



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

Efecto del biol en el crecimiento y rendimiento
del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Cv NB-9043,
finca El Plantel, Masaya 2017

AUTORES

Br. Francisco Manuel Reyes Meléndez
Br. Adolfo Martín Martínez Villachica

ASESORES

Ing. Norland Antonio Mendez Zelaya
MSc. Ing. Henry Duarte Canales
MSc. Ing. Rodolfo Munguía Hernández

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

Efecto del biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Cv NB-9043, finca El Plantel, Masaya 2017

AUTORES

Br. Francisco Manuel Reyes Meléndez
Br. Adolfo Martin Martínez Villachica

ASESORES

Ing. Norland Antonio Mendez Zelaya
MSc. Ing. Henry Duarte Canales
MSc. Ing. Rodolfo Munguía Hernández

Trabajo presentado a la consideracion del comité evaluador,
como requisito final para optar al título de Ingeniero Agrícola e
Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Noviembre, 2018

CONTENIDO

Sección	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación del área de estudio	4
3.2 Condiciones edafoclimáticas de la finca	4
3.3 Características del maíz NB 9043	6
3.4 Descripción del proceso de producción y aporte nutricional del biol	7
3.5 Cálculo de la densidad del biol	9
3.6 Diseño Metodológico	10
3.7 Manejo Agronómico	10
3.7.1 Preparación de suelo	10
3.7.2 Siembra	11
3.7.3 Fertilización	11
3.7.4 Manejo de malezas	11
3.7.5 Manejo de plagas	11
3.7.6 Cosecha	12
3.8 Manejo del sistema de riego	12
3.9 Variables evaluadas	12
3.9.1 Variables de crecimiento	12
3.9.2 Variables de rendimiento	13
3.10 Recolección de datos	14
3.11 Análisis estadístico	15
3.12 Análisis económico	15
3.12.1 Costos variables	15
3.12.2 Costos totales	16
3.12.3 Rendimiento	16
3.12.4 Rendimiento ajustado al 10 %	16
3.12.5 Beneficio bruto	16
3.12.6 Beneficio neto	16
3.12.7 Relación beneficio/costo	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1 Variables de crecimiento	17
4.1.1 Diámetro del tallo (mm)	17
4.1.2 Altura de planta (cm)	18
4.1.3 Número de hojas por plantas	18
4.1.4 Altura de la primera y segunda inserción de la mazorca (cm)	19
4.2 Variables de rendimiento	19

4.2.1	Diámetro de la mazorca	19
4.2.2	Longitud de la mazorca	20
4.2.3	Número de hileras por mazorca	20
4.2.4	Número de granos por hileras	20
4.2.5	Peso de 1 000 granos	21
4.2.6	Rendimiento kg ha ⁻¹	21
4.3	Análisis económico	22
4.3.1	Presupuesto parcial	22
V.	CONCLUSIONES	24
VI.	LITERATURA CITADA	25
VII.	ANEXOS	29

DEDICATORIA

A DIOS padre celestial por haberme guiado e iluminado en todo mi camino como universitario, siempre poniendo mi objetivo firme, ya que me dio la sabiduría e inteligencia necesaria para terminar mi carrera profesional.

A mi Madre, Adilia del Carmen Meléndez Pérez, por ser un pilar fundamental en mi preparación universitaria ya que con sus consejos y esfuerzo aportó muchos valores para lograr el éxito en mi carrera profesional.

A mi padre, Nelson José Reyes Ruíz, que a pesar de las adversidades que hemos tenido siempre ha estado en todo momento para cuidarme.

A mi mamita, Ines de la Concepción Ruíz Zavala, que con mucho amor y sacrificio me apoyo hasta el final de mi carrera universitaria, ayudandome a cumplir una meta más en mi vida.

A mi papito, Francisco Jacinto Reyes, por haberme apoyado en todo momento ya que con trabajo y sacrificio siempre logro apoyarme, enseñandome muchos valores en mi etapa de formación y siempre mostrandome el camino correcto para llegar al éxito.

A mis Hermanos, Aurora Isabella Pineda Meléndez y Fernando José Reyes Meléndez, por ser fuente de inspiración para culminar mis estudios.

Br. Francisco Manuel Reyes Meléndez

DEDICATORIA

A Dios por haberme iluminado durante mi vida estudiantil, por haberme dado sabiduría, fuerza y conocimiento para alcanzar el objetivo propuesto.

A mis padres: Adolfo Tomas Martínez Robles y Mirtha Estebana Villachica Juárez, por su apoyo incondicional, su esfuerzos, dedicación y valiosos consejos a lo largo de todos estos años, ayudando a alcanzar esta etapa de mi vida.

A mis tías Reyna del socorro Martínez Robles, Digna Robles, Rosario Robles por ser parte de mi familia el cual es lo más importante, por sus consejos y confianza para poder culminar mis estudios.

A mi hermano Alejandro Ramón Martínez Viachica por su motivación para alcanzar nuevos logros, especialmente a doña María Helena Ramírez que me brindo su ayuda en los momentos difíciles.

Br. Adolfo Martin Martínez Villachica

AGRADECIMIENTOS

A DIOS y a mi familia por el apoyo incondicional en cada paso que realicé para mi formación profesional. De manera personal a la Universidad Nacional Agraria por haberme permitido formarme como profesional.

De manera especial a nuestros asesores, Ing. Norland Antonio Mendez Zelaya, Ing. MSc. Henry Duarte y al Ing.MSc. Rodolfo Munguía, por su amistad, disponibilidad y el entusiasmo de compartir sus conocimientos, brindándonos la oportunidad de llevar a cabo este trabajo de graduación mediante el cual logramos concluir con éxito para nuestra carrera.

Al Ing. Jorge Lenin Peña Quiroz por su ayuda y colaboración en la etapa de campo, ya que nos acogió de manera muy amable en la unidad experimental El Plantel de la Universidad Nacional Agraria.

De manera especial a la Universidad Nacional Agraria (UNA) y al Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV) por ser parte de los financiadores de nuestra investigación y así fomentar el desarrollo de investigaciones utilizando recursos de nuestras fincas.

Al personal que labora en el comedor de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ya que todos estos años apoyaron mi alimentación diaria y en especial a Dorita Campos por su inigualable instinto de madre en estos años de preparación.

Al personal que labora en la finca experimental El Plantel, por permitirnos el acceso y su ayuda en la etapa de campo, brindándonos apoyo relacionado con nuestro trabajo investigativo.

Br.Francisco Manuel Reyes Meléndez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme brindado un tiempo más de vida, por haberme dado la sabiduría, el entendimiento y la paciencia durante mis estudios, y por la fortaleza para alcanzar mi meta propuesta.

A mi familia por el apoyo incondicional en cada paso que realice para una formación profesional.

De manera especial a nuestros asesores de tesis, Ing. Norland A. Méndez Zelaya, MSc. Henry Duarte Canales y al MSc. Rodolfo Munguía, por su amistad, confianza y el entusiasmo de compartir sus conocimientos, brindándonos la oportunidad de llevar a cabo este trabajo de graduación mediante el cual logramos concluir con éxito nuestra investigación.

Al personal que labora en la Finca experimental El Plantel en la cual se realizó el establecimiento de este experimento, por su apoyo y colaboración brindada durante la etapa de campo, en particular al Ing. Jorge Lenin Peña Quiroz

A la Universidad Nacional Agraria por haberme permitido formarme como profesional y al Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo SNV por su apoyo financiero para llevar a cabo esta investigación.

