



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Trabajo de Graduación

Comparación de dos fertilizantes sintéticos versus un orgánico en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), Variedad Nutrinta Amarillo, Centro Experimental las Mercedes, 2015.

AUTORES

Br Carlos José Gutiérrez Matamoros

Br Ricardo Eliezer Bolaños Aguilar

ASESORES:

Ing. Miguel Jerónimo Ríos

MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez

Managua, Nicaragua, Julio 2016



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Trabajo de Graduación

Comparación de dos fertilizantes sintéticos versus un orgánico en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), Variedad Nutrinta Amarillo, Centro Experimental las Mercedes, 2015

AUTORES

Br Carlos José Gutiérrez Matamoros

Br Ricardo Eliezer Bolaños Aguilar

ASESORES:

Ing. Miguel Jerónimo Ríos

MSc. Jorge Antonio Gómez Martínez

Presentado a la consideración del honorable tribunal
examinador, Para Optar al título de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua, Julio 2015

CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	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	4
3.2. Diseño metodológico	5
3.2.1. Descripción del diseño experimental	5
3.2.2. Descripción de los tratamientos	5
3.3. Variables evaluadas	7
3.3.1. Variables de crecimiento	7
3.3.2. Variables de Rendimiento	8
3.4. Análisis estadístico	8
3.5. Manejo agronómico	9
3.5.1. Preparación de suelo	9
3.5.2. Siembra	9
3.5.3. Fertilización	9
3.5.4. Control de malezas	9
3.6. Indicadores de eficiencia de uso de nutrientes	9
3.6.1. PPF: Productividad Parcial Del Factor	9

3.6.2. EA: Eficiencia Agronómica	9
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	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. Numero de hojas	13
4.1.4. Área foliar	14
4.1.5. Altura de Inserción de la espiga (Mazorca)	15
4.1.6. Altura de la inserción de la panoja	16
4.1.7. Altura de la panoja	17
4.2. Variables de rendimiento	18
4.2.1. Componentes de rendimiento	18
4.2.2. Rendimiento	19
4.3. Determinación de dos Indicadores de eficiencia de uso de nutrientes	20
4.3.1. Indicadores evaluados	20
4.3.1.1. Productividad parcial del factor	21
4.3.1.2. Eficiencia agronómica	21
4.4. Análisis económico de los tratamientos evaluados	22
4.4.1. Análisis de presupuesto parcial	22
4.4.2. Análisis de dominancia	24
V. CONCLUSIONES	25
VI. BIBLIOGRAFÍA	26
VII. ANEXOS	30

DEDICATORIA

A mi Padre Celestial quien es la fuente de toda la fuerza y sabiduría, que me ha dado el conocimiento para que pueda salir y poder culminar mis estudios, todo se lo debo a él, porque sin Dios nada podemos hacer.

Con amor y un gran agradecimiento a mis padres *Miriam Aguilar Carrasco* y *Ricardo Bolaños Pérez*, por estar presente en todo momento cuando los necesite, apoyándome de manera incondicional, aconsejándome para ser una persona de bien, sin ellos no podría haber alcanzado mi meta. Gracias por todo lo que me han dado.

A mi tía *Janeth Aguilar Carrasco*, quien fue una segunda madre para mí, brindándome su apoyo incondicional, sin su ayuda, sueños no hubiese sido posible.

Mis amigos *José Joaquín*, *Cesar Chávez*, *Junior Rojas*, *Erick Velásquez* y *Néstor Cajina* quienes siempre estuvieron brindando su apoyo, desde que empezamos la carrera y mucho más cuando estaba realizando mi trabajo de investigación , gracias.

Gracias.

Br. Ricardo Eliezer Bolaños Aguilar

DEDICATORIA

Al pilar fundamental mi Señor Jesucristo, por toda la vida, fuerza, Fe y fortaleza que durante toda la carrera me ha dado. Infinitas gracias por su misericordia y amor. A la virgen María intercesora de todos nosotros.

A mis padres *Yolanda Matamoros Laguna* y *Carlos Gutiérrez Torres*, a mis hermanos *JASOARA* y *DARWIN*, que estuvieron presente en todo momento apoyándome y aconsejándome, en momentos que sentí flaquear y que gracias a ustedes logre alcanzar mi meta que es un triunfo más de ustedes que mío.

A mi madrina *Franca* por su apoyo, gracias por su fraterna ayuda.

A todas aquellas personas que me apoyaron durante el transcurso de la carrera, *Toño*, *Luis Hernández*, a dos personas que me dieron aliento para seguir adelante *Karla Calero Miranda* una excelente persona, gran amiga y para mí una grandiosa tía y por ultimo pero no menos importante *Dora Laguna* por los consejos y regaños que fueron de gran ayuda, a todos ellos GRACIAS.

Br. Carlos José Gutiérrez Matamoros

AGRADECIMIENTO

Dios nuestro creador, por darnos las fuerzas e inteligencia y capacidad para culminar nuestros estudios universitarios, estando presente en todo momento.

A nuestras familias que estuvieron presentes brindando su apoyo incondicional durante nuestra formación profesional, para que nosotros podamos terminar los estudios, siendo ellos los primeros maestros en enseñarnos valores, educación para ser personas de bien.

A la Universidad Nacional Agraria (UNA), Alma Mater de la Educación Superior, formándonos para un futuro mejor y siendo profesionales de calidad.

A la dirección de producción (DIPRO), por apoyar estudios de investigación y brindarnos su confianza para establecer un tema de investigación científico.

A la Facultad de Agronomía y a cada uno de sus docentes por transmitirnos sus conocimientos, por su apoyo brindado en el transcurso de nuestra formación profesional.

Agradecemos sinceramente a nuestros 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 nuestra formación como investigadores; han inculcado en nosotros un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin las cuales no podríamos tener una formación completa como investigadores. Gracias.

Br. Carlos José Gutiérrez Matamoros

Br. Ricardo Eliezer Bolaños Aguilar

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Propiedades químicas de suelo Finca Las Mercedes 2014	5
Cuadro 2. Dimensiones de parcelas, bloques y área total	5
Cuadro 3. Descripción de los tratamientos evaluados en el estudio	6
Cuadro 4. Características del cultivo evaluado	7
Cuadro 5. Altura de la planta en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua, 2015	12
Cuadro 6. Diámetro del tallo en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua, 2015	13
Cuadro 7. Numero de hojas por planta en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua, 2015	14
Cuadro 8. Área foliar en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua, 2015	15
Cuadro 9. Altura Inserción de la espiga, Las Mercedes, Managua 2015	16
Cuadro 10. Altura de la inserción de la panoja en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua, 2015	17
Cuadro 11. Altura de la panoja en diferentes momentos de evaluación Las Mercedes, Managua, 2015	17
Cuadro 12. Componentes de rendimiento, Las Mercedes, Managua 2015	18
Cuadro 13. Análisis de presupuesto parcial	23
Cuadro 14. Análisis de dominancia	24

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Ubicación geográfica del centro de Experimentación y Validación de Tecnología Finca Las Mercedes	4
Figura 2. Rendimiento del cultivo de Maíz, Las Mercedes, Managua 2015	20

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
Anexo 1. Formato para levantamiento de datos	31
Anexo 2. Longitud de la hoja	31
Anexo 3. Diámetro de la hoja	32
Anexo 4. Conceptos sobre presupuesto	33
Anexo 5. Clasificación agrologica suelos las Mercedes	34
Anexo 6. Altura de la planta	36
Anexo 7. Diámetro del tallo	36
Anexo 8. Número de hojas	37
Anexo 9. Área foliar	37
Anexo 10. Altura inserción de la primera mazorca	38
Anexo 11. Número de mazorcas por planta	38
Anexo 12. Granos por hilera	39
Anexo 13. Largo de la mazorca	39
Anexo 14. Numero de hileras por mazorca	40

RESUMEN

El trabajo de investigación fue realizado en el centro de experimentación y validación de tecnología (CEVAT), Las Mercedes ubicado en el km 11 carretera norte, entrada al CARNIC 800 metros al norte, con coordenadas geográficas 12°10'14" a 12°08'05" de latitud Norte y 86°10'22" a 86°09'44" longitud Oeste a 56 msnm, durante los meses de octubre 2015 a enero 2016. Los suelos de esta zona son derivados de cenizas volcánicas, suelos jóvenes y pertenece a la serie Las Mercedes, con textura franco arcillosa. El objetivo es comparar el efecto que tiene las diferentes fuentes de fertilizantes sintéticos y orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz, el primero con fertilizante tradicional (12-30-10 y urea), el segundo con fertilizantes especial (fertimaiz y nitro xtend) y el orgánico (humus de lombriz). Se estableció un arreglo unifactorial en diseño de bloques completo al azar con cuatro repeticiones y tres tratamientos. Los datos fueron analizados con el programa INFOSTAT. La dimensión total del ensayo fue de 410.8 m². El análisis de los resultados muestra que hubo diferencia significativa en la variable: diámetro del tallo (2.15 cm), largo de la hoja (98.89 cm), altura de inserción de la panoja (225.08 cm), presentando el tratamiento tradicional los mejores resultados, las variables, altura de la planta (215.43 m), numero de hojas (8.58), ancho de la hoja (8.78 cm), área foliar (604.06 cm²). Inserción de la espiga (129.77 cm), longitud de la mazorca (15.03 cm), numero de hileras (14.58), rendimiento (3453.48 kg ha⁻¹) refleja los mejores resultados al fertilizar con el tratamiento especial. La fertilización orgánica no presentó buenos resultados en las variables de crecimiento y rendimiento en el cultivo de maíz generando pérdida económica en el primer ciclo de fertilización orgánica.

Palabras claves: fertilización, tradicional, especial, rendimiento, rentabilidad

ABSTRACT

The research was conducted in the center of experimentation and validation of technology (Cevat), Las Mercedes located at km 11 North Road, entrance to CARNIC 800 meters north, with geographic coordinates $12^{\circ} 10'14''$ to $12^{\circ} 08'05''$ north latitude and $86^{\circ} 10'22''$ to $86^{\circ} 09'44''$ west longitude at 56 meters, during the months of October 2015 to January 2016. The soils in this area are derived from volcanic ash, young soils and it belongs to the Las Mercedes series with clay loam. The aim is to compare the effect of different sources of synthetic and organic fertilizers on the growth and yield of maize, the first with traditional fertilizer (12-30-10 and urea), the second with special fertilizers (fertimaiz and nitro xtend) and organic (humus). univariate arrangement design complete randomized block with four replications and three treatments was established. Data were analyzed with the INFOSTAT program. The total length of the assay was 410.8 m². The analysis of the results shows that significant difference in the variable: stem diameter (2.15 cm) blade length (98.89 cm), height of insertion of the panicle (225.08 cm), presenting the traditional treatment the best results, variables, plant height (215.43 m), number of leaves (8.58), leaf width (8.78 cm), leaf area (604.06 cm²). Inserting the pin (129.77 cm), ear length (15.03 cm), number of rows (14.58), yield (3453.48 kg / ha⁻¹) reflects the best results when fertilizing with special treatment. Organic fertilization did not show good results in the growth variables and yield in maize cultivation generating economic loss in the first cycle of organic fertilization.

