

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

División de Ciencias Biológicas y de la Salud

Departamento de Producción Agrícola y Animal

Licenciatura en Agronomía

Informe de Servicio Social Legal

Sanidad vegetal del maíz nativo azul (*Zea mays* L.) y calidad del fruto como respuesta al aporte nutrimental del biol de cerdo (Ts'üdi Xirgo)

Presentador del Servicio Social

Alejandro Gil Vieyra

Matrícula: 2182031476

Asesor



Dr. Daniel Ruiz Juárez

Nº económico 29691



M. en C. Mónica Gutiérrez Rojas

Cédula profesional 12113168

Lugar de Realización: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, México. C.P. 04960.

Fecha de Inicio y Terminación: Septiembre de 2022 a Marzo del 2023

ÍNDICE GENERAL

ABSTRACT	1
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. JUSTIFICACIÓN	3
III OBJETIVOS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 Sanidad vegetal del maíz	5
4.2 Características del Biol.....	6
4.3 Calidad nutricional de Biol en cultivos de interés agrícola	7
V. MATERIALES Y MÉTODOS	8
5.1 Sitio de estudio	8
5.2 Tratamientos	9
5.3 Diseño de las unidades experimentales	9
5.4 Calidad del biol.....	10
5.5 Variables de estudio.....	10
5.6 Evaluación de la sanidad vegetal de semillas, plántula y desarrollo vegetativo de plantas de maíz	10
5.7 Calidad nutricional del tejido vegetal	10
5.8 Análisis estadístico	11
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
6.1 Calidad del Biol	11
6.2 Parámetros de calidad en maíz días cultivado con Biol	15
6.3 Evaluación de la sanidad vegetal de semillas, plántula y desarrollo vegetativo de plantas de maíz	16
6.4 Calidad nutricional del tejido vegetal	17
6.5 Grados brix	19
VI. CONCLUSIONES	19
VII. BIBLIOGRAFÍA	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos a base de biol para evaluar la sanidad vegetal, calidad de plantas y frutos de maíz nativo azul.....	9
Cuadro 2. Distribución de los tratamientos a base de Biol en maíz azul nativo bajo un diseño experimental completamente al azar	9
Cuadro 3. Medias y Desviación estándar generales de los tratamientos a base de Biol.....	12
Cuadro 4. Elementos minerales en Biol.....	13
Cuadro 5. Medias y desviación estándar de parámetros de calidad en maíz con Biol por evaluación	15
Cuadro 6. Parámetros de calidad con tratamiento a base de Biol.....	16
Cuadro 8. Calidad nutricional promedio de tejido maíz	17
Cuadro 9. Grados Brix en granos de maíz con Biol	19

ABSTRACT

The management of excreta from stabled pigs is important for the elimination of biological contaminants that put the environment, health and quality of plants at risk. This research sought to evaluate the health response, quality of plants and fruits of native blue corn grown with biofertilizers based on pig feces (Ts'üdi Xirgo). Six treatments were established with biol, a product of the biofermentation of pig excreta plus sterile water, the fertilization doses T0:0-T1:25-T2:50-T3:75-T4:100% of Biol and T5: Chemical formula 120-60-00, were evaluated with a randomized experimental design. Nutritional quality was determined by treatment, with Imacimus[®] Multi ION 10 measuring equipment. The variables of plant height, stem thickness, number of leaves, and fruit development in corn were from the spraying of doses on seeds and foliage (30 days), the measurements were at intervals of eight days, until fruiting. The data were treated with ANOVA ($P \leq 0.0001$). The means were evaluated with the Tukey-Kramer test ($\alpha = 0.05$). T3 and T4 presented better nutritional quality. During vegetative development, until fruiting, with respect to the controls, significant differences ($P \leq 0.0001$) were observed between treatments. The pathological risk did not affect the quality of the plant and fruiting.

Keywords: Plant pathology, Biol, vegetal nutricion.

RESUMEN

El manejo de excretas de cerdos estabulados es importante para eliminación de contaminantes biológicos que pongan en riesgo el ambiente, sanidad y calidad de plantas. En esta investigación se buscó evaluar la respuesta sanitaria, calidad de plantas y frutos de maíz nativo azul cultivado con biofertilizantes a base de heces de cerdos (Ts'üdi Xirgo). Se establecieron seis tratamientos con biol, producto de la biofermentación de excretas de cerdo más agua estéril, las dosis de fertilización T0:0-T1:25-T2:50-T3:75-T4:100% de Biol y T5: Fórmula química 120-60-00, se evaluaron con un diseño experimental al azar. La calidad nutricional se determinó por tratamiento, con equipo de medición Imacimus® Multi ION 10. Las variables altura de planta, grosor del tallo, número de hojas, y desarrollo de frutos en maíz fue a partir de la aspersion de dosis en semillas y follaje (30 dds), las mediciones fueron en intervalos de ocho días, hasta la fructificación. Los datos se trataron con ANOVA ($P \leq 0.0001$). Las medias se evaluaron con prueba Tukey-Kramer ($\alpha = 0.05$). El T3 y T4 presentaron mejor calidad nutricional. Durante el desarrollo vegetativo, hasta la fructificación, respecto de los testigos se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.0001$) entre tratamientos. El riesgo patológico no afectó la calidad de la planta y fructificación.

Palabras clave: Patología vegetal, Biol, nutrición vegetal.

I. INTRODUCCIÓN

La crianza de animales domésticos o de granja para consumo humano es un sector amplio en la industria cárnica del país, no obstante, se tiene controversia por la cantidad de desechos que estos animales producen a lo largo de su crianza (Alvarado y Medal, 2018). En el caso del cerdo Ts'üdi Xirgo reconocido en el Valle del Mezquital, Hidalgo, mismo que es valorado por los pobladores Hñähñu por la calidad de carne, contenido de grasas y aporte energético, la región se enfatiza por la reproducción y conservación de la especie, sin embargo, los desechos orgánicos también representan riesgos de contaminación, en este sentido el sector agrícola ha considerado el darle valor agregado a los residuos fecales con la formación de biofertilizantes o bioles, debido a que estos compuestos pueden ayudar a mantener las características físicas, químicas y biológicas del suelo por sus contenidos de nutrientes e incremento de la microbiota benéfica como bacterias promotoras del crecimiento vegetativo como *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Bacillus* sp., *Micrococcus* sp., *Pseudomonas* sp., y *Serratia* sp., quienes son solubilizadores de minerales, fijan nitrógeno o actúan como sintetizadoras de bioreguladores (Bustos et al., 2017).

