



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación de fertilizantes sintético y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 bajo riego por microaspersión en la Finca El Plantel, 2017-2018

AUTORES

Br. Heydi Suyen Valle López

Br. Martha Lucia Velásquez

ASESORES

Ing. MSc. Henry Duarte Canales

Ing. Jorge Lenin Peña Quiroz

Managua, Nicaragua

Marzo, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Evaluación de fertilizantes sintético y orgánica del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 bajo riego por microaspersión en la finca El Plantel, 2017- 2018

AUTORES

Br. Heydi Suyen Valle López

Br. Martha Lucia Velázquez

Presentado a la consideración del Honorable Tribunal Examinador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrícola para el Desarrollo Sostenible

Managua, Nicaragua

Marzo, 2019

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN		PÁGINA
	DEDICATORIA	<i>i</i>
	DEDICATORIA	<i>ii</i>
	AGRDECIMIENTO	<i>iii</i>
	INDICE DE CUADROS	<i>iv</i>
	INDICE DE FIGURAS	<i>v</i>
	INDICE DE ANEXOS	<i>vi</i>
	RESUMEN	<i>vii</i>
	ABSTRACT	<i>viii</i>
I	INTRODUCCIÓN	1
II	OBJETIVOS	3
	2.1 Objetivo general	3
	2.2 Objetivos específicos	3
III	MATERIALES Y METODOS	4
	3.1 Descripción del sitio	4
	3.2. Clima	4
	3.3. Suelo	5
	3.4 Diseño metodológico	6
	3.4.1 Descripción del diseño experimental	6
	3.4.2 Descripción de los tratamientos	6
	3.5 Características de la variedad NB-6	6
	3.6 Manejo agronómico	7
	3.6.1 Preparación de suelo	7
	3.6.2 Siembra	8
	3.6.3 Control de maleza	8
	3.6.4 Raleo	8
	3.6.5 Manejo de plagas	8
	3.6.6 Cosecha	8
	3.7 Fertilización	8
	3.7.1 Fertilización convencional	9
	3.7.2 Fertilización con Compost	9
	3.7.3 Fertilización con humus de lombriz	9
	3.8. Parámetros de riego	10
	3.8.1 Niveles de humedad en el suelo	10
	3.8.2 Lamina neta	10
	3.8.3 Lamina bruta	10
	3.8.4 Intensidad de aplicación	11
	3.8.5 Tiempo de riego	11
	3.8.6 Intervalo de riego	12
	3.8.7 Coeficiente de cultivo	12
	3.8.8 Coeficiente de rendimiento	12
	3.9 Variables evaluadas	13
	3.9.1 Variables de crecimiento	13
	3.9.2 Variables de rendimiento	13

	3.10	Análisis estadístico	14
	3.11	Análisis económico	15
	3.12	El presupuesto como herramienta económica de planificación	16
IV		RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
	4.1	Parámetros de riego	17
	4.2	Variables de crecimiento	19
	4.3.	Variables de rendimiento	23
	4.4	Análisis económico	27
	4.4.1	Presupuesto parcial	27
	4.4.2	Relación beneficio costo	28
	4.4.3	El presupuesto como herramienta económica de planificación	28
V		CONCLUSIONES	29
VI		LITERATURA CITADA	30
VII		ANEXOS	33

DEDICATORIA

Hijo mío, está atento a mi sabiduría y a mi inteligencia inclina tu oído, para que guardes consejos y tus labios conserven la ciencia. proverbios 5: 1.

Con amor y un gran agradecimiento a José de la Cruz Ruiz Martínez, por estar presente en todo momento, apoyándome de manera incondicional, aconsejándome para ser una persona de bien, y al fin logre realizar mi meta de ser una profesional como Ingeniera Agrícola para el Desarrollo Sostenible. Gracias por todo lo que me has dado y por creer en mí.

A mi madre Ligia Natalia López gracias por sus enseñanzas. A mis tías que cuidaron de mí para ser una persona de bien, mis hermanos; Mis abuelos Eloy Valle y Socorro Vallejo, personas que siempre confiaron y creyeron en mi capacidad como ser humano para salir adelante que siempre están ahí presente para darme apoyo, fuerza y deseo de superación gracias a todos ellos.

A mi padre Armando Valle Vallejo Por su Compañía estos últimos años y estar presente en mis logros.

Gracias por haber sido parte fundamental en mi vida.

Br. Heydi Suyen Valle López

DEDICATORIA

Mi Señor y Dios todopoderoso, doy gracias por proveerme de fortaleza, sabiduría y perseverancia, para alcanzar un logro más en mi vida, por ser la luz que guía mi camino, mi auxilio y mi soporte en todos los momentos que lo necesite.

A mi madre Martina Velázquez por guiarme, apoyarme, instruirme, y formar en mí valores que definen la persona que soy y gracias por todos tus esfuerzos sin el cual no habría podido lograr este triunfo.

A mi Esposo Isaac de Jesús García por estar siempre apoyándome, por su amor, consejos y comprensión.

Gracias por haber sido parte fundamental en mi vida.

Br. Martha Lucia Velázquez.

AGRADECIMIENTO

A nuestro Dios creador de los cielos y la tierra, por estar en cada momento a nuestro lado, por la sabiduría y dirección al llegar a culminar nuestros estudios profesionales.

A nuestros asesores Ing. Henry Duarte Canales e Ing. Jorge Lenin Peña, por la oportunidad de permitirnos realizar esta investigación y dirigirnos en cada proceso, a la vez compartir con nosotros de su amplio conocimiento, y dedicar su valioso tiempo para el desarrollo de este estudio científico.

A todos y cada uno de nuestros maestros, por la dedicación y empeño de cada día darnos lo mejor de ellos, para forjar profesionales de calidad.

A los trabajadores de la finca El Plantel por apoyarnos cuando establecimos el ensayo.

Br. Heydi Suyen Valle López.
Br. Martha Lucia Velázquez.

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO		PAGINA
1	Características físicas y químicas del suelo en la unida experimental Finca El Plantel Tipitapa - Masaya 2017-2018.	5
2	Dimensiones de parcelas, bloques y áreas totales, finca El Plantel Tipitapa-Masaya 2017-2018.	6
3	Descripción de los tratamientos en la unidad experimental finca El Plantel Tipitapa-Masaya 2017-2018.	6
4	Características Agronómicas de la variedad NB-6.	7
5	Descripción de los momentos de aplicación y dosis de fertilizantes, finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2017-2018.	9
6	Características químicas de los abonos orgánicos (Compost y Lombriz Humus) utilizados en la finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2017-2018.	9
7	Régimen de riego establecido para el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la finca El Plantel Tipitapa-Masaya 2017-2018.	17
8	Efectos de diferentes dosis de fertilizantes sintético y orgánicos en el crecimiento del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la finca El Plantel, Tipitapa- Masaya 2017-2018	22
9	Efectos de diferentes dosis de fertilizante sintético y orgánicos en el rendimiento del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2017-2018.	26
10	Resultados del análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2017-2018.	27
11	Presupuesto como herramienta económica de planificación en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> . L) variedad NB-6, finca El Plantel 2017-2018	28

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA		PAGINA
1	Ubicación geográfica de la Finca El Plantel, Tipitapa- Masaya 2017-2018.	4
2	Precipitaciones acumuladas mensuales en la finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2017-2018.	5
3	Etapas del desarrollo y coeficiente (kc) en el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la finca El Plantel Tipitapa-Masaya 2017-2018.	18
4	Coeficiente de rendimiento (Ky) para cada uno de los tratamientos evaluados en la cosecha del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) en la finca el plantel Tipitapa-Masaya 2017-2018.	19

INDICI DE ANEXOS

ANEXO		PAGINA
1	Diseño experimental (BCA) en la finca el plantel Tipitapa, Masaya 2017-2018	34
2	Parámetros de riego	35
3	Requerimiento de agua del cultivo (RAC) del programa CROPWAT 8.0	36
4	Variables Climáticas	36
5	Calculo del coeficiente de rendimiento del cultivo “Ky” para cada tratamiento	37
6	El presupuesto como herramienta económica de planificación	38
7	Fertilización Sintética	40
8	Fertilización Orgánica	47
9	Niveles de Humedad en el suelo	49
10	Preparación de suelo	49
11	Siembra	50
12	Sistema de riego por microaspersión en la finca el plantel 2017	50
13	Control de arvenses	51
14	Ensayo del estudio a los 30 dds	51
15	Ensayo de maíz (<i>Zea Mays L.</i>) a los 90 días después de la siembra	52
16	Secado del grano para obtener el rendimiento en kg. ha ⁻¹	53
17	Pesa para saber la humedad del grano	54

RESUMEN

La investigación se estableció entre los meses de diciembre 2017 a marzo 2018 en la finca El Plantel, propiedad de la Universidad Nacional Agraria ubicada en el kilómetro 30 de la carretera Tipitapa-Masaya, con el objetivo de Evaluar dosis de fertilizantes sintético y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 bajo riego por microaspersión en la finca El Plantel 2017-2018. El experimento se estableció en un Diseño de Bloques al Azar, unifactorial con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, el área del bloque fue de 132 m², estuvo conformado por cuatro parcelas útiles de 33 m² y de cuatro surcos centrales. Los tratamientos fueron: T₁ (Compost), T₂ (Lombriz Humus), T₃ (Urea 46 %), T₄ (completo formula 18-46-00 + Urea 46 %), los datos fueron analizados mediante el Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de medias por TUKEY ($\alpha < 0.05$). Se encontró diferencias significativas en los tratamientos T₂ para la variable altura de la planta con una media de 1.50 m y número de hojas 6.49 por plantas. En el tratamiento T₃ las variables de rendimiento mostraron diferencias significativas en el diámetro de la mazorca 48.47 mm y rendimiento kg ha⁻¹ con los promedios más altos 3 243.63 kg ha⁻¹, seguido por el tratamiento T₄ con 3 030.91 kg ha⁻¹. El análisis económico demuestra que el tratamiento sintético T₃ un mayor beneficio neto de C\$ 23 019.24, seguido del tratamiento orgánico T₂ con beneficio neto de C\$ 19 303.3. El coeficiente de cultivo “kc” oscila entre 0.35 a 1.18 y el coeficiente de rendimiento “Ky” con menor promedio fue T₃ con 2.81 es el que tiene las menores pérdidas de rendimiento y mejor aprovechamiento de los recursos.

Palabras Claves: Fertilizante, Coeficiente Kc y Ky, Tratamientos, Rendimiento.

