



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

Comparación de dos fórmulas comerciales versus un orgánico industrial (Biogreen) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), Variedad Nutrinta Amarillo, Centro Experimental las Mercedes, 2016

AUTORES

Br. Sterling Marilú Aguilar Morales
Br. Xochilt Eskarleth Narváez Ortiz

ASESORES

Ing. Miguel Jerónimo Ríos
MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez

Managua, Nicaragua, Octubre ,2017



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

Comparación de dos fórmulas comerciales versus un orgánico industrial (Biogreen) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), Variedad Nutrinta Amarillo, Centro Experimental las Mercedes, 2016.

AUTORES

Br Sterling Marilú Aguilar Morales
Br Xochilt Eskarleth Narváez Ortiz

ASESORES

Ing. Miguel Jerónimo Ríos
MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador, como requisito final para optar al título de Ingeniero Agrónomo e Ingeniero en Sistemas de Protección Agrícola y Forestal, respectivamente.

Managua, Nicaragua, Octubre, 2017

CONTENIDO

Sección	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCION	2
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Ubicación del experimento	4
3.2. Descripción del Diseño Experimental	4
3.3. Manejo agronómico del cultivo	8
3.4. Indicadores de eficiencia de uso de nutrientes	9
3.5. Análisis económico de los tratamientos	9
3.5.1 Costos variables (CV)	9
3.5.2 Costos fijos (CF)	10
3.5.3 Costo total (CT)	10
3.5.4 Beneficio bruto (BB)	10
3.5.5 Beneficio neto (BN)	10
3.5.6 Análisis de Dominancia	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	11
4.1. Variables de crecimiento	11
4.1.1 Altura de la planta	11
4.1.2 Diámetro del tallo	12
4.1.3 Número de hojas	13
4.1.4 Área Foliar	14
4.1.5 Altura de la espiga	15
4.1.6 Altura de la base a la mazorca y de la mazorca a la espiga	16
4.2. Variables de rendimiento	17
4.2.1. Componentes de rendimientos	17
4.3 Determinación de dos indicadores de eficiencia de uso de nutrientes	18
4.3.1. Indicadores evaluados	18
4.3.2. Productividad parcial del factor	19
4.3.3 Eficiencia agronómica	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

V.	CONCLUSIONES	23
VI.	LITERATURA CITADA	24
VII.	ANEXOS	29

DEDICATORIA

Dedico el esfuerzo y realización de este trabajo de investigación a Dios y a la Virgen Santísima, por darme sabiduría, guiarme, iluminarme y protegerme para alcanzar mis metas propuestas un día, hasta culminar mis estudios universitarios. Gracias Dios por estar siempre conmigo.

He alcanzado una de mis más anhelados logros en mi vida, con mucho esfuerzo y sacrificio, pero sobre todo con la ayuda y bendición de nuestro señor, Dios.

A mi madre Luddy Morales Montenegro, quien fue la persona que me demostró que en la vida uno debe de ser valiente, tener espíritu de superación y vencer todo obstáculo que se atravesase en mi vida para cumplir mi meta, por darme amor, comprensión, confianza y el apoyo tanto económico como moral brindado a lo largo de mi formación profesional, por ser un ejemplo madre y siempre poner mis pasos en las manos de Dios. Es por eso que agradezco a Dios por habérmela dado, porque yo no hubiese sido nadie, gracias a su esfuerzo, amor tan grande y sacrificio soy una profesional.

A mi padre José Aguilar Acevedo que con mucho amor, esfuerzo y dedicación me ha brindado su apoyo incondicional en mi vida, por haberme enseñado a enfrentar la vida, por enseñarme buenos valores y guiarme por el camino correcto para salir adelante

A mi abuelita Rosa Montenegro Nayra; pilar fundamental de mi formación espiritual y motivo de inspiración para alcanzar mis metas en la vida, 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.

A mi primo José Santos Aguilar, por haber sido un apoyo y motivación para seguir adelante más durante mi comienzo de la carrera y lo será siempre desde el cielo.

A mi hermanita Kitzia Aguilar Morales por ser la persona de inspiración y dedicación para ser una profesional en la vida.

A mi amiga, Neysi Palma Merlo, que siempre me dio palabras de aliento, amor y ternura a ella que en momentos difíciles me motivo a seguir adelante inculcando en mis valores espirituales, gracias por ser tan buena y apoyarme cada día.

A mis tíos Luis Hoyes Montenegro, Freddy Hoyes Montenegro por el apoyo y cariño y demás familiares; quienes me han brindado su apoyo incondicional, por animarme a no caer en momentos de debilidad.

A mis amigos y compañeros de clase, con los cuales compartimos bellos y gratos momentos, los cuales han dejado huella en mi vida.

Br. Sterling Marilú Aguilar Morales

DEDICATORIA

A Dios Nuestro Señor quien es el que me dio las fuerzas, sabiduría y el conocimiento para poder culminar mis estudios, todo se lo debo a él, porque sin Dios no somos nada.

Con todo mi amor, respeto y agradecimiento a mi madre **Alicia Esmeralda Ortiz Ríos**, quien me ha apoyado todos los días de mi vida, por creer siempre en mí y luchar porque pueda terminar este escalón más en mi vida, sien ella no podría haber alcanzado esta meta. Gracias Madre.

A mi novio **Henixon Adiact Duran Sánchez**, por estar siempre en las buenas y malas y brindarme todo su apoyo incondicional.

“No tengas miedo, que yo estoy contigo; no te desanimes, que yo soy tu Dios. Yo soy quien te da fuerzas, y siempre te ayudare; siempre te sostendré con mi justiciera mano derecha “. Isaís 41:10

Br. Xochilt Eskarleth Narváez Ortiz

AGRADECIMIENTO

A Nuestro Padre Celestial por darme fuerzas y perseverancia para alcanzar tan anhelada meta.

A la universidad Nacional Agraria, Nuestra Alma Mater por excelencia en estudios superiores, por brindarnos el pan de la enseñanza y formarnos para un futuro mejor.

A la Dirección de Producción (DIPRO) por darnos la confianza y el apoyo para desarrollar estudios de investigación científica.

Agradezco a mis tíos **Norma Roas y Elías Ramírez** por apoyarme siempre que lo necesite durante todo el transcurso de mi formación.

A mis asesores de tesis, **Ing. Msc Jorge Antonio Gómez Morales e Ing. Miguel Jerónimo Ríos**, por su esfuerzo, orientaciones, paciencia y por brindarnos conocimientos fundamentales para nuestra formación.

Por último, pero no menos importante a la Dirección de Comunicación de la Universidad Nacional Agraria, en especial a **Mireya Canales, Gloria López y Gerardo López** por el apoyo y ánimos que siempre me dieron.

Br. Xochilt Eskarleth Narváez

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por haberme dado muchas bendiciones en este trabajo de investigación salud, empeño, dedicación y sabiduría.

A mis padres, quienes con mucho amor, sacrificio y comprensión han sabido guiarme por el camino de él bien y lograr que me convirtiera en una profesional.

En especial agradezco a mis asesores de Tesis, Ing. Miguel Jerónimo Ríos e Ing. MSc Jorge Antonio Gómez Morales; por su esfuerzo, dedicación, conocimientos, orientaciones, paciencia y motivación que han sido fundamentales para mi formación como investigadora; por confiar y brindarme la oportunidad de llevar a cabo este trabajo investigativo.

A la Universidad Nacional Agraria por brindarme los medios necesarios durante los cinco años de estudios universitarios que junto con los docentes impartieron sus enseñanzas y conocimiento, en especial a las personas que trabajan en la Dirección de comunicación en especial a Gloria López y Mireya Canales por su apoyo y cariño.

A todos los Docentes del Departamento de Producción Vegetal (DPV), por su aporte a mi preparación durante los cinco años de estudio.

Sé que mi paso por la Universidad Nacional Agraria ha finalizado pero mis conocimientos, recuerdos y agradecimientos serán eternos y estoy segura de que la amistad y el apoyo brindado fueron sinceros y de gran ayuda para ser cada día mejor persona capaz de cumplir mis metas y retos venideros.

A todas aquellas personas que me brindaron su ayuda, gracias.

