete días después de la siembra, se utilizó machete y azadón.

Se realizó un muestreo de plagas con una frecuencia de siete a 15 días, según el grado de infestación que indico la muestra se determinó si era necesario realizar un control.

Los productos utilizados para el control de las plagas fueron Deltametrina 10,7 % (DECIS) a una dosis de 0.3 l ha⁻¹ y Deltametrin triasopos 21.2 % (RIENDA) a una dosis de 0.5 l ha⁻¹

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Variables de crecimiento

4.1.1 Altura de planta (cm)

La altura de la planta es una característica fisiológica de gran importancia, es indicativo de la velocidad de crecimiento. Está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, y puede ser afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, humedad, nutrientes y agua (Somarriba, 1997).

En el cuadro 5 se presenta la altura de planta en diferentes periodos de evaluación. Se observa que a los 14 días después de la siembra no existe diferencia significativa, pero si a partir de los 21 días después de la siembra (ver cuadro 5).

A los 28, 35, 42 y 49 días después de la siembra las diferencias estadísticas fueron altamente significativas, registrándose las menores alturas al no aplicar fertilizante.

Estos valores presentan una mínima diferencia en comparación a los registros de altura encontradas por López y Morales (2014) de 206.23 cm en la misma variedad bajo condiciones de riego.

Cuadro 5. Altura de planta (cm) en diferentes momentos de evaluación

| Altura (cm) | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| Tratamiento | 14 dds | 21 dds | 28 dds | 35 dds | 42 dds | 49 dds | 67 dds |
| Fertilización Tradicional | 6.92 | 14.17 a | 26.14 a | 32.31 a | 60.83 a | 106.2 a | 201.21 a |
| Fertilización Especial | 6.96 | 14.05 a | 24.05 a | 32.84 a | 64.33 a | 113.23 a | 204.5 a |
| Testigo | 6.69 | 11.58 b | 15.1 b | 21.86 b | 33.45 b | 50.2 b | 154.73 b |
| CV (%) | 8.42 | 7.94 | 9.96 | 15.31 | 13.78 | 18.57 | 6.92 |
| p ≤ 0.05 | N.S | 0.0223 | 0.0008 | 0.0216 | 0.0018 | 0.0033 | 0.025 |

dds= días después de siembra

4.1.2 Diámetro del tallo

El maíz es un cultivo sensible a fuertes vientos que provocan el doblamiento de los tallos (acame), por lo que el aumento del grosor del tallo es una característica deseable para disminuir este efecto (Alvarado, 2000).

En el cuadro 6 se refleja la variable diámetro del tallo encontrando diferencias altamente significativas de los 21 a los 49 días después de siembra.

A lo largo de las etapas fenológicas, a medida que el cultivo se desarrolla demanda más nutriente, es en este punto donde el fertilizante especial desempeña un papel clave al pasar más tiempo disponible en el suelo.

Este aumento en el diámetro del tallo puede explicarse debido a que las plantas requieren dosis pequeñas de fertilizantes nitrogenados en sus épocas tempranas de crecimiento y mayores cantidades en estados posteriores para alcanzar su máximo desarrollo (IPNI, 2005).

Cuadro 6. Diámetro del tallo (mm) en diferentes momentos de evaluación

| Diámetro (mm) | | | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Tratamiento | 14 dds | 21 dds | 28 dds | 35 dds | 42 dds | 49 dds | 59 dds |
| Fertilización Tradicional | 3.49 | 7.15 a | 12.79 a | 18.54 a | 22.93 a | 24.28 a | 24.35 a |
| Fertilización Especial | 3.26 | 7.05 a | 12.04 a | 18.64 a | 23.15 a | 25.13 a | 24.63 a |
| Testigo | 3.25 | 5.58 b | 7.2 b | 10 b | 15.83 b | 18.13 b | 18.15 b |
| CV (%) | 3.41 | 6.27 | 7.42 | 7.82 | 11.42 | 9.7 | 10.42 |
| p ≤ 0.05 | NS | 0.0028 | 0.0001 | 0.001 | 0.0072 | 0.0076 | 0.0168 |

dds= días después de siembra

4.1.3 Número de hojas

Los principales órganos para la realización de la fotosíntesis en la planta son las hojas y la concentración de nutrientes en las mismas influyen en el crecimiento y rendimiento del cultivo (Barahona y Galgo, 1996)

En esta investigación el número de hojas es influenciado por la fertilización a partir de los 35 días después de siembra (cuadro 7). Muy probablemente porque las plantas han asimilado de forma satisfactoria los nutrientes.

Estudios realizados por Flores y Lino (2015) encontraron nueve hojas por planta resultando inferior a los obtenidos en este estudio al encontrarse un promedio de 12 hojas. Fuentes (1998), afirma que las hojas ejecutan dos importantes funciones en la vida del vegetal, la fotosíntesis destinada a la elaboración de materia orgánica y la transpiración destinada a eliminar el exceso de agua.

Cuadro 7. Numero de hojas (promedios) en diferentes momentos de evaluación

| Número de hojas | | | | | | |
|---------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Tratamiento | 14 dds | 21 dds | 28 dds | 35 dds | 42 dds | 49 dds |
| Fertilización Tradicional | 4.75 | 6.9 | 7.08 | 10.43 a | 12.05 a | 12.33 a |
| Fertilización Especial | 4.35 | 6.63 | 6.9 | 10.4 a | 12.05 a | 12.2 a |
| Testigo | 4.28 | 6.48 | 6.4 | 8.65 b | 10.45 b | 9.8 b |
| CV (%) | 6.38 | 8.81 | 7.34 | 2.07 | 4.72 | 7.06 |
| $p \leq 0.05$ | NS | NS | NS | 0.0001 | 0.0088 | 0.0074 |

dds= días después de siembra

4.1.4 Número de nudos

El tallo está formado por una asociación de nudos y entrenudos pudiendo tener entre 8 y 24, en dirección opuesta se encuentran las yemas (Somarriba 1998)

En el cuadro 8 se presentan el efecto de los fertilizantes sobre el número de nudos, indicando dos categorías estadísticas y menor número de nudos al no aplicar fertilizantes.