ABSTRACT

The research was established between the months of December 2017 to March 2018 in the El Plantel farm, owned by the National Agrarian University located at kilometer 30 of the Tipitapa-Masaya highway, with the objective of evaluating synthetic and organic fertilizer doses in the cultivation of maize (*Zea mays* L.) variety NB-6 under irrigation by micro-sprinkling in the El Plantel farm 2017-2018. The experiment was established in a Randomized Blocks Design, unifactorial with four treatments and four repetitions, the area of the block was 132 m², was composed of four useful plots of 33 m² and four central grooves. The treatments were: T1 (Compost), T2 (Humus Worm), T3 (Urea 46%), T4 (complete formula 18-46-00 + Urea 46%), the data were analyzed by Analysis of Variance (ANDEVA) and separation of means by TUKEY ($\alpha < 0.05$). Significant differences were found in the T2 treatments for the variable height of the plant with an average of 1.50 m and number of leaves 6.49 per plants. In the T3 treatment, the yield variables showed significant differences in the diameter of the ear 48.47 mm and yield kg ha⁻¹ with the highest averages 3 243.63 kg ha⁻¹, followed by the treatment T4 with 3 030.91 kg ha⁻¹. The economic analysis shows that the synthetic treatment T3 a greater net benefit of C \$ 23 019.24, followed by the organic treatment T2 with net benefit of C \$ 19 303.3. The cultivation coefficient "kc" oscillates between 0.35 to 1.18 and the coefficient of yield "Ky" with the lowest average was T3 with 2.81 is the one with the lowest yield losses and the best use of resources.

Key Words: Fertilizer, Kc and Ky Coefficient, Treatments, Performance.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos alimenticios más antiguo que se conoce, pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), es la única especie cultivada de este género y es reconocido como el segundo cultivo del mundo por su producción (Paliwal *et al.*, 2001).

El maíz es uno de los cultivos más sembrados en Nicaragua, se espera sembrar 552 mil manzanas, y cosechar 460 mil manzanas, con una producción de 9.2 millones de quintales (2.2 %) de crecimiento y rendimientos de 20 quintales por manzana para el ciclo 2018/2019. (Plan de producción consumo y comercio ciclo 2018/2019).

La variedad de maíz NB-6 tiene una alta capacidad productiva, estable y consistente ya que presenta buena adaptación en ambientes favorables y desfavorables. Castillo y Bird (2013) mencionan que NB-6 fue una de las variedades más sembradas a nivel nacional en ciclo de primera 2012 con 35 597.4 ha, solamente superada por variedades criollas, esto indica que esta variedad está ampliamente difundida en los sistemas de producción de Nicaragua y es preferida por los productores

El manejo en los sistemas de producción de maíz se realiza en la mayoría de las ocasiones de forma convencional, obteniendo resultados a corto plazo y alterando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Es por esto que con el fin de alcanzar rendimientos satisfactorios, la agricultura moderna brinda opciones de manejo sin alterar el equilibrio natural del suelo (FAO, 2001). En Nicaragua y a nivel mundial la agricultura orgánica está en continuo crecimiento, tanto en hectárea como en número de fincas (Messmer, 2012).

Según (García, 2006), plantea que elevar los rendimientos del cultivo de maíz, se hace necesario aplicar fertilizantes nitrogenados, pues este elemento es muy importante como complemento de la fertilidad natural del suelo y que el mismo puede ser suministrado a través de los abonos orgánicos.

El agua es un factor decisivo para el desarrollo de la planta. Para determinar el manejo óptimo del riego y maximizar el beneficio económico, se requiere conocer la respuesta productiva de un cultivo y la aplicación del agua.

Según (Pacheco, 1995) ; indica que el riego por microaspersión es un método de riego que en los últimos años ha adquirido gran importancia y aceptación en la agricultura moderna. Los micro aspersores tienen características de distribuir el agua en forma bastante uniforme esta condición permite que se disponga en el terreno sin que exista traslape dentro de sus diámetros de humedecimiento; además se pueden lograr diámetros de humedecimiento que varían de 3 a 11 m, otros van a depender del aumento de la presión en la boquilla y el aumento del ángulo de emisores (Rodas y Cisneros, 2000).

El propósito de este estudio es de vital importancia para el sector agropecuario, consiste en evaluar el efecto de los fertilizantes convencionales y orgánicos con sistema de riego por microaspersión para determinar el coeficiente K_c y K_y con la variedad NB-6.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar dosis de fertilizantes sintético y orgánica en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 bajo riego por microaspersión en la finca El Plantel 2017-2018

2.2. Objetivos Específicos

1. Comparar el efecto de la fertilización sintética y orgánico sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de maíz.
2. Obtener valores del coeficiente del cultivo “Kc” y rendimiento “Ky” en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.
3. Realizar un análisis de relación Beneficio/Costo a partir del presupuesto parcial sobre los tratamientos en estudio.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del sitio

El ensayo se estableció en la finca experimental El Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 30 carretera Tipitapa - Masaya al Sureste de la Cabecera Municipal de Tipitapa, Departamento de Managua, con las coordenadas 86°05'25" longitud Oeste y 12°07'11" latitud Norte y altitud de 108 msnm, limitando al Norte con la comunidad Zambrano, al Sur con la comunidad Guanacastillo, al Este con la comunidad Zambrano y al Oeste con la comunidad de Cofradías.

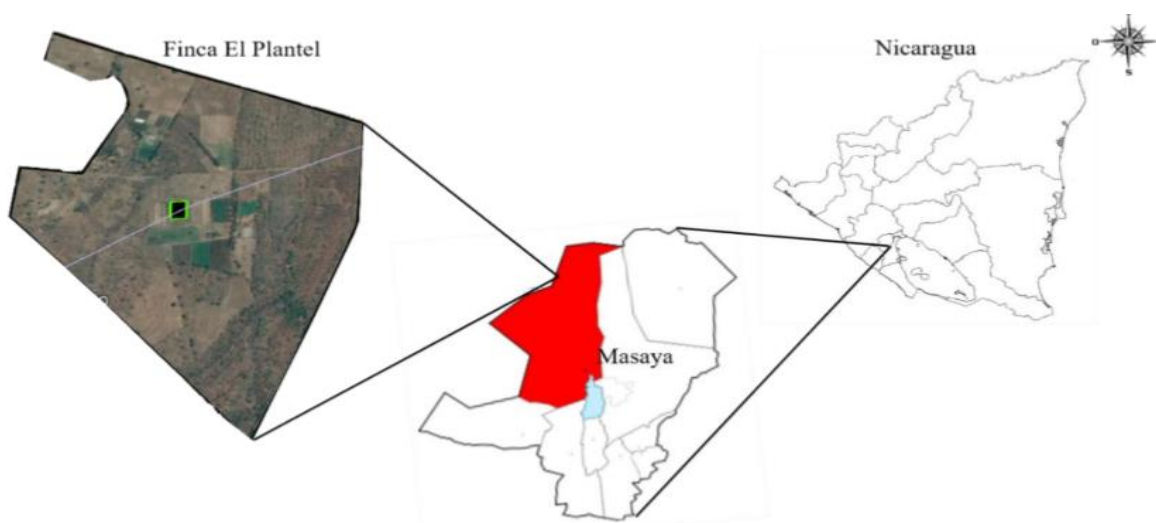


Figura 1. Ubicación geográfica de la finca El Plantel, Tipitapa - Masaya 2018.

3.2. Clima

La humedad relativa promedio es de 74 %, con temperaturas mínimas de 23.8 °C y temperaturas máximas de 33 °C (Hernández y Bustamante, 2017), la precipitación acumulada según los meses que el cultivo estuvo establecido fue de: diciembre 16.6 mm y de enero - marzo fue de 0.0 mm (figura 2).

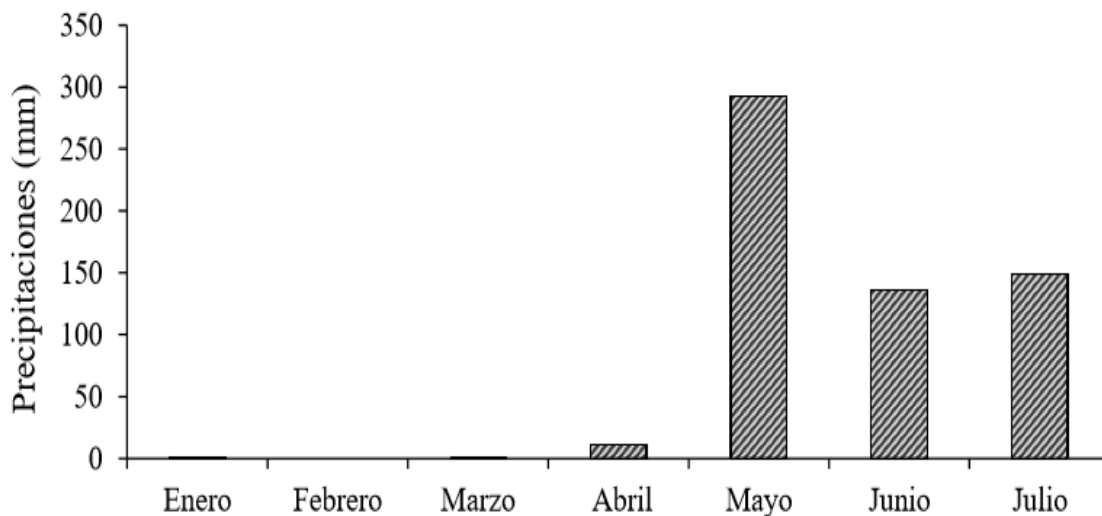


Figura 2. Precipitaciones acumuladas mensuales en la finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2017, (enero-julio)

3.3. Suelo

Según el análisis del suelo realizado en el Laboratorio de Suelo y Agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria, cuenta con las siguientes características química.

Cuadro 1. Características químicas del suelo en la unidad experimental finca El Plantel Tipitapa-Masaya 2017-2018

	M.O	N	P	K	Ca	Mg
Ph	(%)	(%)	(ppm)		Meq/100g suelo	
6.88	2.43	0.12	2.79	1.88	29.98	18.4
N	M	M	B	B	A	A

Fuente. Laboratorio de suelo y agua UNA. Clave N: Neutro, A: Alto, M: Medio, B: Bajo

3.4. Diseño Metodológico

3.4.1. Descripción del diseño experimental

El ensayo se estableció en un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos. Las dimensiones del ensayo se muestran en el (cuadro 2).

Cuadro 2. Dimensiones de parcelas, bloques y áreas totales, finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2017-2018

Descripción	Dimensiones	Área
Parcela	10 m×3.30 m	33 m ²
Bloque	43 m×3.30 m	141.9 m ²
Unidad Experimental.	43 m×13.20 m	567.60 m ²

3.4.2. Descripción de los Tratamientos

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos en la Finca El Plantel, Tipitapa- Masaya 2017-2018.

Tratamientos	Descripción.	Dosis (kg ha ⁻¹)
T ₁	Compost	520.45
T ₂	Humus de Lombriz	732.72
T ₃	Urea (46 %)	136.35
T ₄	Completo 18-46-00	181.81
	Urea (46 %)	295.45

3.5. Características de la variedad NB-6

La variedad NB-6 es una variedad mejorada de maíz (santa rosa 8093) desarrollada por el programa nacional de investigación de maíz Adscrito al Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos. (CNIGB). Tropical blanco tardío dentado (INTA, 2011).