De acuerdo con Ramírez et al. (2016) la composición de los bioles parte de la descomposición de materia orgánica, la cual pasa por un proceso anaerobio, en donde se produce un líquido con contenidos nutrimentales que son de fácil asimilación por las plantas cuando este se aplica a nivel foliar en varias especies de plantas de temporal y perenes.

En las excretas de los animales se puede encontrar nitrógeno, que al no ser asimilado por el ganado se expulsa hacia el medio ambiente en forma de amonio, mientras se descompone la materia fecal, en este contexto, a través de los bioles pueden ser utilizados como suministro de nutrición a las plantas (Peralta et al., 2016). De acuerdo con Cano et al. (2016), la fermentación de los desechos animales favorece la estabilidad del proceso anaerobio dada su característica amortiguadora, es decir, la propuesta de utilizar alternativas biológicas en la agricultura como biofertilizantes foliares es un reto para diversos cultivos de interés agrícola donde se verifique el avance y aprovechamiento nutricional de la planta reflejado en la sanidad de la planta y calidad de los frutos. Por lo que en esta investigación se propone evaluar la sanidad vegetal de las plantas, en las diferentes etapas fenológicas y valorar la calidad de los frutos de maíz nativo azul (*Zea mays* L.) como respuesta a diferentes dosis de aporte nutrimental a base de biol de cerdo (Ts'üdi Xirgo).

II. JUSTIFICACIÓN

Una de las prácticas agrícolas fundamentales para el desarrollo de los productos vegetales que reduce el riesgo sanitario durante las etapas de desarrollo y calidad de los productos y subproductos es el análisis, dosis, cálculo y aplicación dirigida de nutrientes esenciales que requieren las plantas para el buen desarrollo fenológico, mismo, que puede ser aplicado al suelo, en el riego, en hidropónia, incluso aplicaciones foliares, con la finalidad de compensar la demanda de nutrientes en las plantas.

La alternativa a una agricultura sana y segura es el uso de productos biológicos. De acuerdo con Linares et al. (2016), el uso de bioles amortigua y equilibra la demanda de nutrientes necesarios para que las plantas alcancen el desarrollo biológico en tiempo y forma. Sin embargo cuando se aborda el empleo directo de excretas como alternativa agroecológica en mejorar la producción agrícola, existe el riesgo de contaminación cruzada por organismos causantes de enfermedades a las plantas y al consumidor final. Empero las heces de animales de granja como el cerdo (Ts'üdi Xirgo) pueden formar parte de la materia prima para fabricación de biol. En este sentido Betancur et al. (2016) reportan que el manejo de los desechos de cerdos es de suma importancia para la

eliminación parcial o permanente de todo tipo de contaminantes biológicos que pongan en riesgo la sanidad y calidad de las plantas y alimentos de origen vegetal.

En el presente proyecto se busca evaluar la respuesta sanitaria y calidad de las plantas y frutos de maíz nativo azul a diferentes dosis vía foliar a base de biol a partir de heces de cerdos (Ts'üdi Xirgo).

III OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la sanidad vegetal del maíz nativo azul (*Zea mays* L.) y calidad del fruto como respuesta al aporte nutrimental del Biol de cerdo (Ts'üdi Xirgo).

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar la sanidad vegetal de las plantas, en las diferentes etapas fenológicas y valorar la calidad de los frutos de maíz nativo azul (*Zea mays* L.) como respuesta a diferentes dosis de aporte nutrimental a base del Biol de cerdo (Ts'üdi Xirgo).
- Valorar la respuesta fitosanitaria de las semillas y plántulas de maíz tratadas con Biol de cerdo.
- Evaluar la respuesta fenológica de las plantas de maíz adicionadas con Biol de cerdo.
- Valorar la cadena de producción de maíz con Biol de cerdo, a partir de semillas hasta fructificación.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

Dentro de las actividades ecológicas que se han llevado a cabo para la reducción de gases de efecto invernadero se encuentra la fabricación de Bioles, la cual consiste en tratar los desechos de animales para reducir la producción de gases de efecto invernadero y utilizarlos a favor de la agricultura (León et al., 2019). Debido al creciente sector cárnico, se han impulsado y generado tecnologías que buscan controlar y actuar sobre las aguas residuales generadas en ese sector (Trejo et al., 2014).

Comparando las producciones bovinas y porcinas, estudios han aclarado la comparación en cantidades de desechos que pueden ser utilizados en los biodigestores, debido a que la carga animal por día reduce la cantidad de excretas que se pueden utilizar, llegando a la conclusión de que los

desechos porcinos se pueden aprovechar al 100 % (Verán et al., 2013), además del manejo de recolección de la materia para su uso (Martínez, 2015).

La transformación de desechos a Bioles consiste en la descomposición anaeróbica por microorganismos presentes en la materia orgánica, estos procesos de descomposición se pueden efectuar en biodigestores que permiten un control de climatización para la adaptación de los microorganismos (Sánchez et al., 2016).

4.1 Sanidad vegetal del maíz

El maíz es un cultivo que tiene diversidad fisiológica debido a la multiplicidad genética que se ha creado a lo largo de su domesticación, no obstante, es un cultivo que presenta diferentes problemas a lo largo de su desarrollo, de los cuales destacan organismos patógenos como hongos, bacterias e insectos, así mismo factores abióticos causantes de anomalías en el cultivo, como la temperatura, el suelo, la nutrición y la contaminación ambiental (Márquez et al., 2021).

La asociación de microorganismos a las plantas de maíz puede variar en sus distintas etapas fenológicas, algunos de estos microorganismos pueden ser benéficos para las plantas y otros cuentan con actividad patógena (Quezada et al., 2017). Los organismos patógenos se reproducen cuando encuentran un hospedero que les favorezca, unos infectando el área radicular y otros afectando órganos de la parte aérea de la planta (Hernández et al., 2017; Quezada et al., 2017).