La cantidad total de nudos se forman entre los 30 y 37 días del ciclo, y su número está relacionado con la variedad, la edad y las condiciones ambientales como luz y humedad (Somarriba, 1998).

El número de nudos y la longitud de los entrenudos, son un factor determinante en la altura de la planta (Orozco, 1996). Nuestros resultados coinciden con Artola y Villavicencio(2015), quienes reportan 13 nudos por planta, siendo el promedio más frecuente 14 nudos dependiendo del número de hojas que varía entre 12 y 18(Robles 1990)

Cuadro 8. Numero de nudos (promedios) en diferentes momentos de evaluación

| Numero de nudos | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Tratamiento | 30 dds | 45 dds | 60 dds |
| Fertilización Tradicional | 3.93 a | 8.03 a | 13.03 a |
| Fertilización Especial | 3.83 a | 7.95 a | 13.05 a |
| Testigo | 3 b | 5.53 b | 11.3 b |
| CV (%) | 6.36 | 11.45 | 4.23 |
| P ≤ 0.05 | 0.0023 | 0.008 | 0.0051 |

dds= días después de siembra

4.1.5 Área foliar

Para que un cultivo use eficientemente la radiación solar, gran parte de esta debe ser absorbida por los tejidos fotosintéticos (Gardner, *et al* 1985).

El área foliar es una manifestación cuantitativa de las plantas que puede ser medida a través de parámetros como ancho de hoja y longitud de la hoja que contribuyen a un aumento del rendimiento al incrementar los niveles de fotosíntesis (CYMMYT, 1985).

En el cuadro 9 se presenta la respuesta en las plantas en cuanto a área foliar, y se indican diferencias por efecto de la fertilización, obteniéndose menor área foliar cuando no se fertiliza. A los 30 y 45 días después de la siembra reflejan diferencias altamente significativas, agrupando en una misma categoría las fórmulas comerciales que se diferenciaron del testigo que obtuvo los menores promedios (ver tabla 9).

A los 60 días después de la siembra existe diferencias significativas y la separación de medias establece dos categorías reflejando en una sola categoría las fórmulas comerciales (Tradicional y especial) y por último el testigo con los menores promedios de área foliar (ver cuadro 9).

Flores y Lino (2015) registraron medias en área foliar de 702 cm² datos superiores a los encontrados en este estudio

Cuadro 9. Área foliar (cm²) en diferentes momentos de evaluación

| Área foliar (cm ²) | | | |
|--------------------------------|----------|----------|----------|
| Tratamiento | 30 dds | 45 dds | 60 dds |
| Fertilización Tradicional | 205.01 a | 506.81 a | 641.27 a |
| Fertilización Especial | 246.91 a | 550.89 a | 647.89 a |
| Testigo | 125.37 b | 298.15 b | 444.56 b |
| CV (%) | 16.58 | 16.07 | 13.41 |
| p ≤ 0.05 | 0.0047 | 0.0057 | 0.0176 |

dds= días después de siembra

4.1.6 Mazorca por planta y altura a la inserción de la primera mazorca

Según Celiz y Duarte (1996) la altura de inserción de la mazorca tiene una relación directa con la altura de planta, y ésta asociada en algunos casos con el rendimiento, ya que los cultivares con mazorcas ubicadas a la altura media de la planta, tendrán mejor rendimiento. Robles (1990) comparte este planteamiento al señalar que las hojas superiores y las del medio de la planta son las principales suplidoras de carbohidratos.

En esta variable se registran diferencias estadísticas, presentado menor altura de inserción de la mazorca las plantas que no recibieron fertilizante (cuadro 10). Estas diferencias se deben a la respuesta de las plantas a los fertilizantes aplicados y principalmente por el aporte del nitrógeno, elemento indispensable para el crecimiento del cultivo.

La variable número de mazorcas por planta mostró diferencias altamente significativas obteniéndose mayor cantidad de mazorcas por planta con la aplicación de la fertilización tradicional y especial (cuadro 10).

Cuadro 10. Altura a la inserción de la mazorca (cm) y promedio número de mazorcas por planta

| Altura inserción de la mazorca | | Número de mazorca |
|--------------------------------|---------------|-------------------|
| Tratamiento | 59 dds | |
| Fertilización Tradicional | 59.2 a | 2.53 a |
| Fertilización Especial | 60.88 a | 2.3 a |
| Testigo | 46.93 b | 1.17 b |
| CV (%) | 8.7 | 12.14 |
| $p \leq 0.05$ | 0.0126 | 0.0004 |

dds= días después de siembra

4.2. Componentes de rendimiento

4.2.1 Longitud de la mazorca

La longitud de la mazorca es considerada uno de los principales componentes del rendimiento, debido a que a mayor longitud de mazorca, mayor número de granos por hileras y por lo tanto mayor rendimiento de granos. Esta variable está influenciada por las condiciones ambientales (clima, suelo) y disponibilidad de nutrientes (Adetiloye, 1984).

El cuadro 11 registra menor longitud de mazorca cuando no se aplica fertilizante. Esto se debe a la cantidad de nutrientes aportado por los fertilizantes tradicionales y especiales (ver cuadro siguiente). Los datos encontrados por flores y lino (2015) no superan a los obtenidos en este estudio, ya que no sobre pasan los 14 cm de longitud.

Artola y Villavicencio (2015) indica que el número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hileras, humedad, disponibilidad de nutrientes, densidad y profundidad de raíces, así como de cantidades adecuadas de nitrógeno.