Br. Sterling Marilú Aguilar Morales

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Propiedades químicas del suelo	4
2.	Dimensiones de los tratamientos	5
3.	Descripción de los tratamientos	5
4.	Características Agronómicas	6
5.	Promedio de Altura de la planta en diferentes momentos de aplicación, Las Mercedes, Managua 2016	12
6.	Promedio de Diámetro del tallo de la planta en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua 2016	13
7.	Promedio de Numero de hojas por planta en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua 2016	14
8.	Promedio de Área Foliar en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Mangua 2016	15
9.	Promedio de Altura de la espiga, Las Mercedes, Managua 2016	16
10.	Promedio de Altura de inserción, Las Mercedes, Managua 2016	17
11.	Promedio de los Componentes de Rendimiento, Las Mercedes, Managua 2016	18
12.	Análisis de presupuesto parcial	21
13.	Análisis de dominancia	22

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1.	Porcentaje total de insectos plagas y benéficos en cultivo de maíz Nutrinta amarillo	30
2.	Diseño de la parcela experimental	30
3.	Hoja de Toma de Datos	31
4.	Características del fertilizante biogreen	31
5.	Herramientas usadas para la toma de datos	32

RESUMEN

El trabajo de investigación fue realizado en el Centro de Experimentación y Validación de Tecnología (CEVT), Finca Las Mercedes, UNA. El objetivo de este estudio fue comparar el efecto que tiene las diferentes fuentes de fertilizantes sintéticos y un orgánico sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz. Los tratamientos evaluados fueron fertilizante tradicional (12-30-10 y urea 46%), fertilizantes especiales (Fertimaíz y nitro xtend) y el orgánico (biogreen). Se estableció un arreglo unifactorial en diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y tres tratamientos. La dimensión total del ensayo fue de 410.8 m². Los datos fueron analizados con el programa Infos Stat versión 2009. El análisis de los resultados muestra que el tratamiento especial, presentó los mejores resultados mostrando diferencias significativas para las variables: altura de la planta (179.40 cm), diámetro del tallo (2.04 cm), número de hojas (12.15 cm), área foliar (646.58 cm), altura de espiga (47.73 cm) y altura de la base a mazorca (105.63 cm). El tratamiento orgánico mostró diferencias significativas únicamente para la variable altura de mazorca a espiga (75.10 cm). El mayor rendimiento obtenido lo presentó el fertilizante especial con 3 754.89 kg ha⁻¹, seguido del fertilizante tradicional con 3 955.08 kg ha⁻¹, y el fertilizante que presentó menores rendimientos fue el orgánico (Biogreen) con 3 544.92 kg ha⁻¹.

Palabras claves: Fertilización, tradicional, especial, rendimiento.

ABSTRACT

The research was carry out at the Center for Experimentation and Validation of Technology (CEVT), Finca Las Mercedes - UNA. The objective of this study was to compare the effect of the different sources of synthetic fertilizers and an organic one on the growth and yield of the maize crop. The evaluated treatments were traditional fertilizer (12-30-10 and urea 46%), special fertilizers (Fertimaiz and nitro xtend) and organic (biogreen). An unifactorial arrangement was establish in a randomized complete block design with four replicates and three treatments. The total dimension of the trial was 410.8 m². The data were analyze with the Infostat, version 2009. The analysis of the results shows that the special treatment showing the best results, giving significant differences for the variables: plant height (179.40 cm), stem diameter (2.04 cm), Number of leaves (12.15 cm), leaf area (646.58 cm), height spike (47.73 cm) and height of base to cob (105.63 cm). The organic treatment showed significant differences only for the height variable from ear to sprout (75.10 cm). The highest performance obtained was the special fertilizer with 3 754.89 kg ha⁻¹, followed by the traditional fertilizer with 3 955.08 kg ha⁻¹, and the organic fertilizer (Biogreen) with 3 544.92 kg ha⁻¹.

Keywords: Fertilization, traditional, special, yield.

I. INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las Poaceas, es el único cereal importante nativo del hemisferio occidental. Es originario de México, se extendió al norte hasta Canadá y al sur hasta Argentina, posteriormente al descubrimiento de América se distribuyó rápidamente en Europa, África y Asia. A nivel mundial este cereal representa el 5.4% del total de las fuentes alimenticias de la población humana y ocupa el tercer lugar después del trigo y el arroz (González, 2009).

La variedad mejorada Nutrinta amarillo es uno de los cultivos que está tomando mucha importancia en el país, esta variedad 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) y fue desarrollada por el Rubro Maíz del Proyecto de Investigación y Desarrollo del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (Espinoza, 2004).

Nutrinta-amarillo posee alta calidad en 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 2 910.7 a 3 880.9 kg ha⁻¹ (INTA, 2003).

La variedad Nutrinta es una variedad de polinización libre, de color amarillo, con alta calidad nutricional y de ciclo intermedio. Se creó en el año 2003 y fue desarrollada para ayudar a mejorar la nutrición de aves y cerdos de los agricultores (INTA, 2003).

Los fertilizantes sintéticos usados en la agricultura convencional aumentan el rendimiento de los cultivos por que satisfacen los requerimientos nutricionales de las plantas a corto plazo; sin embargo, los agricultores no prestan atención a la fertilidad del suelo a largo plazo e ignoran los procesos que la mantienen (Gliessman, 2002).

Los agricultores mencionan constantemente que el uso de fertilizantes minerales aumentan sus costos de producción y así cada día son más caros de obtener, aunque están conscientes del impacto directo que estos tienen sobre la productividad de los cultivos, más aún en aquellos suelos cuyas características sean deficientes (Larios y García, 1999), de ahí que la práctica general sobre la fertilización al suelo se ha concentrado en aplicar fertilizantes

sintéticos a base de nitrógeno, fósforo y potasio, marginando a los abonos orgánicos, que fueron la base y sustento de la agricultura por siglos (Arredondo, 1996).

Estudios realizados por Default et al., (2008), evaluando la fertilización orgánica y sintética sobre el rendimiento del cultivo del maíz, encontraron mayores rendimientos con el uso de fertilizantes sintéticos, sin embargo, estos autores recomiendan que es necesario aplicar fertilizantes orgánicos para mejorar las propiedades del suelo y aumentar el rendimiento de los cultivos.

El abono orgánico es proveniente de residuos de la degradación y mineralización de materiales animales o vegetales (estiércol, desechos de cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) Los abonos orgánicos actúan aumentando las condiciones nutritivas del suelo, pero también mejoran su condición física y biológica (Briceño, et al., 2002).

Biogreen es un abono orgánico, basado en estiércol puro de gallinas y enriquecido con ingredientes totalmente naturales, certificado por BIOLATINA, es elaborado bajo rigurosos procesos térmicos y de pulverización, de acuerdo a normas internacionales usadas en este tipo de productos, además brinda a los productores una nueva alternativa para producir alimentos inocuos que contribuyen con la prevención de enfermedades y deficiencias nutricionales (Sánchez, M.)* (Rodríguez y Vélchez ,2009).

*Entrevista gerente de ventas febrero 28, 2009

El estudio responde a la problemática del uso de fertilizantes tanto sintéticos como orgánicos que pueden responder a la productividad del cultivar maíz y definir el éxito o el fracaso en un ciclo productivo, y por lo tanto se requiere conocer la eficiencia de los fertilizantes que producen las diferentes empresas.

El propósito de este trabajo de investigación es generar información sobre los rendimientos obtenidos en el cultivo de maíz variedad Nutrinta amarillo con las formulaciones especiales (Fertimaiz + NitroXtend) en comparación a la fertilización tradicionalmente utilizada por el productor (completo 12-30-10 + urea 46%) y un fertilizante orgánico (biogreen).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- ❖ Evaluar el efecto de dos fórmulas de fertilizantes sintéticos y un orgánico sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz variedad Nutrinta Amarillo.