Según (Brenes, 2016) menciona que el NB-6 es una de las variedades más viejas de estar a nivel comercial, fue liberada en 1984, pero ha sido una variedad muy gustada por los agricultores por eso no ha desaparecido, actualmente sus parentales originales se perdieron, la semilla original no existe,

Las regiones recomendadas para la siembra son: el pacífico y ambientes húmedos e intermedios de los departamentos de Jinotega, Matagalpa, nueva Segovia, Estelí, Masaya, león y Chinandega (INTA ,2011).

Cuadro 4. Características agronómicas de la variedad NB-6.

Tipo de variedad	Descripción
Días a flor femenina	54 a 56
Altura planta (cm)	220 a 235
Altura de mazorca (cm)	110 a 115
Color de grano	Blanco
Tipo de grano	Semi-dentado
Textura de grano	Semi-cristalino
Días a cosecha	110 a 115
Madurez relativa	Intermedia
Rendimiento comercial (kg ha ⁻¹)	3 200 – 4 318.18
Cobertura de mazorca	Buena
Densidad poblacional	52 661 a 61 201 planta ha ⁻¹
Ventajas sobre saliente	Tolerante al Achaparramiento

Fuente. (INTA, 2011).

3.6. Manejo agronómico

El manejo agronómico es el conocimiento que al ser adoptado por los agricultores impactan directamente los sistemas de producción, con incrementos en los rendimientos, disminución en los costos de producción y el uso racional de agroquímicos.

3.6.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo es una de las labores agrícolas de mayor importancia en la producción, esta se realizó de forma mecanizada mediante labranza convencional esta consistió con un pase de arado, dos de grada y el surcado.

3.6.2. Siembra

Se inició con la selección de la semilla una variedad mejorada NB-6 esta actividad se realizó en la primera semana de diciembre de forma manual con ayuda de los trabajadores de la finca El Plantel, el espaciamiento de 0.80 m entre surco y 0.20 m entre plantas para una densidad poblacional de 62 500 plantas ha⁻¹ y el equivalente en el ensayo establecido fue de 3300 plantas en un área de 528 m².

3.6.3. Manejo de maleza

Esto se realizó cada siete dds, su manejo fue cultural con azadones.

3.6.4. Raleo

Esta actividad se realizó a los 20 dds.

3.6.5. Manejo de plagas

Se aplicó spintor a los 31 y 45 dds en el ensayo para reducir el nivel población de cogollero (*Spodoptera frugiperda*), realizando dos aplicaciones de este insecticida a una dosis de 50 cc por bomba de 20 litros.

3.6.6. Cosecha

La cosecha se realizó a los 115 dds, cosechando los cuatro surcos centrales de la parcela útil de (33 m²), separándolos en sacos para identificar cada tratamiento y hacer las respectivas mediciones en cuanto a las variables de rendimiento.

3.7. Fertilización

Los fertilizantes, abonos o residuos de cultivos aplicados al suelo aumentan la oferta de nutrientes de las plantas. El fertilizante fue depositado al fondo del surco al momento de la siembra para cada uno de los tratamientos y para el resto de las aplicaciones se realizó aporque.

3.7.1. Fertilización Convencional

La Urea 46 % es el sólido granulado de nitrógeno (N). El nitrógeno es esencial en la planta, forma parte de cada célula viva y es también un componente esencial de los aminoácidos; por lo tanto, el nitrógeno es directamente responsable del incremento de proteínas en las plantas, estando directamente relacionado con la cantidad de hojas, brotes, tallos etc. 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.

3.7.2. Fertilización con Compost

Es un abono obtenido de la descomposición de diferentes materiales orgánicos: estiércol de animales, restos de las plantas, residuos de alimento y carbón, realizada por microorganismos. Mejora las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo (INTA, 2013).

3.7.3. Fertilización con Humus de Lombriz

Es una materia orgánica homogénea, amorfa de color oscuro e inodoro, es el resultado de la materia orgánica y otros componentes defecados por las lombrices, además de ser un excelente fertilizante es un mejorador de las características físicos-químicos del suelo.

Cuadro 5. Descripción de los momentos de aplicación y dosis de fertilizantes, en la finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2017-2018

Tratamiento	Siembra (kg ha ⁻¹)	15 dds (kg ha ⁻¹)	30 dds (kg ha ⁻¹)	45 dds (kg ha ⁻¹)	Total (kg ha ⁻¹)
Compost	384.09	136.36			520.45
Humus de Lombriz	500	232.72			732.72
Urea (46 %)			45.45	90.90	136.35
Completo 18-46-00 + Urea (46 %)	90.90		45.45	45.45	181.81
			136.36	159.09	295.45

Cuadro 6. Características químicas de los abonos orgánicos (Compost y Humus de Lombriz) utilizados en la finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2017-2018

Abono Orgánicos	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
			%					Ppm	
Compost	1.44	0.34	0.70	1.51	0.30	19.90	90.0	139.1	175.0
Humus de Lombriz	2.03	0.65	1.06	2.20	0.85	8.10	3.05	39.30	16.10

Fuente. Laboratorio de suelo y agua UNA. Clave % (Porcentaje) y Ppm (parte por millón)

El análisis de suelo en la finca El Plantel, para la siembra de maíz, con rendimiento propuesto de 4 t ha⁻¹ y la dosis para aplicar se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Dosis para aplicar} = \frac{(Dc - Cs)}{Ef} * 100$$

Donde:

Dc = Demanda del cultivo.

Cs = Contenido en el suelo.

Ef.= Eficiencia del fertilizante

3.8. Parámetros de Riego

3.8.1. Niveles de Humedad en el suelo

Para estimar el porcentaje de humedad en el suelo se aplicó el método gravimétrico con la siguiente fórmula:

$$H = \left(\frac{Psht - Psst}{Psst} \right) * 100$$

Dónde:

H: Humedad del suelo en %.

Psht: Peso del suelo húmedo incluido el tarro g

Psst: Peso del suelo seco incluido el tarro g

3.8.2. Lámina Neta: No es más que la lámina de riego que sirve para restituir la humedad del suelo y se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$Ln = 100 \times \Delta H \times Da (CC - Lp)$$

Donde:

Ln: Lámina Neta m³ ha⁻¹

ΔH: Capa activa m

Da: Densidad aparente (gr cm⁻³)

CC: Capacidad de campo %

Lp: Límite productivo %

3.8.3. Lámina Bruta: La lámina de riego bruta representa la lámina de agua (expresada en mm) aplicada al campo. Dado que la eficiencia de riego es usualmente menor al 100 %, solo una fracción de la Lámina de riego bruta, que es la lámina de riego neta, efectivamente llega a la zona radicular del cultivo.

Cuando aplicamos un sistema de riego, hay pérdidas que se deben a la eficiencia de este (Ef.) y el riego por microaspersión se estableció el valor de (Ef.) 0.90 % en esto el ahorro del agua que es un factor muy importante a la hora de valorar este y especialmente útil para distintas clases de suelo ya que permite riegos frecuentes y poco abundantes en superficies poco permeable; Con este dato ajustamos la lámina bruta que se consideran las pérdidas del sistema con la siguiente formula.

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

Donde:

Lb: Lamina bruta (mm)

Ln: Lamina neto (mm)

Ef: Eficiencia del sistema de riego %.

3.8.4. Intensidad de aplicación: No es más que la aplicación de la lámina de riego por cada hora de operación y se calcula con la siguiente formula.

$$Ia = \frac{QA}{A}$$

Donde:

Ia: Intensidad de aplicación (mm h⁻¹)

Qa: Caudal del aspersor (m³ h⁻¹)

A: Área m²

3.8.5. Tiempo de riego: Para operar el sistema necesitamos conocer el tiempo necesario para aplicar la lámina bruta de riego (Lb) y se calcula con la siguiente formula.

$$Tr = \frac{Lb}{Ia}$$

Donde:

Tr: Tiempo de riego (hora)

Lb: Lamina Bruta (mm)

Ia: Intensidad de aplicación (mm h⁻¹)

3.8.6. Intervalo de riego: No es más que el tiempo que necesitamos para aplicar y cada cuanto tiempo (IR) debemos practicar la operación de riego para restituir la humedad en el suelo y esto se calcula mediante la siguiente formula.

$$Ir = \frac{Lb}{ETR}$$

Donde:

IR: Intervalo de riego días

Lb: Lamina Bruta (mm)

EVTPr: Evapotranspiración real del cultivo (mm día⁻¹)

3.8.7. Coeficiente del cultivo “Kc”

Durante el período de crecimiento, la variación del coeficiente del cultivo (Kc) expresa los cambios en la vegetación y en el grado de cobertura del suelo. Esta variación del Kc a lo largo del crecimiento del cultivo está representada por una curva, Para describir y construirla se necesitan solamente tres valores de Kc, los correspondientes a la etapa inicial (Kc ini), la etapa media de cultivo (Kc med) y la etapa final (Kc fin) (FAO, 2006).

En el ensayo se determinó este coeficiente a través de un análisis utilizando el programa CROPWAT 8.0, y los datos meteorológicos proporcionados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2016).

3.8.8. Coeficiente de rendimiento del cultivo “Ky”

El rendimiento de un cultivo está estrechamente ligado al agua que este evapotranspirando. conocer la relación agua-rendimiento (Ky) es de gran importancia para planificar el riego y para proyectar el rendimiento de los cultivos (Rivera y Gamez, 2016).

Se cálculo al final de la cosecha por medio de la siguiente ecuación:

$$Ky = \frac{(1 - \frac{Yr}{Ym})}{(1 - \frac{EVTPr}{EVTPrm})}$$

Donde:

Ky: Coeficiente de rendimiento

Yr: Rendimiento real de la cosecha

Ym: Rendimiento máximo

EVTPr: Evapotranspiración real

EVTPrm: Evapotranspiración máxima

3.9. Variables Evaluadas

Para las variables de crecimiento y rendimiento se seleccionaron 12 plantas al azar de cada parcela útil, fueron señaladas con una cinta plásticas de color azul, y las mediciones se realizaron a los 25, 40 y 55 dds en el crecimiento y el rendimiento a los 120 dds

3.9.1. Variables de crecimiento

Altura de la planta (m): Se midió desde el suelo hasta la base de la yema de la hoja bandera mediante el uso de una cinta métrica, en 12 plantas.

Diámetro del tallo (mm): Se midió en el entrenudo de la parte media del tallo con un vernier (pie de rey) en 12 plantas al azar.

Número de hojas: Se contabilizo las hojas activas y sin daño mecánico o presencia de insectos u otro organismo, en 12 plantas al azar.

Altura de la primera y segunda inserción de la mazorca (m): se realizó la medición en 12 plantas al azar, desde la superficie del suelo hasta la inserción del chilote a los 50 y 70 dds con una cinta métrica.