Para la variable granos por hilera hubo diferencia significativa la separación de media las agrupa en dos categorías donde los menores resultados se mantienen al no aplicar fertilizantes (ver cuadro 11). Estos resultados son similares a los encontrados por Flores y Lino 2015. Las variables diámetro de mazorca y número de hileras por mazorca el análisis estadístico no mostró diferencias significativas.

Cuadro 11. Componentes de rendimiento

| Componentes de rendimiento | | | | | |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|
| Tratamiento | longitud de mzca (cm) | Diámetro de mzca (mm) | Número de hileras | Granos por hilera | Rendimiento Kg ha ⁻¹ |
| Fert. Tradicional | 15.85 a | 38.37 | 14.08 | 29.08 a | 3051.13 |
| Fert. Especial | 15.92 a | 39.19 | 14.36 | 30.47 a | 3937.5 |
| Testigo | 14.87 b | 37.59 | 14.04 | 27.05 b | 1493.37 |
| CV (%) | 1.93 | 4.44 | 1.73 | 4.74 | 35.82 |
| p ≤ 0.05 | 0.0044 | NS | NS | 0.0334 | 0.0374 |

Fert: Fertilización

Mzca: mazorca

4.2.2 Rendimiento (kg ha⁻¹)

El rendimiento es la variable principal en cualquier cultivo y determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existente en el medio unido al potencial genético de la variedad; por lo tanto, es el resultado de un conjunto de factores biológicos, ambientales y del manejo que se le dé al cultivo los cuales se relacionan entre sí para expresarse en producción de (kg ha⁻¹). El incremento de los rendimientos depende del uso de fertilizantes, de híbridos o variedades mejoradas, que dan a la planta mayor resistencia a plagas y enfermedades (Jugenheimer. 1981).

El análisis estadístico refleja que en la variable rendimiento existe diferencias significativa siendo la fertilización especial como el tratamiento que registra mayor rendimiento, seguido de la fertilización tradicional y el testigo (figura 3), estos resultados fueron comparados con el estudio anterior realizado por Flores y Lino (2015) cuyo experimento se montó en el mismo lugar, en el cual los resultados fueron no significativos quedando demostrado que la reserva de nutrientes que había en el suelo al ser un terreno que tenía 5 años de descanso se pierde rápidamente, dejando en evidencia que el no uso de fertilizantes de un ciclo a otro deja al suelo sin nutrientes lo cual indica la importancia de la fertilización en los cultivos para obtener rendimientos óptimos.

Los que nos lleva a asegurar que los fertilizantes especiales tienen mejores beneficios para la planta por ser de liberación lenta al ser el tratamiento especial quien presento el mayor rendimiento. Corroborando a los fertilizantes que sus moléculas están recubiertas con azufre son de liberación lenta y controlada por lo que permanecen más tiempo disponibles para la planta (International Plant Nutrition Institute 2013).

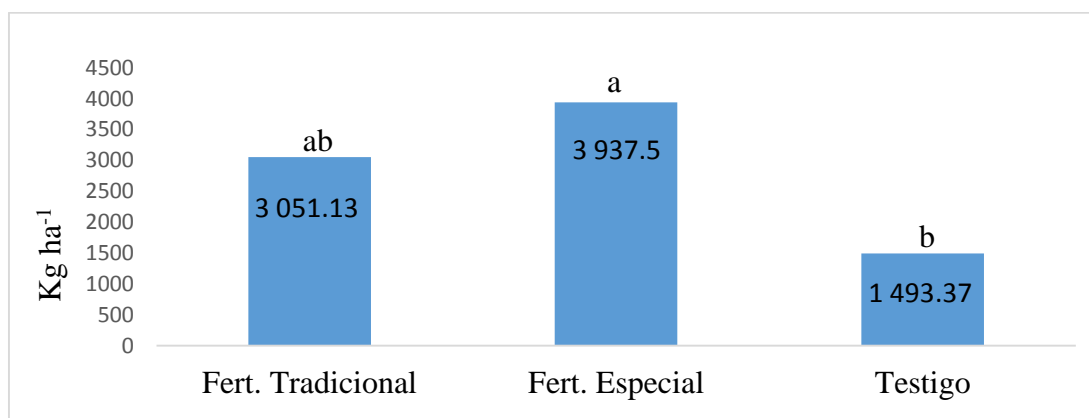


Figura 3. Rendimiento de cada tratamiento

4.3.Determinación de dos indicadores de eficiencia de uso de nutrientes

Por el método de diferencia, simple, eficiente y adecuado para investigaciones en fincas consiste en la diferencia en rendimiento del cultivo o toma de nutrientes entre parcelas fertilizadas y no fertilizadas (International Plant Nutrition Institute 2013)

4.3.1 Indicadores evaluados

El aprovechamiento y respuesta del Nitrógeno por las plantas, esta también asociada a la disponibilidad de agua y otros factores ecológicos como la radiación (García 2007).

Cada uno presenta indicaciones particulares del potencial para mejorar el manejo de los nutrientes, pero ningún índice da una imagen completa del impacto de los nutrientes en los resultados general (International Plant Nutrition Institute 2013).