Uribe et al. (2020) mencionan que en las zonas altas de México en donde se cultiva maíz, por lo general se observa que los principales agentes patógenos en los granos del maíz son por el hongo del género *Fusarium* spp. el cual afecta su comercialización. El género *Fusarium* spp. se cataloga como un hongo cosmopolita, por lo cual se convierte en un hongo de importancia fitosanitaria (Briones et al., 2015). Otros hongos patógenos como *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp. destacan por el riesgo de contaminación durante la producción de micotoxinas o fumosinas quienes provocan pudriciones en raíces hojas y frutos (Maidana et al., 2022).

Las bacterias endófitas son un agente potencial que se encuentra como huésped en gramíneas como el maíz. Vallejo (2018), menciona que la colonización de bacterias en las plantas depende del genotipo del hospedador, por lo cual el genotipo de las plantas son parte fundamental para que estas tengan o no resistencia a los organismos patógenos, por otra parte, tampoco está determinado

que las bacterias se alojen en la planta sin causarle efectos parasitarios o bien se inoculen en animales o humanos causando daños fisiológicos.

Dentro de las bacterias relacionadas con la mancha clorótica y la marchitez bacteriana del maíz destacan cerca de 13 géneros, de los cuales, el que predomina en la zona norte y centro de América es *Pantoea* spp., su importancia predomina en que logra inocular su hospedero en cualquier etapa fenológica, causando daños de interés económico (Morales, 2016).

Por otra parte la sanidad vegetal también se refleja en la nutrición de las plantas, en casos en donde se aplican fertilizantes mineralizados, muchas veces el balance de macronutrientes no es el correcto y debido a esto desencadena una serie de problemas que se reflejan en la productividad del cultivo, como manchas foliares, enanismo y bajo rendimiento en el grano e incluso van más allá provocando desajustes en el suelo cultivable (Flores et al., 2019).

4.2 Características del Biol

Los Bioles son obtenidos por medio de distintas fuentes, la más usada e investigada es por medio de procesos de fermentación anaerobia, la cual consiste en almacenar múltiples tipos de desechos, ya sea excremento de animales, restos de cultivos o de podas y alimentos en etapa de descomposición; estos son almacenados en tanques herméticos (biodigestores) con válvulas de oxígeno. Dentro de los tanques se pueden adicionar elementos como melaza, leche o leguminosas para acelerar la fermentación y por último lo que se obtiene es el Biol y gases, que son usados como biocombustibles (Pérez et al., 2017).

León et al. (2019) mencionan que los mejores procesos para el aprovechamiento de los residuos agrícolas y agropecuarios son mediante el uso de biodigestores y bacterias anaerobias que contribuyen con el reciclamiento de los nutrientes existentes en los desechos y aceleran la fermentación para la formación de biocombustibles.

El proceso de fermentación de estiércoles promueven que, los nutrientes presentes en el estiércol no sufran procesos de mineralización, a causa de la ausencia de oxígeno que se produce en los biodigestores, de igual manera se busca que los azúcares existentes se transformen en ácido, esto ayuda a crear un ambiente donde los organismos patógenos que pudieran existir, no sobrevivan en la producción de los Bioles (Medina et al., 2015). Cabos et al., (2019) denominan a los Bioles como un fitoregulador o fitoestimulante para ser usado tanto en la germinación de semillas como en

aplicaciones foliares, debido a que los Bioles contienen nutrientes esenciales para las plantas como nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K).

León (2018) hace referencia a un biol como un fitoregulador el cual ayuda a la solubilización de los nutrientes para que estos estén disponibles para las plantas, cuando se aplica directamente al suelo contribuye con la fijación de nitrógeno, controla el estrés a la sequía o a la salinidad, entre otras ventajas. Sin embargo, la calidad nutricional de un Biol o la concentración de micro y macronutrientes va a depender de la materia prima cuando éste se elabore, es decir, no existen estudios sólidos que especifiquen la concentración exacta de nutrientes en el contenido de un Biol, sin embargo, se menciona la presencia de macronutrientes presentes, nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) y micronutrientes como cobre (Cu), magnesio (Mg), cobalto (Co), zinc (Zn) e hierro (Fe) (Araque, 2019). De acuerdo con Álvarez et al. (2019) la acumulación de residuos de una granja como heces, orina y alimento rezagado en los comederos son factores importantes como materia prima en el desarrollo de los Bioles además, de la temperatura promedio entre 20 y 40 °C, quien favorece el desarrollo y crecimiento de microorganismos (Cano et al., 2016). En cuanto a las características de acidez de un Biol se debe considerar el uso final del producto, debido a que, si se pretende aplicar directamente al suelo, el pH del Biol no debe ser ácido, pues esto ocasionaría condiciones desfavorables para la absorción de nutrientes por las plantas (Pérez et al., 2019). También, la conductividad eléctrica repercute, en sí se considera aceptable o no para aplicaciones en la agricultura, puesto que la baja salinidad es determinante en el desarrollo vegetal (Peña y Batista., 2021).

La calidad de un Biol se representa por diferentes variables, entre las cuales destaca la edad de los cerdos, la genética, calidad y cantidad de agua que consumen, la dieta nutritiva que se les proporciona, el medio ambiente donde se desarrollan e incluso las cantidades de fármacos incluidos por el médico veterinario (Álvarez et al., 2019).

Las excretas de cerdos son una buena fuente para reciclar nutrientes y que estos puedan ser absorbidos por las plantas, esto también puede ser contraproducente, en estudios realizados se ha encontrado que posee alta conductividad eléctrica, lo que ocasiona inhibición en el desarrollo de las plantas (Pérez et al., 2015).

4.3 Calidad nutricional de Biol en cultivos de interés agrícola

Santin (2017) presenta y promueve el uso de Bioles como candidatos para controlar los deterioros de los sistemas agrícolas mencionando que ayudan a la conservación de suelos y disminuyen los gases de efecto invernadero, en este sentido, para corroborar el efecto de los biofertilizantes realizó un estudio con aplicaciones de biol en un cultivo de frijol, en donde sus resultados fueron positivos, respecto al comportamiento de las plantas en donde las variables de estudio se vieron reflejadas en los mejores rendimientos, respecto de los testigos.