3.9.2. Variables de Rendimiento

Longitud de la mazorca (cm): Se midió en 12 mazorcas con una cinta métrica, desde la base del pedúnculo hasta el su ápice de la mazorca.

Diámetro de la mazorca (mm): En 12 mazorcas seleccionadas, se midió el diámetro de cada una de ellas utilizando un vernier (pie de rey).

Número de hileras por mazorcas: Se contabilizo el número de hileras de cada una de las 12 mazorca de las muestras.

Número de granos por hilera: Inicialmente se contó el número de granos por cada hilera de la mazorca utilizando 12 de ellas.

Número de granos por mazorca: Se obtuvo de multiplicar el número de hileras por mazorca y número de granos por hilera en 12 mazorca ellas.

Peso de 1000 semillas: Esta variable se determinó siguiendo las reglas del ISTA (1995) citado por (Espinoza y López 2010), para la cual se tomó ocho réplicas de 100 semilla de cada parcela útil. Después se pesó cada replica por separado y se calculó el valor promedio. Dicho promedio se multiplico por 10 para obtener el peso de mil granos.

Rendimiento kg ha⁻¹: Esta variable se calculó a nivel de la parcela para cual se pesó todo el producto (grano) obteniendo de la parcela útil y se ajustó a un 14 % de humedad. posteriormente lo valores se expresan en kg. ha⁻¹ utilizando la siguiente formula.

$$P_f = \frac{P_i (100 - H_i)}{(100 - H_f)}$$

Donde:

P_i: peso inicial (kg).

H_i: Contenido de humedad inicial de la semilla (%).

P_f: Peso final de la semilla (kg ha⁻¹).

H_f: contenido de humedad final de la semilla (14 %).

3.10. Análisis Estadístico

Los datos obtenidos de las variables en estudio se manejaron en hojas electrónicas (Excel) para su posterior análisis con el programa Statistical Analysis System (SAS v. 9.1). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA 95 %) y prueba de rangos múltiples de Tukey ($\alpha = 0.05$), de confiabilidad sobre variables agronómicas y de rendimiento.

Modelo aditivo lineal

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \alpha_j + \varepsilon_{(ij)}$$

Donde:

Y_{ij} = Es el valor medio de las observaciones medidas en los distintos tratamientos de cada bloque conformado.

i = 4 tratamientos

j = 4 Replicas

μ =Media muestral para todas las variables.

β_i =Es el efecto del *i* –esimo tratamientos.

α_j = Es el efecto del *j*-esimo bloque

ε_{ij} = Es el error de $(\alpha\beta)_{ij}$

3.11. Análisis económico

Para realizar un análisis económico la metodología empleada fue el recomendado por CIMMYT (1988), haciendo un análisis de presupuesto parcial y un análisis de dominancia.

La metodología empleada considera los siguientes parámetros:

Rendimiento: Expresado en kg ha^{-1} .

Rendimiento ajustado: Contempla un ajuste del 10 % a fin de reflejar las diferencias entre el rendimiento experimental y el rendimiento que el productor podría obtener utilizando la misma tecnología, luego se multiplica por el precio del producto de 13.20 córdobas el kg de maíz.

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.

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

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

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

Los otros parámetros económicos se determinaron de la siguiente manera:

Relación beneficio-costos: Se calcula dividiendo el total de ingresos por la venta de producción entre el total de egresos.

$B/C > 1$: Implica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto o inversión es aconsejable.

$B/C = 1$: Implica que los ingresos son iguales que los egresos, entonces el proyecto o inversión no es aconsejable.

B/C < 1: Implica que los ingresos son menores que los egresos, entonces el proyecto o inversión no es aconsejable.

3.12. El presupuesto como herramienta económica de planificación

El presupuesto refleja los resultados esperados en términos monetarios, pero también se puede expresar: en términos de horas o días-hombres, unidades de insumos, horas-máquina o cualquier otro término medible (Zepeda, 2017).

Presupuesto por rubro

Las empresas agropecuarias sobre todo las pequeñas y medianas deben contar con sistemas administrativos que le permitan mantenerse a niveles competitivos en los mercados. Por tanto, es de mucha importancia que el empresario agropecuario utilice el Presupuesto por rubro, que no es más que una técnica para realizar el cálculo anticipado de los ingresos, costos y ganancia de dicha actividad. El presupuesto como anteriormente se ha señalado es un elemento importante de la etapa de planificación, también apoya las otras funciones generales de organización, dirección y el control (Zepeda, 2017).

Cálculos de los indicadores

$$R = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Costo total. ha}^{-1}} * 100$$

$$PEF = \frac{\text{Costo total. ha}^{-1}}{\text{Precio de venta unitaria}}$$

$$PEV = \frac{\text{Costo total. ha}^{-1}}{\text{Rendimiento. ha}^{-1}}$$

R: Rentabilidad

PEF: Punto de equilibrio físico.

PEV: Punto de equilibrio en valor.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Parámetros de riego

Riego microaspersión

El régimen de riego de los cultivos agrícolas establece la cantidad de agua que se aplica a cada riego y los intervalos entre aplicaciones sucesivas. La lamina de riego bruta fue de 16.52 mm y esta se aplicó en 4.35 horas con intervalos de riego cada 3 días con un número total de riego de 30 para el ciclo del cultivo de maíz y al final obtener una norma total de riego de 495.6 mm (cuadro 7).

Cuadro 7. Régimen de riego establecido para el cultivo de maíz (*Zea mays* L). En la finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2017-2018

Lamina Riego (mm)	Tiempo Riego (h)	Intervalos Riego(días)	Nº Riego	Norma total de Riego (mm)
16.52	4.35	3	30	495.6

Coefficiente del cultivo “Kc”

Los valores de los coeficientes de cultivo fueron obtenidos mediante un análisis de datos utilizando el programa CROPWAT 8.0, calculados por decena. Utilizando datos de precipitación, evaporación efectiva y transpiración (Anexo 3). En la curva se presentan los valores de mayor promedio para el mes de enero en las dos últimas decenas y las dos primeras decenas del mes de febrero con valores de 1.16 a 1.18, considerándose la etapa media del cultivo, donde se produce la mayor demanda de agua debido a la formación y llenado de granos.

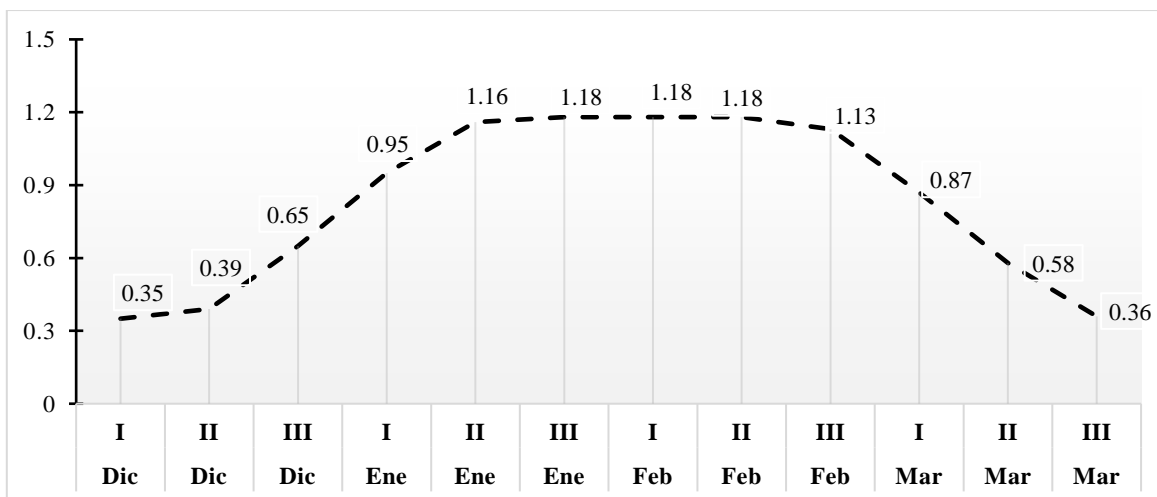


Figura 3. Etapas del desarrollo y coeficiente (kc) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la finca El Plantel, Tipitapa- Masaya 2017-2018

Coeficiente de rendimiento “Ky”

La aplicación del factor sobre el rendimiento “Ky” para la planificación, diseño y operación de los proyectos de riego, permite la cuantificación del agua en términos de rendimientos del cultivo y producción total para la superficie del estudio, en condiciones de agua limitada y distribuida por igual durante toda la estación vegetativa, incluyendo distintos valores de “Ky”, el cultivo con mayor valor de Ky, sufrirá pérdidas de rendimiento que el cultivo con menor valor de “Ky” (Doorenbos y Kassam. 1980) (Anexo 4).

Para los cálculos se utilizó la fórmula de Doorenbos y Kassam se encontró que el tratamiento T₃ (Urea 46 %) con menor pérdida de agua y el mayor promedio en rendimiento de 3 243.63 kg ha⁻¹ y con un valor de 2.81, seguido del tratamiento T₄ (18-46-00 + Urea 46 %) presento valores de 3.55, esto en relación con el rendimiento de 3 030.91 kg ha⁻¹ y el uso del agua en el cultivo (figura 4). Esto no corresponde a una limitación de agua en los tratamientos puesto que la distribución del agua en todo el periodo vegetativo fue la misma lámina de riego si bien este corresponde al factor de fertilidad o a la disposición y absorción de nutrientes por la planta (Anexo 5).

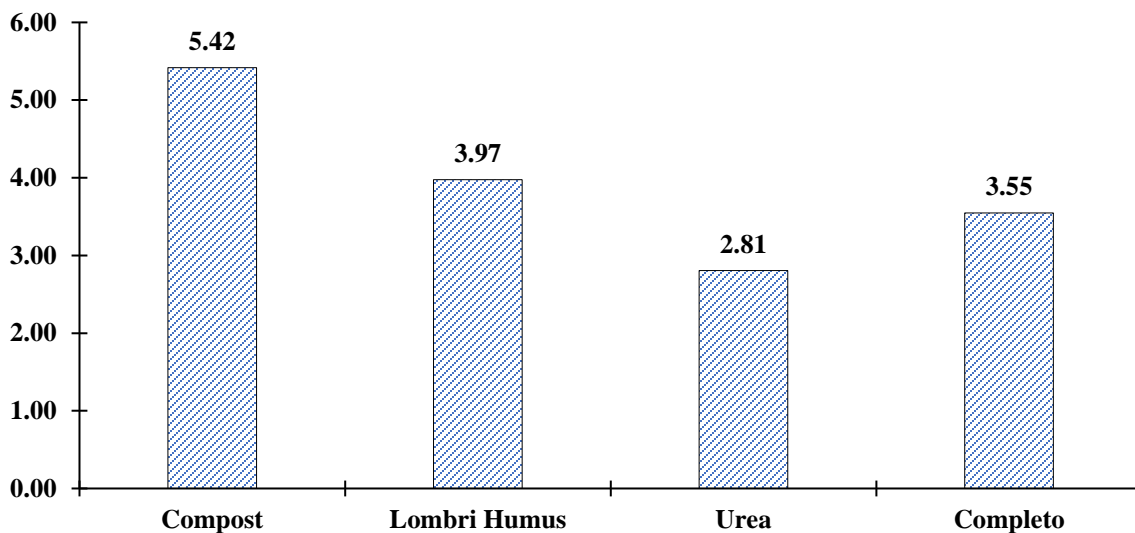


Figura 4. Coeficiente de rendimiento (K_y) para cada uno de los tratamientos evaluados en la cosecha del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2017-2018

4.2 Variables de Crecimiento

Altura de la planta (m)

La altura de la planta en maíz (*Zea mays* L.) es una característica de gran importancia agronómica, ya que tiene influencia en los rendimientos (Pastora, 1996; Tapia, 1990). Este 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).