4.3.2 Productividad parcial del factor

La productividad parcial del factor nos indica que tan productivo es el sistema de producción considerado en relación a la cantidad de nutriente aplicado. (Celaya 2009 citado por International Plant Nutrition Institute 2013), según los resultados los valores se encuentran por debajo de las referencias (40 a 80 kg maíz/kg N), por lo que se podría decir que la productividad en las dos estrategias de fertilización fue baja.

$$PPFt1N = \frac{3051.13 \text{ kgmaiz/ha}}{142.30 \text{ kgN/ha}} = 21.44 \text{ kgmaiz/kgN}$$

$$PPFt2N = \frac{3937.5 \text{ kgm naiz/ha}}{142.30 \text{ kgN/ha}} = 27.67 \text{ kgmaiz/kgN}$$

4.3.3 Eficiencia agronómica

La eficiencia agronómica indica cuanto se ganó en productividad por usar este nutriente. (Celaya 2009 citado por International Plant Nutrition Institute 2013) según los datos obtenidos el cultivo de maíz se encuentra en el rango optimo (10-30 kgmaíz/kgN), asegurando que si hubo una ganancia adecuada en productividad por el uso del nitrógeno y su disponibilidad para la planta, ya que el tratamiento especial presento mejores resultados.

$$EAt1N = \frac{3051.13 - 1493.37 \text{ kgmaiz/ha}}{142.30 \text{ kgN/ha}} = 10.95 \text{ kgmaiz/kgN}$$

$$EAt2N = \frac{3937.5 - 1493.37 \text{ kgmaiz/ha}}{142.30 \text{ kgN/ha}} = 17.17 \text{ kgmaiz/kgN}$$

4.4 Análisis económico de los tratamientos evaluados

4.4.1 Análisis de presupuesto parcial

Los costos variables totales en este estudio se determinaron en costos de fertilizante, mano de obra y limpieza. Los rendimientos fueron reducidos en un 10 % para reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el rendimiento que el agricultor podría obtener utilizando la misma tecnología.

Para obtener el beneficio bruto de campo se multiplicó el rendimiento ajustado con el precio del producto (C\$ 13.2 por kg) ya que el quintal de maíz estaba a C\$ 600 precios de campo, el valor obtenido se le restó el total de los costos que varían para obtener el beneficio neto.

Cuadro 12. Análisis de presupuesto parcial

| Indicadores | T ₁ | T ₂ | T ₃ |
|--|----------------|----------------|----------------|
| | (Tradicional) | (Especial) | (Testigo) |
| Rendimiento medio (kg ha ⁻¹) | 3 051.13 | 3 937.5 | 1 493.37 |
| Ajuste al 10% | 305.11 | 393.75 | 149.34 |
| Rendimiento ajustado | 2 746.02 | 3 543.75 | 1 344.03 |
| Beneficio brutos de campo C\$ ha ⁻¹ | 36 247.46 | 46 777.5 | 17 741.19 |
| Preparación de tierra | 2 400 | 2 400 | 2 400 |
| Costo de la semilla | 400 | 400 | 400 |
| Costo del fertilizante y pesticidas C\$ ha ⁻¹ | 8 185 | 8 095 | 400 |
| Costo de aplicación (MO) C\$ ha ⁻¹ | 1 800 | 1 800 | 400 |
| Costo de limpieza (maleza) C\$ ha ⁻¹ | 2 000 | 2 000 | 2 000 |
| Cosecha | 1 200 | 1 200 | 1 200 |
| Costos Variables Totales C\$ | 15 985 | 15 895 | 6 800 |
| Beneficio neto | 20 262.46 | 30 882.50 | 10 941.20 |

MO: mano de obra

El análisis económico determinado para los diferentes tratamientos evaluados presenta en términos de costos variables de C\$ 15 985 para el tratamiento Tradicional, C\$ 15 895 para el tratamiento especial y C\$ 6 800 para el testigo.

En este análisis de presupuesto parcial se observa que los mejores beneficios se obtuvieron del tratamiento especial, seguido del tratamiento tradicional y por último el testigo.

4.4.2 Análisis de dominancia

El siguiente análisis económico es determinar, cuáles de los tratamientos han sido dominados y cuáles no. Un tratamiento es dominado por otro tratamiento cuando tiene beneficio neto menor o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (CIMMYT 2008).

Cuadro 13. Análisis de dominancia

| Tratamientos | Costos variables (C\$) | Beneficios netos (C\$) | Dominancia |
|--------------|------------------------|------------------------|------------|
| Testigo | 6 800 | 10 941.2 | ND |
| Especial | 15 895 | 30 882.5 | ND |
| Tradicional | 15 985 | 20 262.5 | D |

El análisis de dominancia aplicado a los tratamiento evaluados muestra que hay dos tratamientos no dominados y un tratamiento dominado, el tratamiento tradicional es dominado por el tratamiento especial al presentar costos menores y beneficios mayores en comparación a este, y el testigo que no es dominado por ningún tratamiento al presentar costos muy bajos y beneficios bajos en comparación a los demás.

4.4.3 Análisis de la tasa de retorno marginal

La tasa de retorno marginal indica lo que el agricultor puede esperar ganar, en promedio, con su inversión cuando decide cambiar de una práctica a otra (CIMMYT 2008).

Cuadro 14. Análisis de la tasa de retorno marginal

| Tratamiento | Costos Variables C\$ ha ⁻¹ | Costos marginales C\$ ha ⁻¹ | Beneficio neto C\$ ha ⁻¹ | Beneficio neto marginal C\$ ha ⁻¹ | Tasa de retorno marginal |
|-------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--------------------------|
| T3 | 6 800 | 9 095 | 10 941.2 | 19 941.30 | 219% |
| T2 | 15 895 | | 30 882.5 | | |

$$TRM = \frac{30\,882.5 - 10\,941.2}{15\,895 - 6\,800} = \frac{19\,941.30}{9\,095} = 2.19 \times 100 = 219\%$$