2.2 Objetivos Específicos

- ❖ Determinar el efecto de dos fórmulas de fertilizantes sintético (12-30-10+ urea 46%). Fertimaiz (14-23-7- 5.81S-0.7Zn) + NitroXtend (46-0-0) y un orgánico (Biogreen) sobre las variables de crecimiento del maíz Cultivar Nutrinta Amarillo.
- ❖ Evaluar el efecto de la fertilización sintética (12-30-10 + urea 46%), Fertimaiz (14-23-7- 5.81S-0.7Zn) + NitroXtend (46-0-0) y un orgánico (Biogreen) sobre los componentes del rendimiento de maíz Cultivar Nutrinta Amarillo.
- ❖ Evaluar la productividad y eficiencia agronómica de los tratamientos en estudio.
- ❖ Evaluar la rentabilidad económica de los tratamientos en estudio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del experimento

El trabajo en estudio se realizó en el Centro Experimental y Validación de Tecnología, 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. La temperatura promedio es de 32.7°C, con una precipitación de 1400-1450 mm anuales, humedad relativa de 72% y una velocidad máxima del viento de 7 m/s (INETER, 2016).

El ensayo se estableció en la época de postrera del 28 de octubre del año 2016 al 24 de febrero del 2017. Las evaluaciones se realizaron cada 7 días a partir del 05 de noviembre.

El suelo donde se realizó el experimento pertenece al orden de los inceptisoles, está clasificado como franco arcilloso y derivados de cenizas volcánicas. Pertenece a la serie Las Mercedes, taxonómicamente son suelos jóvenes pocos desarrollados que presentan capas endurecidas que conduce a lo que se traduce como perfiles con diferentes secuencias texturales. Estos suelos contienen un alto contenido de potasio. Las propiedades químicas del mismo se presentan en el cuadro 1 (Villanueva, 1990).

Cuadro 1. Propiedades químicas del suelo del área experimental

Análisis de suelo del campus Las Mercedes. Área vivero											
pH	M.O	N	P	K	CE	Ca	Mg	Na	CIC	Da	Prof.m
6.82	3.8	0.19	3.9	4.19	111	27.45	9.24	0.28	46.64	1.02	25
		%	ppm	Meq/100	μS/cm		Meq/100			g/cm ³	
	M	M	M	A			g				

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA.

A: Alto M: Medio B: Bajo.

3.2 Descripción del Diseño Experimental

El ensayo se estableció en un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro repeticiones y tres tratamientos, en un área de: 410.8 m², cada bloque tenía una dimensión de 83.20 m² y 25.6 m² en cada parcela (cuadro 2).

Cuadro 2. Dimensiones de parcelas, bloques y área total del ensayo

Descripción del experimento	Dimensiones	Área Total
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 estuvo conformada por un total de 12 subparcelas; los tratamientos estaban formados por cinco surcos de 8 metros de longitud, de los cuales 3 pertenecieron a la parcela útil.

Descripción de los tratamientos

El primer tratamiento (T₁) comprende el uso de fertilizantes tradicionales, es decir, se aplicaron los fertilizantes más comunes que utiliza el productor (12-30-10 y Urea 46%), el segundo tratamiento (T₂) corresponde al uso de fertilizante especiales llamado Fertimaiz (14-23-7+5.81S+0.7Zn) y NitroXtend (46-0-0), este último a diferencia de la Urea tradicional, se diferencia por ser un fertilizante nitrogenado estabilizado que permite la liberación del nitrógeno de forma paulatina y está por más tiempo disponible para la planta (DISAGRO, 2011) el tratamiento T₃ fue el fertilizante orgánico Biogreen, que consta de deyecciones de aves y cascarillas de arroz, comercializado por la empresa El Granjero. (Ver anexo).

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos en estudio en el cultivo de maíz, variedad Nutrinta Amarillo. Las Mercedes 2017

Tratamientos	Descripción	Fórmula	Dosis (kg ha) MDS	Dosis (kg/ ha) 30 DDS
T ₁	Fertilizante Tradicional	Completo 12-30-10 + Urea 46 %	281.25	140.63
T ₂	Fertilizante especial	Fertimaiz 14-23-7+5.81S+0.7Zn NitroXtend 46-0-0	281.25	140.63
T ₃	Biogreen	N _{1.65-2.01} , P _{2O5} 6.20-7.58, K _{2O} 2.26-2.76	3 195.31	

MDS: Momento de siembra; DDS: Días Después de Siembra

La dosis se determinó tomando en cuenta la demanda del cultivo y el contenido de nutrientes en el suelo para determinar las dosis a aplicar en cada tratamiento. (Ver anexo)

Descripción de la variedad

Para el establecimiento del ensayo experimental se utilizó la variedad de maíz Nutrinta amarillo mejorada. Nutrinta se puede sembrar desde los 200 a >1 000 m de altura, 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 < 22 hasta 29 °C y precipitaciones durante el ciclo biológico del cultivo de 1 000-1 800 mm (INTA, 2010).

Cuadro 4. Características Agronómicas del cultivo de maíz, Variedad Nutrinta Amarillo

Características Agronómicas	
Días a flor femenina	54 a 56
Altura de planta (cm)	220 a 230
Altura de inserción de mazorca (cm)	110 a 120
Textura de grano	Semi cristalino
Color de grano	Amarillo
Días a cosecha	110 a 115
Madurez	Intermedia
Rendimiento comercial (Kg/ha ⁻¹)	2,850 a 3,800
Ventajas sobresalientes	Alta calidad de proteína

Fuente: Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2004).

VARIABLES A EVALUAR

VARIABLES DE CRECIMIENTO

Altura de la planta (cm). A partir de los 7 hasta los 49 días después de la siembra se midió la altura de la planta desde el nivel de la superficie del suelo hasta la base de la yema apical mediante el uso de una cinta métrica en diez plantas al azar en intervalos de siete días.

Diámetro del tallo (mm): De los 7 hasta los 49 días después de la siembra, se registró con un vernier en el entrenudo de la parte media del tallo en diez plantas al azar a intervalos de siete días.

Número de hojas: Se contabilizaron las hojas a partir de los 7 hasta los 49 días después de la siembra en diez plantas seleccionadas al azar a intervalos de siete días.

Largo y ancho de la hoja (cm): A partir de los 7 hasta los 49 días después de la siembra se midió el largo desde la punta de la lámina hasta la lígula y el ancho de la hoja se midió en la parte central de la lámina en diez plantas a intervalos de siete días.

Área foliar (cm²): Se obtuvo a partir de la multiplicación del largo y ancho de la hoja y la constante 0.73 propuesta por (CIMMYT, 2008)

Altura al inicio de la espiga (cm): Se midió a los 70 días después de la siembra, desde el nivel de la superficie del suelo hasta la base de la espiga en diez plantas al azar a intervalos de siete días.

Longitud de la espiga (cm): Se midió desde la base de la espiga hasta el ápice de la misma a los 70 días después de la siembra en diez plantas al azar a intervalos de siete días.

Altura a la excursión de la primera mazorca (cm): Se midió a los 70 días después de la siembra, desde el nivel de la superficie del suelo hasta la inserción de la primera mazorca.

Número de mazorcas por planta: Se contabilizaron todas las mazorcas que se encontraron en diez plantas de manera visual a partir de los 70 días después de la siembra.

VARIABLES DE RENDIMIENTO

Longitud de la mazorca (cm): Se midió desde la base del pedúnculo hasta su ápice en diez mazorcas usando una cinta métrica.

Diámetro de la mazorca (mm): Se midió colocando el vernier en el centro de la mazorca en diez mazorcas.

Número de hileras por mazorca: Se registró el número de hileras presentes en diez mazorcas

Número de granos por hilera: Se contabilizaron el número de granos por mazorca, realizándose el conteo para diez muestras.

Número de granos totales por mazorca: Se contabilizó el número de granos totales por mazorca, realizado para diez muestras.

Peso de 1 000 semillas: Se pesaron 1 000 granos por cada tratamiento.

Rendimiento Kg ha⁻¹: Se pesó lo cosechado en cada parcela útil, luego se procedió a hacer una relación por área.

Análisis económico: Presupuesto parcial: A partir de este se obtienen los beneficios netos de cada tratamiento según el CIMMYT (2008).

Análisis estadístico: La evaluación estadística de los datos obtenidos de las variables se realizó por medio del análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias a través de la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5%. Haciendo uso del programa Info Stat versión 2009.

3.3 Manejo agronómico del cultivo

Preparación de suelo

La preparación del suelo se realizó el día veinte de octubre del 2016 y se realizó de forma mecanizada, esta consistió en la limpia del terreno, posteriormente un pase de arado y un pase de grada.

Siembra

La siembra se realizó manual después se efectuó el raleo dejando una distancia de siembra de 0.30 m entre planta y 0.80 m entre surco.