Por otra parte Reyes y Martínez (2018) establecieron como base de estudio, controlar la degradación del suelo y relacionar beneficio costo en comparación con tratamientos a base de fertilizantes mineralizados, los resultados arrojaron que el mayor rendimiento en cuanto a kg de granos por ha⁻¹ lo obtuvo el tratamiento con urea y por debajo se encontraban los tratamientos a base de Biol; en cuanto a la relación beneficio costo se observaron diferencias significativas con el tratamiento (Biol, 8540 l/ha) y el tratamiento a base de productos sintéticos.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Sitio de estudio

La aplicación de los tratamientos se realizó en un cultivo de maíz azul ubicado en Ayapango, Estado de México, coordenadas 19°07'48.4"N 98°48'51.7"W, sitio productor de maíz elotero y forrajero. La siembra se estableció el 15 de Mayo de 2023, 85 cm entre surcos, 50 cm entre plantas y una densidad de siembra de aproximadamente 300 semillas por surco; una vez que las plantas alcanzaron en promedio 40 cm de altura se realizó el análisis correspondiente de las dosis a base de un biol asperjado al follaje.

El lugar se encuentra a 2441 msnm, pertenece a la Cuenca del Valle de México, cuenta con un clima templado sub-húmedo, con temperaturas promedio de 12.5 °C, máximas de 30°C y mínimas de 7°C, se presentan escarchas que comienzan en Octubre y finalizan en Marzo además de heladas tardías y tempranas, las precipitaciones anuales van desde los 800 y hasta los 900 mm, con mayor presencia en el mes de Julio, vientos dominantes provenientes del este.

5.2 Tratamientos

Se establecieron cuatro tratamientos a base de Biol, producto de la fermentación de excretas de cerdo (Ts'üdi xirgo) más agua estéril, un tratamiento testigo al cual no se le agregó ningún tipo de producto, más un testigo positivo con fertilizante mineralizado con formula 120-60-00 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos a base de biol para evaluar la sanidad vegetal, calidad de plantas y frutos de maíz nativo azul

Tratamientos	Composición (%)
T 0	Agua estéril
T 1	25 Biol más 75 agua estéril
T 2	50 Biol más 50 agua estéril
T 3	75 Biol más 25 agua estéril
T 4	100 Biol
T 5	Fertilizante mineralizado 120-60-00

5.3 Diseño de las unidades experimentales

Se establecieron cinco repeticiones, las cuales se distribuyeron de forma aleatorizada en la parcela (Cuadro 2), cada unidad experimental tuvo una distancia de 6 metros de largo y 4 surcos de 85 cm entre surcos.

Cuadro 2. Distribución de los tratamientos a base de Biol en maíz azul nativo bajo un diseño experimental completamente al azar

CARRETERA					
Asentamientos humanos	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5
	T4	T3	T2	T3	T1
	T5	T0	T4	T1	T4
	T2	T1	T5	T0	T2
	T0	T2	T1	T4	T0
	T1	T4	T3	T5	T3
	T3	T5	T0	T2	T5

R: repetición; T: tratamientos

5.4 Calidad del biol

Por tratamiento el porcentaje de Calcio (Ca), Cloruro (Cl), Potasio (K), Sodio (Na), Amonio (N_4H_2), Nitrato (NH_3) y Magnesio (Mg), además de la conductividad eléctrica, pH y dureza se determinó con el equipo IMACIMUS Multi ION 10®.

5.5 Variables de estudio

Las variables respuesta en las plantas de maíz, a partir de la aplicación de los tratamientos, hasta la fructificación fue con base en el promedio de la altura de la planta, grosor del tallo, número de hojas, y desarrollo de frutos. Las evaluaciones se realizaron en intervalos de ocho días antes y después de la aplicación de los tratamientos.

5.6 Evaluación de la sanidad vegetal de semillas, plántula y desarrollo vegetativo de plantas de maíz

En este procedimiento se dispuso de semillas de maíz nativo azul de la zona de producción, las cuales fueron colocadas en charolas de germinación con sustrato estéril a base de fibra de coco, turba y agrolita, distribuidas en cinco unidades experimentales con 20 semillas cada una y cinco repeticiones. Por unidad experimental se aplicaron los tratamientos establecidos en el cuadro 1 y 2. A partir de la emergencia de las plántulas en intervalos de 24 horas se midieron, altura de plántula y número de hojas.

5.7 Calidad nutricional del tejido vegetal

Al final de las evaluaciones se tomaron muestras de frutos, por muestra se realizaron análisis de calidad nutrimental con el equipo IMACIMUS Multi ION 10®, se obtuvieron los grados brix con un refractómetro de la marca HANNA®

Se tomó el fruto de la quinta o sexta planta de cada unidad experimental con el fin de tener uniformidad en los resultados, a partir de cada fruto se tomará 10g de grano y con una licuadora se molió junto con 25 ml de agua destilada y el líquido que se obtuvo sirvió para determinar los °Brix, en seguida se realizó la determinación de elementos minerales.

5.8 Análisis estadístico

Las variables evaluadas en las plantas se registraron en una base de datos formato Excel. Los datos de los tratamientos se procesaron con el programa JMP V8 y se expresaron como la media \pm desviación estándar. Las diferencias entre las medias se realizaron con análisis de varianza de una vía (Oneway ANOVA) con nivel de significancia de $P \leq 0.0001$. La comparación de promedio de las variables evaluadas entre tratamientos se realizaron con la prueba de comparación de medias de Tukey-Kramer HDS ($\alpha=0.05$).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Calidad del Biol

El contenido de nutrientes del Biol fue diferente en cada uno de los tratamientos, la carga nutritiva fue significativamente mayor en las mezclas en donde el porcentaje agregado de Biol fue más alto, sin embargo, los parámetros que se midieron en conjunto con los nutrientes (pH, sólidos totales y la conductividad eléctrica) son significativamente mayores en las mezclas en donde el contenido de Biol es más bajo. En el Cuadro 3 se presentan las medias generales de cada uno de los nutrientes y los parámetros de acuerdo al tratamiento evaluado, entendiendo que la concentración de nutrientes que aportan los bioles son significantes en las aplicaciones a cultivos de interés económico y cultural. Estos datos coinciden con lo reportado por Martínez et al. (2022) en aspersiones de Biol 59 días después de la siembra (dds).