Br. Adolfo Martín Martínez Villachica

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Propiedades químicas de suelo del área experimental.	6
2.	Características de la variedad NB- 9043.	7
3.	Características químicas del biol.	8
4.	Dimensiones en la parcela, bloque y unidad experimental.	10
5.	Tratamientos evaluados.	10
6.	Dosis de fertilización y momento de aplicación.	11
7.	Variables de crecimiento según fechas de muestreo a los 30, 40 y 55 dds.	19
8.	Comparacion de los valores medios para las variables de rendimiento.	22
9.	Presupuesto parcial.	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Ubicación geográfica de la finca El Plantel.	4
2.	Precipitaciones mensuales en la finca El Plantel, Masaya 2017.	6
3.	Esquema del proceso de producción de biogás y biol.	9

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1.	Recolecta de Biol, en finca ganadera de Boaco.	30
2.	Aplicación foliar de biol, en la unidad experimental, finca El Plantel Masaya 2017.	30
3.	Filtrado de biol en la Unidad experimental, finca El Plantel Masaya 2017.	30
4.	Medición de Variables de rendimiento UNA, 2017.	30
5.	Plano de campo del área experimental, finca El Plantel, Masaya 2017.	31
6.	Régimen de Riego por Aspersión, Finca EL Plantel, Masaya 2017.	32

RESUMEN

La utilización de los biofertilizantes es una estrategia para los agricultores, este puede reducir el uso de insumos externos y aumentar la eficiencia de los recursos de sus fincas, protegiendo al mismo tiempo al ambiente. El biofertilizante biol permite aprovechar el estiércol del ganado bovino, sometidos a un proceso de fermentación anaeróbica en el interior de un biodigestor. El objetivo de este estudio consistió en evaluar la fertilización con biol y sintética, sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo maíz, variedad NB 9043; la investigación inició en la época de primera del 2017 en la finca El Plantel propiedad de la UNA. El ensayo se estableció en arreglo unifactorial en un diseño de bloques Completo al azar (BCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; los tratamientos fueron: 8 540 l ha⁻¹, 11 386 l ha⁻¹, 14 233 l ha⁻¹ y 130 kg ha⁻¹ de 12-30-10 + 130 kg ha⁻¹ de Urea al 46 %. El análisis de varianza indico diferencias estadísticas en las variables de crecimiento a los 30 y 40 días después de la siembra, obteniendo los mayores datos el tratamiento de 130 kg ha⁻¹ de 12-30-10 + 130 kg ha⁻¹ de Urea al 46 %. En los rendimientos se presentaron diferencias significativas en el peso de mil granos siendo el tratamiento testigo de 130 kg ha⁻¹ de 12-30-10 + 130 kg ha⁻¹ de Urea al 46 % quien presentó las mayores medias. La variable rendimiento difiere estadísticamente, siendo el tratamiento con fertilización sintética de 130 kg ha⁻¹ de 12-30-10 + 130 kg ha⁻¹ de Urea al 46 % quien presentó los mayores promedios con 3 458 kg ha⁻¹, en una segunda categoría estadística se encuentran los tratamientos con biol. Al realizar el análisis económico reflejó que la mejor relación beneficio-costos (RB/C), la presentó el tratamiento T₁ con C\$ 9.41, lo que indica que por cada córdoba que se invirtió con la aplicación del tratamiento se obtuvo de ganancia 9.41 córdobas incluyendo el córdoba invertido.

Palabras clave: ambiente, nutrición vegetal, biofertilizante.

ABSTRACT

The use of biofertilizers is a strategy for farmers, this can reduce the use of external inputs and increase the efficiency of the resources of their farms, while protecting the environment. Biol biofertilizer allows to use the manure of cattle, subjected to an anaerobic fermentation process inside a biodigester. The objective of this study was to evaluate the fertilization with biol and synthetic, on the growth and yield of the corn crop, variety NB 9043; the investigation began in the first season of 2017 in the El Plantel farm owned by UNA. The trial was established in a unifactorial arrangement in a randomized Complete Block (BCA) design, with four treatments and four repetitions; the treatments were: 8 540 l ha⁻¹, 11 386 l ha⁻¹, 14 233 l.ha⁻¹ and 130 kg ha⁻¹ of 12-30-10 + 130 kg ha⁻¹ of Urea at 46%. The analysis of variance indicated statistical differences in the growth variables at 30 and 40 days after sowing, obtaining the highest data treatment of 130 kg ha⁻¹ of 12-30-10 + 130 kg ha⁻¹ of Urea at 46% In the yields there were significant differences in the weight of thousand grains being the control treatment of 130 kg ha⁻¹ of 12-30-10 + 130 kg ha⁻¹ of Urea to 46% who presented the highest means. The performance variable differs statistically, being the treatment with synthetic fertilization of 130 kg ha⁻¹ of 12-30-10 + 130 kg ha⁻¹ of Urea to 46% who presented the highest averages with 3 458 kg ha⁻¹, in a Second category statistics are treatments with biol. When performing the economic analysis, it was shown that the best benefit-cost ratio (RB / C) was presented by the T1 treatment with C \$ 9.41, which indicates that for each córdoba that was invested with the application of the treatment, 9.41 córdobas was obtained from profit. including the inverted cordoba.

Key words: environment, plant nutrition, biofertilizer.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional, el maíz ocupa el primer lugar entre los granos básicos cultivados y es un elemento en la dieta del nicaragüense, pudiéndose consumir de diversa manera: Tortilla, atol, pozol, güirila, etc. Además, contribuye con la actividad pecuaria en la fabricación de alimentos para animales principalmente en el área avícola (Peña, 2011)

Debido a las intensas aplicaciones de insumos para el control de plagas y fertilizantes sintéticos, los suelos se han degradado, los fertilizantes químicos son de acción inmediata y al mismo tiempo solo funcionan a corto plazo, esto provoco un desbalance en la agricultura, y también un desequilibrio ambiental, con la aparición de nuevas plagas y resistencia de estas a los insumos químicos, ocasionando una dependencia cada vez mayor a la industria agroquímica (Ayala, 2008).

El Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA, 2008) el biol es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales en ausencia de oxígeno, contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. La técnica empleada para obtener biol es a través de biodigestores.

El Nuevo Diario (2013) indica que Nicaragua se obtienen los más bajos rendimientos, muy por debajo del resto de países centroamericanos, salvo en el caso de El Salvador, cuyo rendimiento es mayor a $2\ 895\ \text{kg ha}^{-1}$, lo que duplica al de Nicaragua que es de $1\ 356\ \text{kg ha}^{-1}$

Cantero y Martínez (2002) En su investigación de gallinaza, obtuvieron un rendimiento de $5\ 848.66\ \text{kg ha}^{-1}$ en el cultivo de maíz, con la aplicación de fertilizante orgánico, este rendimiento obtenido demuestra que los abonos orgánicos además de ser una fuente aportadora de nutrientes pueden proporcionarlo en el cultivo del maíz. Una razón por lo cual el rendimiento fue extenso en la aplicación del tratamiento basado en gallinaza, es debido al alto contenido de macro y micronutrientes que el abono presenta, lo cual tiene mucha influencia en el funcionamiento de la planta.

Esta investigación tiene como finalidad evaluar tres dosis de biol en el cultivo de maíz, como alternativa a la aplicación de fertilizantes sintéticos, así como analizar su factibilidad económica que responda a la problemática de los agricultores en sus bajos rendimientos y altos costos de producción comparado con fertilizantes convencionales (Completo 12-30-10 y urea 46 %).

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de tres dosis de biol y un fertilizante sintético, en las variables de crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Cv NB 9043.

2.2 Objetivos específicos

Determinar el comportamiento del cultivo de maíz Cv. NB 9043, en las variables de crecimiento por efecto de la dosis de biol y un fertilizante sintético.

Evaluar el efecto del biol y un fertilizante sintético en el cultivo de maíz Cv NB 9043, en las variables de componentes de rendimiento.

Estimar la relación beneficio – costo, a través de la metodología de presupuesto parcial en los tratamientos evaluados, para determinar el tratamiento más rentable económicamente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

Este estudio se realizó en el periodo de mayo a agosto del año 2017, en la unidad experimental y de producción El Platel finca de la Universidad Nacional Agraria, ubicado en el km 30 carretera Tipitapa-Masaya. El plantel se encuentra las coordenadas geográficas 12°6'57.65" de latitud norte y 86°5'10.61" de longitud oeste a una altura de 100 metros sobre el nivel del mar.