Fertilización

La fertilización se realizó sobre la base del análisis químico de suelo realizado en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria. Los cálculos se realizaron solamente para el elemento nitrógeno. Después de realizar los respectivos cálculos se pesaron las porciones necesarias de los fertilizantes para cada tratamiento. La fertilización se realizó al momento de la siembra y a los 15 y 30 días después de la misma.

Control de malezas

El manejo de maleza se realizó semanalmente de los 7 hasta los 70 días después de la siembra, de manera manual para llevar a cabo esta actividad se utilizó machete y azadón.

Manejo de plagas y enfermedades

Con respecto al manejo de insectos plagas y enfermedades, se realizó un monitoreo o registro semanalmente para identificar cuáles son las principales insectos y patógenos asociados a este cultivo, y de esta manera tomar algunas medidas de manejo, aplicando *Bacillus Thuringiensis* en dosis de 40 gr por bombada de 20 litros como preventivo y luego se realizó la aplicación del insecticida winner a razón de 10 ml/ha en 20 litros de agua.

3.4 Indicadores de eficiencia de uso de nutrientes

Estos indicadores se obtuvieron a partir del nitrógeno, debido a que la dosis usada en el cultivo es calculado basado en el nitrógeno.

Indicadores evaluados.

PPF: Productividad Parcial Del Factor

$$PPF = \frac{\text{Rendimiento Kg/ha}}{\text{cantidad de nutriente aplicado kg/ha}}$$

EA: Eficiencia Agronómica

$$EA = \frac{\text{Rendimiento con nutriente} - \text{Rendimiento sin nutriente}}{\text{cantidad de nutriente aplicado kg/ha}} \text{ Kg/ha}$$

Para los indicadores existe un rango a nivel de la región de Centroamérica y México: Para el indicador Productividad Parcial del Factor el rango en nitrógeno varía de 40-80. Para el indicador Eficiencia Agronómica el rango en nitrógeno varía de 10-30 (International Plant Nutrition Institute 2005).

3.5 Análisis económico de los tratamientos

El análisis económico se realizó según la metodología del análisis de presupuesto parcial propuesta por el CIMMYT (2008), considerando los siguientes parámetros.

3.5.1 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.

3.5.2 Costos fijos (CF)

Representa la sumatoria de los gastos monetarios en que se incurre, aunque no se produzca nada. Generalmente son las amortizaciones de las inversiones que no influyen en las variaciones del volumen de producción (a corto plazo).

3.5.3 Costo total (CT)

Es el sumatorio 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.

3.5.4 Beneficio bruto (BB)

El beneficio bruto de campo de cada tratamiento se calculó multiplicando el precio de campo por el rendimiento ajustado.

3.5.5 Beneficio neto (BN)

Se calculó restando el total de los costos que varían del beneficio bruto de campo, para cada tratamiento.

3.5.6 Análisis de dominancia

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).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables de crecimiento

4.1.1 Altura de la planta

La altura de la planta en maíz es una característica de gran importancia agronómica, ya que tiene influencia en los rendimientos (Pastora, 1996; Tapia, 1990). Esta es un parámetro importante, por ser un indicativo de la velocidad de crecimiento, la que está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la mazorca durante el llenado de grano. Además, está fuertemente influenciado por condiciones ambientales, como: temperatura, humedad, cantidad y calidad de la luz (Cuadra, 1988; Duncan, 1975). Citado por (Somarriba, 1998).

También es una característica varietal y ambiental resultado del número de nudos y longitud de los entrenudos, misma que se ve influenciada por el tipo de suelo y el manejo agronómico del cultivo (Reyes, 1990).

De acuerdo a la variable altura a los 7, 14, 21 y 35, días después de la siembra no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados (cuadro 5)

Sin embargo, se observa que a los 28, 42 y 49 días después de la siembra presenta diferencia significativa y la separación de medias por Duncan establece tres categorías, siendo el fertilizante especial (Fertimaiz + NitroXtend), el que presentó el mayor promedio de altura de planta, esto se le otorga a las características del fertilizante NitroXtend que reduce las pérdidas de nitrógeno por volatilización además tiene la función de inhibir la acción de la ureasa. (DISAGRO) No obstante en el periodo de los 56 a los 70 días después de la siembra no existe diferencia significativa en su crecimiento.

Los resultados encontrados en este estudio para la variable altura de planta (170.03 cm) son inferiores a los encontrados por Sobalvarro y Díaz (2016) quienes obtuvieron promedios máximos de 204.5 cm a los 67 días después de la siembra, en la misma variedad, pero bajo condiciones de riego por goteo.

Cuadro 5. Promedio de Altura de la planta en el cultivo de maíz, Variedad Nutrinta Amarillo en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua 2016

Tratamiento	Atura (cm)						
	7dds	14dds	21dds	28dds	35dds	42dds	49dds
Fertilización tradicional	2.74	10.85	20.68	31.83b	62.20	84.38b	125.58 b
Fertilización especial	3.28	11.25	22.00	37.85a	66.15	92.78a	132.38 a
Testigo	2.59	11.13	19.65	29.63c	54.80	73.83c	90.13c
CV (%)	14.70	7.20	8.65	6.43	12.40	9.96	9.35
p ≤ 0.05	N.S	N.S	N.S	0.0039	N.S	0.0490	0.0031

dds: Días después de la siembra

4.1.2 Diámetro del tallo

El diámetro del tallo es un parámetro importante en la evaluación del cultivo. Está relacionado con el rendimiento y el acame de las plantas, cuando éstas tienen un tallo de poco vigor. El diámetro, al igual que la altura, se ve influenciada por factores ambientales (Obando 1990; Cordon & Gaitán, 1993). Citado por (Somarriba 1998).

Según Zaharan y Garay, (1991), citados por Vázquez y Ruiz, (1993), el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo. La resistencia que presenta la planta de maíz al acame depende en gran medida del diámetro del tallo, lo que es afirmado por Torres (1993), considerando que el diámetro del tallo tiende a disminuir cuando se aumenta la densidad de siembra, debido a la competencia entre las plantas.

En el cuadro 6 se puede observar que a partir de los 7 a los 35 días después de la siembra, no hubo diferencia significativa, sin embargo a los 49 días después de la siembra muestra diferencia significativa, siendo el fertilizante especial (Fertimaiz+NitroXtend), el que presentó el mayor diámetro de la planta con un promedio de 2.04 cm, esto se debe a que el fertilizante NitroXtend, ejerce una función importante ya que según García (2007), el Nitrógeno es constituyente básico de importantes moléculas orgánicas, claves para el crecimiento y el desarrollo de los vegetales, tales como: Proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos, clorofila, aminos y fitohormonas.

Según el INTA (2001) afirma que la aplicación de nitrógeno es uno de los factores que influye en el diámetro de las plantas. Así mismo Arzola *et al.*, (1981), manifiesta que las altas dosis de nitrógeno influyen positivamente en el diámetro del tallo.

Estudios realizados por Aguilar y Matamoros en el 2015, encontraron diámetros de 2.09 cm, estos datos fueron similares a los encontrados en nuestro estudio (2.04).

Cuadro 6. Promedio de Diámetro del tallo de la planta en el cultivo de maíz, Variedad Nutrinta Amarillo en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua 2016

Diámetro del tallo (cm)						
Tratamiento	7dds	14dds	21dds	28dds	35dds	49dds
Fertilización tradicional	0.33	0.67	1.25	1.17	2.00	2.02 b
Fertilización especial	0.31	0.70	1.26	1.74	2.00	2.04 a
Testigo	0.31	0.68	1.06	1.13	2.00	1.66 c
CV (%)	7.33	12.88	15.35	21.75	0.59	3.14
p ≤ 0.05	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	0.0002

dds: Días después de la 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).

Todas las hojas de la planta se forman durante los primeros 30 a 37 días de edad y se desarrollan antes que otros órganos superficiales como el tallo, las hojas se diferencian por tamaño, color y pilosidad, su número está influenciado por la densidad poblacional. Además, esta variación se encuentra relacionada con la variedad, la edad y las condiciones ambientales como luz y humedad (Somarriba, 1998).