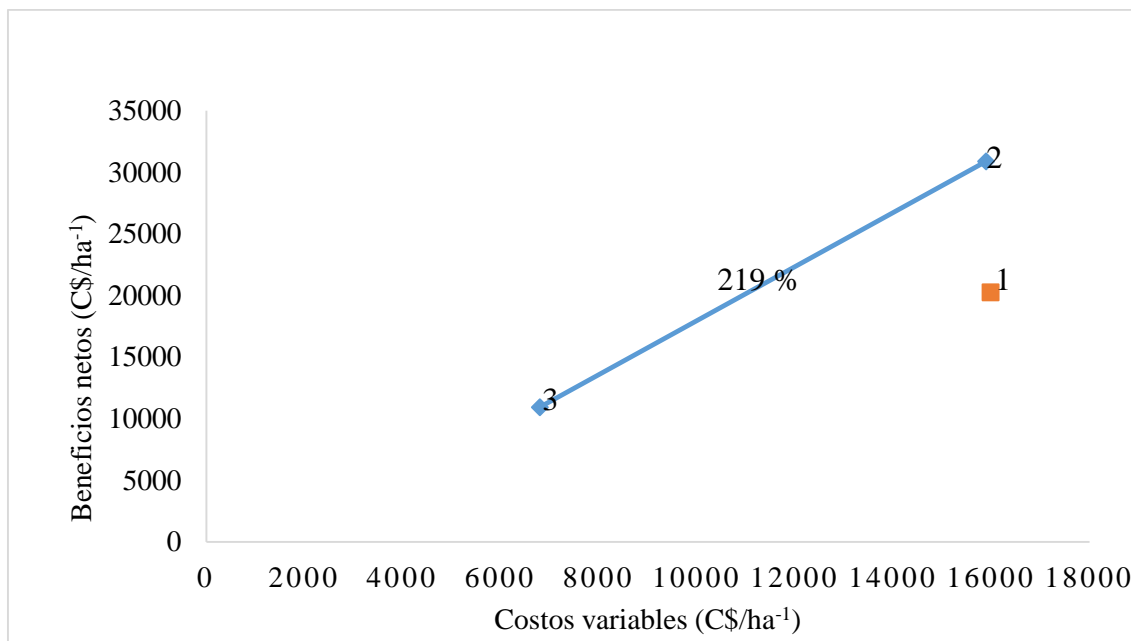


Figura 8. Curva de beneficios netos

El análisis de la tasa de retorno marginal calculado en los tratamientos no dominados indica lo que ganaría el productor en promedio al implementar el uso de fertilización en sus cultivos.

Por tal razón si el productor decide cambiar a implementar el tratamiento especial en sus cultivos obtendrá una ganancia aproximada de 2 córdobas con 19 centavos por cada córdoba invertido en comparación al método más usado por los pequeños productores de no usar fertilizantes.

V. CONCLUSIÓN

- Las variables que presentaron diferencias altamente significativas fueron Altura de la planta a los 28, 35, 42 y 49 días después de siembra, Diámetro del tallo a los 21, 28, 35, 42 y 49 días después de siembra, Numero de hojas a los 35, 42 y 49 días después de la siembra, Numero de nudos a los 30 45 y 60 días después de la siembra, Área foliar a los 30 y 45 días después de siembra, Numero de mazorcas por planta a los 59 días después de siembra y Largo de mazorca.
- Las variables que presentaron diferencias significativas fueron Altura de planta a los 21 y 67 días después de la siembra, Diámetro del tallo a los 14 y 58 días después de siembra, Área foliar a los 60 días después de la siembra, Altura a la inserción de la mazorca a los 59 días después de siembra y granos por hilera
- El mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento especial (Fertimaiz + Nitro xtend).
- La eficiencia agronómica se encontró en el rango óptimo (10-30 kgmaíz/kgN)
- El análisis de presupuesto parcial presento mejores resultados para el tratamiento especial (Fertimaíz + Nitro Xtend).
- El análisis de retorno marginal indica una ganancia aproximada de 219% al cambiar de tecnología de no uso de fertilizantes a utilizar los fertilizantes especiales.

VII. LITERATURA CITADA

- Adetiloye, PO. 1984. Response maize and ear shoot characters growth. Factors in southern Nigeria field, crop research and international journal. US. p. 265-277.
- Alvarado, N. A. 2000. La fertilización orgánica del maíz (*Zea mays* L.) y mejoramiento de tres componentes de su sistema tradicional de producción. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 25 p
- Artola, G; Villavicencio, O. 2015. Comportamiento Agronómico De Tres Genotipos De Maíz (*Zea Mays* L.) Por Efecto De La Aplicación De Abonos Orgánicos Y Sintéticos, Cofradía 2012. Tesis, Ing. Agr. Managua, NI. UNA (Universidad Nacional Agraria, NI).52 pag.
- Barahona, O. & Gago, H. F. 1996. Evaluación de diferentes prácticas culturales en Soya (*Glycinemax* L. *Merr.*) y ajonjolí (*Sesamunindicum* L.) y su efecto sobre la cenosis de las malezas. Universidad Nacional Agraria. Trabajo de tesis. 69 p.
- Celiz, G; Duarte, CR. 1996. Efecto de arreglos topológicos (doble surco) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Como cultivo principal, en asocio con leguminosas (*Vigna unguiculata* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 37 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo).1985. Guía de descriptores para caracterizar maíz. México D.F. 31 p.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, MX). 2008. Un manual metodológico de evaluación económica: La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos (en línea). México D.F. 79 p. Consultado 06 feb. 2015. Disponible en <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>.
- Chemonics International, Inc. Manual de cultivo de Chilote. Managua, Nicaragua, 2009. proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola MCA/Nicaragua. Consultado el 11 de feb. Del 2015. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517.pdf>
- Espinoza, A. 2004. Variedad de maíz Nutrinta amarillo. Managua, NI. INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI), CNIA (Centro Nacional de Investigación Agropecuaria, NI). 2 p.

Flores A, H; Lino F, J. 2015. Eficiencia de dos tipos de fertilizantes sintéticos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L) Variedad Nutrinta Amarillo, Centro Experimental Las Mercedes 2014. Tesis, Ing. Agr. Managua, NI. UNA (Universidad Nacional Agraria, NI). 28 Pag.