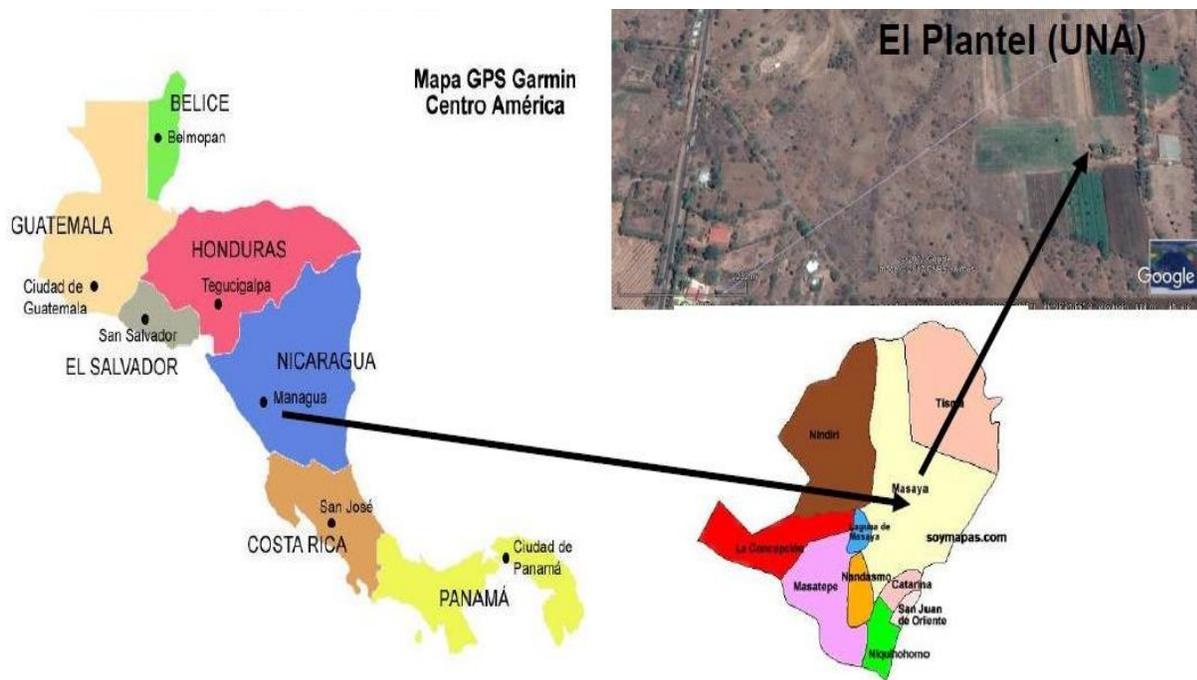


Figura 1. Ubicación geográfica de la finca El Platel.

3.2 Condiciones edafoclimáticas de la finca

Las precipitaciones promedio oscilan entre los 800 a 1 000 mm anuales, el suelo es franco arcilloso, ligeramente ácido. La época lluviosa inicia en mayo y termina en noviembre. El 85 y 97 % de las precipitaciones anuales ocurren durante los meses de junio y octubre, con un período seco de 15 días entre julio y agosto (canícula). La temperatura anual promedio es de 26°C, con una humedad relativa del 75%. La velocidad media del viento oscila entre 2.1 y 7.1 m s⁻¹ (INETER, 2008).

Las precipitaciones ocurridas durante el ensayo en el mes de mayo fueron de 293mm, en junio de 136mm y en julio se registraron de 149 milímetros. La precipitación aprovechada es la lluvia adquirida por los cultivos, ya que las condiciones físicas del suelo, así como el estado de humedad del mismo en el momento de lluvia condicionan la fracción aprovechable de la misma en el cultivo. Las precipitaciones aprovechables fueron mayo 33 mm, junio 51 mm y julio 127 mm, figura 2. Para el cálculo de la precipitación aprovechable se utilizó la siguiente ecuación:

$$Pa = (W_{max} - W_{ini}) + E_{vtp}$$

Donde:

Pa: Precipitación aprovechable

W_{max}=Reserva máxima

W_{ini}=Reserva inicial

E_{vtp}=Evapotranspiración

El riego por aspersión surge, con la necesidad de regar nuevas superficies que por características topográficas no podían ser regadas. Actualmente se sabe la importancia de la utilización del riego en todos los países del mundo, esto se debe a que gran superficie de la tierra se encuentra ubicada en zona seca.

La lámina aplicada en cada riego fue de 29.91 mm, en total se aplicaron 3 riegos complementarios, el primero fue el 27 de mayo, el segundo el 27 de junio y el último el 8 de julio, para un total de 89.73 mm, anexo 6.

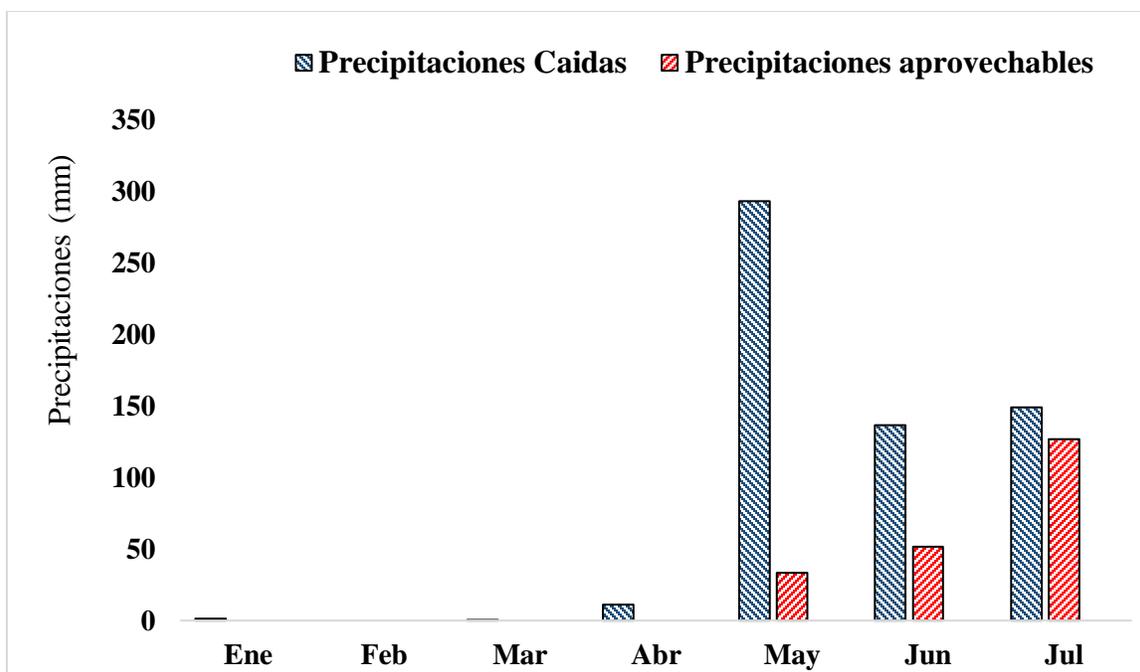


Figura 2. Precipitaciones mensuales en la finca El Plantel, Masaya 2017.

Según el análisis de suelo realizado en el Laboratorio de Suelos y Agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria, el área de estudio cuenta con las siguientes características químicas (cuadro 1).

Cuadro 1. Propiedades químicas de suelo del área experimental.

pH	M.O (%)	N (%)	P (ppm)	K Ca Mg meq/100 g suelo		
				1.88	29.98	18.4
N	M	A	P	A	A	A

Fuente. LABSA (2017). Clave: N: neutro, A: alto, M: medio, P: pobre.

3.3 Característica de la variedad NB 9043

NB 9043 es una variedad mejorada de maíz recomendada para zonas húmedas e intermedias donde se presentan problemas de pudrición de mazorca (*stenocarpella maydis*) y manejo agronómico deficiente. Se recomienda sembrar en las épocas de primera, postrera y apante (INTA, 2013).

Esta variedad se puede sembrar desde los 0 a 1 800 msnm, se adaptan a suelos franco, franco arenoso y areno arcilloso, con pendiente de 15 a 30%, pH 6.5 a 7.0, temperaturas de 15 a 28°C y precipitaciones de 800 a 1 600 mm. NB-9043, la siembra se puede hacer manualmente preparando el suelo con arado de bueyes, al espeque y mecanizado. (INTA, 2013).