Keywords: Fertilisation, Traditional, Special, Yield

I. INTRODUCCIÓN

Desde épocas remotas aproximadamente en la época precolombina el maíz ha formado parte de la dieta de los países de América Latina y África, por ser una de las especias de mayor adaptación en cuanto a condiciones ambientales, mayor producción y múltiples usos ya sea como alimento humano, en la ganadería y fuente de materia prima de productos industriales. Para el año 2001 se estimaron cerca de 600 millones de toneladas por año, se visualizó que para este mismo año había una población mundial de 6, 000,000, y que para el año 2030 habrá un aumento del 33 %, por lo tanto se necesitara 60 millones de toneladas adicionales para satisfacer la demanda de este cereal (FAO, 2001).

El maíz amarillo constituye uno de los principales cultivos a nivel nacional de los peruanos y tiene una relevancia fundamental debido a que forma parte de la cadena de maíz amarillo, avicultura, porcicultura, la cual es la más importante en términos de la actividad económica y social para el país. El cereal producido en Perú posee un alto valor proteico, por lo que es apreciado por las principales empresas dedicadas a la industria avícola, minimizando el uso de harina en la alimentación de aves para la producción de carne y huevos. En el año 2011 la producción fue cercano a los 1,262 miles de toneladas, que generó un valor bruto de la producción de 512.9 millones de nuevos soles (Humala, O; *et al*, 2012).

Según USDA 2013; el rendimiento promedio de la siembra de maíz en Estados Unidos sobrepasa los 3200.7 kg ha⁻¹, y está por encima de los 608.13 kg ha⁻¹ que Nicaragua produce, desde el punto de vista centro América, El Salvador, Costa Rica y Guatemala representan el mayor rendimiento con los 104.8, 40.7 y 33.1 % (Castillo y Bird, 2013).

El maíz puede consumirse de diferentes formas tales: tortilla, atol, tamal, tiste, pinol además fortalece la actividad pecuaria al utilizarse el grano para elaboración de productos balanceados, o como forraje o ensilaje (Somarriba, 1998).

El alto consumo per cápita de este rubro (74 kg por año), el maíz blanco es de baja calidad debido a que la proteína principal del grano (zeína) es deficiente de lisina y triptófano. INTA (2011), menciona que nutritivo amarillo contiene el doble de proteína que el maíz blanco, lo que brinda una buena alternativa para alimentación de aves y cerdos. Un estudio realizado con

cerdos a los cuales se le suministro raciones normales con maíz blanco y Nutrinta amarillo reflejo que las ganancias diarias de peso fueron para maíz amarillo en un 0.695 kg/día, aumentándose en un 26 % en relación al maíz blanco (0.55 kg/día), además posee mayor porcentaje de triptófano (10.4 %) un aminoácido esencial para el crecimiento humano.

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 (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) (Espinoza, 2004). Menciona que la variedad Nutrinta-Amarillo se calcula que el área de siembra se aproxima a 15 mil manzanas en las principales zonas del país, además INTA (2011) menciona que para el 2012 Nutrinta esta validado para 33 localidades en Nicaragua.

Para obtener resultados óptimos en cuanto a producción se refiere, se debe de tomar en cuenta, el tipo de semilla a utilizar; las condiciones edafoclimaticas, dosis y tipo de fertilizante; es por ello que un mal manejo de la fertilidad del suelo, pilar fundamental en el aprovechamiento de los sistemas agrícolas conlleva a bajos niveles de rendimiento, que por consiguiente se traduce en mal llenado de granos, pocos granos, mazorcas pequeñas, etc. Por eso un plan de fertilización impacte de manera favorable en los resultados técnico-económicos de la empresa, es fundamental que exista un proceso de planificación, dentro del cual se deberá definir un plan de fertilización (Melgar y Torres, 2007).

El estudio pretende generar información necesaria acerca de nuevas fórmulas (Nitro xtend y Fertimaíz) que DISAGRO, ofertan al mercado, respondiendo a la problemática de los agricultores en sus bajos rendimientos, mala calidad del grano y altos costos de producción debido a fertilizantes que se usan tradicionalmente (Completo 12-30-10 y urea 46 %), además se evaluó el efecto de fertilizante orgánico (Humus de lombriz) que hoy en día ha venido a revolucionar las estrategias de fertilización y conservación de suelo de los pequeños agricultores de Nicaragua.

II. OBJETIVOS

Objetivo General

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

Objetivos Específicos

Determinar el efecto de dos fórmulas de fertilizantes sintético (completo 12-30-10 + urea 46%; fertimaiz (18-20-10-1.5 S-7.2 Mg -1.2 Zn) + Nitro Xtend (46-0-0) y orgánico (Humus de lombriz) sobre las variables de crecimiento del cultivo de maíz variedad Nutrinta Amarillo.

Evaluar el efecto de la fertilización sintética (completo 12-30-10 + urea 46%; fertimaiz (18-20-10-1.5 S-7.2 Mg -1.2 Zn) + Nitro Xtend (46-0-0) y orgánica sobre los componentes de rendimiento del cultivo de maíz variedad Nutrinta Amarillo.

Evaluar la rentabilidad económica de los tratamientos en estudio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.Descripción del lugar del experimento

3.1.1. Ubicación

El presente 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 estableció en los meses de octubre-enero, del año 2015 (Lino y Flores, 2015).

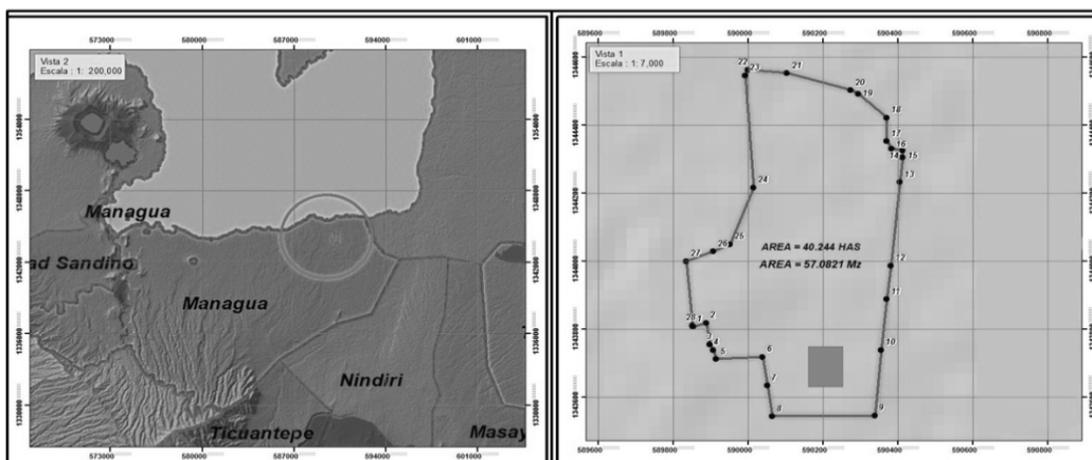


Figura 1. Ubicación geográfica del Centro de Experimentación y Validación de Tecnología Finca Las Mercedes

3.1.2. Clima

La temperatura promedio durante el período 2011-2014 fue de 22.9-30.5, con una precipitación de 1134.3 mm, humedad relativa de 71.5 % y una velocidad máxima del viento de 4.23 m/s

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 evolucionados 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 la siguiente tabla.

Cuadro 1. Propiedades químicas de suelo Finca Las Mercedes 2014

Análisis de suelo del campus Las Mercedes					
pH	M.O	N (%)	P (ppm)	K (Meq/100g)	Prof. De muestro (cm)
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 cuatro repeticiones y tres tratamientos. Las dimensiones del ensayo se muestran en la siguiente tabla.

Cuadro 2. Dimensiones de parcelas, bloques y área total

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 sub-parcelas; los tratamientos estuvieron formados por 5 surcos de 8 metros de longitud. Cabe señalar que de los 5 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 más comunes que utiliza el productor (12-30-10 y Urea 46% N), el segundo tratamiento (T₂) corresponde al uso de fertilizante especial llamado Fertimaiz (18-20-10-1.5 S-7.2 Mg -1.2 Zn) y Nitro Xtend (46-0-0), este último a diferencia de la Urea 46% N, es que es un fertilizante nitrogenado estabilizado que permitirá la liberación del nitrógeno de forma paulatina según la empresa y estará por más tiempo disponible para la planta. Estos fertilizantes son elaborados por la empresa DISAGRO. El tratamiento tres (T₃) abono orgánico proveniente de humus de lombriz que es comercializado por el matadero Nuevo CARNIC.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos evaluados en el estudio

Tratamientos	Descripción	Formula	Dosis(kg ha ⁻¹)
T ₁	Fertilizante tradicional	Completo 12-30-10	282.08
		Urea 46 %	220.76
T ₂	Fertilizante especial	Fetimaíz 18-20-10-1.5-7.2-1.2	140
		Nitro Xtend 46-0-0	163
T ₃	Humus de lombriz	2.22 N- 0.88 P- 0.64 K	6099

3.2.3. Condiciones

El establecimiento del ensayo se realizó el 2 de octubre del año 2015 y se cosechó el 15 de enero del 2016. Las evaluaciones se realizaron cada 7 días a partir del 15 de octubre.

Nutrinta amarillo requiere de precipitaciones durante el ciclo biológico del cultivo de 1,000 a 1,800 mm es por ello que el riego es un factor determinante para el desarrollo y crecimiento de la planta, para el estudio se hizo uso del sistema de riego por aspersión disminuyendo con esta tecnología los costos del sistema de riego y supliendo la necesidad hídrica del cultivo.

Descripción de la variedad

En el ensayo experimental se utilizó maíz Amarillo variedad Nutrinta liberada por el INTA. Nutrinta amarillo se puede sembrar desde los 200-1 000 m de altura, se adapta a suelos francos, franco arenoso y areno arcilloso, con pendientes desde 15 % hasta más de 30%, pH de 6.5-7.0, temperaturas 22-29 °C y precipitaciones durante el ciclo biológico del cultivo de 1 000 a 1 800 mm.

Cuadro 4. Características del cultivo 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 relativa	Intermedia
Rendimiento comercial (qq/mz)	45 a 60
Ventajas sobresaliente	Alta calidad de proteína

Fue
nte:
Insti
tuto
Nic
arag
tuen
se
de
Tec
nolo
gía

Agropecuaria (2004).

3.3. Variables evaluadas

3.3.1. Variables de crecimiento

Altura de la planta (cm). Se midió la altura de la planta desde el nivel de la superficie del suelo hasta la base de la yema de la hoja bandera mediante el uso de una cinta métrica, en diez plantas al azar en intervalos de siete días.

Diámetro del tallo (mm). Se realizó 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 activas y sin daño mecánico o presencia de insectos u otro organismo, en diez plantas seleccionadas al azar a intervalos de siete días.

Largo y ancho de la hoja (cm). 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 en diez plantas a intervalos de siete días.

Área foliar (cm²). Se obtuvo a partir de la multiplicación de la longitud de la hoja y ancho de la hoja y la constante 0.73 del cultivo de maíz CYMMIT (2008).

Altura al inicio de la panoja (cm). Se evaluó desde el nivel de la superficie del suelo hasta la base de la panoja en diez plantas al azar a intervalos de siete días.