A partir de los 7 a los 35 días después de la siembra no existe diferencia significativa, no obstante, a los 42 días después de la siembra, el análisis muestra que existe diferencias

significativas donde la separación de medias por Duncan establece tres categorías siendo el tratamiento tradicional (12-30-10 + urea 46%), el que presentó mayor número hojas de las plantas con 11.40 hojas por planta (Cuadro 7).

Somarriba (1997), afirma que a medida que la planta crece puede perder de tres a cinco hojas debido a: engrosamiento del tallo; alargamiento de entrenudos y a enfermedades foliares.

Los resultados encontrados en esta investigación son superiores (12.10), al compararlo con el estudio realizado por Sobalvarro y Díaz en el 2016, obtuvieron promedio de número de hojas de 12.2 por planta a los 49 días después de la siembra. 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. Promedio de Número de hojas por planta en el cultivo de maíz, Variedad Nutrinta Amarillo en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua, 2016

Tratamiento	Número de Hojas						
	7dds	14dds	21dds	28dds	35dds	42dds	49dds
Fertilización tradicional	2.83	6.50	7.78	9.55	9.75	11.40 a	12.10
Fertilización especial	2.98	6.10	7.60	9.25	9.65	11.08 b	12.00
Testigo	2.95	6.03	7.40	8.30	9.10	10.33 c	11.63
CV (%)	3.08	6.57	6.17	7.28	5.42	4.17	7.80
p ≤ 0.05	N.S	N.S	N.S	N.S	N.S	0.0390	N.S

dds: Días después de la siembra

4.1.4 Área foliar

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).

Con respecto a la variable área foliar, a los 7, 21, 35 días después de la siembra no existe diferencia significativa (cuadro 8).

A los 14, 28, 42 y 49 días después de la siembra existe diferencia significativa, siendo el tratamiento especial (Fertimaiz + NitroXtend) el que presentó la mayor área foliar en estas cuatro momentos de muestreo. Vázquez (1999), afirma que el área foliar es un parámetro de gran importancia en la evaluación de crecimiento de las plantas, de allí la correcta interpretación en los procesos y desarrollo del cultivo como es la captación de la radiación fotosintética, la cual permite la translocación de foto asimilados al grano.

Los resultados encontrados en este estudio (587.61 cm) son inferiores a los encontrados por Sobalvarro y Díaz (2016) los cuales obtuvieron promedios máximos de 647.89 cm a los 49 días después de la siembra.

Cuadro 8. Promedio de Área Foliar en el cultivo de maíz, Variedad Nutrinta Amarillo en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua, 2016

Área Foliar (cm ²)							
Tratamiento	7dds	14dds	21dds	28dds	35dds	42dds	49dds
Fertilización tradicional	68.60	158.56 b	258.47	541.05b	503.05	623.62b	512.70 c
Fertilización especial	81.33	188.88 ^a	288.20	572.52a	646.58	630.11a	587.61a
Testigo	74.86	137.61c	236.17	472.37c	466.92	468.76c	550.92 b
CV (%)	13.61	14.04	13.26	6.72	33.21	8.73	5.58
p ≤ 0.05	N.S	0.0498	N.S	0.0187	N.S	0.0062	0.0376

dds: Días después de la siembra.

4.1.5 Altura de la Espiga

Cantarero y Martínez (2002), sugieren que la inserción de la espiga es de gran importancia al momento de seleccionar una variedad para la producción de grano, no existe una altura definida para dicho valor, además a mayor altura tendrá más hojas que lo provea de nutrientes y por ende mayor rendimiento del cultivo.

En el cuadro 9 se observa que para la variable altura de la espiga, el ANDEVA mostró que existe diferencias estadísticas en los tratamientos, se puede apreciar que el tratamiento especial fue el que obtuvo mayor altura de la espiga (47.73 cm), a los 70 días después de la siembra, este promedio es inferior con los resultados obtenidos por Sobalvarro y Díaz (2016) en el cual encontraron diferencias significativas, ubicando a NitroXtend y Fertimaiz con promedios de (60.88 cm). El tratamiento especial está compuesto por Fertimaiz y

NitroXtend, y según la empresa DISAGRO (2011), Fertimaiz es un fertilizante que además de incorporar los elementos necesarios (Nitrógeno, Fosforo y Potasio) esta fórmula contiene además Zinc, azufre, y Magnesio elementos esenciales que garantizan muchos de los procesos fisiológicos de la planta, además NitroXtend que reduce las pérdidas de Nitrógeno por volatilización, Gaspar y Tejerina (s,f), señalan que el fosforo junto con el zinc son los promotores de raíces, quienes son, en definitiva los que regulan la cantidad y calidad de la floración y por ende mayor producción de granos.

Cuadro 9. Promedio de Altura de la Espiga en el cultivo de maíz, Variedad Nutrinta Amarillo, Las Mercedes, Managua 2016

Altura de la Espiga(cm)	
Tratamiento	70 dds
Fertilización tradicional	39.90 c
Fertilización especial	47.73 a
Testigo	44.70 b
CV (%)	3.45
p ≤ 0.05	0.0010

dds: Días después de la siembra

4.1.6 Altura de la base a la mazorca y de la mazorca a la espiga

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.

Según el ANDEVA no hubo diferencia significativa para la variable altura de la base a la mazorca y altura de mazorca a espiga (cuadro 10).

Cuadro 10. Promedio de Altura de Inserción de mazorca en el cultivo de maíz, Variedad Nutrinta Amarillo, Las Mercedes, Managua 2016

Descripción	Altura de la base a la mazorca	Altura de mazorca a Espiga
Tratamiento	70 dds	70 dds
Fertilización tradicional	101.30	70.88
Fertilización especial	105.63	72.85
Testigo	103.30	75.10
CV (%)	8.17	4.76
p ≤ 0.05	N.S	N.S

dds: Días después de la siembra

4.2 Variables de rendimiento

4.2.1 Componentes de rendimiento

El rendimiento de maíz está asociado al número y tamaño de mazorcas por planta. Generalmente, una o más de las mazorcas que la planta de maíz desarrolla llegan a ser normales (funcionales) y el resto perecen durante el crecimiento y desarrollo de la planta. Tales aspectos son función de la variedad o del híbrido, condiciones del cultivo y características ambientales (Peña y Rojas, sf)

En el cuadro 11, se muestran los componentes de rendimiento: longitud de mazorca, número de hileras por mazorca, número granos por hilera, número de granos por mazorca los resultados revelaron que no existen diferencias estadísticas significativas. Existiendo diferencia significativa únicamente para el componente peso de 1000 semillas, siendo el tratamiento especial el que presentó el mayor peso.

El rendimiento es la variable principal en cualquier cultivo y determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes, este componente está relacionado también 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).

En el análisis estadístico realizado para la variable rendimiento, no presentó diferencias significativas.

Biogreen es el abono orgánico edáfico, que desarrolla técnicas amigables con el medio ambiente, además brinda a los productores una nueva alternativa para producir alimentos inocuos que contribuyen con la prevención de enfermedades y deficiencias nutricionales (Sánchez, M.)* (Rodríguez y Vélchez ,2009).

Cuadro 11. Promedio de los componentes de rendimiento en el cultivo de maíz, Variedad Nutrinta Amarillo, Las Mercedes, Managua 2016

Tratamiento	Longitud Mzca(cm)	NH	NGH	NG	PMS (g)	Rendimiento Kg/ha
Fertilización Tradicional	14.41	14.40	26.79	383.20	293.1	3754.89
Fertilización Especial	13.81	14.33	26.71	375.63	340.7	3955.89
Testigo	12.22	14.38	23.78	320.88	238.6	3544.92
CV (%)	10.46	5.52	14.49	13.55	10.50	29.95
p ≤ 0.05	N.S	N.S	N.S	N.S	0.0413	NS

Longitud Mzca: longitud de mazorca

NG: Número de granos por mazorca

NH: Numero de hileras por mazorca

PMS: Peso de mil semillas

NGH: Numero de granos por hilera

4.3 Determinación de dos Indicadores de eficiencia de uso de nutrientes

Diferencia en rendimiento de cultivo toma de nutrientes entre parcelas fertilizadas y parcelas no fertilizadas (método de diferencia), simple, eficiente y adecuado para investigación en fincas (International Plant Nutrition Institute 2013).