Fuentes & Yague, J. L. 1998. Botánica agrícola.45 pag.

García Centeno; L, 2007, Texto Básico: Fertilidad de suelo y Fertilización de cultivos. Managua, NI. UNA (Universidad Nacional Agraria). 206 p.

Gardner, F.P.; Brent Pearce, R; Mitchel, R.L. (1985). Carbon fixation by crop canopies. In: Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. Pp. 31-57.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2003. Nutrinta Amarillo, Managua, NI.

IPNI (International Plant Nutrition Institute). 2005. Conozca y resuelva los problemas del maíz. (En línea). Consultado 21 enero 2015, disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/\\$webindex/article=85FA0405052570C8004DEFDFA79AD75D](http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/$webindex/article=85FA0405052570C8004DEFDFA79AD75D)

_____. 2013. Eficiencia de Uso de Nutriente. en línea Georgia, USA. Consultado 09 de oct. 2015. Disponible en: <http://mca.ipni.net/article/MCA-3022>

Jugenheimer, RW.1981. Maíz variedad mejorada .Métodos de cultivo y producción de semilla .México D.F. Editorial Limusa .841p.

Lopez L, J; Morales H, M. 2014. Efecto de la aplicación de tres láminas de riego en dos técnicas de riego sobre el cultivo de maíz (*zea mays* L.) en la microcuenca El Espinal, Pueblo Nuevo 2013. Tesis, Ing Agr. Managua, NI. UNA (Universidad Nacional Agraria, NI). 34 Pag

Losada, A; L. Juana; Martínez, J. 1997. Comparación entre funciones estimativas de la distribución del agua por goteo. Asociación Española de Riego y Drenajes. 51 p.

MIFIC (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, NI). 2007. Maíz blanco: Nicaragua (en línea). Managua.NI. 24 p. Consultado 10 feb. 2015. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/NE71N583m.pdf>

Nunes zuffo, C; Dávila arce, M. 2004. Taxonomía de las principales familias y subfamilias de insectos de interés agrícola de Nicaragua. Universidad católica agropecuaria del trópico seco. 164 p.

Orozco, ME. 1996. Efecto de tres niveles de gallinaza en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 54 p.

Robles Sánchez, R 1990 .Producción de granos y forrajes. Quinta edición Editoria Limusa México 600p.

SOMARRIBA R, C. 1997. Conferencias sobre granos básicos. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 140 p.

Somarriba R., C. 1998. Texto granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 57 p

Villanueva, E. 1990. Los suelos de la finca Las Mercedes y las propiedades más relevantes para planear su uso y manejo. Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 21 p.

VIII ANEXOS

Anexo 1. Muestreo y recolecta de insectos en la parcela

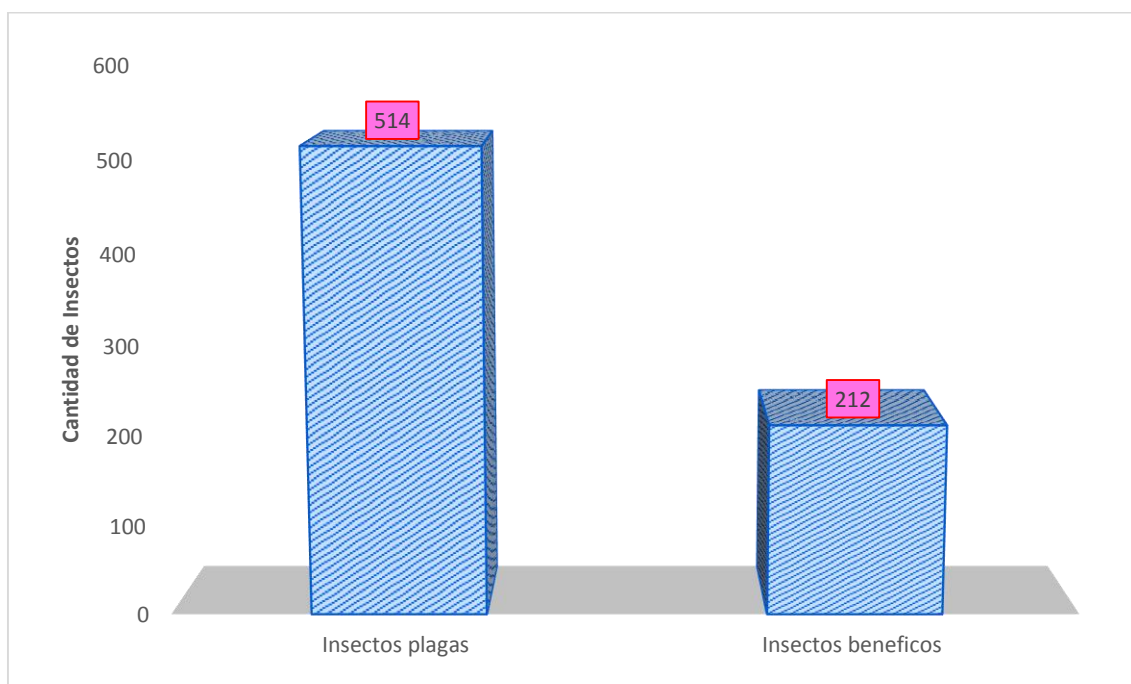
Para realizar el muestreo de insectos en la parcela, se ubicaron 7 trampas a las cuales se les agrego agua con detergente para su captura, posteriormente se preservaron en vasos viales con alcohol al 75% para luego ser llevados al laboratorio para su correspondiente identificación y clasificación taxonómica.