Longitud de la panoja (cm). Se midió desde la base de la panoja hasta el ápice de la misma en diez plantas al azar a intervalos de siete días.

Altura a la inserción de la primera espiga (cm). Se midieron desde el nivel de la superficie del suelo hasta la inserción de la primera espiga

Número de espiga por planta. Se contabilizaron todas las espigas que se encuentren en diez plantas de manera visual a los 77 días después de siembra.

3.3.2. Variables de Rendimiento

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

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

Número de hileras por mazorcas. Se registró el número de hileras presentes en diez mazorcas de forma manual.

Número de granos por hilera. Se contabilizo el número de granos por hilera, realizando el conteo para diez muestras de manera manual.

Peso de 1 000 semillas. Se registraron doce repeticiones de cien semillas y se determinó el peso promedio, luego se multiplico por diez para obtener el peso de mil semillas en gramos.

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

3.4. 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 INFOSTAT y MINITAB.

3.5. Manejo agronómico

3.5.1. Preparación de suelo

La preparación del suelo se efectuó el día veintiséis de septiembre del 2015, de forma mecanizada, mediante el método de labranza convencional, consistió en la limpia del terreno, un pase de arado y un pase de grada.

3.5.2. Siembra

La siembra se realizó a chorrío, después de la germinación de las plantas se hizo el raleo dejando una distancia de siembra de 0.30 m entre planta y 0.80 m entre surco.

3.5.3. Fertilización

La fertilización se realizó sobre la base del análisis químico de suelo. 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 se fracciono a los 15 y 30 días después dela siembra.

3.5.4. Control de malezas

El manejo de maleza se realizó a los 18, 36, 54 y 72 días después de la siembra, se hizo uso de forma manual con machete y azadón.

3.6. Indicadores de eficiencia de uso de nutrientes

Estos indicadores se obtuvieron a partir del nitrógeno, debido a que las dosis usadas en el cultivo es calculado en base al nitrógeno.

Indicadores evaluados.

3.6.1. PPF: Productividad Parcial Del Factor

$$PPF = \frac{\text{Rendimiento}}{\text{cantidad de nutriente aplicado}}$$

3.6.2. EA: Eficiencia Agronómica

$$EA = \frac{\text{rendimiento con nutriente} - \text{rendimiento sin nutriente}}{\text{cantidad de nutriente aplicado}}$$

Para los indicadores existe un rango a nivel de la región de Centroamérica y México.
(*International Plant Nutrition Institute* 2013)

Para el indicador Productividad Parcial del Factor el rango en nitrógeno varía de 40-80

Para el indicador Eficiencia Agronómica el rango en nitrógeno varia de 10-30.

3.7. Análisis económico de los tratamientos

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

Análisis de dominancia. Muestra cual tratamiento es más rentable.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variables de crecimiento

4.1.1. Altura de la planta

Greulach y Adams (1980), definen crecimiento como el incremento en la cantidad de protoplasma en un organismo, notable por el aumento irreversible en talla y peso, implicando la división y agrandamiento de las células, tejidos y órganos; además de ello Orozco, (1996), menciona la altura de planta es el resultado de la elongación del tallo, al acumular nutrientes producidos en la fotosíntesis.

Con respecto a la variable de altura a los 21 y 28 días después de la siembra no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, no obstante de los 35 a los 42 días después de la siembra presenta diferencia altamente significativa estableciendo Duncan dos categorías estadísticas agrupando a los tratamientos sintéticos en una sola categoría (ver cuadro 5).

Con los datos estadísticos expuestos el estudio refleja que en el periodo 49 a los 56 días existe diferencia significativa y a los 63 días después de la siembra existe diferencia altamente significativa, siendo el tratamiento especial (fertimaiz + Nitro Xtend), el que presentó las mayores alturas. Esto se le confiere a las características del fertilizante Nitro Xtend que reduce las pérdidas de nitrógeno por volatilización además tiene la función de inhibir la acción de la ureasa. Los valores de altura de la planta concuerdan con estudios realizados por Lino y Flores (2015), con alturas de 217.61 cm en la misma variedad bajo condiciones de riego.

Las alturas encontradas (215.43 cm) durante el trabajo de investigación, coinciden con la característica altura de la planta (217 cm) según INTA (2014), encontrándose una mínima diferencia significativa.

Cuadro 5. Altura de la planta en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua, 215

Altura de planta (cm)							
Tratamiento	21 dds	28 dds	35 dds	42 dds	49 dds	56 dds	63 dds
Fertilización Tradicional	28.26	32.50	90.86 b	133.95 b	171.18 b	196.91 b	212.24 b
Fertilización Especial	27.55	29.73	91.10 b	133.97 b	176.48 b	201.05 b	215.43 b
Humus de lombriz	24.99	29.88	57 a	84.46 a	119.66 a	146.39 a	158.72 a
CV (%)	10.43	26.45	13.94	9.56	15.36	14.56	10.92
p ≤ 0.05	0.2453	0.8657	0.0073	0.0011	0.0280	0.0470	0.0160

dds: Días después de la siembra

4.1.2. Diámetro del tallo

El diámetro del tallo es un parámetro de gran importancia en las plantaciones de maíz, ya que influye sobre el doblamiento de los tallos cuando son afectados por fuertes vientos, García y Watson (2003), afirma que un mayor diámetro del tallo origina una alta resistencia al acame en el cultivo de maíz. Según Obando (1990), el diámetro del tallo es de suma importancia ya que se encuentra relacionado con el rendimiento y el volcamiento de la planta.

En el cuadro 6 se presenta el comportamiento del diámetro del tallo a los 21 y 28 días después de la siembra no se muestra diferencia significativa, no así a los 35 días después de la siembra existe diferencia significativa, la separación de medias por Duncan establece dos categorías diferenciándose los tratamientos sintéticos del humus de lombriz.

A los 42 días después de la siembra el análisis estadístico muestra que existe diferencia altamente significativa, siendo el tratamiento tradicional (12-30-10 + Urea 46% N), el que presentó el mayor diámetro de la planta, según el INTA (2001) afirma que la aplicación de nitrógeno es uno de los factores que influye en el diámetro de las plantas. Gonzales y Bervis, (1993), Camacho y Bonilla, (1999), aseguran que el diámetro del tallo de maíz aumenta a medida que el nivel de nitrógeno aumenta.

Estos resultados obtenidos a lo largo de las etapas fenológicas del cultivo, a medida que el cultivo se desarrolla demanda más nutriente, es en este punto donde el fertilizante

convencional cuando entra en contacto con la humedad del suelo, se produce una hidratación rápida y disolución del granulo en torno a esos elementos señalados los nutrientes están disponible para la planta al momento de la fertilización.

Estudios realizados por Sobalvarro y Díaz (2016), con diámetros de 2.46 cm presentando una mínima diferencia con los datos obtenido.

Cuadro 6. Diámetro del tallo en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua, 2015

Diámetro del tallo (cm)				
Tratamiento	21 dds	28 dds	35 dds	42 dds
Fertilización Tradicional	0.93	1.58	1.98 b	2.15 b
Fertilización Especial	0.90	1.42	1.96 b	2.09 b
Humus de lombriz	0.81	1.37	1.38 a	1.63 a
CV (%)	13.20	26.86	13.35	4.82
$p \leq 0.05$	0.3835	0.7416	0.0188	0.0005

dds: Días después de la siembra

4.1.3. Número de hojas

A medida que la planta crece se pueden perder de tres a cinco hojas debido a la falta de nutrientes, engrosamiento del tallo, alargamiento de entrenudos y enfermedades foliares; a la vez que más hojas se exponen a la luz solar, la tasa de materia seca aumenta gradualmente (Somarriba, 1998).

A los 21 y 28 días después de la siembra no existe diferencia significativa, no obstante a los 35 días después de la siembra el análisis estadístico mostró que existe diferencia significativa, donde la separación de medias por Duncan establece dos categorías agrupando a los tratamientos sintéticos en una sola categoría diferenciándose del tratamiento de humus de lombriz (ver cuadro 7).

En cambio a los 42 días después de la siembra existe diferencia altamente significativa siendo el tratamiento orgánico (Humus de lombriz), el que presentó menores resultados en el número hojas de las plantas, Estos resultado se debe que humus de lombriz en las primeras etapas no

sustenta las demanda de nutrientes del cultivo, aunque el humus de lombriz con el tiempo mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Los resultados del número de hojas son inferiores al compararlo con el estudio realizado por Flores y Lino (2015), que obtuvo un promedio de número de hojas de 9.48 por plantas.

Cuadro 7. Numero de hojas por planta en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, 2015

Numero de hojas				
Tratamiento	21 dds	28 dds	35 dds	42 dds
Fertilización Tradicional	4.33	6.60	7.53 b	8.43 b
Fertilización Especial	4.40	6.85	7.88 b	8.58 b
Humus de lombriz	4.30	6.43	6.53 a	7.23 a
CV (%)	7.51	7.14	6.40	5.29
$p \leq 0.05$	0.9074	0.4858	0.0157	0.0080

dds: Días después de la siembra

4.1.4. Área foliar

El área foliar es una manifestación cuantitativa de las plantas que puede ser medido a través de ciertos parámetros tales como: Diámetro de la hoja, longitud de la hoja, y número de nudos (Tapia y Camacho, 1988).

Con respecto a la variable área foliar, a los 21 y 28 días después de la siembra no existe diferencia significativa, no así a los 35 días después de la siembra existe diferencia significativa, agrupando a los tratamientos sintéticos en una sola categoría diferenciándolo del humus de lombriz (ver cuadro 8).

A los 42 días después de la siembra existe diferencia altamente significativo siendo el tratamiento especial (fertimaiz + Nitro Xtend), el que presentó mejores resultando de área foliar, lo afirma Vázquez, (1999), 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, de igual manera asegura la FAO, (2001), que el

índice de área foliar es importante para determinar la intercepción de la radiación solar en la planta de maíz.

En el estudio realizado por Flores y Lino (2015) encontrarán medias de 702 .05 cm² y Sobalvarro y Díaz (2016), encontró medias de 647.89 cm², en ambos estudios el área foliar fue superior a los resultados encontrado en este experimento (604.06 cm²).

Cuadro 8. Área foliar en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua, 2015

Área Foliar (cm²)				
Tratamiento	21 dds	28 dds	35 dds	42 dds
Fertilización Tradicional	179.5	356.46	563.26 b	601.29 b
Fertilización Especial	173.89	330.21	605.52 b	604.06 b
Humus de lombriz	158.92	315.01	353.86 a	416.96 a
%CV	21.15	21.99	16.07	8.31
p ≤ 0.05	0.7192	0.7337	0.0100	0.0016

dds: Días después de la siembra

4.1.1. Atura de Inserción de la espiga (Mazorca)

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 siguiente cuadro, Se muestran los resultados para la variable altura de inserción de la espiga, el análisis estadístico muestra que existen diferencias altamente significativas, separando en dos categorías estadísticas diferentes, encontrándose el tratamiento especial con mayores promedios, esto coincide con el estudio realizado por Sobalvarro y Díaz (2016) en el cual se encontraron diferencias significativas, ubicando a Nitro xtend y fertimaiz con promedios de 60.88.