4.3.1 Indicadores evaluados

La mayoría de los compuestos presentes en las células vegetales contienen nitrógeno, tales como: aminoácidos, nucleósidos fosfatos, componentes de fosfolípidos, clorofila. Solamente el oxígeno, carbono, y el hidrógeno son elementos más abundantes en las plantas que el nitrógeno. La mayoría de los ecosistemas naturales y agrícolas, al ser fertilizados con nitrógeno inorgánico, muestran importantes incrementos en la productividad, poniendo en evidencia la importancia de este elemento (Pereyra, 2011).

La Productividad parcial del factor y Eficiencia agronómica da 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 (PPF)

La productividad parcial del factor nos indica que tan productivo es el sistema de producción considerado en relación con la cantidad de nutriente aplicado. (Celaya, 2009 citado por International Plant Nutrition Institute 2013) según los resultados obtenidos los valores se encuentran menores a las referencias (40 a 80 kg maíz/kg N), por tanto la productividad en las dos estrategias de fertilización fue baja, a diferencia del fertilización orgánica (Biogreen) que está dentro del rango de la productividad por lo que se podría decir que el sistema de manejo de la aplicación de abono orgánico resultó ser más productivo, esto se debe a que los fertilizantes orgánicos a lo largo de un tiempo determinado mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

- Productividad Parcial del Factor, Tratamiento 1: Fertilizante tradicional (completo 12-30-10 + Urea 46%)

$$PPFT_1N = \frac{3754.89 \text{ Kgmaiz/ha}}{98.44 \text{ KgN/ha}} = 38.14 \text{ Kgmaiz/kgN}$$

- Productividad Parcial del Factor, Tratamiento 2: Fertilizante especial (Fertimaiz 14-23-7+5.81S+ 0.7Zn NitroXtend 46-0-0)

$$PPFT_2N = \frac{3955.08 \text{ Kgmaiz/ha}}{104.07 \text{ KgN/ha}} = 38.00 \text{ Kgmaiz/kgN}$$

- Productividad Parcial del Factor, Tratamiento 3: Biogreen (N_{1.65-2.01}, P_{2O₅} 6.20-7.58, K_{2O} 2.26-2.76.)

$$PPFT_3N = \frac{3544.92 \text{ Kgmaiz/ha}}{64.23 \text{ KgN/ha}} = 55.19 \text{ Kgmaiz/kgN}$$

4.3.3 Eficiencia agronómica (EA)

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 la variedad Nutrinta amarillo se encuentra en el rango óptimo (10-30 kgmaiz/kgN), asegurando que, si hubo una ganancia adecuada en productividad por el uso del nitrógeno y su disponibilidad para la planta, ya que las fertilizaciones sintéticas están dentro del rango establecido y la fertilización orgánica está por encima de este rango.

Se hace la salvedad que para el cálculo de eficiencia agronómica y Productividad parcial del factor se tomó como referencia el historial de producción de las parcelas que no han sido fertilizadas denominándose como testigo en los experimentos realizados y que han registrado un rendimiento de 1 493.37 kg maíz/ha encontrado por Sobalvarro y Díaz (2016). Cabe señalar que estas parcelas se han mantenido fijas en el tiempo en lo relacionado a la estrategia de fertilización y el cultivo de maíz variedad Nutrinta amarillo por lo que se consideró calcular estos dos factores para medir la productividad del sistema y eficiencia de las aplicaciones de las fuentes de fertilizantes nitrogenadas.

- Eficiencia Agronómica, Tratamiento 1: Fertilizante tradicional (completo 12-30-10 + Urea 46%)

$$EAT_{1N} = \frac{3754.89 \text{kgm/ha} - 1493.37 \text{kgmaiz/ha}}{98.44 \text{kgN/ha}} = 22 \text{ kgmaiz/kgN}$$

- Eficiencia Agronómica, Tratamiento 2: Fertilizante especial (Fertimaiz 14-23-7+5.81S+ 0.7Zn NitroXtend 46-0-0)

$$EAT_{2N} = \frac{3955.08 \text{kgm/ha} - 1493.37 \text{kgmaiz/ha}}{104.07 \text{kgN/ha}} = 23.65 \text{ kgmaiz/kgN}$$

- Eficiencia Agronómica, Tratamiento 3: Biogreen (N_{1.65-2.01}, P_{2O₅ 6.20-7.58}, K_{2O 2.26-2.76}.)

$$EAT_{3N} = \frac{3544.92 \text{kgm/ha} - 1493.37 \text{kgmaiz/ha}}{64.23 \text{kgN/ha}} = 31.94 \text{ kgmaiz/kgN}$$

Según los resultados obtenidos para el tratamiento especial se encuentran en primer lugar, seguido del tradicional encontrándose en un rango óptimo. Sin embargo, los resultados obtenidos para el tratamiento 3, se observa que está por encima de los datos permitidos, esto se debe a la acumulación de materia orgánica mejorando las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo a través del tiempo.

4.4 Análisis económico de los tratamientos evaluados

4.4.1 Análisis de presupuesto parcial

Los costos variables totales en el estudio se determinaron con los costos del 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 se cotizaba a C\$ 600 precios de campo, al valor obtenido se le restó el total de los costos que varían para obtener el beneficio neto (ver cuadro 12).

Cuadro 12. Análisis de presupuesto parcial

Indicadores	T1	T2	T3
	(Tradicional)	(Especial)	(Orgánico)
Rendimiento medio (kg ha-1)	3 754.89	3 955.08	3 544.92
Ajuste al 10%	375.48	395.50	354.49
Rendimiento ajustado	3 379.40	3 559.57	3 190.43
Beneficio bruto de campo C\$ ha-1	44 608.08	46, 986.32	42, 113.67
Preparación de tierra	2 400	2 400	2 400
Costo de la semilla	486.8	486.8	486.8
Costo de fertilizantes y pesticidas C\$ ha-1	9780	5753.22	16640
Costo de aplicación (MO) C\$ ha-1	1 800	1 800	1800
Costo de limpieza (maleza) C\$ ha-1	2 000	2 000	2 000
Cosecha	1 200	1 200	1 200
Costos variables totales C\$	17 766.8	13 640.02	24 526.80
Beneficio neto	26 841.28	33 346.30	17 586.87

MO: mano de obra

En el análisis de presupuesto parcial (ver cuadro anterior) se observa que los mejores resultados estuvieron en primer lugar para el tratamiento Fertimaiz y NitroXtend 13 640.02 C\$ ha⁻¹ con bajos costos variables y alto beneficio neto de 33 346.30 C\$ ha⁻¹, esto significa que el costo de producción es bajo en comparación al tratamiento tradicional.

En el cuadro anterior se puede percibir que el tratamiento orgánico es el que tiene más costos variables, sin embargo, no significa que la tecnología deba descartarse, dado que a través del tiempo los fertilizantes orgánicos llegan a estabilizar las propiedades del suelo.

4.4.2 Análisis de dominancia

El objetivo del análisis económico es determinar, cuáles de los tratamientos han sido dominados y cuáles no.

Cuadro 13. Análisis de dominancia

Tratamientos	Costos Variables (C\$)	Beneficios netos (C\$)	Dominancia
Especial	13 640.02	33 346.30	ND
Tradicional	17 766.8	26 841.28	D

ND: No hay dominancia D: Dominancia

En el análisis de dominancia aplicado al tratamiento 1 y 2, muestra que el tratamiento tradicional es dominado por el especial al presentar costos variables bajos y mayores beneficios, el tratamiento orgánico no es representado en esta tabla debido a que se muestran pérdidas en el beneficio neto.

Según CYMMIT (2008) para la realización de una tasa de retorno marginal se debe tener de dos a más tratamientos no dominados es por ello que no se representa.

V. CONCLUSIONES

Las variables en estudios: Altura de la planta (179.40), diámetro de tallo (2.04), número de hojas (12.15), área foliar (646.58), altura de la espiga (47.73) y altura de inserción de la espiga: altura de la base a la mazorca (105.63), mostraron los mayores promedios al fertilizar el cultivo de maíz Nutrinta amarillo con el fertilizante especial (Fertimaíz y NitroXtend).

Para la variable altura de mazorca a espiga (75.10) los resultados mostraron mayor promedio para el fertilizante orgánico (Biogreen).