Anexo 2. Procesamiento de muestras e identificación de insectos a nivel de laboratorio

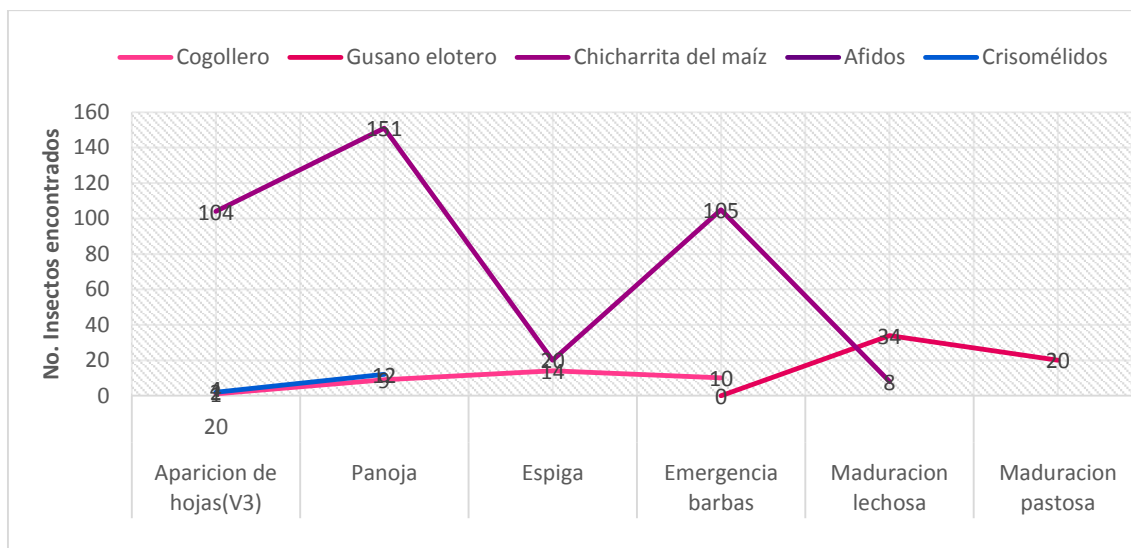
El procesamiento de las muestras en el laboratorio consistió inicialmente en sacar el espécimen de los vasos viales por fecha y por parcela, estos se vaciaron individualmente sobre papel adsorbente, posteriormente con ayuda de pinceles (tamaño N^o 2) se realizó la separación de los insectos capturados en grupos para evitar equivocaciones o mezclas de muestras al momento del montaje y la identificación. Para el montaje de los insectos se utilizaron alfileres entomológicos (MORHO de 4 cm de longitud), para la identificación de los insectos se utilizaron estereoscopios (CARL ZEISS, modelo 475002 y 9902 de 4x, 6.3x y 2.5 x), en donde se examinaron las principales características morfológicas de cada insecto colectado. La identificación se realizó hasta el nivel de orden, familia, género y especie, esta identificación se realizó en el laboratorio de entomología de la UNA; para la identificación hasta el nivel de orden y familia se utilizaron claves taxonómicas dicotómicas propuestas por Nunes y Davila (2004). Así como comparaciones entre especímenes en el museo, una vez identificadas a nivel de familia se procedió a la identificación hasta el taxón de género y especie

Anexo 3. Principales Insectos encontrados en el estudio

| Orden | Familia | Nombre común | Nombre científico |
|--------------|---------------|----------------------|----------------------------------|
| Thysanoptera | Thripidae | Trips | <i>Trips spp</i> |
| Lepidóptera | Noctuidae | Cogollero | <i>Spodoptera frugiperda</i> |
| | Noctuidae | Gusano elotero | <i>Helicoverpa zea</i> |
| Hemíptera | Cicadellidae | Chicharrita del maíz | <i>Dalbulus maidis</i> |
| | Aphididae | Afidos | <i>Aphis gossypii Glover</i> |
| Coleóptera | Coccinellidae | Mariquita | <i>Coccinella septempunctata</i> |
| | Chrysomelidae | Crisomélidos | <i>Diabrotica spp</i> |
| Hymenoptera | Formicidae | Hormigas | <i>Formica spp</i> |
| | Apidae | Abejas | <i>Apis mellifera</i> |
| Orthoptera | Tettigoniidae | Esperanza | <i>Scudderiamexicana</i> |



Anexo 4. Incidencia total de insectos plaga y benéficos en el cultivo



Anexo 5. Comportamiento de insectos plaga en el cultivo

Anexo 6. Peso de 1000 granos

| Tratamiento | Peso de 1000 granos (kg) |
|-------------------|--------------------------|
| Fert. Tradicional | 0.32 |
| Fert. Especial | 0.33 |
| Testigo | 0.28 |

Anexo 7. Conceptos sobre presupuesto

Costos variables (CV). Son los costos (por hectárea) relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y la maquinaria, que varían de un tratamiento a otro.