Su potencial rendimiento es de 3 860 kg ha⁻¹ a 4 825 kg ha⁻¹, buen tamaño de mazorca (16 a 18 cm), se adaptan a sistemas de producción y manejo agronómico del pequeño agricultor, tiene excelente vigor de plantas y aspecto de mazorca, responde a bajas dosis de fertilización y es tolerante a la pudrición de mazorca (INTA,2013).

Cuadro 2. Características de la variedad NB-9043.

Cultivar	NB 9043
Naturaleza genética	Polinización libre
Color de semilla	Blanco
Origen	PRM-CIMMYT (México)
Variedad protegida	No
Genéticamente modificado	No
Año de registro	1999
Zonas donde se recomienda	Zonas húmedas de Nueva Segovia, Matagalpa, Jinotega, Estelí, Chontales, El Rama, San Carlos, Nueva Guinea.
Registrado	INTA
Suplidor	INTA

3.4 Descripción del proceso de producción y aporte nutricional del biol

El biol es un biofertilizante líquido, resultado de un proceso de descomposición y fermentación en ausencia de oxígeno (anaeróbica) de residuos orgánicos vegetales y animales que contiene nutrientes de alto valor nutritivo (nitrógeno amoniacal, hormonas y aminoácidos) que estimula el crecimiento, desarrollo y producción en las plantas (Esprella,2012).

El biol utilizado en este trabajo, se obtuvo mediante la fermentación, en un biodigestor de domo fijo de una carga de estiércol fresco y agua a una mezcla a proporción 1: 2, un bidón de agua más dos bidones (20 litros) de estiércol bobino. Esto se ubican en la cámara de digestión, ahí se crean tres niveles, volumen de biodigestor, volumen de almacenamiento del biogás y volumen muerto, luego se da la salida del biogás y del biofertilizante (figura 3).

En el cuadro 3 se reflejan los resultados del contenido de nutrientes del biofertilizante biol. Según el análisis químico realizado en el laboratorio de Suelos y Aguas (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria, cuenta con las siguientes características químicas. El resultado del análisis químico del biol es nitrógeno alto, fósforo bajo y potasio alto

Cuadro 3. Características químicas del biol.

pH	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
(%) 7.14	1.76	0.18	3.11	16.57	12.30	30.52	5.45	36.70	7.72
	A	P	A	M	M	ppm	ppm	ppm	Ppm

Fuente: Laboratorio de suelo y agua, UNA, 2017. Clave: A: alto, B: bajo, M: medio.

Para mantener un equilibrio entre oferta de nitrógeno y demanda de nitrógeno, la cantidad de fertilizante inferida a partir de este procedimiento denominado "criterio de balance" deberá ser ajustado por la eficiencia de fertilización. La magnitud de esta depende del tipo de fertilizante y del manejo de este (fuente, tecnología de aplicación, momento de fertilización, etc).

El biol tiene residuo de materia orgánica, se filtró con una malla sarán para evitar la obstaculización en la boquilla de la bomba utilizada en las aplicaciones foliares en el ensayo, también se utilizó un barril para almacenar el biol que se filtró en el campo.

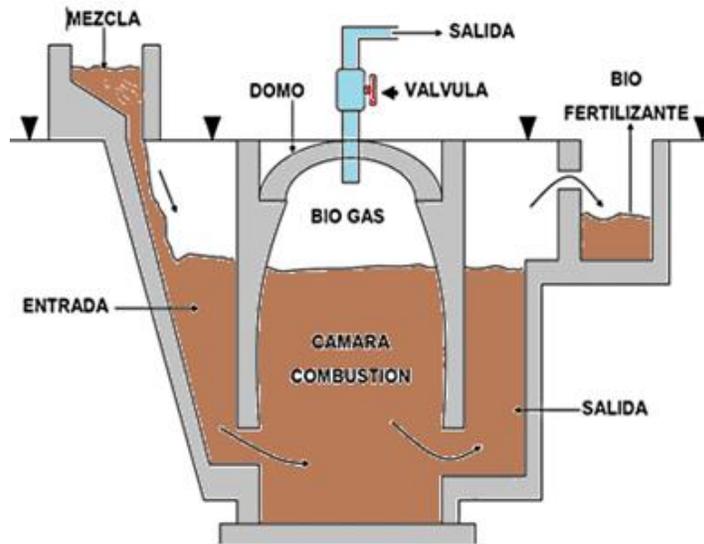


Figura 3. Esquema del proceso de producción de biogás y biol.

3.5 Cálculo de la densidad el biol

Para la obtención de la densidad del biol se realizó un calculo que consistió en medir en una probeta de 100 centímetros cúbicos (cm^3), el líquido del biol y luego pesado en un balanza electrónica de alta precisión. La medición se repitió en tres ocasiones para reducir el error. Al final se obtuvo en un volumen de 100 cm^3 en un peso de 100 gramos resultado de una densidad de 1 g cm^{-3} , para realizar este calculo se utilizo la siguiente ecuación.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

ρ = densidad

m = masa en g

V = volumen en cm^3

Esto quedaria de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{100 \text{ g}}{100 \text{ cm}^3}; \quad \rho = 1 \text{ g cm}^3$$

3.6 Diseño metodológico

El estudio consistió en evaluar el crecimiento y rendimiento de maíz variedad NB 9043 aplicando tres dosis de biol procedente de dos fincas ganaderas ubicadas en el departamento de Boaco y un testigo que consistió en el uso de fertilizantes sintéticos, completo (NPK), fórmula 12-30-10 y Urea al 46 % N, bajo riego complementario por aspersión. El ensayo se estableció en la época de primera, con un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA) en arreglo unifactorial con cuatro bloques y cuatro replicas.

Cuadro 4. Dimensiones en la parcela, bloque y unidad experimental.

Descripción	Dimensiones	Área
Parcela	4 m * 15 m 5 m * 12 m	60 m ²
Bloque	12 m * 20 m	240 m ²
Unidad experimental	12 m * 86 m	1 032 m ²

Cuadro 5. Tratamientos evaluados

Tratamiento	Fertilizante	Dosis l ha ⁻¹	Aporte de N. kg ha ⁻¹
T ₁	Biol	8 540 l ha ⁻¹	150.3
T ₂	Biol	11 386 l ha ⁻¹	200.3
T ₃	Biol	14 233 l ha ⁻¹	250.5
T ₄ (Testigo)	Completo 12-30-10	129.37 kg ha ⁻¹	75
	Urea 46 % (N)	129.37 kg ha ⁻¹	

Clave: l ha⁻¹: litros por hectárea, kg ha⁻¹: kilogramos por hectárea

Para la obtención del aporte de nitrógeno de cada tratamiento en estudio, se obtuvo por medio de una regla de tres, utilizando los siguientes datos: Dosis de los tratamientos, % químico de nitrógeno del biol en estudio, que se observa en el cuadro 3.

3.7 Manejo agronómico

3.7.1 Preparación de suelo

La preparación del suelo se efectuó de forma mecanizada, mediante el método de labranza convencional que consistió en la limpieza del terreno, un pase de arado y dos pases de grada. Para la siembra se depositaron 2 semillas por golpe, la distancia entre surco fue de 100 cm y entre planta

de 15 cm. posteriormente a los 20 días después de la siembra se realizó el raleo de plantas, dejando una planta por golpe.

3.7.2 Siembra

Se inició con la selección de la semilla, actividad que se realizó en la segunda semana del mes de mayo en la época de primera. El espaciamento entre surcos fue de 1 m y entre plantas 0.15 m para una densidad poblacional de 66 666 plantas por hectárea.

3.7.3 Fertilización

Se realizó fertilización básica al momento de la siembra aplicando a tres tratamientos un 20 % de la dosis menor de biol de 8 540 l ha⁻¹ directo al suelo (esta fertilización básica no correspondía al 100 % de cada dosis), Las siguientes aplicaciones se realizaron de la siguiente manera (Cuadro 6).