El mayor rendimiento obtenido lo presentó el fertilizante especial con 3 955.08 kg ha⁻¹ seguido del fertilizante tradicional con, 3 754.89 kg ha⁻¹, y el fertilizante que presentó menores rendimientos fue el orgánico (Biogreen) con 3 544.92 kg ha⁻¹.

El análisis de presupuesto parcial reveló que los costos variables del fertilizante especial (C\$ 13 640.02) son menores con respecto al fertilizante tradicional, al igual que el beneficio neto (C\$ 33 346.30) es mayor en comparación cuando se hace uso de NitroXtend y Fertimaiz.

Para la productividad parcial del factor teniendo un rango de (40 a 80 kg maíz/kg N) obtuvimos que para la fertilización orgánica fue la que estuvo dentro del rango de productividad con (55.19 kg maíz/kg N).

En la eficiencia agronómica según los resultados obtenido, para el tratamiento especial se encuentran en primer lugar, (23.65 kg maíz/kgN) seguido del tradicional encontrándose en un rango óptimo, (22kgmaiz/kgN). Sin embargo, los resultados obtenidos para el tratamiento organico, (31.94kgmaíz/kgN) se observó que está por encima de los datos permitidos.

VI. LITERATURA CITADA

- Arredondo V., C. 1996. Aplicación de estiércol bovino como complemento a la fertilización química del maíz de temporal. In: Memorias del XXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Obregón, Sonora, MX. p. 194
- Briceño J.; Chaverri F.; Alvarado G.; Gadea A. (2002) *Materia Orgánica: características y uso de insumos orgánicos en el suelo de Costa Rica* (1ra Edición Heredia CR).
- Cantarero Herrera, RJ.; Martínez Torres.; OA. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno, y un estiércol mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays*L.). Variedad NB-6. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Facultad de agronomía. Managua, NI. 62 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, 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>
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo).1985. Guía de descriptores para caracterizar maíz. México D.F. 31 p.
- CORDÓN, E. P.; GAITÁN, L. E. (1993). Efectos de rotación de cultivos y métodos de control de malezas sobre la cenosis de malezas y el crecimiento desarrollo rendimiento en los cultivos maíz (*Zea mays* L.) Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moech.) y pepino (*Cucumissativus* L). Tesis Ing. Agr. Managua, UNA.
- CUADRA, M.R. (1988). Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Variedad NB-6. Tesis Ing. Agr. Managua, Nic. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias.
- Default, R; Hester, A; Ward, B. 2008. Influence of Organic and Synthetic Fertility on Nitrate Runoff and Leaching, Soil Fertility, and Sweet Corn Yield and Quality. Taylor

- &Francis. (En línea). Disponible en <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00103620802073941#preview>
- DUNCAN, W. G. (1975). Maize crop physiology. Cambridge University. Press; Great Britain. pp. 23-50.
- DISAGRO.; 2011. Mayor aprovechamiento del Nitrógeno. Puebla. Mayo, 2011. Unión Nacional de Cañeros (en línea). puebla. MX. Disponible en:http://www.caneros.org.mx/site_caneros/descargas/pleno_puebla/04_NITRO_XTE_ND_PUEBLA_MAYO2011.pdf
- Fuentes & Yague, J. L. 1998. Botánica agrícola.45 pag.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, IT). 2001. Maíz en los trópicos. Departamento de agricultura (en línea). Disponible: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/X7650S00.HTM>
- Gaspar, L. Tejerina, W.; sf. Fertilización del cultivo de maíz (en línea). Argentina, AR. Disponible en: <http://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20%20Fertilizacion%20de%20Maiz.pdf>
- García Centeno, L. 2007. Texto básico: Fertilidad de suelo y fertilización de cultivos. Managua, NI. UNA (Universidad Nacional Agraria). 206 p.
- Gliessman, SR. 2002. Agroecología procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba,CR. CATIE. 4 p.
- González Alquizone, U. 2009. El maíz y su conservación. Trillas. México, D.F. 399 p.
- INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA (INTA). 2001. Programa Nacional de Maíz (*Zea mays*L.) proyecto de investigación y desarrollo.11p.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2003. Nutrinta Amarillo, Managua, NI.
- InfoStat, 2008. InfoStat, Version 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.334p.
- INTA. (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2004 Variedad mejorada nutrinta amarillo maíz de alta calidad de proteína 3 p Disponible en: http://www.funica.org.ni/docs/gran_basic_33.pdf

- IPNI (International Plant Nutrition Institute). 2005. Conozca y resuelva los problemas del maíz. (En línea). disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/\\$webindex/article=85FA0405052570C8004DEFDFA79AD75D](http://www.ipni.net/ppiweb/ltamn.nsf/$webindex/article=85FA0405052570C8004DEFDFA79AD75D).
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI). 2010. Guía Tecnológica: Cultivo del Maíz. (en línea). 2 ed. Managua, NI. Disponible en <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20MAIZ%202010%20DA%20EDICION.pdf>
- INETER, 2016. Instituto nicaragüense de estudios territoriales. Dirección general de meteorología .Resumen meteorológico diario del 2016. Managua, NI.
- Jugenheimer, RW.1981. Maíz variedad mejorada. Métodos de cultivo y producción de semilla. México D.F. Editorial Limusa .841p.
- Larios, R. C. y García, C. M. 1999. Evaluación de tres dosis de gallinaza, compost y un fertilizante mineral en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis UNA. Managua, NI. 92 p.
- MIFIC (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, NI). 2007. Maíz blanco: Nicaragua (en línea). Managua. NI. 24 p. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/NE71N583m.pdf>
- OBANDO, J. A. (1990). Efecto del cultivo antecedente y de los métodos de control de malezas sobre la cenosis de maleza y el crecimiento del maíz (*Zea mays*L.). Tesis Ing. Agr. Managua, Nic. Universidad Nacional Agraria.
- Pereyra, C.2001. Asimilación de Nitrógeno en plantas (en línea).AR. Argentina. Disponible en: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Asimilacion%20del%20nitrogeno.pdf>
- PASTORA, R. (1996). Evaluación de arreglos de siembra de frijol común (*Phaseolus vulgaris*L.) y maíz (*Zea mays*L.) en asocio y monocultivos, sobre la cenosis, crecimiento y rendimiento de los cultivos y uso equivalente de la tierra. Tesis Ing. Agr. Managua, Nic. Universidad Nacional Agraria.
- REYES C., P. 1990. El maíz y su cultivo. AGT. Editorial México. Tercera Edición. México D.F. p 320-350.
- Robles Sánchez, R 1990. Producción de granos y forrajes. Quinta edición EditoriaLimusa México 600p.

- SOMARRIBA R, C. 1997. Conferencias sobre granos básicos. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 140 p.
- 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. UNA-Managua, Nicaragua.
- TORRES M., C. 1993. Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno y densidades sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del Maíz (*Zea mays*L.). Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNA-Managua, Nicaragua 30p.
- TAPIA, D. (1990). Influencia de la labranza y la fertilización sobre los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing. Agr. Managua, Nic. Universidad Nacional Agraria.
- Vásquez, H, V. 1999. Índice de área foliar, acumulación de materia seca y rendimiento de granos de maíz bajo tres condiciones de agua en el suelo. Trabajo de diploma. Coahuila, exico.53p.
- ZAHARAN, S.; GARAY, J. (1991). Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamiento y momentos de la aplicación del maíz (*Zea mays* L.) Var. NB-6, Tesis Ing. Agr. Managua, Nic. Universidad Nacional Agraria. 32 p.
- ARZOLA P., N; FUNDORA H., O. y MACHADO A., J. 1981. Suelo, planta y abonado. Editorial Pueblo Educación. La Habana Cuba. 461p.
- Villanueva Zacula, E.1990.Los suelos de la finca las Mercedes y las propiedades más relevantes para planear su uso y manejo. Tesis Ing. Agr. Managua, NI. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias .88p.
- VÁSQUEZ G., J. y RUIZ G., O. M. 1993. Influencia de cultivos antecesores y métodos de control de malezas sobre la cenosis de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays*L.), Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.), Moench) y Pepino (*Cucumis sativus*L.). Tesis. UNA Managua-Nicaragua. P 75.
- Barahona, O. & Gago, H. F. 1996. Evaluación de diferentes prácticas culturales en Soya (*Glycine max*L. Merr.) y ajonjolí (*Sesamum indicum*L.) y su efecto sobre la cenosis de las malezas. Universidad Nacional Agraria. Trabajo de tesis. 69 p.
- 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.