El tratamiento especial está compuesto por fertimaiz y Nitro Xtend, que 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 Nitro Xtend que reduce las pérdidas de Nitrógeno por volatilización, Gaspar y Tejerina (s,f), señalan que el fósforo 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. Altura Inserción de la espiga (Mazorca), Las Mercedes, Managua 2015

Tratamiento	Inserción de la espiga (cm)
Tradicional	125.96 b
Especial	129.77 b
Humus de lombriz	90.36 a
CV (%)	10.73
$p \leq 0.05$	0.0075

4.1.6. Altura de la inserción de la panoja

El Panojamiento consiste en la emergencia de la inflorescencia masculina a través del cogollo formado por las hojas superiores y se completa al expandirse la última hoja. Luego de la emergencia total de la panoja ocurre la Antesis, que se define como la aparición de las anteras de las flores en las espiguillas de la panoja y el comienzo de la liberación de polen Marthin, G (sf).

Los resultados del estudio para la variable altura de la inserción de la panoja, el análisis estadístico muestra que existen diferencias significativas y la separación de medias por Duncan mostró que se obtuvieron dos categorías estadísticas, ubicando el tratamiento Humus de lombriz con menores promedios

Según Ruda (2010), en su estudio en el cual se evaluó diferentes fechas de siembra en el rendimiento y calidad del maíz, muestra que existieron diferencias en cuanto a la altura de la inserción de la panoja encontrándose la mayor altura para la tercera fecha (5 diciembre de 2009). Acevedo (2005) sugiere que en la etapa V10 (40-60 días después de la siembra) se desarrolla rápidamente la panoja y los entrenudos, en esta etapa habrá mayor absorción de biomasa, Nitrógeno, fósforo, Potasio y agua, que se prolongará hasta el término del estado

reproductivo, es por ende que es crucial la nutrición especialmente de macroelementos que sean aprovechados por la planta.

Cuadro 10. Altura de la inserción de la panoja en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua 2015

Tratamiento	Altura de inserción de panoja (cm)
Tradicional	225.08 b
Especial	220.20 b
Humus de lombriz	173.98 a
CV (%)	8.83
$p \leq 0.05$	0.0136

4.1.7. Altura de la panoja

Para la variable altura de la panoja, el ANDEVA mostró que no existen diferencias estadísticas en los tratamientos en estudio como se muestra en el cuadro tal 14, Por lo tanto los tratamientos no influyeron de forma significativas en esta variable

Cuadro 11. Altura de la panoja en diferentes momentos de evaluación Las Mercedes, Managua 2015

Tratamiento	Altura de la panoja (cm)
Tradicional	36.23
Especial	35.44
Humus de lombriz	36.6
CV (%)	7.21
$p \leq 0.05$	0.8187

4.2. Variables de rendimiento

4.2.1. Componentes de rendimiento

Cantarero y Martínez, (2002), menciona que el número de mazorcas por planta está influenciada por la densidad de siembra utilizada y por las características de la variedad además de las condiciones ambientales de la zona. También, se dice que las bajas producciones de maíz en las zonas tropicales son debidas a que éste no aprovecha totalmente los órganos fotosintetizadores (hojas) que dispone, por carecer de suficientes receptáculos (mazorcas) (Peña y rojas, sf).

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 12, se muestran los componentes de rendimiento: número de mazorca por planta, longitud de mazorca, diámetro de la mazorca, granos por hilera y el peso de 1000 semillas no se refleja diferencias significativas separando en una sola categoría estadística, por lo cuáles tratamientos en estudio no influyeron de manera significativa.

Cuadro 12. Componentes de rendimiento, Las Mercedes, Managua 2015

Tratamiento	Nºmzca/pta	Lmzca (cm)	Dmzca(cm)	Nh/mzca	Ngh	PMS (g)
Tradicional	1.25	14.03	3.92	13.98 b	27.36	217.33
Especial	1.13	15.03	3.97	14.58 b	28.09	216.38
Humus	1.13	12.20	3.64	12.79 a	21.98	227.00
%CV	15.58	10.24	8.09	4.86	14.95	12.14
$p \leq 0.05$	0.5644	0.073	0.3281	0.0240	0.1253	0.8291

Nºmzca/pta: Numero de mazorcas por planta.

Nh/mzca Numero de hilera por mazorca:

Lmzca: longitud de mazorca

Ngh: Numero de granos por hilera

Dmzca: Diámetro de la Mazorca

PMS: Peso de mil semillas.

Acevedo (2005), menciona que el número de hileras por mazorca está determinado en la etapa vegetativa doce (40-60 días después de la siembra), pero el número de óvulos por hilera no se establece hasta una semana antes de la aparición de la panoja. En esta etapa se está-formando el tamaño de la mazorca y número de óvulos; el riego y la nutrición son críticos. Los híbridos de corta estación tienen generalmente mazorcas más pequeñas que los de más larga duración.

Para la variable número de hileras por mazorca hubo diferencia significativa la separación de media las agrupa en dos categorías donde los menores resultados se mantienen para el tratamiento humus de lombriz (ver cuadro anterior). Estos resultados difieren a los encontrados por Flores y Lino (2015), en los cuales se usó un testigo (14.25cm) que no se le aplicó ningún tratamiento, separando en una sola categoría estadística.

4.2.2. Rendimiento

Al evaluar el rendimiento el análisis estadístico mostró que existen diferencias significativas, y la separación de medias por Duncan muestra que hay dos categorías estadísticas, encontrándose el mejor rendimiento cuando el cultivo es fertilizado con las formulas especial (Nitro Xtend y fertimaiz). Según el INTA (2013), los rendimientos aproximados de esta variedad oscilan entre 2900-3200 kg ha⁻¹, el cual se ve reflejado en los tratamientos en estudio (ver figura siguiente), esto debido al uso de Nitro Xtend, un fertilizante que reduce las pérdidas de nitrógeno por volatilización (DISAGRO 2011).

Estos resultados fueron comprobados con el estudio anterior realizado por Sobalvarro y Díaz (2016) cuyo experimento tuvo las mismas condiciones. En el cual los resultados se obtuvieron diferencias significativas ubicando el tratamiento Especial (3937.5 kg ha⁻¹) con mayores promedios quedando demostrado que las nuevas fórmulas (Nitro xtend y Fertimaiz) disminuyen las pérdidas de nitrógeno y aumentando la disponibilidad de nutrientes.

Los que nos lleva a asegurar que las formulas Nitro Xtend y Fertimaiz tienen mejores beneficios para la planta por ser de liberación lenta al ser el tratamiento especial quien presentó el mayor rendimiento. Corroborando a la fertilización especial que poseen moléculas

que están recubiertas con azufre y son de liberación lenta y controlada por lo que permanecen más tiempo disponibles para la planta (International Plant Nutrition Institute 2013).

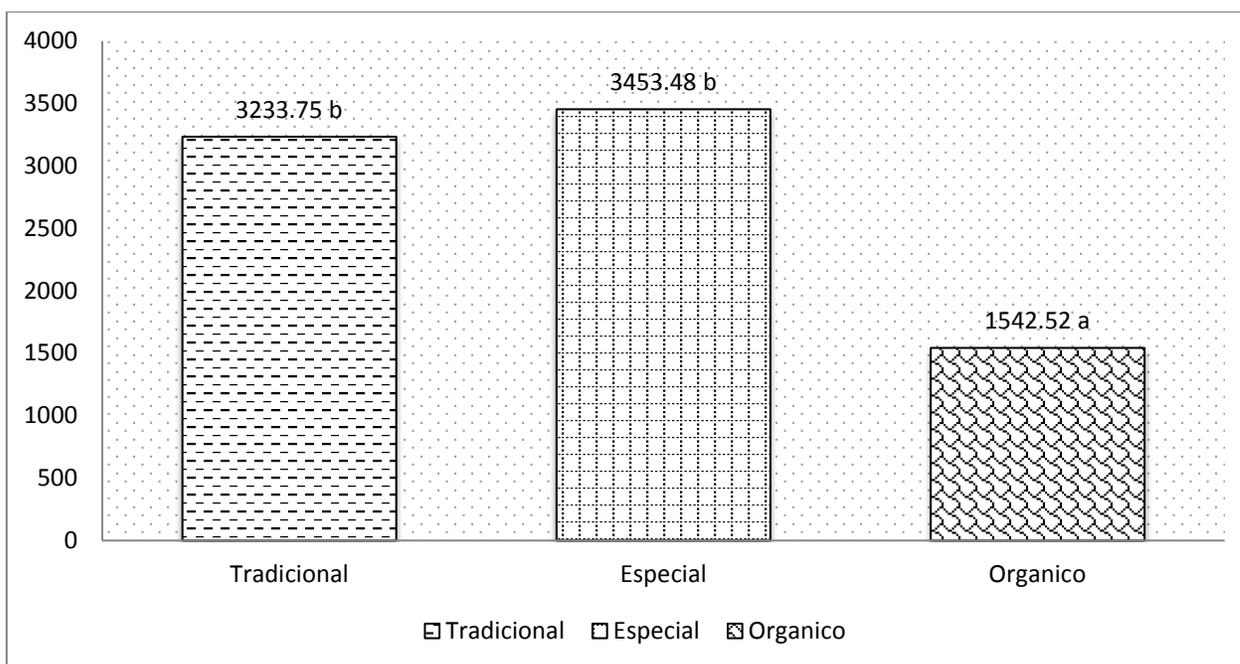


Figura 2. Rendimiento del cultivo de Maíz, Las Mercedes, Managua 2015

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 Instituto 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 obtenidos los valores se encuentran menores a 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.

$$PPFt1N = \frac{3233.75 \text{ kgm /ha}}{135.39 \text{ kgN/ha}} = 23.88 \text{ kgmaiz/kgN}$$

$$PPFt2N = \frac{3453.48 \text{ kgm /ha}}{100.18 \text{ kgN/ha}} = 34.47 \text{ kgmaiz/kgN}$$

$$PPFt3N = \frac{1542.52 \text{ kgm /ha}}{135 \text{ kgN/ha}} = 11 \text{ kgmaiz/kgN}$$

4.3.2. Eficiencia agronómica

La eficiencia agronómica indica cuanto se ganó en productividad por usar este nutriente (Celaya 2009 citado por International Plant Nutrition Instituto 2013). Para el indicador Eficiencia Agronómica el rango en nitrógeno varia de 10-30 kg maíz/kg nutriente. Según los datos obtenidos en el experimento el cultivo de maíz se encuentra en el rango optimo(19.56 kgmaiz/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 presentó mejores resultados.

Para el cálculo de eficiencia agronómica se tomó como referencia el historial de producción de las parcelas que no han sido fertilizadas y que han registrado un rendimiento de 1 493.37 kg maíz/ha encontrado por Sobalvarro y Díaz (2016).

$$EAt1N = \frac{3233.75 \text{ kgm/ha} - 1493.37 \text{ kgmaiz/ha}}{135.39 \text{ kgN/ha}} = 12.85 \text{ kgmaiz/kgN}$$

$$EAt2N = \frac{3453.48 \text{ kgm/ha} - 1493.37 \text{ kgm/ha}}{100.18 \text{ kgN/ha}} = 19.56 \text{ kgmaiz/kgN}$$

$$EAt2N = \frac{1542.52 \text{ kgm/ha} - 1493.37 \text{ kgm/ha}}{135 \text{ kgN/ha}} = 0.36 \text{ kgmaiz/kgN}$$

Según los resultados obtenidos para el tratamiento especial se encuentran en primer lugar, seguido del tradicional encontrándose en un rango óptimo.