Cuadro 6. Dosis de fertilización y momento de aplicación.

Trat.	Siembra (Básica Edáfica)	Dosis de biol l ha ⁻¹						
		20 dds Foliar	21 dds edáfica	28 dds foliar	35 dds foliar	40 dds edáfica	47 dds foliar	52 dds edáfica
T ₁	1 708	427	1281	683.2	1281	2562	1281	1024.8
T ₂	1 708	569.3	1707.9	910.88	1707.9	3415.8	1707.9	1366.32
T ₃	1 708	711.65	2 134.95	1 138.64	2 134.95	4 269.9	2 134.95	1 707.96
T ₄		129.38 kg ha ⁻¹ (12-30-10)			129.38 kg ha ⁻¹ Urea 46 %			

Clave: dds: días después de la siembra, l ha⁻¹: Litros por hectáreas, kg ha⁻¹: kilogramos por hectárea.

3.7.4 Manejo de malezas

El manejo de malezas se realizó a los 13, 27 y 48 dds, esta práctica se hizo de manera manual con machete y azadón.

3.7.5 Manejo de plagas

Se aplicó cipermetrina 25 EC a los 14 dds, 21 dds, 28 dds, 35 dds, 40 dds para reducir el nivel poblacional de cogollero (*Spodoptera frugiperda*), realizándose cinco aplicaciones de 10 cc por bomba de 20 litros.

3.7.6 Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual al concluir el ciclo del cultivo a los 105 dds, separándose las mazorcas de cada planta dentro de la parcela útil para sus respectivas mediciones.

3.8 Manejo del sistema de riego

El riego se utilizó para dar condiciones a la semilla para la germinación de forma complementaria a las precipitaciones, ya que el estudio fue iniciado en época seca y concluyó en época lluviosa por tanto el riego fue un factor que complementó el efecto del déficit hídrico en el cultivo.

Las labores realizadas en el sistema de riego fueron homogéneas en todo el experimento, el agua de riego que se utilizó fue sustraída del pozo de la Finca experimental El Plantel que contiene una bomba turbina sumergible de 8" acoplada a motor franklin electrico con potencia de 100 HP, caudal de 500-600 galones por minuto, y carga dinamica total de 610 pies- 525 pies.

El sistema de riego esta diseñado con aspersores senninger con caudal de 10.9 galones por minutos, el espaciamento entre aspersor esta situado a una distancia de 18 x 18 metros. Según calculos realizados el maiz recibio una lámina neta de riego de 29.91 mm de agua, con pérdidas de 39.88 mm de agua, una intensidad de aplicación de 7.65 mm/hora, con un tiempo de riego de 5.21 hora, un intervalo de riego de 11 días y se realizaron 3 riegos en todo el ciclo vegetativo.

3.9 Variables evaluadas

Para el registro de datos se seleccionaron 12 plantas al azar en cada parcela útil, fueron señaladas con una cinta plástica color azul; las mediciones a los 30, 40 y 55 dds durante el crecimiento y cosecha a 105 y 112 dds.

3.9.1. Variables de crecimiento

Altura de planta (cm).

Se realizó desde la superficie del suelo hasta la inserción de la hoja bandera, con el uso de cinta métrica de cinco metros, efectuando dos mediciones, a 30 dds y 40 dds.

Diámetro del tallo (mm).

Se registro en el entrenudo de la parte media del tallo, haciendo uso de vernier (pie de rey). A los 30 y 40 dds.

Número de hojas por planta.

Se contabilizó el número de hojas totales en la plata iniciando de la parte inferior hacia la superior, se realizaron dos mediciones, a 30 dds y 40 dds.

Altura de la primera y segunda inserción de la mazorca (cm).

Con una cinta métrica se midió desde la base del tallo hasta la inserción de la mazorca a los 55 dds.

3.9.2. Variables de rendimiento

Todas las mediciones de las variables del rendimiento se realizaron a los 107 días después de la siembra (dds).

Longitud de mazorca (cm).

Se midió desde la base del pedúnculo hasta su ápice haciendo uso de la cinta métrica a los 107 dds.

Diámetro de mazorca (mm).

Se registro en 12 mazorcas de plantación parcela útil. Se midió utilizando un vernier (pie de rey), a los 107 dds.

Número de hileras por mazorca.

Se contó el total de hileras en la parte central de cada mazorca, posteriormente se determinó el valor promedio de hileras por mazorca.

Número de granos por hilera.

Se contabilizó el número de granos por hilera desde la base hasta el ápice de cada mazorca. Para cada mazorca se eligió al azar una hilera y luego se determinó el valor promedio de hileras por mazorca. Este registro se realizo a los 107 dds.

Número de granos por mazorca.

Se obtuvo del producto de multiplicar el número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera.

Peso de 1 000 granos (g).

Se tomaron ocho réplicas de 100 semillas de cada parcela útil, después se pesó cada réplica por separado y se calculó el valor promedio, el promedio se multiplicó por diez para obtener el peso de mil granos. Esta variable se registró a los 112 dds.

Rendimiento (kg ha-1).

Se realizó después de desgranar las mazorcas de la parcela útil (a los 112 dds) de cada parcela útil, estableciendo el peso del grano por parcela. El rendimiento se determinó ajustando el grano cosechado al 14% de humedad utilizando la siguiente fórmula (Aguirre y Peske, 1998)

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

Donde:

P_i: Peso inicial (kg)

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

P_f: Peso final de la semilla (kg)

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

3.10. Recolección de datos

Se diseñó un formato de recolección para cada variable, en la que se registraron los datos de cada variable en cada visita al campo.

3.11 Análisis estadístico

Los datos fueron procesados y analizados, utilizando Excel y el programa estadístico Infostat, se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de rangos múltiples de TUKEY al 95 % de confiabilidad.

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

Donde:

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

i = 4 dosis

j = 4 bloques

μ = Media muestral para todas las variables

β_i = Es el efecto del i -ésima dosis de biol

α_j = Es el efecto de la j -ésimo bloque

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

3.12 Análisis económico

Se realizó la metodología del CIMMYT (1988), para evaluar la rentabilidad de los tratamientos utilizados. Se determinó la relación beneficio costo por cada tratamiento en estudio.

Parámetros por tomar en cuenta a la hora de realizar un análisis económico mediante la metodología de CIMMYT, 1988.

3.12.1 Costos variables

Incluyen los costos variables de los tratamientos como los fertilizantes y su aplicación. No se incluyen los costos fijos.

3.12.2 Costos totales

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.

3.12.3 Rendimiento

Es la producción expresada en kg ha^{-1} .

3.12.4 Rendimiento ajustado al 10%

Considerando un 10% de pérdida expresado en kg ha^{-1} .

3.12.5 Beneficio bruto

Obtenido por la multiplicación del rendimiento ajustado por el precio de venta.

3.12.6 Benéfico neto

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

3.12.7 Relación beneficio/costo

Es la relación entre el beneficio neto y los costos totales que varían, esta relación es un indicador que nos permite determinar cuáles son los beneficios por cada córdoba que se invierte en el proyecto.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existe una necesidad de encontrar procedimientos que permitan mejorar la eficiencia de uso de los fertilizantes nitrogenados para maximizar el beneficio económico y minimizar el riesgo de contaminación ambiental.

El nitrógeno es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento del maíz. Este macronutriente participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta ya que su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz.

4.1 Variables de crecimiento

4.1.1 Diámetro del tallo (mm)

El maíz es un cultivo afectado frecuentemente por fuerte vientos que provocan el doblamiento de los tallos caída de las plantas, por lo que el aumento del grosor del tallo es una característica deseable para disminuir el acame (Alvarado y Centeno,1994).

El diámetro del tallo es una característica de suma importancia en el cultivo de maíz, este se puede ver afectado por altas densidades de siembra y las competencias de luz, lo que provoca una elongación de los tallos y entrenudos más largos, plantas más altas y reducción del grosor de los tallos favoreciendo el acame de las plantas (Alvarado y Centeno,1994).