Jiménez Martínez, E. 2009. Entomología. Managua, NI. UNA (Universidad Nacional Agraria, NI). 111 p.

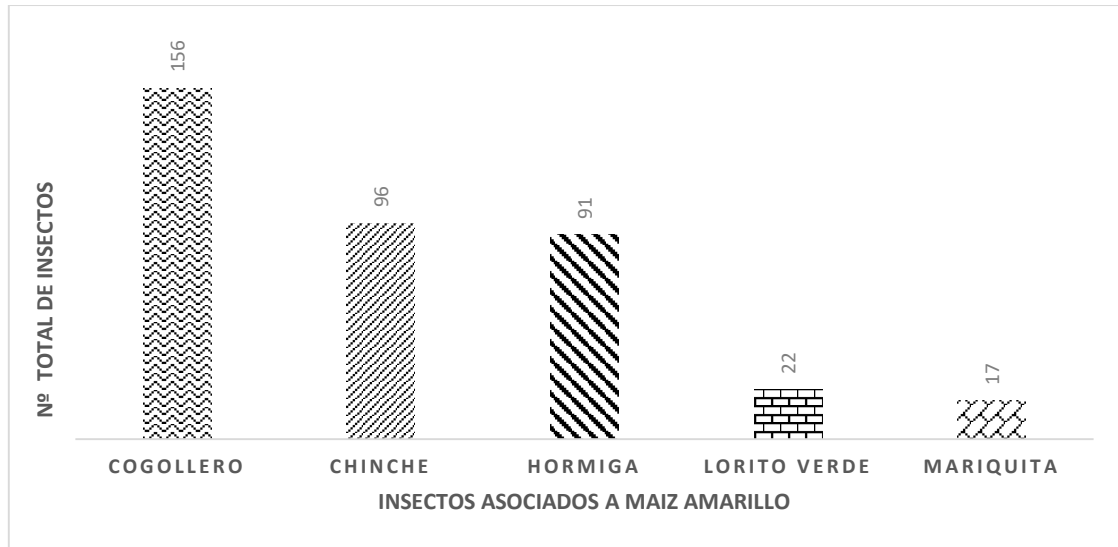
Jiménez Martínez, E; Rodríguez Flores, O. 2014. Insectos: Plagas de cultivos en Nicaragua (en línea). Managua. NI. 218 p. Disponible en <http://cenida.una.edu.ni/Textos/NH10J61ip.pdf>

Sobalvarro, Y; Díaz, E.2016. Comparación de dos fórmulas comerciales en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Cultivar Nutrinta amarillo, centro de experimentación y validación de tecnología las Mercedes. Tesis Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 31 p.

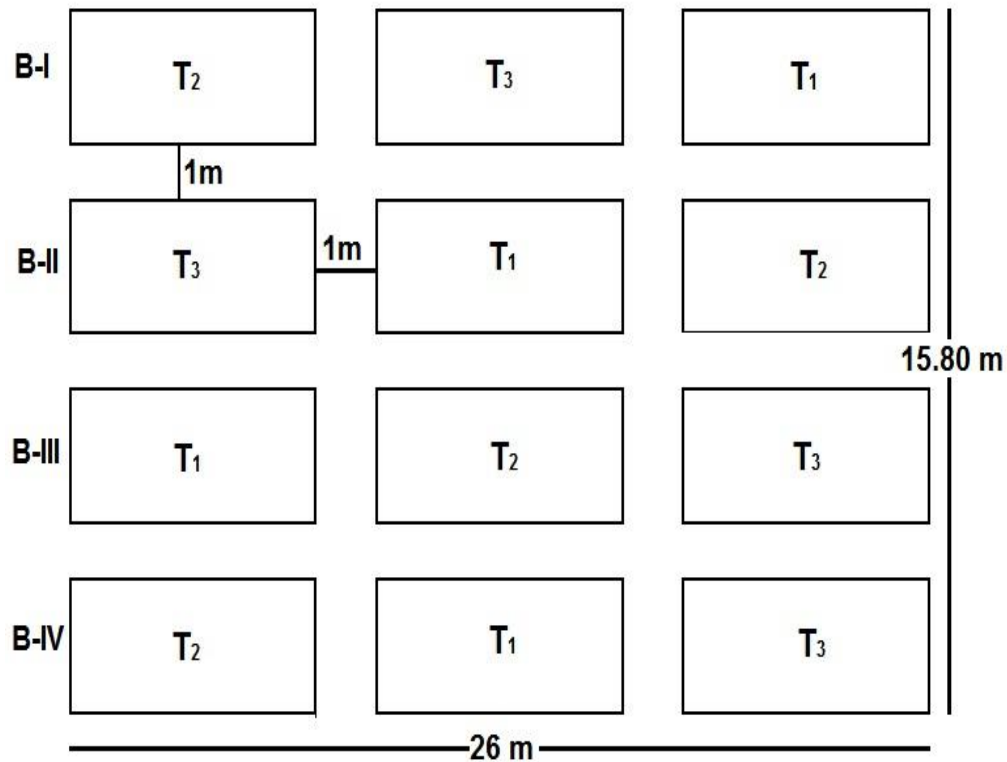
El observador económico. Disponible en <http://www.elobservadoreconomico.com/articulo/238>

VII. ANEXOS

Anexo 1. Porcentaje de insectos plagas y benéficos en cultivo de maíz Nutrinta Amarillo Las Mercedes, Managua 2016



Anexo 2. Diseño de la parcela experimental



Anexo 3. Hoja de toma de datos

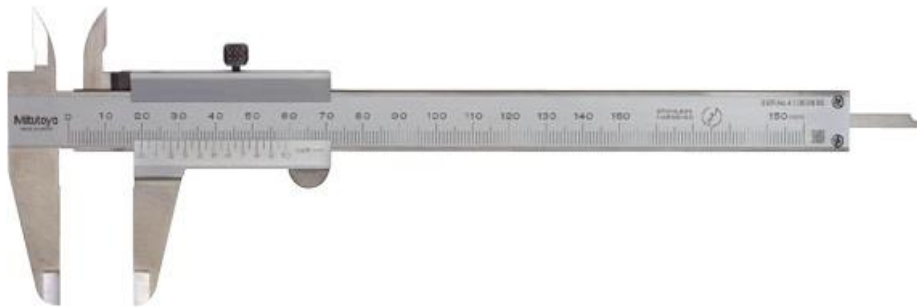
BLOQUE I																		
T ₂						T ₃						T ₁						
N° Planta	Altura (cm)	Diametro (mm)	Hoja			N° Planta	Altura (cm)	Diametro (mm)	Hoja			N° Planta	Altura (cm)	Diametro (mm)	Hoja			
			Numero	Largo (cm)	Ancho (cm)				Numero	Largo (cm)	Ancho (cm)				Numero	Largo (cm)	Ancho (cm)	
1						1						1						
2						2						2						
3						3						3						
4						4						4						
5						5						5						
6						6						6						
7						7						7						
8						8						8						
9						9						9						
10						10						10						
Total																		
Media																		

Anexo 4. Características del fertilizante biogreen

Características del Fertilizante Orgánico BioGreen	
Mejora las características físicas del suelo.	En los suelos arenosos la materia orgánica mejora su textura e incrementa la capacidad de almacenamiento de agua, aspecto muy importante en zonas donde el agua es escasa y cara.
Mejora las características químicas del suelo.	Posee una composición completa de nutrientes. Por ello, al descomponerse liberan no sólo nitrógeno, fósforo y potasio sino muchos otros nutrientes como el calcio, magnesio, azufre, y Micronutrientes.
Mejora las características biológicas del suelo.	Probablemente uno de los mayores beneficios de la materia orgánica, lamentablemente poco estudiado a pesar de su importancia, es que gracias a este componente, el suelo desarrolla gran actividad biológica al fomentarse la aparición de organismos y microorganismos benéficos como las lombrices de tierra, bacterias fijadoras de nitrógeno, controladores de plagas, etc.

Anexo 5. Herramientas a usar para la toma de datos

Vernier



Cinta métrica