De acuerdo con la separación de medias Tukey ($\alpha = 0.05$), se encontró diferencias estadísticas en la variable altura de la planta a los 55 dds obteniendo el mayor promedio el tratamiento T_2 (Humus de Lombriz) con 1.50 m, y de menor promedio el T_1 (Compost) con 1.37 m, (cuadro 8).

Esto se debe que el humus de lombriz en las primeras etapas no sustenta la demanda de nutrientes del cultivo, aunque con el tiempo mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, además es uno de los abonos orgánicos más utilizados en los últimos años por ser un producto natural que se adapte a cualquier tipo de cultivo.

El estudio realizado por Matamoros y Aguilar (2016), donde presentan valores de 1.46 cm utilizando el mismo fertilizante orgánico, nuestros resultados están por encima con una media 1.50 m con el tratamiento orgánico T₂ (Humus de Lombriz) a los 55 dds.

Diámetro del tallo (mm)

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; Córdón y Gaitán, 1993). Citado por (Somarriba 1998).

De acuerdo con la separación de medias TUKEY ($\alpha = 0.05$), realizado a la variable diámetro del tallo de la planta se encontró diferencias estadísticas a los 26 dds obteniendo el mayor promedio el tratamiento T₁ (Compost) con 0.99 mm, y menor valor el T₃ (Urea 46 %) con 0.83 mm. (cuadro 8).

Estos resultados son inferiores a los reportados por (Arias y Frank, 2015) quienes realizaron su ensayo en la misma zona, obteniendo los mayores promedios de 1.17 mm aplicando fertilizantes sintéticos.

Número de hojas por planta

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.

De acuerdo ANDEVA 95 % de confiabilidad realizado a la variable número de hojas por planta se encontró diferencias estadísticas a los 40 dds obteniendo el mejor promedio el tratamiento T₂ (Humus de Lombriz) con 6.49 hojas y de menor valor el T₃ (Urea 46 %) con 5.90 hojas respectivamente, no obstante, a los 55 dds el cultivo presento los mayores promedios el T₄ (Convencional) con 4.08 hojas (cuadro 8).

Los resultados del número de hojas son inferiores al compararlas con el estudio realizado por (Matamoros y Aguilar, 2016) que obtuvo un promedio de hojas de 7.23 por planta a los 40 dds.

Altura de la primera y segunda inserción de la mazorca

Según el ANDEVA 95 % de confianza, realizado para esta variable, muestra que no hubo diferencias significativas para las diferentes fuentes de fertilizantes. Por tal razón las pruebas de medias por Tukey ($\alpha = 0.05$), las agrupo en una sola categoría, siendo estadísticas igual entre sí (cuadro 8).

Cuadro 8. Efectos de diferentes dosis de fertilizantes sintético y orgánicos en el crecimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la finca El Plantel, Tipitapa- Masaya 2017-2018

Tratamientos	Dosis kg ha ⁻¹	Variables de crecimiento										
		ALP (m)			DT (mm)			NH (unidad)			APIM	ASIM
		dds			Dds			Dds			dds	dds
		26	40	55	26	40	55	26	40	55	60	90
T ₁	520.45	0.18	0.57	1.37 b	0.99 a	2.09	2.60	4.43	6.45 a	4.02 ab	0.86	1.0
T ₂	732.72	0.18	0.62	1.50 a	0.93 ab	2.21	2.67	4.34	6.49 a	3.51 b	0.88	1.02
T ₃	136.35	0.17	0.58	1.46 ab	0.83 b	2.12	2.66	4.15	5.90 b	3.79 ab	0.92	1.08
T ₄	181.8	0.16	0.56	1.46 ab	0.85 ab	2.15	2.74	3.99	6.13 ab	4.08 a	0.93	1.10
	295.45											
P ≤ 0.05		0.0875	0.1638	0.0647	0.0265	0.6820	0.6349	0.1983	0.0156	0.0302	0.3976	0.1176
CV (%)		11.42	11.29	8.68	15.44	11.93	9.76	12.75	7.88	12.90	12.52	10.44

ALP: Altura de la planta, DT: Diámetro del tallo, NH: Numero de hojas, APIM: Altura de la primera inserción de la mazorca, ASIM: Altura de la segunda inserción de la mazorca.

4.3 Variables 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.

Diámetro de la mazorca (mm)

El diámetro de la mazorca está determinado por factores genéticos e influenciados por condiciones edáficas, nutricionales y ambientales. Es un parámetro para medir el rendimiento y se forma en la etapa reproductiva de la planta, en la que se requiere de actividad fotosintética y gran absorción de agua y nutrientes, si esto es adverso afectará el tamaño de la mazorca (Artola y Villavicencio, 2012)

Según el ANDEVA 95 % de confianza, realizado para esta variable, se encontró diferencias estadísticas para las diferentes fuentes de fertilizantes obteniendo los mayores promedios el tratamiento T₄ (convencional) con 48.47 mm, y menor valor el T₂ (Humus de Lombriz) con 40.75 mm (cuadro 9), tales resultados pueden atribuirse a una mejor y más rápida absorción de los nutrientes aportados en la fertilización convencional.

Los resultados del diámetro de la mazorca son inferiores a los reportados por (Ruiz y Morrison, 2007) quienes encontraron diferencias significativas para la variable diámetro de la mazorca con 59.8 mm con el tratamiento convencional en su estudio.

Número de hileras por mazorca

El número de hileras por mazorca está relacionado con la longitud, diámetro de la mazorca, las variedades del cultivo, así como un buen nivel de fertilidad del suelo, todos factores asociadas al aumento de la masa relativa de la mazorca y al número de hileras por mazorca (Artola y Villavicencio, 2012).

Según el ANDEVA 95 % de confianza, realizado para la variable número de hileras por mazorca, no se encontró diferencias significativas para los tratamientos en estudio. Este resultado se debe a que el número de hileras por mazorca está influenciado por características propias de la variedad y que en este caso las prácticas de manejo no ejercieron ningún efecto sobre la variable.

Número de granos por hileras

El número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hileras, humedad, disponibilidad de nutrientes, densidad y profundidad de raíces, así como de cantidades adecuadas de nitrógeno.

Según la separación de media por TUKEY ($\alpha = 0.05$), para la variable granos por hilera mostro que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio como se muestra en el (cuadro 9)

Número de granos por mazorca

La cantidad de grano por mazorca es proporcional a la longitud de la mazorca más el diámetro.

Según la separación de media por TUKEY ($\alpha = 0.05$), para la variable granos por mazorca no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio como se muestra en el (cuadro 9).

Longitud de la mazorca (cm)

La longitud de la mazorca es considerada uno de los principales componentes del rendimiento, debido a que mayor longitud de mazorca y número de granos por hileras hay mayor cantidad de granos.

Según el ANDEVA 95 % de confianza, realizado para la variable longitud de la mazorca, no se encontró diferencias significativas para los tratamientos en estudio, por tal razón la prueba de medias por TUKEY ($\alpha = 0.05$), las agrupo en una sola categoría, siendo estadísticas igual entre sí (cuadro 9).

Peso de 1000 granos (g)

El peso del grano es dependiente de la variedad, lo que a su vez está determinado por la eficiencia de los procesos desarrollados por las hojas y el tallo, la nutrición mineral, así como las condiciones hídricas durante el llenado de este (Artola y Villavicencio, 2012).

Según la separación de media por TUKEY ($\alpha= 0.05$) no se encontró diferencias significativas para el peso de 1000 g a los 120 dds.

Los resultados para los componentes de rendimiento en los tratamientos cuadro 9, coinciden con los obtenidos por (Espinoza y Lopez 2010), quienes en su ensayo no encontraron diferencias significativas como número de hilera por mazorca, número de granos por hilera, número de granos por mazorca.

Rendimiento (kg ha⁻¹)

El rendimiento es la variable principal en cualquier cultivo y determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos 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 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, híbridos o variedades mejoradas, que dan a la planta mayor resistencia a plagas y enfermedades (Jugenheimer, 1981).

De acuerdo con la separación de medias TUKEY ($\alpha= 0.05$), realizado a la variable rendimiento kg ha⁻¹ mostro diferencias estadísticas presentando el mayor promedio el tratamiento T₃ (Urea 46 %) con 3 243.63 kg ha⁻¹, seguido del T₄ (Completo + Urea 46%) con 3 030.91 kg ha⁻¹, (cuadro 9). Según el (INTA, 2011), los rendimientos aproximados de esta variedad oscilan entre 3,200 – 4 318.18 kg ha⁻¹.

Los resultados del Rendimiento (kg ha⁻¹), inferiores a los reportados en el estudio encontrado por (Matamoros C ,2009), el sistema convencional reporto 4 300 kg ha⁻¹.

Cuadro 9. Efectos de diferentes dosis de fertilizante sintético y orgánicos en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 finca El Plantel, Tipitapa- Masaya 2017-2018

Tratamientos	Dosis kg ha ⁻¹	Variables de rendimiento en el cultivo de maíz							
		Mm	Unidad	unidad	Unidad	Cm	Gr	kg ha ⁻¹	
		DM	NHM	NGH	NGM	LM	PMG	Rendimiento	Ky
T ₁	520.45	44.53 ab	14	34	493	15.63	265	2 504.55b	5.42
T ₂	732.72	40.75 b	14	35	507	15.90	270	2 914.55ab	3.97
T ₃	136.35	44.60 ab	14	35	508	16.07	265.5	3 243.63a	2.81
T ₄	181.81 295.45	48.47 a	14	35	500	15.51	286	3 030.91a	3.55
P ≤ 0.05	-	0.0051	0.9440	0.6494	0.7924	0.2702	0.6467	0.05770	-
CV (%)	-	12.98	7.72	7.98	9.48	5.59	9.57	25.46	-

DM: Diámetro de la mazorca, **NHM:** Numero de hilera por mazorca, **NGH:** Numero de grano por mazorca, **LM:** Longitud de la mazorca, **NGM:** Numero de granos por hilera, **PMG:** Peso de mil granos en gramo, **R:** Rendimiento.