Los resultados conseguidos para el tratamiento 3, se observa que está muy por debajo de los datos permitidos, esto debido a que mejora las características 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\$ 17.6 por kg) ya que el quintal de maíz se cotizaba a C\$ 800 precios de campo, al valor obtenido se le restó el total de los costos que varían para obtener el beneficio neto.

Cuadro 13. Análisis de presupuesto parcial

Indicadores	T ₁	T ₂	T ₃
	(Tradicional)	(Especial)	(Orgánico)
Rendimiento medio (kg ha ⁻¹)	3233.75	3453.48	1542.52
Ajuste al 10%	323.38	345.35	154.25
Rendimiento ajustado	2910.38	3108.13	1388.27
Beneficio brutos de campo C\$ ha⁻¹	51 216	54 703.08	24 433.55
Preparación de tierra	2 400	2 400	2 400
Costo de la semilla	486.8	486.8	486.8
Costo del fertilizante y DipelC\$ 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\$	17 666.8	13 640.02	24 526.8
Beneficio neto	33 549.2	41 063.04	-93.25

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 fertimaíz y nitro xtend 13 640.02 C\$ ha⁻¹ con bajos costos variables y alto beneficio neto de 41 063.04 C\$ ha⁻¹, esto significa que el costo de producción es bajo en comparación al tratamiento tradicional y en último lugar se encuentra el tratamiento orgánico, se puede apreciar altos costos variables y por ende se tendrá que perder 93.25 C\$ ha⁻¹

En el cuadro anterior se puede notar que el tratamiento orgánico es el que tiene más costos variables, pero esto no significa que la tecnología deba descartarse, debido que es un tipo de fertilizante a largo plazo y este se puede mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo a través del tiempo.

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 14. Análisis de dominancia

Tratamientos	Costos Variables (C\$)	Beneficios Netos (C\$)	Dominancia
Especial	13 640.02	41 063.04	ND
Tradicional	17 666.8	33 549.2	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 (ver cuadro 14).

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: diámetro de tallo, largo de la hoja, altura de la inserción de la panoja, mostraron los mayores promedios al fertilizar el cultivo de maíz nurinta amarillo con el fertilizante tradicional (Completo y urea).

Las variables, altura de la planta, numero de hojas, ancho de la hoja, área foliar, inserción de la espiga, longitud de la mazorca, número de hilera y rendimiento, reflejó los mejores resultados al fertilizar el cultivo con el fertilizante especial (Nitro xtend y fertimaiz).

El mayor rendimiento obtenido lo presento el fertilizante especial con 3453.48 Kg ha⁻¹, seguido del tradicional con 3233.75 Kg ha⁻¹, no obstante el fertilizante que presentó menores rendimientos fue el fertilizante orgánico.

El presupuesto parcial reveló que los costos variables del fertilizante especial (C\$ 3 640.02) son menores en un 23 % con respecto al fertilizante tradicional y el beneficio neto (C\$ 41 063.04) del especial es mayor en un 18 % en comparación cuando se hace uso de Nitro xtend y Fertimaiz.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R; Colomer, A; et al.2013. Evaluación morfo agronómica de una población de maíz (*Zea mays* L.), en condiciones de polinización abierta en el municipio de Batabano, provincia Mayabeque (en línea), consultado 20 de abril 2016, disponible en: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=4c37d1d9-3d85-4317-a508-9f2d89d1549a%40sessionmgr107&hid=110>
- Acevedo, E. 2005. Fisiología del rendimiento del Maíz (en línea). Chile. CL. Consultado 22 Abr. 2016. Disponible en: http://www.sap.uchile.cl/descargas/fisiogenetica/Fisiologia_del_rendimiento_maiz.pdf
- Camacho, J; Bonilla, R.1999. Efecto de tres niveles de nitrógeno tres densidades de poblaciones sobre el crecimiento desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea Mays* L.) variedad NB6. Tesis. Ing.Agr.UNA.Managua NI.
- 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.
- Castillo, R; Bird, R. 2013. Caracterización del cultivo de maíz en Nicaragua. Un análisis de varianza de los determinantes de los rendimientos (en línea).Managua NI. Consultado 18 de feb.2016 Disponible en: http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/estudios/2014/DT33_Documento_final_Caracterizacion_del_maiz.pdf
- 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>
- DISAGRO.; 2011. Mayor aprovechamiento del Nitrógeno. Puebla. Mayo, 2011. Unión Nacional de Cañeros (en línea).puebla. MX Consultado 10 Abr. 2016. Disponible en: http://www.caneros.org.mx/site_caneros/descargas/pleno_puebla/04_NITRO_XTEND_PUEBLA_MAYO2011.pdf.

- Espinoza, A. 2011. Variedad de maíz Nutrinta amarillo. Managua, NI. INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI), CNIA (Centro Nacional de Investigación Agropecuaria, NI). 2 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, IT). 2001. Maíz en los trópicos. Departamento de agricultura (en línea). Consultado 22 Abril. 2016. Disponible: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/X7650S00.HTM>
- Flores, H; Lino, 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 (en línea). Tesis Ing. Agro, Managua NI.42p. Consultado 18 feb. 2016. Disponible en: <http://repositorio.una.edu.ni/3209/1/tnf04f634t.pdf>
- Gaspar, L. Tejerina, W.; sf. Fertilización del cultivo de maíz (en línea). Argentina, AR. Consultado 10 Abr. 2016. Disponible en: <http://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20%20Fertilizacion%20de%20Maiz.pdf>
- García, M.; Watson, C. 2003. Herencia de la resistencia al acame de raíces en maíz dulce (*Zea mays* L.). (En línea). Revista UDO Agrícola.33p
- Gonzales, H; Bervis; R. 1993. Efecto de diferentes niveles de aplicación del nitrógeno en el crecimiento y desarrollo del maíz (*Zea mays* L.) en labranza cero, y en condiciones de riego .Tesis Ing.Agr. Managua NI.20P
- Greulach, V; Adams, J. 1980. Las plantas. Introducción a la botánica moderna. Distrito Federal, MX.
- Humala, O; Hesse, M, Rheineck, J, Muro, V, Salazar, R. 2012.Maiz Amarrillo Duro. Principales aspectos de la cadena Agro productiva (en línea).PE. Perú. Consultado el 22 Abr 2016. Disponible en: <http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroeconomia/agroeconomiamamazamarillo2.pdf>.
- INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI). 2005. Conozca y resuelva los problemas del maíz. (IPNI). (En línea). ES, consultado 21 enero. 2013, 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) 2013. Catálogo de semillas de granos básicos. Variedades de arroz, sorgo y maíz liberadas (en línea). Managua, NI. 74P. Consultado 18 feb 2016 Disponible en: http://www.observatorioredsicta.info/pdf_files/catalogoSemillasInta.pdf

_____ 2011 (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). Variedad mejorada nutrinda amarillo maíz de alta calidad de proteína 3 p. Consultado 20 feb. 2016. Disponible en: http://www.funica.org.ni/docs/gran_basic_33.pdf

_____ 2014 (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). Variedad mejorada nutrinda amarillo maíz de alta calidad de proteína 3 p. Consultado 20 feb. 2016. Disponible en: http://www.funica.org.ni/docs/gran_basic_33.pdf

_____ 2004 (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). Variedad mejorada nutrinda amarillo maíz de alta calidad de proteína 3 p. Consultado 20 feb. 2016. Disponible en: http://www.funica.org.ni/docs/gran_basic_33.pdf

_____ 2001. (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). Programa Nacional de Maíz (*Zea mays* L.) proyecto de investigación y desarrollo. 11p.

Martin O. G. sf. Cultivo de maíz. (En línea). Argentina, AR. Consultado 10 Abr. 2016. Disponible en: <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/forrajicultura/CultivoMaiz.pdf>

Melgar, R, Torres; Torres, M. 2007. Manejo de la fertilización en Maíz. Proyecto Fertilizar INTA pergamino (en línea). Pdf. Buenos aires. AR. 8 p. consultado el 18 feb 2016. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210722.pdf>.

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

Obando; J, A. 1990. Efecto el cultivo antecedente y de los métodos de control de maleza sobre la cenosis de maleza y el crecimiento del maíz (*Zea Mays* L.). Tesis Ing. Agro. Una. Managua NI. 60p.

- Pena Laverde, H.; Rojas, E.; sf. Formación de mazorcas en diferentes nudos del eje de maíz ICA V-510 (en línea). Colombia, CO. Consultado 11 Abr.2016. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/23815/1/20882-70617-1-PB.pdf>
- Piel, RM; Galvez, JL. 2005. *Dry-matter partitioning as a determinant of greenhouse fruit vegetable crops production. Agrociencia.*
- Pereyra, C.2001. Asimilación de Nitrógeno en plantas (en línea).AR. Argentina. Consultado el 12 abr. 2016. Disponible en: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Asimilacion%20del%20nitrogeno.pdf>
- Ruda Vega, M. 2010. Efectos de la Fecha de Siembra sobre el Rendimiento y Calidad Comercial del Maíz Dulce (*Zea Mays L.*, var. *saccharata körn*) (En línea). Argentina. AR. Consultado 10 Abr. 2016. Disponible en: <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/especialización/2011rudavegamarcelo.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.
- Somarriba R., C. 1998. Texto granos básicos. UNA-Managua, Nicaragua 57 p.
- Tapia, B.H y Camacho, A.1988.Control integrado de la producción de frijol común Basado en cero labranza Managua, Nicaragua G.T.Z 189p.
- 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, Mexico.53p.
- 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

VII. ANEXOS

Anexo 1. Formato para levantamiento de datos

BLOQUE I																	
T2						T3						T1					
N° Planta	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Hoja			N° Planta	Altura (cm)	Diámetro (mm)	Hoja			N° Planta	Altura (cm)	Diámetro (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 2. Longitud de la hoja

Las hojas varían en cuanto al tamaño, color y pilosidad. Esta variación se encuentra relacionada con la variedad, posición de la hoja en el tallo, edad, y las condiciones ambientales como luz y humedad (Somarriba, 1998).

En el cuadro 8, se muestra longitud de la hoja de la planta, a los 21 y 28 días después de la siembra no existe diferencia significativa en los tratamientos evaluados, y la separación de medias por Duncan establece tres categorías.

A los 35, 42 y 49 días después de la siembra, existe diferencia significativa, observando que el tratamiento convencional (12-30-10 + Urea 46%), obtuvo mejores resultados en longitud de hoja de la plantas. Según la FAO, (2001), los factores que reducen la expansión de las hojas son el déficit de agua y la disponibilidad de nutrientes.

Estos resultados se pueden atribuir a los fertilizantes sintéticos que contribuyeron al incremento de esta variable, debido a que las plantas extraen los nutrientes del suelo cuando se encuentran disponibles.