Se encontró diferencias significativas en el diámetro de la planta a los 30 y 40 dds, con mayor promedio en el T₄ (12-30-10 y Urea 46 %), con 13.11 mm y 20.06 mm, en otra categoría similar el T₃(14 233 l ha⁻¹) con medias de 12.60 y 18.83 mm (cuadro 8)

El INTA (2013), afirma que la aplicación de nitrógeno es uno de los factores que influye en el diámetro de las plantas. Arzola *et al.*, (1981), afirman que las altas dosis de nitrógeno influyen positivamente en el diámetro del tallo.

4.1.2 Altura de planta (cm)

La altura de la planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento, desarrollo y es un indicativo de la velocidad de crecimiento. Está determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis; la altura puede verse afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, humedad, nutrientes y la densidad de planta por área (Peña, 2011).

El ANDEVA no indica diferencias significativas a los 30 dds, pero a los 40 dds si se establecen siendo el T₄(12-30-10 y Urea 46 %), quien presentó la mayor la mayor altura con 153.52 cm. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Olivas y Ocampos (2010), quienes evaluaron una mezcla de abonos orgánicos (compost, humus de lombriz, biofertilizante) y fertilización sintética (completo y urea 46 %) en el cultivo de maíz.

4.1.3 Número de hojas por plantas

López *et al.*, (2014), mencionan que el déficit de agua durante el período de establecimiento en el cultivo de maíz retrasa el desarrollo y produce plantas menos vigorosas y cuando tiene lugar un déficit de agua durante el período vegetativo inicial, se produce menos superficie foliar, lo que ocasiona una reducción del rendimiento.

El cuadro 8 muestra que hay diferencias estadísticas. A los 30 dds la aplicación de 14 233 l ha⁻¹ ejerce mayor efecto en el numero de hojas, pero a los 40 dds es la aplicación de completo 12-30-10 + urea 46 % quien presenta mayor número de hojas.

Según Peña (2011), el número de hojas está determinado por factores genéticos, sin embargo, podría ser influenciado por la falta de nutrientes.

4.1.4 Altura de la primera y segunda inserción de la mazorca (cm)

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Olivas y Ocampo (2010), en estudios sobre comparación de fertilizantes orgánicos y sintéticos en el cultivo del maíz no encontraron diferencias significativas para la altura de la inserción de la mazorca.

Maya (1995) describe que las hojas superiores y medias a la inserción de la mazorca son decisivas en la producción del grano, ya que son las principales proveedoras de carbohidratos y que las hojas inferiores contribuyen relativamente poco, mientras menor sea la altura de la inserción de la mazorca, la planta tendrá mayor cantidad de hojas superiores que le provean de nutrientes.

Para esta variable no se registran diferencias estadísticas (cuadro 7).

Cuadro 7. Variables de crecimiento según fechas de muestreo a los 30, 40 y 55 dds.

Tratamientos	30 dds			40 dds			55 dds	
	DP (mm)	AP (cm)	NHP	DP (mm)	AP (cm)	NHP	API (cm)	ASI (cm)
8 540 l ha ⁻¹	11.22 c	59.81	6.94 ab	17.38 bc	126.81 b	6.75 b	93.56	110.13
11 386 l ha ⁻¹	11.51 bc	59.85	6.65 b	16.98 c	130.81 b	7.04 ab	88.50	105.06
14 233 l ha ⁻¹	12.60 ab	61.71	7.38 a	18.83 ab	136.58 b	7.67 ab	91.35	108.31
Completo + Urea	13.11 a	65.35	7.21 ab	20.06 a	153.52 a	7.92 a	95.79	112.44
Pr >F	0.043	0.421	0.032	0.0001	0.008	0.016	0.623	0.601
CV %	15.49	14.92	9.76	8.90	14.04	12.36	10.23	12.47

* Nota: DP: Diámetro de la planta (mm) AP: Altura de la planta (cm) NHP: Numero de hojas por planta API: Altura de la primera inserción (cm) ASI: Altura de la segunda inserción (cm)

4.2 Variables de rendimiento

4.2.1 Diámetro de la mazorca (cm)

En el cuadro 8 se observa que no existe diferencia en el diámetro de la mazorca por efecto de la fertilización, obteniéndose valores desde 4.61 a 4.78 cm.

El diámetro de la mazorca, es determinado por factores genéticos e influenciado por factores edáficos, nutricionales y ambientales, es un parámetro fundamental para medir el rendimiento y está relacionado directamente con la longitud de la mazorca (Saldaña y Calero, 1991).

Si los eventos mencionados son adversos, se afecta el tamaño de la espiga en formación, y por consiguiente se obtiene menor diámetro de mazorca que al final repercute en bajos rendimientos (Castillo y Saravia, 2017).

4.2.2 Longitud de la mazorca

La longitud de la mazorca no se vio afectada por efecto de la aplicación de los tratamientos (cuadro 8). Los promedios se sitúan entre 13.76 y 14.25 cm.

La longitud de la mazorca es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz. Es una variable de mucha importancia debido que tiene una relación directa, en la obtención de máximos rendimientos, a mayor longitud de mazorca, mayor número de granos por hilera y por consiguiente mayores rendimientos (Centeno y Castro, 1993)

4.2.3 Número de hileras por mazorca

Esta variable no presentó diferencias estadísticas por influencia de las aplicaciones de los fertilizantes, obteniendo promedios de 13.13 a 13.48 hileras por mazorca (cuadro 8).

Esta variable está relacionada con la longitud, diámetro de la mazorca y las variedades del cultivo, así mismo con una buena nutrición en el suelo, aumenta la masa relativa de la mazorca y por ende el número de hileras por mazorca (Pastora, 1996).

Cantarero y Martínez (2002), Así como Arnesto y Benavides (2003), no encontraron diferencias significativas al evaluar esta variable reportando resultados similares a este estudio.

4.2.4 Número de granos por hileras

En el cuadro 8 se presentan los resultados del número de granos por hileras e indica igual comportamiento estadístico de los tratamientos.

El número de granos por hileras está influenciado por el número de óvulos por hileras y a su vez por la alimentación mineral e hídrica, así como por la densidad y la profundidad de las raíces, se sabe que adecuadas dosis de nitrógeno tienen influencias positivas sobre los componentes de los rendimientos entre ellos el número de granos por hilera (Blandón y Smith, 2001).

Castillo y Saravia (2016), no encontraron diferencias significativas al evaluar esta variable reportando resultados similares en el estudio.

4.2.5 Peso de 1 000 granos

El ANDEVA indica diferencias estadísticas. El tratamiento con mayor efecto es la aplicación de 14 233 l ha⁻¹ con 341.77 g, seguido por el Testigo (completo + urea) con 332.90 gramos, ambos tratamientos se encuentran en la misma categoría estadística.

Esta variable demuestra la capacidad de trasladar nutrientes acumulados por la planta en su desarrollo vegetativo al grano en la etapa reproductiva, su movilización contribuye al rendimiento de grano, que difiere con las variedades y las condiciones del medio ambiente (López, 1991).

Hernández *et al.*, (2014), en una investigación que evalúan biol + harina de ave + melaza, biol + suero + melaza y biozyme, describen que el biol genera un incremento en el peso del grano obteniendo resultado de 789 g. En este estudio se considera la combinación de biol con otros fertilizantes orgánicos.

Rugama (2017), encontró diferencias significativas al evaluar esta variable reportando resultados similares a este estudio, en comparación que el mayor efecto la obtuvo el testigo convencional.

4.2.6 Rendimiento kg ha⁻¹

El incremento de los rendimientos depende del uso de híbridos o variedades mejoradas así como de fertilizantes, que dan a la planta mayor resistencia a plagas y enfermedades (Jugenheimer, 1990).

Los resultados obtenidos mediante el ANDEVA (cuadro 8), indican que hay diferencia significativa, obteniendo las mayores medias el Testigo (completo + urea), con 3 458 kg ha⁻¹, seguido por el T₃ (14 233 l ha⁻¹) con 3 168 kg ha⁻¹.

Estos rendimientos son satisfactorios y obedecen a la capacidad de producción de la variedad, cabe destacar que este cultivo no presentó déficit hídrico debido al riego complementario que se realizaron en 3 riegos: 27 de mayo, 27 de junio y 8 de julio del 2017.