Cuadro 3. Medias y Desviación estándar generales de los tratamientos a base de Biol

Variables	Tratamientos			
	1	2	3	4
Ca mg/L	559.00±27.94 ^c	1131.75±33.84 ^b	1564.00±77.88 ^a	1223.00±307.75 ^b
Cl mg/L	742.50±27.65 ^c	1755.50±96.51 ^{bc}	3341.75±198.62 ^b	6602.00±1668.75 ^a
K mg/L	83.50±1.29 ^d	189.00±1.41 ^c	288.50±4.80 ^b	338.50±13.00 ^a
Na mg/L	6.68±0.09 ^b	17.00±0.00 ^{ab}	26.50±1.29 ^a	21.85±10.72 ^a
NH4 mg/L	125.00±1.41 ^d	253.25±3.40 ^c	363.00±9.52 ^b	455.00±69.33 ^a
NO3 mg/L	2662.30±563.02 ^c	3345.80±355.51 ^{bc}	5668.30±1453.83 ^b	11649.00±1621.64 ^a
Mg mg/L	17363.50±2547.30 ^b	30432.30±510.10 ^b	50941.30±1254.70 ^a	29033.00±12834.00 ^b
pH	8.29±0.02 ^a	8.21±0.01 ^b	8.18±0.01 ^c	8.17±0.00 ^c
Hardness ppm CaCO3	72899.00±10426.00 ^b	128146.00±2183.00 ^b	213682.00±4984.80 ^a	122612.00±53641.90 ^b
EC mS/cm	146.25±20.69 ^b	258.00±4.24 ^b	429.75±9.95 ^a	248.50±106.50 ^b

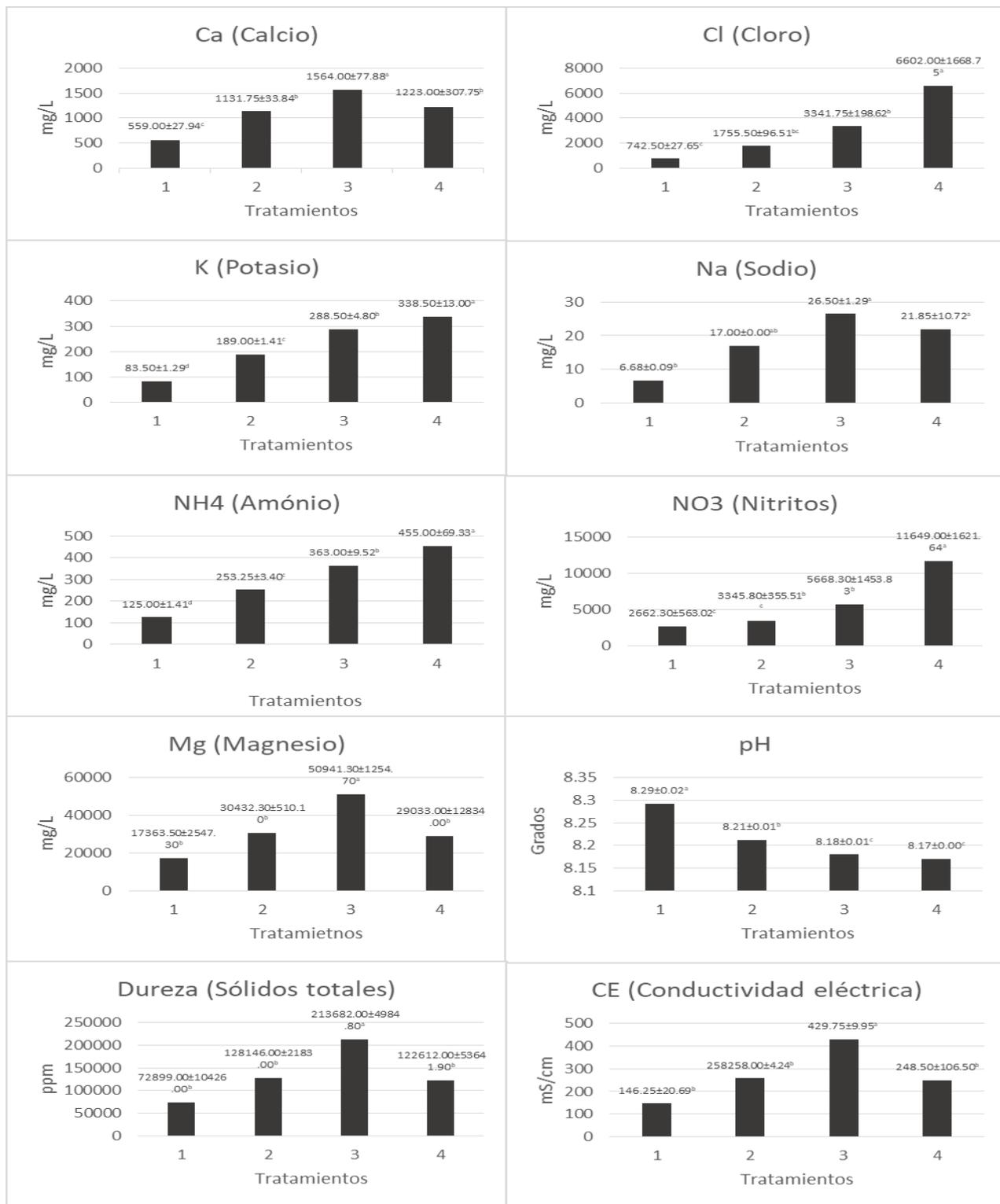
Letras diferentes en cada una de las medias generales se interpretan como diferencias significativas en cada uno de los tratamientos, (Elaboración propia).

En la Cuadro 4 se observa el contenido de nutrientes por tratamiento. Entre tratamientos se presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.0001$), las diferencias son marcadas por el tratamiento 4 a base de Biol al 100%, quien presentó mayor concentración de elementos minerales Cl, K, NH4 y NO3. En la conductividad eléctrica y pH, las diferencias no fueron tan perceptibles, no obstante la conductividad eléctrica se encontró en niveles relativamente altos dado que la media se expresó en 9.95 dS/m, a diferencia de Moreno (2019), quien menciona que después de la fermentación láctica de las excretas de cerdos el pH se reduce drásticamente.