Cuadro 15. Longitud de la hoja, en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua, 2015

Longitud de la hoja de la planta dds (cm)					
Tratamiento	21	28	35	42	49
Fertilización Tradicional	51.84	70.14	91.09 b	96.50 b	98.89
Fertilización Especial	50.06	67.83	93.93 b	93.87 b	94.68
Humus de lombriz	45.97	68.26	73.33 a	81.15 a	88.04
%CV	19.79	11.30	10.61	5.50	6.28
p \geq 0.05	0.6984	0.9065	0.0374	0.0101	0.1010

dds: Días después de la siembra

Anexo 3. Diámetro de la hoja

Las hojas desempeñan un papel importante en la planta ya que ellas se encargan de fabricar azúcar a través de la captación de luz solar transformando la energía lumínica en energía química.

Piel y Gálvez, (2005), la importancia de un incremento substancial de la superficie foliar en la fase vegetativa, de lo contrario gran parte de la radiación solar incidente no es interceptada. Por lo tanto, en esta fase, una gran parte de los asimilados deben ser destinados a la formación de las hojas, pudiendo ser reservados para otras funciones o para demás partes de la planta

Los resultados obtenidos de la variable de diámetro de la hoja de la planta presenta a los 21 y 28 días después de la siembra no existe diferencia significativa. No obstante a los 35 días después de la siembra existe diferencia significativa, la separación de medias por Duncan establece dos categorías agrupando una sola categoría para los fertilizantes sintéticos del orgánico

A los 42 días después de la siembra se presenta que existe diferencia altamente significativa, en donde el tratamiento de humus e lombriz presento los menores resultados, con un promedio de diámetro de la hoja de 8.78 cm. De igual manera se refleja en el estudio realizado por Acosta y Colomer, *et al*, (2013), observándose valores promedios de 8 y 9.45 cm de ancho de la hoja.

Cuadro 16. Diámetro de las hojas en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, Managua 2015

Diámetro de la hoja de la planta dds (cm)				
Tratamiento	21	28	35	42
Fertilización Tradicional	4.68	6.92	8.39 b	8.47 b
Fertilización Especial	4.62	6.41	8.79 b	8.78 b
Humus de lombriz	4.24	6.29	6.31 a	6.97 a
%CV	14.10	13.61	10.62	5.67
p \geq 0.05	0.5934	0.5919	0.0117	0.0029

dds: Días después de la siembra

Anexo 4. Conceptos sobre presupuesto

El análisis económico realizado según la metodología de CIMMYT (2008), considerando los siguientes parámetros.

4.1. Costos variables

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

4.3. Costos fijos

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).

4.4. Costo total.

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.

4.5. Beneficio bruto.

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

4.6. Beneficio neto.

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

Anexo 5. Clasificación agrologica suelos las Mercedes

Para un adecuado comportamiento de los tratamientos en estudio, es necesario tener en cuenta el uso del suelo, es por ello que se detallan a continuación la clasificación agrologica de suelo "Finca Las Mercedes"

De acuerdo a la clasificación de zona de vida de Holdrige (1976), el área de estudio se clasifica como bosque tropical seco Villanueva (1990).

Desde el punto de vista del uso y manejo de suelo la finca las mercedes ha sido dividida en dos sectores: Agrícola y Pecuario.

El área de la finca las Mercedes está comprendida dentro de cuatro series de suelos: Mercedes (MD), la calera (LCA), suelos aluviales (TX), pantanos y ciénagas (MZ).

5.1 Serie la calera (LCA)

Los suelos que comprenden esta serie son pobremente drenados, negros, superficiales, calcáreos, que contienen altos contenido de sodio intercambiable, derivado de sedimentos lacustres y aluvial.

Los suelos la calera poseen textura franca y franco arcillosa, suelos medianamente profundos en el que se establece pastos de porte erecto y rastreros.

5.2 Suelos aluviales

Consiste en el depósito de materiales estratificados, lavados de las tierras altas adyacente de cenizas volcánicas, basalto, tobas y arenisca, que son depositados por los ríos en tierras bajas.

Son suelos con pendientes casi planos, en su mayoría profundos, poseen problemas de poco drenaje. Las textura son variadas son principalmente franco arcilloso y franco arcilloso arenoso, estos suelos en periodo de invierno presentan inundaciones debido al pobre drenaje y su uso actual es en pasto mejorado para la alimentación animal.

5.3 Suelos pantanos y ciénegas

Son áreas que presentan inundaciones repentinas, están clasificados como pantanos y ciénegas los pantanos soportan vegetación de zacates y ciénegas soportan vegetación arbórea.

Clasificación morfológica

Son suelos de coloraciones oscuras, presentan capas endurecidas provenientes de dos vías: la calcificación o salificación con texturas superficiales muy variadas que van desde las muy finas (arcilla pesada) hasta las moderadamente gruesas (franco arenoso). Las estructuras de estos suelos es también variada, predominando las estructura granular y bloques subangulares en la superficie y sub suelos respectivamente Villanueva (1990).

Aspectos químicos

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): media a muy alta 35 meq/100 gr suelo

Saturación de bases: alta hasta 100 %

Características físicas

Infiltración básica: 10.5 cm/h. moderadamente rápida.

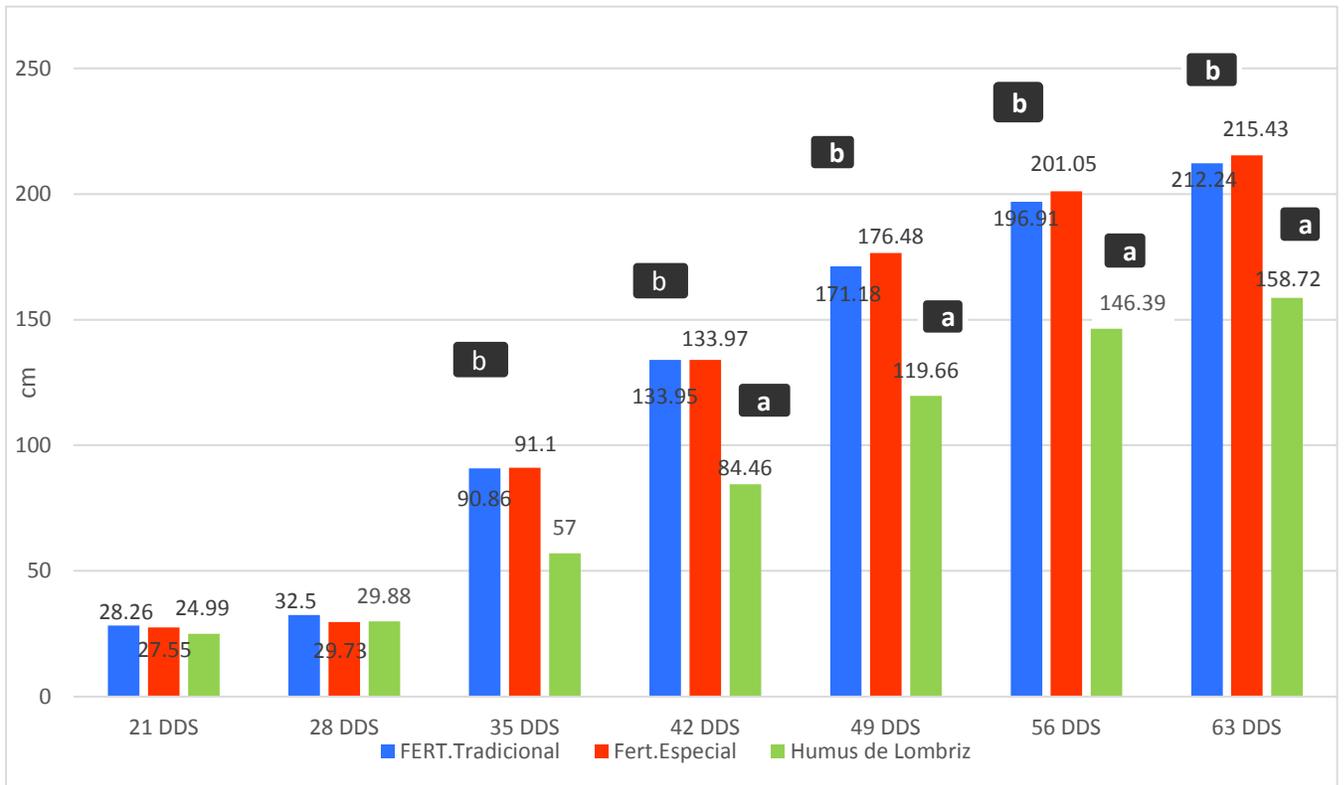
Porosidad: 60-45 %

Capacidad de humedad disponible: 89 mm/ 67 cm de suelo

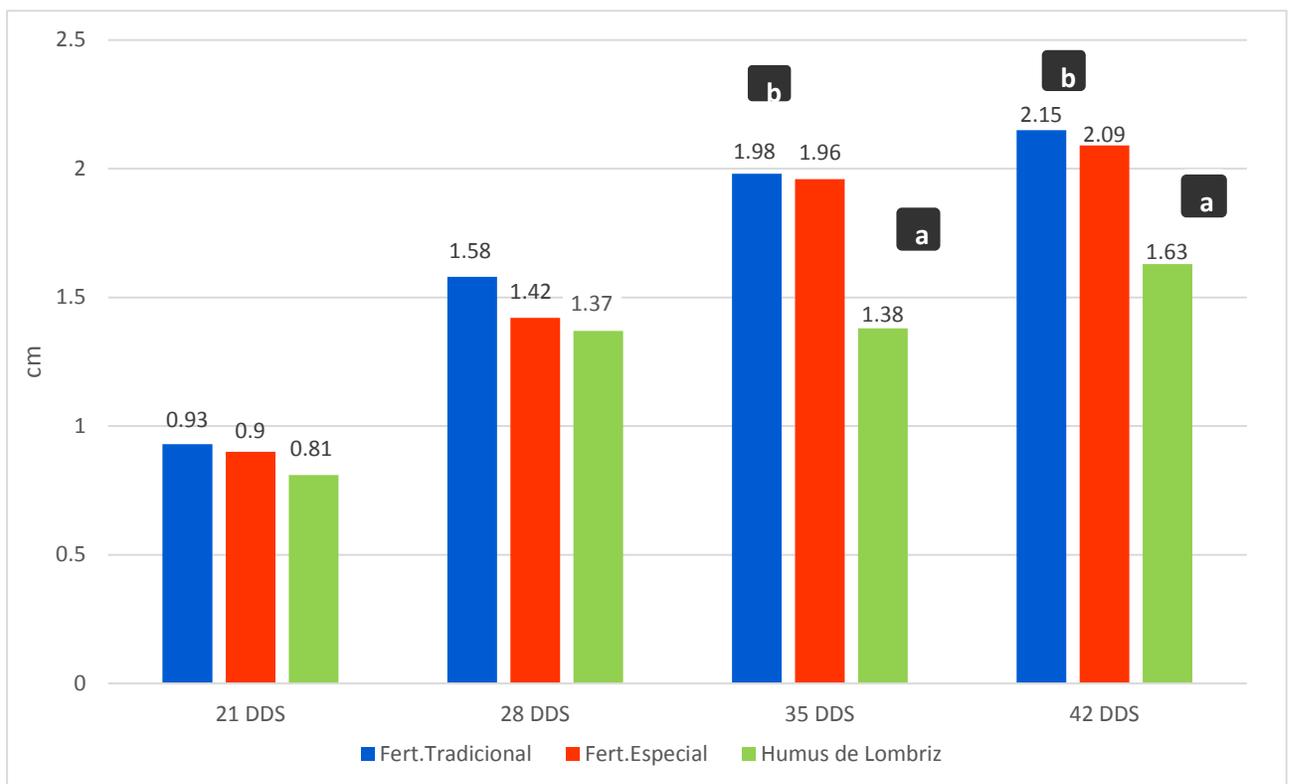
Cualidades: son suelos .profundos, bien estructurado; su capacidad de intercambio catiónico y saturación de base es alta.