Cuadro 8. Comparacion de los valores medios para las variables de rendimiento.

Tratamientos	D.m (cm)	L.m (cm)	Nhm	Ngh	Ngm	P mil granos (g)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
8 540 l ha ⁻¹	4.61	13.67	13.25	29.58	391.73	306.49 b	2 996 b
11 386 l ha ⁻¹	4.73	13.96	13.13	30.81	404.40	310.50 b	2 985 b
14 233 l ha ⁻¹	4.78	14.25	13.42	31.29	422.46	341.77 a	3 168 b
Completo + urea	4.73	14.31	13.48	31.63	427.02	332.90 a	3 458 a
Pr >F	0.419	0.682	0.806	0.542	0.321	0.001	0.012
CV %	5.64	10.32	7.32	11.89	12.68	5.69	7.29

Notas: D.m: (Diámetro de la mazorca) L.m: (longitud de la mazorca) N.h.m: (número de hileras por mazorca) Ngh: (número de granos por hilera) Ngm: (número de granos por mazorca) P mil granos (g): (Peso de mil granos)

4.3 Análisis económico

4.3.1 Presupuesto parcial

El presupuesto parcial es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos variables y beneficios netos de los tratamientos estudiados, los costos que varían son los costos por hectárea relacionados con los insumos comprados y la mano de obra utilizada en la aplicación de los fertilizantes que varían de un tratamiento a otro (CIMMYT, 1998).

En el análisis de presupuesto aplicado, muestra que el mayor beneficio neto lo presentó el T₄ con 36 279.96 C\$ ha⁻¹ seguido por el tratamiento T₁ con 31 682.91 C\$ ha⁻¹. Aunque económicamente el tratamiento T₃ podría ser una opción alternativa de fertilización orgánica, vemos que económicamente el tratamiento alternativo podría ser el T₁ (8 539.8 litros de biol por hectárea) ya

que es el tratamiento de menor volumen de biol aplicado al cultivo y en comparación con los otros tratamientos de biol presentó los menores costos.

El análisis económico incluye los rendimientos medios obtenidos de cada tratamiento, el rendimiento ajustado y el beneficio bruto del campo, se toma en cuenta el total de costos que varían para cada tratamiento (cuadro 10).

Cuadro 9. Presupuesto parcial.

Indicadores	Tratamientos			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Rendimiento kg ha ⁻¹	2 995.71	2 984.87	3 167.66	3 457.69
Rendimiento ajustado al 10 %	2 696.14	2 686.38	2 850.89	3 111.92
Precio C\$ kg ⁻¹	13	13	13	13
Ingreso bruto en C\$ ha ⁻¹	35 049.81	34 922.98	37 061.62	40 454.97
Costo en fertilizantes C\$ ha ⁻¹	341.60	455.44	569.32	3 700.58
Costo de aplicación de fertilizantes C\$ ha ⁻¹	3 025.30	4 033.49	5 042.04	474.43
Costos totales en C\$ ha ⁻¹	3 366.90	4 488.93	5 611.36	4 175.01
Beneficio neto C\$ ha ⁻¹	31 682.91	30 434.05	31 450.26	36 279.96
Relación Beneficio - Costo C\$ ha ⁻¹	9.41	6.78	5.60	8.69

En el análisis se puede observar que el T₁ presentó la mejor relación beneficio costo que los demás tratamientos, lógicamente esto se debe a que no se incurrió en gastos de mano de obra en las aplicaciones de las dosis de biol.

V. CONCLUSIONES

Los tratamientos en estudio reflejaron diferencias estadísticas en las variables de crecimiento; diámetro de la planta, altura de la planta, altura de la primera y segunda inserción de la mazorca, peso de 1 000 granos destacándose el tratamiento sintético T₄ (Completo + urea).

La fertilización sintética T₄ (completo + urea) presentó los mayores rendimientos con 3 458 kg ha⁻¹. Seguido de los fertilizantes a base de biol con el tratamiento T₃ (14 233 l ha⁻¹) con 3 168 kg ha⁻¹.

El análisis de presupuesto parcial indica que el tratamiento que presentó el mayor rendimiento y beneficio neto fue el sintético (T₄) con C\$ 3 111.92 y C\$ 40 454.97 respectivamente, sin embargo, el menor costo total que varía lo obtuvo el tratamiento con biol T₁ con C\$ 341.60, los tratamientos con el mayor beneficio neto fueron el T₄ y T₁ con C\$ 36 279.96 y C\$ 31 682.91 respectivamente. La mejor relación beneficio-costo (RB/C), la presentó el tratamiento T₁(menor dosis de biol) con C\$ 9.41, lo que indica que por cada córdoba que se invirtió con la aplicación del tratamiento se obtuvo de ganancia 9.41 córdobas incluyendo el córdoba invertido.

VI. LITERATURA CITADA

- Alvarado, E.; Centeno, A.1994. Efecto de sistema de labranzas, rotación y control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos de maíz (*Zea mays* L.). Y sorgo (*Sorghum bicolor* L Moench). Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.64 p.
- Arnesto, G.; Benavides, V. 2003. Evaluación del efecto de la fertilización mineral y orgánica (Gallinaza) en el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) var. NBS. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.70 p.
- Arzola, PN.; Fundora , HO.; Machado, AJ. 1981. Suelo, planta y abonado. Editorial Pueblo Educación. La Habana CU. 461 p.
- Aguirre, R.; Peske , S.1988. Manual para el beneficio de semillas. (en línea). Colombia. CO. Consultado 05 de feb. 2018, Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Digital/SB118.3_A33_Manual_para_el_beneficio_de_semillas.pdf
- Ayala, A. 2008. Evaluación de abonos orgánicos en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Tesis. Agr. Universidad San Francisco de Quito, Quito, EC.06 p.
- Blandón, G.; Smith, M. 2001. Efectos de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) var. NB-6. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.50 p.
- Cantarero, RJ.; Martínez, OA. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y un mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.52 p.

Castillo, F.; Saravia , J. 2017. Evaluación de tres dosis de nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.). Tesis.Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria , Managua, NI.14-40 p.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1988. Un manual metodológico de evaluación económica: La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos (en línea). México, MX, Consultado 20 de mar.2018, Disponible en <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>.

Cuadra, R M. 1988. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento rendimiento y desarrollo del maíz (*Zea mays* L.) Var. NB6. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.20 p.

Hernández, MA.; Linares, A., Tinoco, CA.; Rodríguez, N. 2014. Efecto de la fertilización orgánica foliar y al suelo con “Biol” sobre el rendimiento y sanidad de maíz (*Zea mays* L.), en el ciclo O-I en Sayula de Alemán, (en línea). México, MX, Consultado 24 de mar. 2018, Disponible en <http://132.248.9.34/hevila/RevistabiologicoagropecuariaTuxpan/2014/no3/19.pdf>

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria) .2002. Generalidades sobre los granos básicos, guía tecnológica 1. Managua, NI. p 5.

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2013. Catálogo de semillas de granos básicos: Variedades de arroz, frijol, maíz y sorgo liberadas por el INTA. PAPSSAN, (en línea). Managua, NI, Consultado 11 de mar. 2018, Disponible en <http://intapapssan.info/wp-content/uploads/2013/09/Cat%C3%A1logoSemillas2013.pdf>

- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2008. Dirección General de Meteorología. Resumen de temperatura media y precipitación diaria, (en línea). Managua, NI, Consultado 09 de feb.2018, Disponible en <https://www.ineter.gob.ni/#pronostico>
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria) .2008. Producción y uso de biol, (en línea). Lima, PE, Consultado 06 de feb. 2018, Disponible en http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac_css/doc_num/fiches_techniques/biol.pdf
- IPADE (Instituto para el Desarrollo y la Democracia). 2009. Guía técnica de abonos orgánicos, (en línea). Managua, NI, consultado 22 de mar. 2018, Disponible en <http://www.ipade.org>
- Heimer, RW. 1990. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. México.MX.228 p.
- Largaespada, M. 2013. Agro en busca de mayores rendimientos. El nuevo diario, (en línea). Managua, NI, Consultado 03 de abr.2018, Disponible en <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/300050-agro-busca-mayores-rendimientos>.
- López, JC.; Morales, HM. 2014. Efecto de la aplicación de tres láminas de riego en dos técnicas de riego sobre el cultivo del maíz (*Zea mays* L.) en la microcuenca El Espinal, Pueblo Nuevo, 2013. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.26 p.
- López, B. 1991. Cultivos herbáceos, cereales. Volumen I. Ediciones Mandí Prensa, España, ES 391 p.
- Pérez Rugama, EH.2018. Evaluación de la fertilización orgánica con biol y sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.), cv. NB 9043, bajo riego complementario por goteo, finca El Plantel, Masaya 2017. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.18 p.