Tomando como referencia los datos obtenidos de la lectura de iones se puede inferir que las concentraciones de sales minerales se encuentran en niveles que pueden ser aprovechados como bioestimulantes en los cultivos, en este sentido Pérez (2018) menciona que la calidad del Biol, no sólo se debe al contenido de elementos minerales, sino también a los aportes que este brinda tanto a las plantas como a la estructura del suelo, debido a que puede suministrar microorganismos benéficos, aminoácidos, enzimas, ácidos húmicos y flúvicos, lo cual ayuda al desarrollo vegetativo, incluso en situaciones de estrés amortigua la calidad y salud de las plantas. Así mismo, Beltrán y Bernal (2022) explican que la introducción de los Bioles, como enmiendas orgánicas impacta en la economía de los agricultores al reducir los costos de producción en el momento de brindar elementos minerales al cultivo, a demás, el nivel de contaminación se reduce y ayuda a la

conservación de suelos para uso agrícola. Así mismo Martínez et al. (2022) indican que la absorción de elementos minerales a base de Biol es más efectiva, cuando las aplicaciones se realizan por aspersión de forma directa al follaje.

Cuadro 4. Elementos minerales en Biol.



Letras diferentes en las etiquetas de cada una de las barras de los gráficos representan diferencias significativas en cada una de las mezclas de Biol.

6.2 Parámetros de calidad en maíz días cultivado con Biol

La duración del experimento fue de nueve semanas, con evaluaciones cada ocho días, con el fin de observar el desarrollo vegetativo V1, V2 y R (Fructificación), en el Cuadro 5 se presentan las medias generales y la desviación estándar de las nueve evaluaciones realizadas.

Cuadro 5. Medias y desviación estándar de parámetros de calidad en maíz con Biol por evaluación

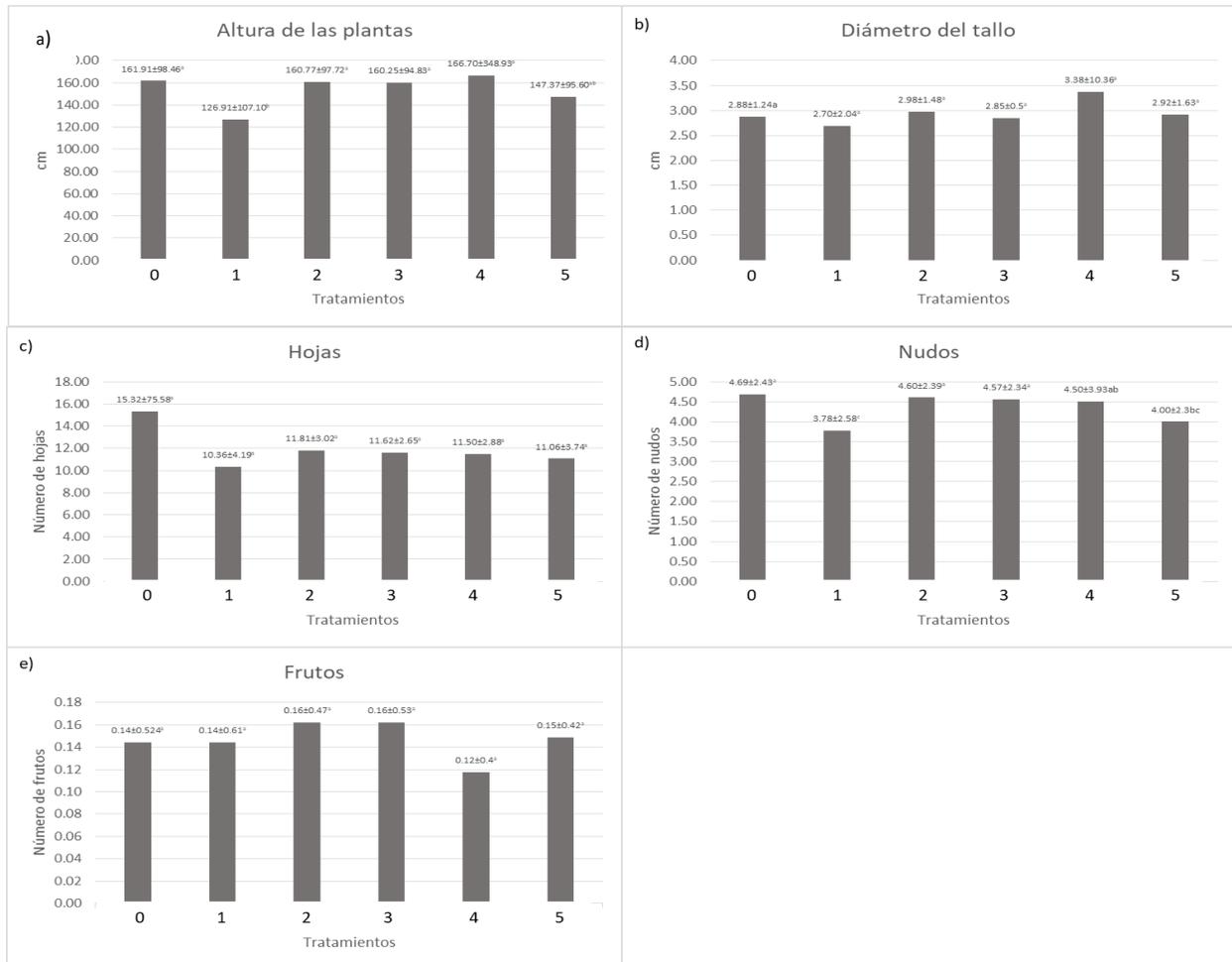
Variables	Evaluación								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Altura de Planta	38.50±15.03 ^e	59.31±24.43 ^{fg}	80.77±31.18 ^{ef}	113.45±37.43 ^{de}	150.01±67.97 ^{cd}	177.31±63.91 ^c	216.84±71.09 ^b	252.95±79.22 ^b	296.72±412.80 ^a
Número de Hojas	7.78±1.46 ^b	9.38±2.00 ^b	11.05±2.23 ^{ab}	12.04±2.39 ^{ab}	11.41±2.40 ^{ab}	12.87±3.57 ^{ab}	12.89±3.59 ^{ab}	18.22±92.51 ^a	11.85±3.72 ^{ab}
Número de Nudos	3.39±0.73 ^e	2.09±1.15 ^f	1.95±0.96 ^f	3.06±1.30 ^e	4.33±1.52 ^d	4.96±1.89 ^c	5.85±2.29 ^b	6.80±2.33 ^a	6.79±4.35 ^a
Diámetro de Tallo	2.46±1.67 ^a	2.92±1.80 ^a	3.10±1.57 ^a	3.01±0.49 ^a	3.11±2.42 ^a	2.80±0.77 ^a	3.56±12.69 ^a	2.85±078 ^a	2.76±0.77 ^a
Número de Frutos	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	0.01±0.18 ^d	0.20±0.67 ^c	0.45±0.88 ^b	0.66±0.73 ^a

Letras diferentes en cada una de las medias generales se interpretan como diferencias significativas en cada una de las evaluaciones.