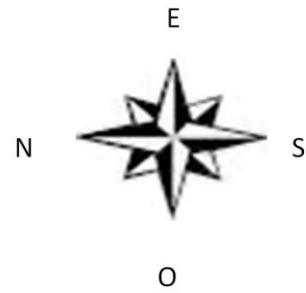
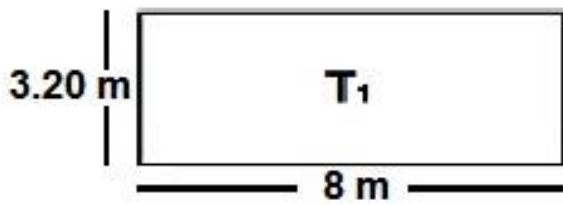
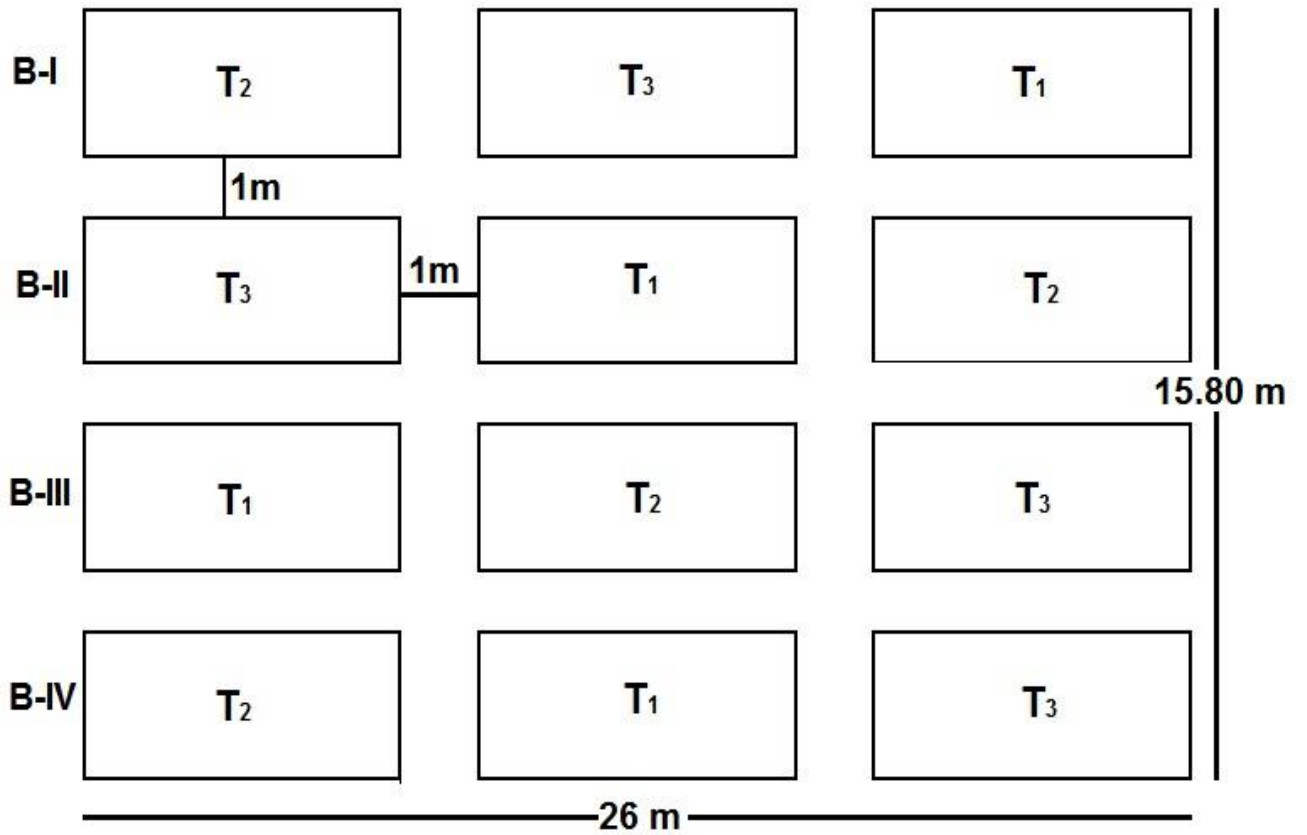
Costos fijos (CF). Representa la sumatoria de los gastos monetarios en que se incurre aunque no se produzca nada.

Costo total (CT). Es la sumatoria total de todos los gastos monetarios para obtener un determinado volumen de producción. El costo total aumenta con el incremento de los volúmenes de producción (a corto plazo). En términos prácticos el costo total es igual al costo fijo más el costo variable.

Beneficio bruto (BB). El beneficio bruto de campo de cada tratamiento, se calcula multiplicando el precio de campo por el rendimiento ajustado.

Beneficio netos (BN). Se calculan restando el total de los costos que varían del beneficio bruto de campo, para cada tratamiento.

Anexo 8. PLANO DE CAMPO



Anexo 9. Categorización de las mazorcas.

La categoría muy buena es mayor a 18 cm, la categoría buena es de 13 a 17 cm y la categoría regular menor a 12 cm.

| Componentes de rendimiento Categoría muy buena | | | | |
|--|-------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Tratamiento | largo de mz | diámetro de mz | numero de hileras | granos por hilera |
| Fert. Tradicional | 19.09 | 42.38 | 15.11 | 33.59 |
| Fert. Especial | 19.02 | 43.21 | 14.76 | 34.24 |
| Testigo | 18.2 | 40.84 | 14.5 | 32.69 |
| CV (%) | 1.95 | 3.94 | 2.23 | 4.74 |
| $p \leq 0.05$ | * | NS | NS | NS |

| Componentes de rendimiento Categoría buena | | | | |
|--|-------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Tratamiento | largo de mz | diámetro de mz | numero de hileras | granos por hilera |
| Fert. Tradicional | 15.65 | 38.51 | 13.77 | 28.31 |
| Fert. Especial | 16.33 | 39.13 | 14.75 | 30.96 |
| Testigo | 14.99 | 37.57 | 14.03 | 27.03 |
| CV (%) | 3.7 | 6.76 | 3.46 | 10.74 |
| $p \leq 0.05$ | * | NS | NS | NS |

| Componentes de rendimiento Categoría regular | | | | |
|--|-------------|----------------|-------------------|-------------------|
| Tratamiento | largo de mz | diámetro de mz | numero de hileras | granos por hilera |
| Fert. Tradicional | 12.8 | 34.23 | 13.35 | 25.33 |
| Fert. Especial | 12.4 | 35.21 | 13.57 | 26.19 |
| Testigo | 11.42 | 34.36 | 13.57 | 21.42 |
| CV (%) | 6.7 | 6.48 | 4.47 | 6.12 |
| $p \leq 0.05$ | NS | NS | NS | NS |