- Peña, L. 2011. Evaluación de la producción de chilote en el cultivo de Maíz (*Zea mays*, L.) variedad HS-5G utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.01– 03 p.
- Pastora, R. 1996. Evaluación de arreglos de siembra de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos y su uso equivalente de la tierra. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.43 p.
- Maya, NC. 1995. Evaluación de siete genotipos de maíz (*Zea mays*, L.) en cuatro localidades de Nicaragua. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.36 p.
- Olivas Orozco, NB.; Ocampo Tercero, FG.2010. Efecto de la fertilización versus fertilización sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.13 p.
- Saldaña, F., Calero, M. 1991. Efectos de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de las malezas en los cultivos de maíz (*Zea mays* L.), Sorgo (*Sorghum bicolor* L), Pepino (*Cucumis sativus* L). Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, NI.63 p.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Recolecta de Biol, en finca ganadera de Boaco.



Anexo 2. Aplicación foliar de biol, en la unidad experimental, finca El Plantel Masaya 2017.



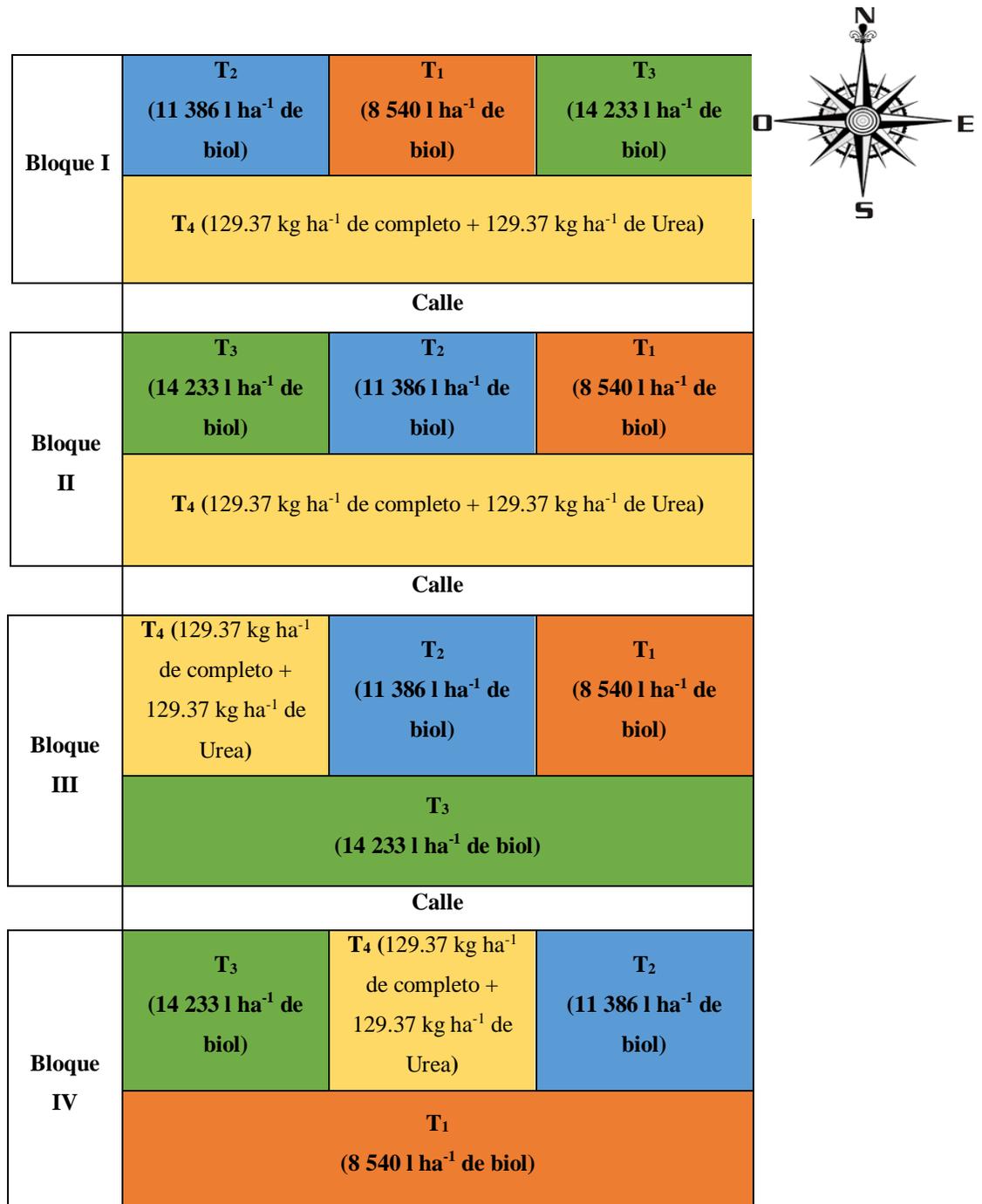
Anexo 3. Filtrado de biol en la Unidad experimental, finca El Plantel Masaya 2017.



Anexo 4. Registro de datos de los componentes de rendimiento UNA, 2017.



Anexo 5. Plano de Campo del área experimental, finca El Plantel, Masaya 2017.



Anexo 6. Régimen de Riego por Aspersión, Finca EL Plantel, Masaya 2017.

Mes	Dec.	W _{máx}	W _{mín}	W _{ini.}	M _r	Egresos			Ingresos					W _f	W _{cons.}	W _{pres}
						K _b	Ev.	Evtp	Pc	Pa	N _r	M _T	Fechas			
Mayo	II	119.11	89.20	107.20	29.91	0.40	63.10	25.24	0	0	1	29.91		111.87	7.24	22.67
	III	119.11	89.20	111.87	29.91	0.40	65.50	26.20	292.80	33.44	0.00	0.00	7.13	119.11	0.00	29.91
Junio	I	119.11	89.20	119.11	29.91	0.40	64.4	25.76	68.20	25.76	0.00	0.00	-	119.11	0.00	29.91
	II	119.11	89.20	119.11	29.91	0.80	47.4	37.92	0.00	0.00	1.00	29.91		111.10	8.01	21.90
	III	119.11	89.20	111.10	29.91	0.80	54.5	43.60	68.20	25.76	0.00	0.00	7.13	119.11	0.00	29.91
Julio	I	119.11	89.20	119.11	29.91	0.80	45.90	36.72	0.00	0.00	1.00	29.91	8.15	112.30	6.81	23.10
	II	119.11	89.20	112.30	29.91	1.05	54.70	57.44	74.45	64.24	0.00	0.00	-	119.11	0.00	29.91
	III	119.11	89.20	119.11	29.91	1.05	59.40	62.37	74.45	62.37	0.00	0.00	-	119.11	0.00	29.91

Nota= Dec: Decena; W_{máx}: Reserva máxima en (mm); W_{mín}: Reserva mínima en (mm); W_{ini.}: Reserva inicial en (mm); M_r: Lámina neta de riego en (mm); K_b: Coeficiente biológico del cultivo; Ev: Evaporación en (mm); Evtp: Evapotranspiración en (mm); Pc: Precipitación caída en (mm); Pa: Precipitación aprovechable en (mm); N_r: Número de riego; M_T: Lámina neta total de riego en (mm); W_f: Reserva final en (mm); W_{cons.}: Reserva consumida en (mm); W_{pres}: Reserva presente en (mm)