4.4. Análisis económico

Para determinar los costos variables totales en este ensayo se tomaron en cuenta los costos de fertilizantes, cosecha, mano de obra. Los rendimientos promedio se ajustaron a un 10 % calculando que los rendimientos de los productores se ajusten, esto con el objetivo de no sobre-estimar los rendimientos que obtendrían ellos ya que los experimentos de los investigadores se maneja de forma más precisa, controlando fechas, método de cosecha y calculando los rendimientos basándose en parcelas pequeñas.

El precio de venta al por mayor de granos básicos en este caso maíz blanco en el mercado es de C\$ 600 el quintal equivalente a C\$ 13.20 por kg. maíz.

4.4.1. Presupuesto Parcial

Cuadro 10. Resultados del análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la finca El Plantel, Tipitapa-Masaya 2017-2018

Indicadores	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Rendimiento kg ⁻¹	2 504.55	2 914.55	3 243.63	3 030.91
Rendimiento ajustado al 10%	2 254.1	2 623.1	2 919.27	2 727.82
Precio C\$ kg ⁻¹	13.20	13.20	13.20	13.20
Ingreso bruto en C\$ ha ⁻¹	29 754.12	34 624.92	38 534.36	36 007.22
Costos Variables C\$				
Costos de fertilizantes	1 380	1 980	1 800	6 900
Costo de aplicación del fertilizante	3 000	3 000	3 000	3 800
Cosecha	1 650	1 914	2 112	1 980
Costos totales C\$	6 030	6 894	6 912	12 680
Beneficio neto C\$	23 724.12	27 730.92	31 622.36	23 327.22
Relación B/C\$	3.93	4.02	4.57	1.83

En el análisis económico se observa que el tratamiento T₃ (Urea 46 %) obtuvo las mayores utilidades que los demás fertilizantes, con rendimientos de 2 919.27 kg ha⁻¹ y mayor beneficio neto de C\$ 31 622.36, seguido del abono orgánico T₂ (Humus de Lombriz) con 2 623.1 kg ha⁻¹ y beneficio neto de C\$ 27 730.92.

4.4.2. Relación beneficios costo

En la relación beneficio costo está representada por la relación ingresos / egresos. El análisis de la relación B/C puede tomar valores mayores, menores o iguales a 1. En el presente estudio, el tratamiento T₃ (Urea 46 %) originó ingresos C\$ 31 622.36 y egresos de C\$ 6 912 por tanto la relación costo-beneficio es de C\$ 4.57, podemos decir que en este estudio resulto más viable el uso de fertilizantes sintéticos ya que este proporciona mayores beneficios económicos al productor y menores egresos.

4.4.3 El presupuesto como herramienta económica de planificación

La elaboración de los presupuestos también juega un papel fundamental en el proceso de evaluación de alternativas de planificación, pues da la base para comparaciones de los costos, ventajas y desventajas entre las mismas (Zepeda, 2017).

Cuadro 11. Presupuesto como herramienta económica de planificación en el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) variedad NB-6, finca El Plantel 2017-2018

Tratamiento	Rentabilidad (C\$)	Punto de Equilibrio Físico (kg ha ⁻¹)	Punto de Equilibrio en valor (C\$ kg ⁻¹)
Compost	393.43	502.5	2.68
Humus de Lombriz	402.25	574.5	2.63
Urea 46 %	457.50	576	2.37
Completo	183.97	1 056.67	4.65

En la rentabilidad, por cada C\$ 100 que invierten en la producción de maíz variedad NB-6, se obtienen ganancias resultando con mayor valor el tratamiento T₃ (Urea 46 %) con C\$ 457.50, seguido T₂ (Humus de Lombriz) con C\$ 402.25

El punto de equilibrio físico es el rendimiento mínimo que se debe obtener para no perder ni ganar, solo recuperar los costos y el menor promedio es el tratamiento T₁ (Compost) con 502.5 kg ha⁻¹, seguido T₂ (Humus de Lombriz) con 574.5 kg ha⁻¹.

El Punto de equilibrio en valor, es el precio mínimo que el productor podrá vender para no perder ni ganar, solo recuperar los costos y con el menor promedio el tratamiento T₃ (Urea 46 %) con C\$ 2.37 por kg, seguido T₂ (Humus de Lombriz) con C\$ 2.63 por kg.

V. CONCLUSIONES

La fertilización orgánica se vio influenciada positivamente en la mayoría de las variables evaluadas en el estudio entre ellas altura de la planta T₂ (Humus de Lombriz) con 1.50 m a los 55 dds, diámetro del tallo T₁ (Compost) con 0.99 mm a los 26 dds y número de hoja T₂ (Humus de Lombriz) con 6.49 a los 40 dds, y Para los caracteres relacionado al rendimiento fueron: diámetro de la mazorca T₄ (18-46-00 + Urea) con 48.47 mm, y rendimiento T₃ (Urea) con 3 243.63 kg ha⁻¹.

Los mayores promedios encontrados para el coeficiente de cultivo “Kc” en las diferentes fases son: fase inicial 0.35; fase de desarrollo 0.39 a 0.95; fase media 1.16 y 1.18 y la fase final de 1.13 a 0.36 y los menores valores del coeficiente de rendimiento “Ky” son los tratamientos: (T₃) Urea 46 % con 2.81; (T₄) convencional 3.55; y de mayores valores los tratamientos orgánicos (T₂) Humus de lombriz con 3.97 y (T₁) compost 5.42.

El análisis económico de los tratamientos evaluados indica que (T₃) Urea 46 % obtuvo los mayores beneficios netos y la mejor relación beneficio costo, con C\$ 31 622.36 y C\$ 4.57.

VI. LITERATURA CITADA

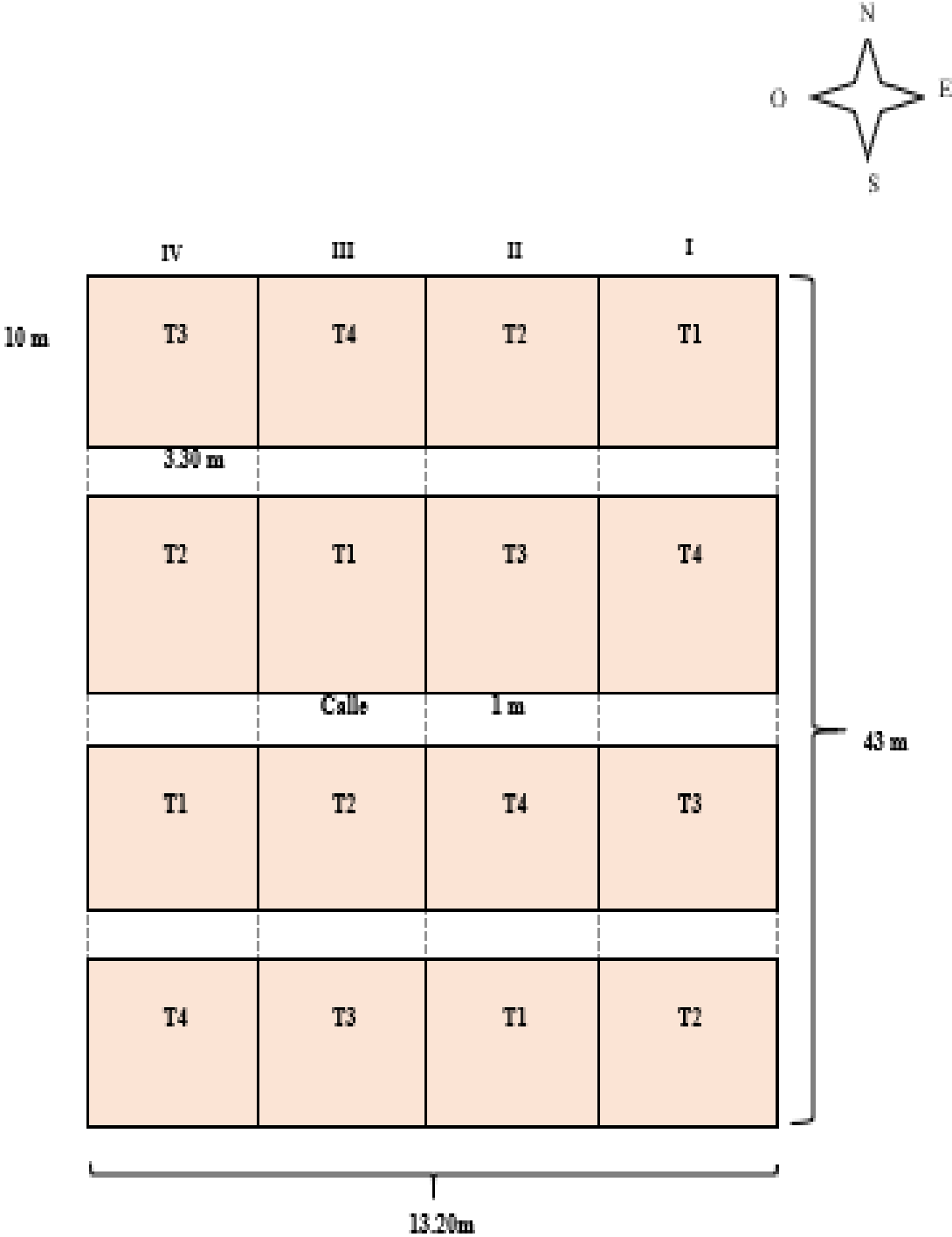
- Arias, F., & Frank, J. (2015). Eficiencia de dos tipos de fertilizantes sintéticos en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad Nutrinta amarillo, Centro Experimental Las Mercedes 2014. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Artola, v., & Villavicencio, C. (2012). Comportamiento agronómico de tres genotipos de maíz (*Zea mays* L.) por efecto de la aplicación de abonos orgánicos y sintéticos, Cofradía 2012. Managua, Nicaragua.: Universidad Nacional Agraria.
- Blessing Ruiz, D. H. (2008). Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.), variedad NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca El Plantel. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Espinoza, B., & lopez, M. (2010). Evaluación de una mezcla de abonos orgánicos versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*zea mays* L) El plantel Masaya 2019. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- FAO. (2001). FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, IT). 2001. Maíz en los trópicos. Departamento de agricultura. .
- García, C. (2006). Uso de Abonos Verdes en Cultivos Agrícolas; Guía Técnica No.10. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Guitierrez, G., & Reyes, F. (2012). Efecto de la fertilización orgánica versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), El Plantel, Masaya, 2010. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- García, L. (2011). Fertilidad de suelo y fertilización de cultivos. Managua, Nicaragua.: Universidad Nacional Agraria.