Limitantes

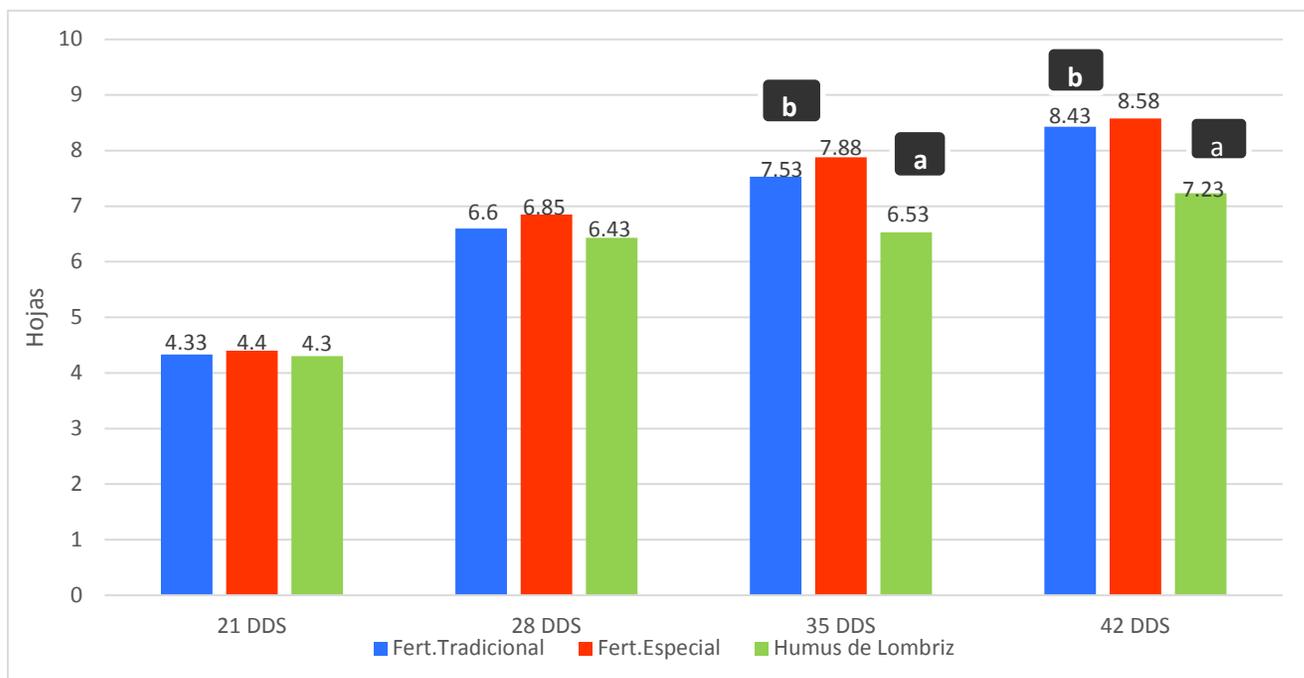
La infiltración básica es alta, no obstante la capacidad de humedad disponible es baja por lo que se debe de considerar la aplicación de sistemas de riego.