De acuerdo con la evaluación de los tratamientos en el tiempo, el estudio mostró que el tratamiento cuatro, con 100 % de Biol, fue quien tuvo mayor altura, respecto al tratamiento con fertilizante químico ($p \leq 0.0042$), estos datos difieren con Cardona et al. (2021), quienes mencionan que los tratamientos con fertilizantes mineralizados tuvieron mayor impacto respecto a la aplicación de Bioles, lo que también es confirmado por Trejo et al. (2020), quienes reportan mayor crecimiento de plantas después de la aplicación de dosis de Biol al 100 %, al respecto en este estudio la cantidad que fue utilizada por planta fue alta (Cuadro 6). Los resultados arrojaron que el tratamiento con mejor respuesta fue de 10.87 litros por planta a lo largo del desarrollo vegetativo. Los resultados en donde se obtuvieron referentes al diámetro del tallo ratifican que el tratamiento 4 fue el de mayor grosor, sin embargo no es significativamente diferente a los diferentes tratamientos, estos resultados podrían estar amparados por los resultados de Trejo et al. (2020), quienes mencionan que sus tratamientos con dosis altas de Biol tienen diferencias significativas altas de grosor de tallo respecto a las plantas con aplicaciones bajas de Biol. Los resultados del desarrollo de hojas y número de nudos no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, a diferencia de lo

reportado por Martínez et al (2022), quienes menciona que en los tratamientos con fertilizantes orgánicos líquidos aplicados al follaje presentaron diferencias significativas al rendimiento del grano con respecto a tratamientos con fórmulas químicas, pero no variaron en las hileras de maíz y el diámetro de la mazorca.

Cuadro 6. Parámetros de calidad con tratamiento a base de Biol.

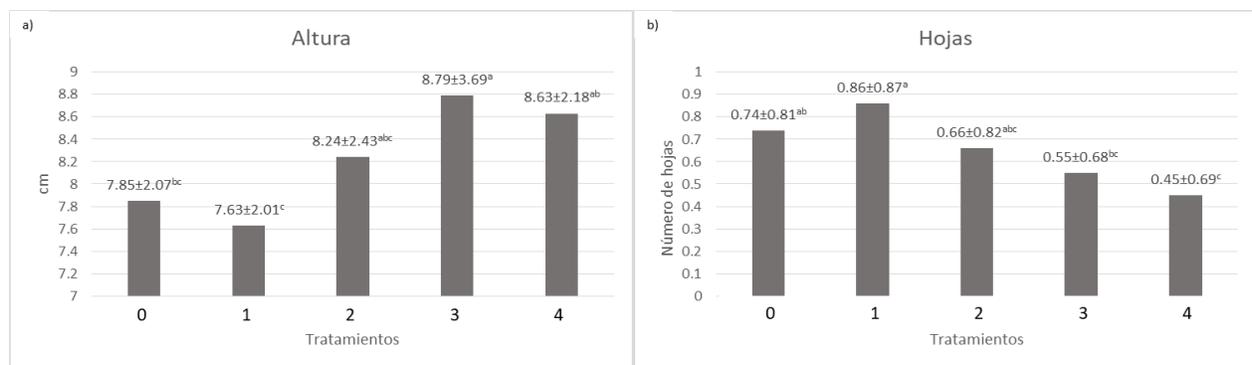


Letras diferentes en cada etiqueta de las barras de los gráficos representan diferencias significativas en cada una de las variables de estudio.

6.3 Evaluación de la sanidad vegetal de semillas, plántula y desarrollo vegetativo de plantas de maíz

Las semillas nativas germinaron después de la aplicación de los tratamientos, las plántulas se observaron por la superficie del sustrato y se realizó la evaluación de las variables, los resultados que se obtuvieron en la plataforma de estadística indicaron que el tratamiento que obtuvo mayor altura en las plántulas fue el tratamiento 3 (75 % Biol + 25 % agua) ($p \leq 0.0001$) (Cuadro 7). Los resultados del desarrollo de hojas primarias indicaron que el tratamiento 1 obtuvo mayor número de hojas contabilizadas y en donde también se mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.0001$).

Cuadro 7. Parámetros de calidad y sanidad de plántulas de maíz con Biol.



Letras diferentes en cada una de las barras de los gráficos representan diferencias significativas en la evaluación de plántulas de maíz.

6.4 Calidad nutricional del tejido vegetal

De acuerdo con los parámetros evaluados por el IMACIMUS, los resultados estadísticos señalaron que no existen diferencias significativas en ninguno de los tratamientos en lo que respecta a la cantidad de elementos minerales en los granos del fruto (Cuadro 8). En este apartado cabe señalar que no se pudo obtener los granos de todas las repeticiones, debido a que la repetición 5, fue invadida por ganado bovino, por lo cual todas las plantas de esa unidad experimental fueron destruidas.

Cuadro 8. Calidad nutricional promedio de tejido maíz

Tratamiento	Ca mg/L	Tratamiento	Cl mg/L	Tratamiento	K mg/L
5 A	0.6375±0.60	0 A	1847.2633±2737.92	3 A	153.96±33.45
1 A	0.4175±0.16	1 A	380.43±235.9	0 A	153.29333±64.1 3
4 A	0.3425±0.19	4 A	352.93±195.75	2 A	145.46±29.72
2 A	0.3±0.23	2 A	297.93±106.7	4 A	144.46±29.06
0 A	0.25666±0.16	3 A	286.2633±103.62	1 A	143.71±36.70
3 A	0.25333±0.18	5 A	211.68±100.78	5 A	122.96±28.65

Tratamiento	Na mg/L	Tratamiento	NH4 mg/L	Tratamiento	NO3 mg/L
1 A	94.99±19.24	0 A	40.273333±23.18	0 A	252±434.75
3 A	89.406667±1 6.65	1 A	36.44±7.37	1 A	109±208.12
4 A	88.99±22.20	2 A	35.69±5.91	3 A	31.33333±40.46
2 A	85.99±23.20	3 A	31.94±5.57	2 A	29.5±49.13
5 A	83.49±4.75	4 A	31.94±4.24	4 A	12.25±18.98
0 A	77.74±29.82	5 A	30.69±8.66	5 A	4.75±5.50