- INTA (Instituto Nicaraguense de Tecnologia Agropecuario) (2011). Informe Tecnico Anual de Maiz , Pprograma Nacional de granos basicos instituto nicaraguense de tecnologia (Inta) . Managua, Nicaragua.
- INTA (Instituto Nicaraguense de Tecnologia Agropecuario). (2011). Informe tecnico anual de maiz , Programa Nacional de granos basicos instituto Nicaraguense de tecnologia INTA. Managua , Nicaragua.
- INTA. (Instituto Nicaraguense de Tecnologia Agropecuario). (2011). Informe tecnico anual de maiz ,Programa Nacional de granos ,Instituto Nicaraguense de Tecnologia. Managua,Nicaragua.
- INTA. (Instituto Nicaraguense de Tecnologia Agropecuario). (2011). NB-9043. Managua: OAIP.
- INTA. (Instituto Nicaraguense de Tecnologia Agropecuario). (2013). Abono Organico Compost. Managua,Nicaragua.
- Matamoros, C., & Aguilar, R. (2015). Comparación de dos fertilizantes sintéticos versus un orgánico en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), Variedad Nutrinta Amarillo, Centro Experimental las Mercedes, 2015. . Managua, Nicaragua.
- Matamoros, G., & Aguilar, B. (2016). Comparación de dos fertilizantes sintéticos versus un orgánico en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), Variedad Nutrinta Amarillo, Centro Experimental las Mercedes, 2015. . Managua,Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Melgara, G., & Salgado, M. (2012). Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el crecimiento y rendimiento de tres variedades de maíz (*Zea mays L.*) y su rentabilidad económica en Dulce nombre de Jesús, Darío, Matagalpa, 2009 . Managua,Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Messmer. (2012). Organic crop breeding. Oregon, US. p. 15-32.

- Orozco, O. ,, & Tercero, O. (2012). Efecto de la fertilización orgánica versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), El Plantel, Masaya, 2010 . Managua,Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Pacheco, S. (1995). RIEGO Y DRENAJE. Habana-Cuba: Editorial Pueblo y Educacion p.224.
- Quiroz, B. J. (2011). Evaluacion de la Produccion de chilote en el Cultivo de maiz (*zea mays,L*) variedad HS-56 Utilizando sustratos mejorados y determinacion de los coeficientes "KC" Y "KY" bajo riego en la finca las mercedes managua 2009,Igenieria Agricola. Managua ,Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Rivera, J., & Gamez, J. . (2016). Evaluación de tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y tres dosis de fertilización, bajo riego por micro aspersión en época seca, UNA, Managua, 2016 . Managua,Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Rodas, H., & Cisneros, P. (2000). Principios de riego por micro asperción San Salvador.
- Ruiz, M., & Morrison, T. (2007). Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6 bajo practicas de fertilizacion, organica y convencionalL en la finca el plantel.2007-2008. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Serapio, K., & Byron, A. (2016). Diseño e instalaciones de sistema de riego localizado y asperción en 15 hectareas en la finca de la UNA el pantel. Managua.
- Trigo), C. (. (1988). La formulación y recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Tercera edición. México,D.F. p. 20-30. .
- Zepeda, A. L. (2017). Administracion Empresarial. Managua,Nicaragua.
- Doorenbos, J., & Kassam, A. (1980). Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos . Roma,Italia: FAO.

VII. ANEXO

Anexo 1. Diseño experimental (BCA) en la finca el plantel Tipitapa-Masaya, 2017-2018



Anexo 2. Parámetros de riego

Lámina Neta:

$$L_n = 100 \times 0.25 \times 1.06 (22.43 - 16.82)$$

$$L_n = 148.67 \text{ m}^3/\text{ha} \div 10 \text{ mm}$$

$$L_n = 14.87 \text{ mm}$$

Lámina Bruta:

$$L_b = \frac{14.87 \text{ mm}}{0.90} = 16.52 \text{ mm}$$

Intensidad de aplicación:

$$I_a = \frac{0.549 \text{ m}^3/\text{ha}}{144 \text{ m}^2} = 0.0038 \text{ m/h}$$

$$I_a = 0.0038 \text{ m/h} \times 1000 = 3.80 \text{ mm/h}$$

Tiempo de riego:

$$T_r = \frac{16.52 \text{ mm}}{3.80 \text{ mm/h}} = 4.35 \text{ h}$$

Intervalo de riego:

$$I_R = \frac{16.52 \text{ mm}}{4.28 \text{ mm/día}} = 4 \text{ día}$$

Anexo 3. Requerimiento de agua del cultivo (RAC) del programa CROPWAT 8.0

Mes	Decena	Etapas	Kc Coef	ETc mm/día	ETc mm/dec	Prec. efec mm/dec	Req.Riego mm/dec
Dic	1	Inic	0.35	1.36	13.6	9.5	4.0
Dic	2	Des	0.39	1.54	15.4	6.0	9.4
Dic	3	Des	0.65	2.59	28.5	4.0	24.5
Ene	1	Des	0.95	3.77	37.7	0.1	37.6
Ene	2	Med	1.16	4.67	46.7	0.0	46.7
Ene	3	Med	1.18	4.95	54.4	0.0	54.4
Feb	1	Med	1.18	5.16	51.6	0.0	51.6
Feb	2	Med	1.18	5.37	53.7	0.0	53.7
Feb	3	Fin	1.13	5.39	43.1	0.0	43.1
Mar	1	Fin	0.87	4.38	43.8	0.0	43.8
Mar	2	Fin	0.58	3.04	30.4	0.0	30.4
Mar	3	Fin	0.36	1.91	9.5	0.0	9.5
					428.4	19.6	408.8

Fuente, FAO, 2000

Anexo 4. Variables Climáticas

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	Km/día	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	21.0	32.0	76	173	7.1	17.4	4.01
Febrero	21.0	33.0	75	173	7.8	19.8	4.55
Marzo	22.0	35.0	74	173	8.5	22.1	5.25
Abril	24.0	36.0	75	173	8.2	22.2	5.42
Mayo	25.0	37.0	75	173	8.4	22.2	5.63
Junio	24.0	34.0	78	173	7.3	20.2	4.87
Julio	24.0	34.0	78	173	7.3	20.3	4.87
Agosto	23.0	33.0	78	173	7.2	20.4	4.78
Septiembre	23.0	32.0	80	173	6.4	19.0	4.37
Octubre	23.0	31.0	81	173	5.5	16.7	3.79
Noviembre	23.0	32.0	80	173	6.0	16.1	3.79
Diciembre	21.0	32.0	76	173	7.1	17.0	3.93
Promedio	22.8	33.4	77	173	7.2	19.4	4.61

Anexo 5. Cálculo del Coeficiente de rendimiento del cultivo “Ky” para cada tratamiento

EVTPm: 4.61 mm d⁻¹

EVTPm en la decena: 4.61 mm d⁻¹ x 10 días = 46.1 mm dec⁻¹

EVTPm en la decena: 46.1 mm dec⁻¹ x 10 = 461 m³ ha⁻¹

Yr: 3.64 ton. ha⁻¹ Jarquín (2004)

Evtpm = 461 m³ ha⁻¹

Evtpr = 428.5 m³ ha⁻¹

$$\mathbf{Ky\ Compost} = \frac{\left(1 - \frac{2.25}{3.64}\right)}{\left(1 - \frac{428.5}{461}\right)} = \frac{0.3819}{0.0705} = 5.42$$

$$\mathbf{Ky\ Lombriz\ Humus} = \frac{\left(1 - \frac{2.62}{3.64}\right)}{\left(1 - \frac{428.5}{461}\right)} = \frac{0.2802}{0.0705} = 3.97$$

$$\mathbf{Ky\ Urea\ (46\%)} = \frac{\left(1 - \frac{2.92}{3.64}\right)}{\left(1 - \frac{428.5}{461}\right)} = \frac{0.1978}{0.0705} = 2.81$$

$$\mathbf{Ky\ Convencional} = \frac{\left(1 - \frac{2.73}{3.64}\right)}{\left(1 - \frac{428.5}{461}\right)} = \frac{0.2500}{0.0705} = 3.55$$

Anexo 6. El Presupuesto como herramienta económica de Planificación

Cálculos de los indicadores

T₁- Compost

$$\mathbf{R} = \frac{23\,724.12\text{C}\$}{6\,030\text{C}\$} \times 100 = 393.43 \%$$

$$\mathbf{PEF} = \frac{6\,030\text{C}\$}{12\text{C}\$/\text{kg}} = 502.5\text{ kg ha}$$

$$\mathbf{PEV} = \frac{6\,030\text{C}\$}{2\,254.1\text{ kg /ha}} = 2.68\text{C}\$ \text{ kg}$$

T₂- Lombriz Humus

$$\mathbf{Rentabilidad} = \frac{27\,730.92\text{C}\$}{6\,894\text{C}\$} \times 100 = 402.25 \%$$

$$\mathbf{PEF} = \frac{6\,894\text{C}\$}{12\text{C}\$/\text{kg}} = 574.5\text{ kg ha}$$

$$\mathbf{PEV} = \frac{6\,894\text{C}\$}{2\,623.1\text{ kg /ha}} = 2.63\text{C}\$ \text{ kg}$$

T₃- Urea

$$\mathbf{R} = \frac{31\,622.36\text{ C\$}}{6\,912\text{C\$}} \times 100 = 457.50\%$$

$$\mathbf{PEF} = \frac{6\,912\text{ C\$}}{12\text{ kg/ha}} = 576\text{ kg ha}$$

$$\mathbf{PEV} = \frac{6\,912\text{C\$}}{2\,919.27\text{ kg /ha}} = 2.37\text{C\$ kg}$$

T₄ - Convencional.

$$\mathbf{R} = \frac{23\,327.22\text{ C\$}}{12\,680\text{ C\$}} \times 100 = 183.97\%$$

$$\mathbf{PEF} = \frac{12\,680\text{ C\$}}{12\text{ C\$/kg}} = 1\,056.67\text{ kg ha}$$

$$\mathbf{PEV} = \frac{12\,680\text{C\$}}{2,727.82\text{ kg /ha}} = 4.65\text{ C\$ kg}$$

Anexo 7. Fertilización Sintética

El análisis de una muestra de suelo de la finca el plantel, para la siembra de maíz con rendimiento propuesto de 4t / ha es el siguiente:

- - **PH** = 7.12
- **Mo** = 2.43
- -**P** = 2.79 ppm
- -**K**= 1.88 Meq/ 100g. de suelo
- **Ca**= 29.98 Meq/ 100 g de suelo
- **Mg** = 1.84 Meq/ 100 g de suelo
- -**Da** = 1.06 g/ cm³
- - **Prof.** = 20 cm

Calculo de Nitrógeno (N)

Con los datos propuestos el peso de la hectárea del suelo arable sería.

1. **Peso ha surco** = (área de 1 ha cm²) (profundidad de muestreo cm) (Da g cm³)
2. **Peso ha/ surco** = (10⁸ cm²/ ha) (20 cm) (1.06 g/cm³) = 2.12*10⁹g ha

Dividiendo el resultado entre 1000 para pasarlo a kilogramos, el resultado final será:

$$(2.12*10^9 \text{ g/ ha}) / 1000 = 2.12*10^6 \text{ kg ha}^{-1}$$

Una vez calculado el peso de la hectárea del suelo, se procede a calcular la cantidad de nitrógeno que podría aportar el suelo al cultivo.