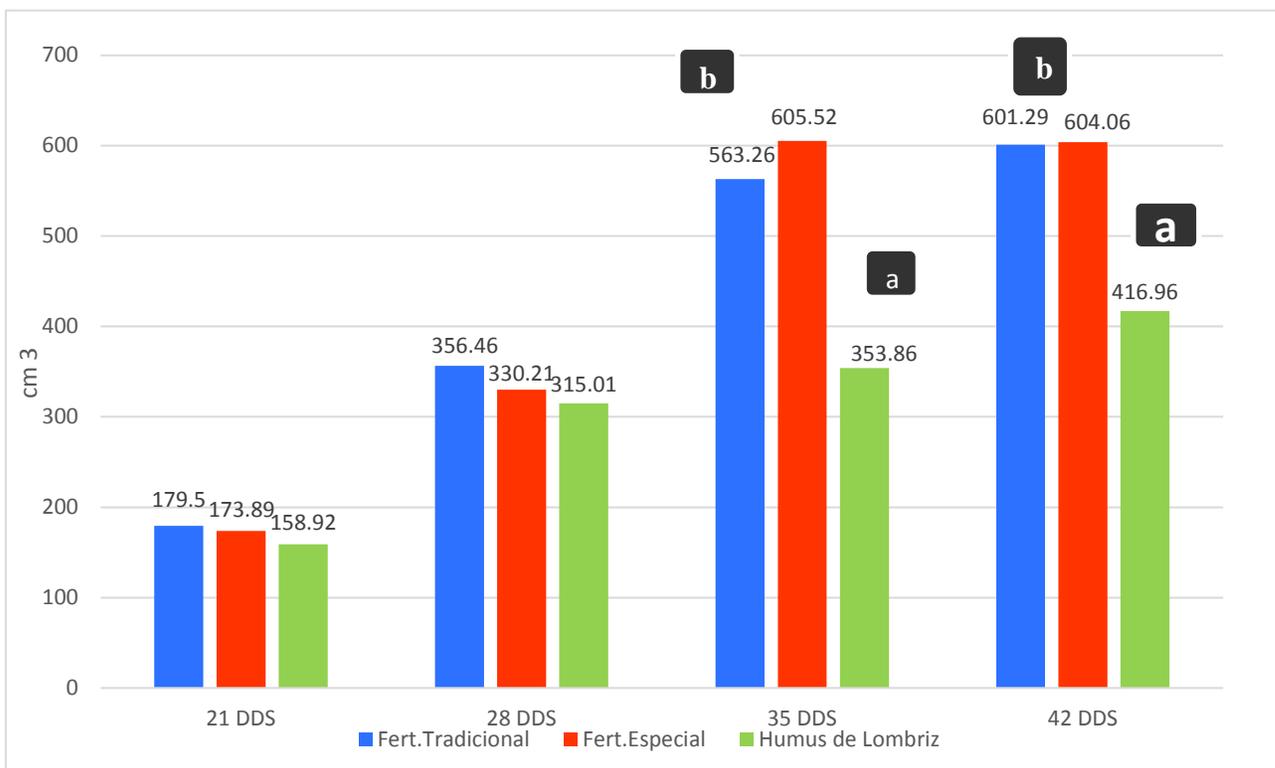
Anexo 6. Altura de la planta



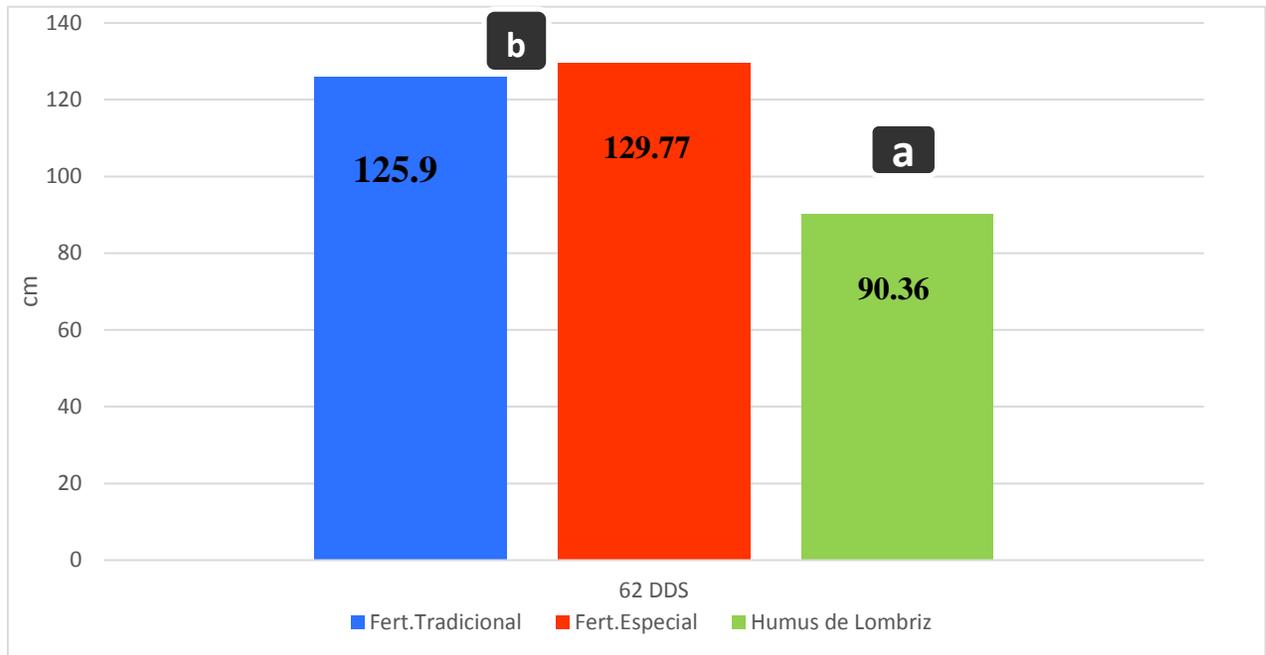
Anexo 7. Diámetro del tallo



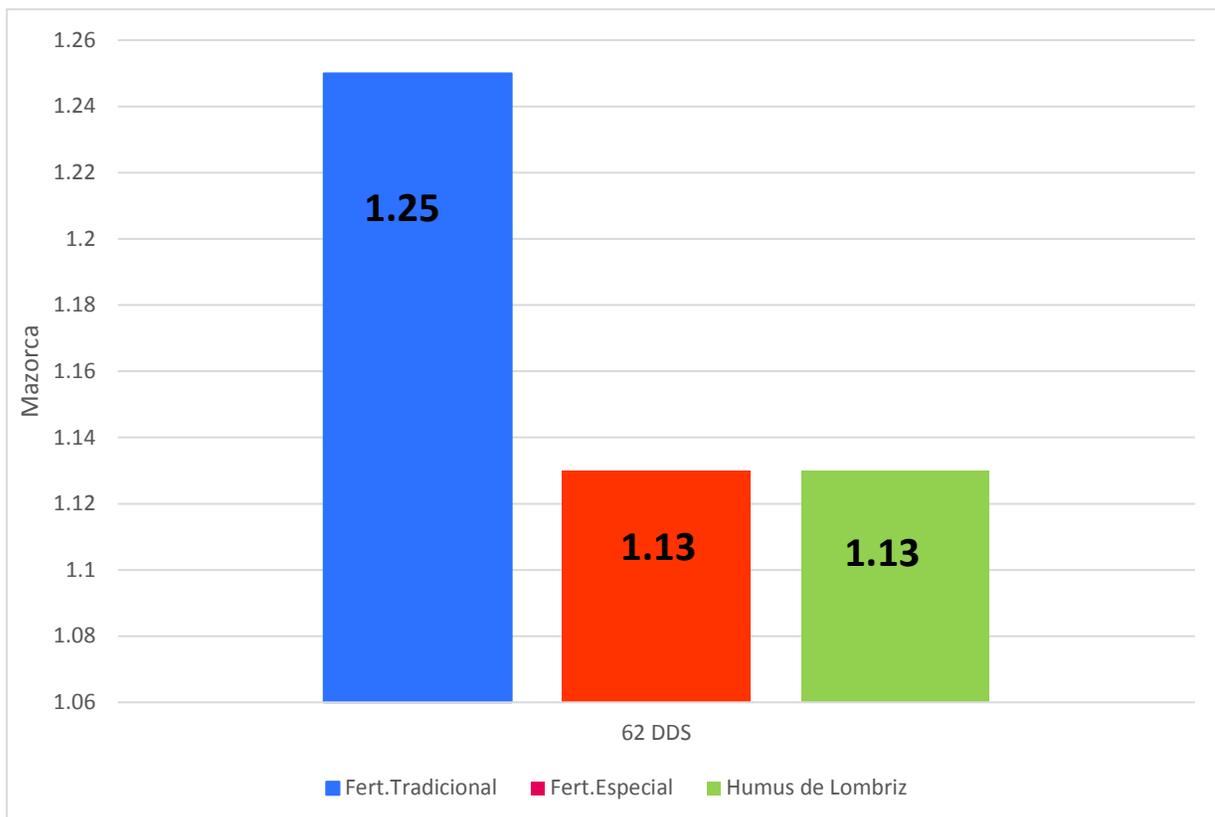
Anexo 8. Numero de hojas



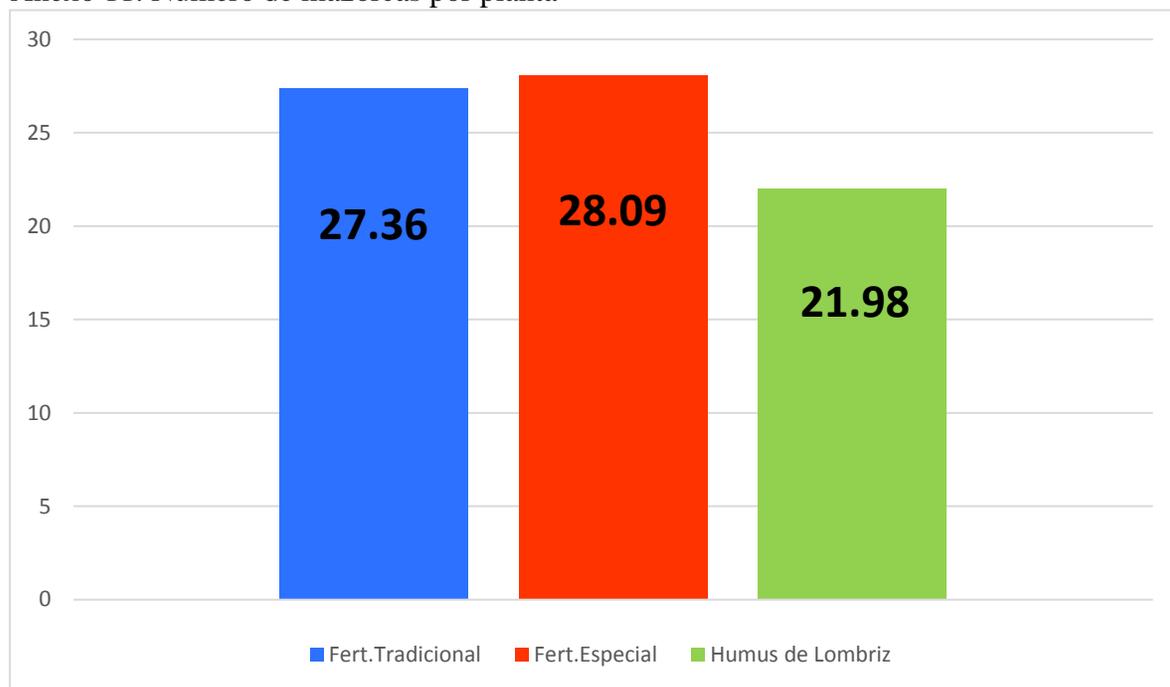
Anexo 9. Área foliar



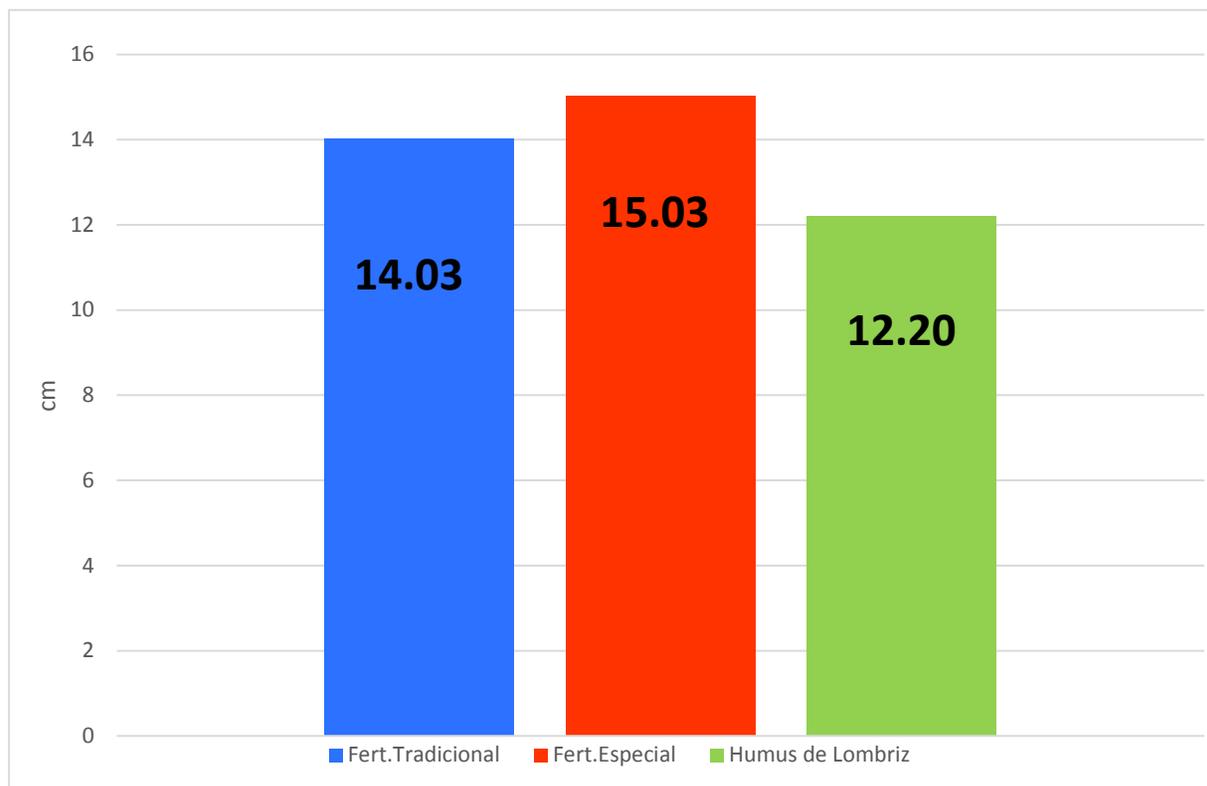
Anexo 10. Altura de la inserción de la primera mazorca



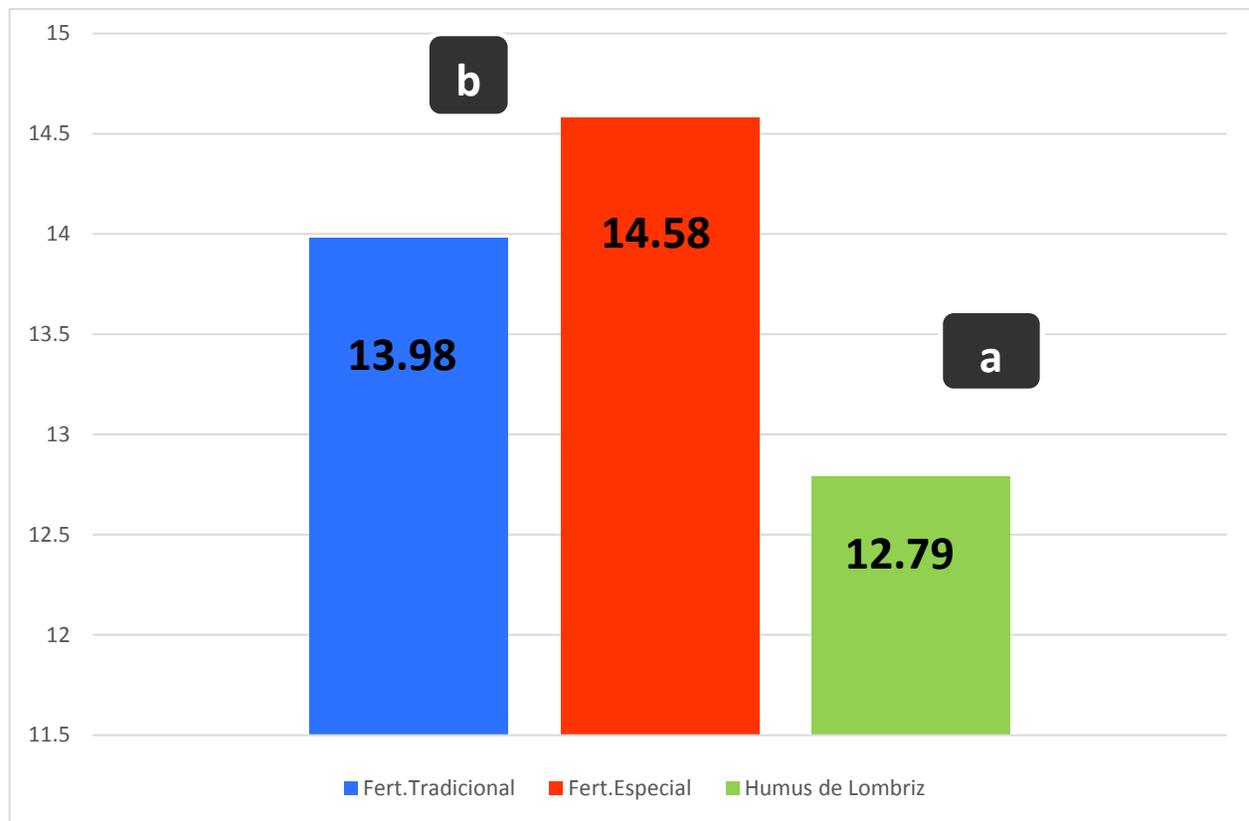
Anexo 11. Numero de mazorcas por planta



Anexo 12. Granos por hilera



Anexo 13. Largo de la mazorca



Anexo 14. Numero de hileras por mazorca