Si la materia orgánica es, según 2.43 % (datos del análisis químico del suelo), el cálculo procede de la siguiente manera:

2.12*10 ⁶ kg / ha.	100% del peso del suelo
X	2.43% de MO

$$\mathbf{X = 5.15*10^4 \text{ kg de MO ha}^{-1}}$$

Se considera que esta materia orgánica, contiene 5% de Nitrógeno total y de este N. Total se asume que 2% es N disponible mediante la mineralización de la materia orgánica.

$5.15 \cdot 10^4$ kg de MO /ha	100% del peso del suelo
X	5 % de MO

N disponible 2,575.8 Kg. de N total.

2,575.8 son de N total	100% del peso del suelo
X	2 % de N disponible

X = 51.52 kg de nitrógeno disponible / año

Es importante destacar en esta operación que lo calculado equivale a lo disponible en un año, por lo cual no debe interpretarse como que un cultivo de (maíz, por ejemplo) puede hacer uso de todo ese N, pues recordemos que el ciclo de maíz apenas dura 4 meses. Para cultivos perennes si se puede tomar el valor total calculado.

51.52 kg. de N disponible	12 meses (1 año)
X	4 meses /ciclo de maíz

X = 17 kg de N disponible / ciclo

La dosis para aplicar se calcula mediante la siguiente formula:

$$\text{Dosis aplicar} = \frac{(\text{DC}-\text{Cs})}{\text{Ef}} \times 100$$

Ef.

Donde:

Dc= Demanda del cultivo

Cs = Contenido en el suelo

Ef.= Eficiencia del fertilizante

La eficiencia de los fertilizantes se considera tentativamente en 50% para los nitrogenados. Entonces: De acuerdo con la tabla de exigencias del cultivo del maíz para el rendimiento esperado en este ejercicio. Seria N = 100 Kg.

$$\text{N aplicar} = (100 \text{ kg N ha}^{-1} - 17 \text{ kg N ha}^{-1}) / 0.5$$

$$\text{N aplicar} = 166 \text{ N ha}^{-1}$$

Urea = 100 kg (urea)	46 kg de N
X	166 N / ha

$$\text{Urea} = 361 \text{ kg de urea / ha}$$

Calculo de fosforo

$$\text{P disponible} = (\text{ppm P} / 10^6) (\text{Peso de la ha}) (\text{Factor de conversión})$$

$$\text{P disponible} = (2.79 \text{ ppm} / 10^6) (2 \cdot 12 \cdot 10^6 \text{ kg / ha.}) = 5.91 \text{ kg de p / ha}$$

Eso significa que tenemos 10kg de p, para expresarlo en p₂₀₅ se multiplica * 2.29

(Factor de conversión).

$$\text{P disponible} = (5.91 \text{ kg de p / ha}) (2.29)$$

$$\text{P disponible} = 13.57 \text{ kg de p}_{205} / \text{ha}$$

La dosis aplicar se calcula mediante la siguiente formula:

$$\text{Dosis aplicar} = \frac{(\text{DC}-\text{Cs})}{\text{Ef}} * 100$$

Ef.

Donde:

Dc= Demanda del cultivo

Cs = Contenido en el suelo

Ef = Eficiencia del fertilizante

La eficiencia de los fertilizantes se considera tentativamente 30% para los fosfatados entonces: De acuerdo con las exigencias del cultivo del maíz para el rendimiento esperado en este ejercicio seria **p₂O₅= 37 kg.**

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ a aplicar} = 37 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 - 13.57 \text{ kg de P}_2\text{O}_5$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ a aplicar} = 23.45 / 0.3$$

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ a aplicar} = 78.1 \text{ P}_2\text{O}_5 \text{ ha}$$

Calculados cada una de las cantidades de nutrientes requeridos pasamos a realizar la formula aplicar en este caso será un fertilizante compuesto.

El producto comercial: 18 - 46 - 00

Formulación: 166 -78 -00

Se ha utilizado el fosforo como base del cálculo.

100 kg de 18-46-00 contiene 46 kg de P₂O₅

X 78 kg de P₂O₅

$$\text{P} = \frac{100 \times 78}{46} = \mathbf{169.57}$$

169.57 kg de 18-46-00 esto equivales a 4 qq de 46 kg c/ u para aplicar los 78.1 kg de P₂O₅.

100 kg de 18-46-00	Contiene 18 kg de N
169.57 kg de 18-46-00	X kg de N

$$N = \frac{169.57 \times 18}{100} = 30.52$$

$$\begin{array}{r}
 169.57 - 78 - 00 \\
 \underline{30.52 - 78 - 00} \\
 135.48 - 00 - 00
 \end{array}$$

Si se dispone de fuentes separadas en este caso se utilizará fertilizantes simples ya que son los que tiene uno de dichos elementos nutritivos ya sea nitrogenados, fosforo o potasio para poder completar la Formula de: 166 N-78 F-00 K ya que falta 135.48 kg de N.

Urea = 100 kg (urea)	46 Kg de N
X	135.48kg de N

Urea = 295 kg de urea ha

1 qq	46 kg
X	295 kg de urea ha

X= 6.41 quintales de urea.

Calculo de Potasio (K)

El laboratorio nos reporta en el caso de K 1.88 Meq 100 g de suelo y para saber si las cantidades en el suelo son suficiente para el cultivo, lo debemos expresar en kilogramos de K₂O por ha. Aplicamos la formula.

El peso equivalente del K seria, según la forma

Peq = peso molecular / Valencia o # de oxidación

Entonces seria: **Peq** = 39 / 1 lo que es igual a 39 mg de K

Entonces si 1 Meq de K = 39 mg de K, cuanto seria en mg 1.88 Meq de K planteando una simple regla de tres tendríamos

1 Meq de K	39 mg de K
1.88 Meq de K	X

X= 73.32 mg de K/ 100 g de suelo

El cálculo continuo mediante operaciones de reglas de tres, hasta llegar al contenido disponible del suelo expresado a K₂O

73.32 mg de K	100 g de suelo
X	1000 g = 1 kg

X= 733.2 mg K / kg de suelo

Dividiendo entre 1×10^6 para convertir mg en kg

$$\mathbf{K_2O} = \frac{(733.2 \text{ kg/ K}) \times (2.12 \times 10^6)}{1 \times 10^6} \text{ (1.2)}$$

$$1 \times 10^6$$

$$\mathbf{K_2O} = 1\ 864.75$$

De acuerdo con las exigencias del cultivo del maíz para el rendimiento esperado en este ejercicio sea 100 kg de K₂O / ha.

La dosis aplicar se calcula mediante la siguiente formula:

$$\text{Dosis aplicar} = \frac{(\text{DC}-\text{Cs})}{\text{Ef}} * 100$$

Ef.

Donde:

De= Demanda del cultivo

Cs = Contenido en el suelo

Ef= Eficiencia del fertilizante

La eficiencia de los fertilizantes se considera tentativamente 60 % para los potásicos

$$\text{K}_{2}\text{O aplicar} = (100 \text{ kg K}_{2}\text{O} / \text{ha} - 1\ 864.75 \text{ kg K}_{2}\text{O} / \text{ha}) / 0.6 = - 1\ 765.26 \text{ kg K}_{2}\text{O} / \text{ha}.$$

Anexo 8. Fertilización Orgánica

Humus de Lombriz.

De los cálculos anteriores se obtuvo 361 kg de urea / ha.

$$\frac{1 \text{ kg}}{361 \text{ N/ha}} \times \frac{2.2 \text{ libra}}{1} = 794.2 \text{ libra de N/ha}$$

- Fertilización Humus de Lombriz

El análisis de una muestra de suelo de la finca el plantel, para la siembra de maíz con rendimiento propuesto de 4t / ha es el siguiente:

- $P_H = 7.19$
- $N = 2.03$
- $P = 1.09$
- $K = 1.06$

Cálculos

$$\frac{100 \text{ libras de Humus de Lombriz}}{794.2 \text{ libra de N/ ha}} \times \frac{2.03 \text{ libra de N}}{1}$$

$$\text{N/ ha} = 1 \ 612.23 \text{ libra}$$

$$\frac{1 \text{ qq}}{1} \times \frac{100 \text{ libra de N}}{1 \ 612.23 \text{ N/ha}} = 16.12 \text{ qq/ ha}$$

Para suplir las necesidades de nutrientes del suelo con abono orgánico Humus de Lombriz es de 16.12 qq/ ha

Fertilización Orgánica Compost

De los cálculos anteriores se obtuvo 361 kg de urea / ha

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ kg} & \text{—————} & 2.2 \text{ libra} \\ 361 \text{ N /ha} & & \times & = 794.2 \text{ libra de N/ ha} \end{array}$$

- Fertilización compost

El análisis de una muestra de suelo de la finca el plantel, para la siembra de maíz con rendimiento propuesto de 4t / ha es el siguiente:

- **N= 1.44**
- **P= 0.34**
- **K= 0.70**

Cálculos

$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ libras de compost} & \text{—————} & 1.44 \text{ libra de N} \\ 794.2 \text{ libra de N/ ha} & & \times \\ & & \text{N/ ha} = 1 \text{ 143.65libra} \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ qq} & \text{—————} & 100 \text{ libra de N} \\ \times & & 1 \text{ 143.65 N /ha} & = 11.45 \text{ qq / ha} \end{array}$$

Para suplir las necesidades de nutrientes del suelo con compost es de 11.45 qq/ ha

Anexo 9. Niveles de Humedad en el suelo

Mes	Diciembre			Enero		
	I DEC	II DEC	III DEC	I DEC	II DEC	III DEC
Tratamiento						
Compost	43.12	28.72	32.02	20.26	23.83	19.28
Lombriz Humus	25.73	34.48	32.58	15.56	28.17	22.06
Urea (46%)	29.05	35.42	32	79.50	27.50	19.56
Convencional	28.77	34.11	27.35	24.14	24.97	32.34

Mes	Febrero			Marzo
	I DEC	II DEC	III DEC	I DEC
Tratamiento				
Compost	31.79	26.96		12.39
Lombriz Humus	17.69	17.30		16.19
Urea (46%)	15.42	21.08		11.78
Convencional	15.14	17.74		17.52

Anexo 10. Preparación de suelo



Anexo 11. Siembra



Anexo 12. Sistema de riego por microaspersión en la finca el plantel 2017



Anexo 13. Control de arvenses



Anexo 14. Ensayo del estudio a los 30 dds



Anexo 15. Ensayo de maíz a los 90 dds



Anexo 16. Secado del grano para obtener el rendimiento en kg ha^{-1}



Anexo 17. Pesa para saber la humedad del grano