Tratamiento	Mg mg/L	Tratamiento	pH mg/L	Tratamiento	Dureza ppm CaO3
1 A	0.02±0.04	2 A	7.255±0.13	5 A	1.6±1.51
5 A	0.005±0.01	3 A	7.1966667±0.04	1 A	1.1125±0.32
4 A	0.0025±0.01	1 A	7.1775±0.08	4 A	0.86±0.47
0 A	0±0	0 A	7.15±0.13	2 A	0.75±0.57
3 A	0±0	4 A	7.11±0.12	0 A	0.6466667±0.39
2 A	0±0	5 A	6.9975±0.26	3 A	0.63±0.45

Tratamiento	CE mS/cm
1 A	1.025±0.15
0 A	1±0.17
3 A	1±0.20
2 A	0.95±0.19
4 A	0.925±0.15
5 A	0.85±0.19

Letras diferentes representan diferencias significativas de la calidad del tejido vegetal en respuesta a los tratamientos aplicados de Biol.

De acuerdo con Moreno (2019), la calidad nutricional de plantas de maíz con aplicaciones de Biol se encuentran por debajo del contenido nutricional de las plantas tratadas con otro tipo de fertilización, menciona también, que las plantas con mejor calidad corresponden a plantas que son tratadas con fórmula química cuando se combinan con heces de ganado estabulado.

6.5 Grados brix

En cuanto a los resultados de la cantidad de azúcares en los granos de maíz, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, los tratamientos 0 y 4 son los que tuvieron concentraciones de azúcar más alta entre tratamientos.

Cuadro 9. Grados Brix en granos de maíz con Biol

Tratamiento	Grados Brix
0 A	1.175±1.071
4 A	1.125±0.030
3 A	1.1±0.355
1 A	1.1±0.986
5 A	0.625±0.457
2 A	0.475±0.442

Letras diferentes representan diferencias significativas en cada una de las muestras de granos

VI. CONCLUSIONES

La sanidad vegetal y calidad del tejido del maíz nativo azul (*Zea mays* L.) durante las etapas de desarrollo hasta la fructificación, presentaron parámetros de calidad nutricional y sanidad vegetal favorables, como respuesta al aporte nutrimental del Biol de cerdo (Ts'üdi Xirgo) al 100%.

Las estructuras botánicas en las etapas fenológicas del maíz, a partir de plántula hasta la fructificación mostraron mejor calidad en altura, grosor de tallo, número de nudos, hojas y fruto, cuando las plantas de maíz fueron fertilizadas con Biol.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado F W E. y Medal G R A. 2018. Efecto del biol como fertilizante orgánico en tres cultivares de *Pennisetum purpureum* Juigalpa, Chontales, Nicaragua, 2015-2016. Universidad Nacional Agraria. 1-48 p.

<https://repositorio.una.edu.ni/3783/1/tnf04a472e.pdf>

Álvarez L H., García R R B., Ulloa M R G., Arellano G M. y García G A. 2019. Potencial biotecnológico para la valorización de residuos generados en granjas porcinas y cultivos de trigo. *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*. 7 (21): 1-21 p.

<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.21.70799>

Araque I L M. 2019. Evaluación del rendimiento y calidad nutricional del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), Var. Súper chola, bajo aplicaciones de biol mejorado, Comunidad de San Luis Agualongo, Parroquia San Juan de Ilumán, Cantón Otavalo. Universidad Técnica del Norte. 1-102p.

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9864>

Beltrán P M E y Bernal F A A. 2022. Biofertilizantes: alternativa biotecnológica para los agroecosistemas. *MUTIS*. 12 (1): 1-18 p.

<https://doi.org/10.21789/22561498.1771>

Betancur O., Betancourt A., Estrada J. y Henao F. 2016. Persistencia de patógenos en porcínaza líquida procesada en tanques estercoleros y biodigestores. *Revista MVZ Córdoba*. 21 (1): 5237-5249 p.

<https://www.redalyc.org/pdf/693/69343172014.pdf>

Briones R. D., Castillo G. F., Chávez S. J. L., Aguilar R. V. H., García A. C. L. y Ramírez H. A. 2015. Respuesta del maíz nativo del antiplano mexicano a pudrición de mazorca, bajo infección natural. *Agronomía Mesoamericana*. 26 (1): 73-85 p.

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212015000100008

Bustos B E E., Solís O M., Castro R R., Ocaranza S E., Tapia L L.,García B L J. y Solis O A. 2017. Estudio comparativo del cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo diferentes esquemas de fertilización. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8 (5): 1195-2201 p.

<https://doi.org/10.29312/remexca.v8i5.118>

Cabos S J., Bardales V C B., León T C A. y Gil R L A. 2019. Evaluación de las concentraciones de nitrógeno, fosforo y potasio del biol y biosol obtenidos a partir de estiércol de ganado vacuno en un biodigestor de geomembrana de policloruro de vinilo. *Arnaldoa*. 26 (3): 1165-1176 p.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992019000300021&script=sci_arttext

Cardona R K T., Escobar P E A., Ramírez F L A y Rivera H J f. 2021. Efecto de diferentes tipos de fertilizantes en el crecimiento de maíz criollo, Capachi morado, en el municipio de Andes, Antioquia. *Revista Temas Agrarios*. 1-12 p.

<https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/temasagrarios/article/view/2847/3812>

Cano H M., Bennet E A., Silva G A., Robles G S., Saínos A U. y Castorena G H. 2016. Caracterización de bioles de la fermentación anaerobia de excretas bovina y porcina. *Agrociencias*. 50 (4): 1-9 p.

https://www.researchgate.net/profile/Castorena-Garcia-Jose-Hugo/publication/305701973_Characterization_of_bioles_from_the_Anaerobic_fermentation_of_cattle_and_swine_excreta/links/5f4fb288a6fdcc9879c18364/Characterization-of-bioles-from-the-Anaerobic-fermentation-of-cattle-and-swine-excreta.pdf

Flores S. D., Navarro G. H. y Pérez O. M. A. 2019. Balance de nutrientes en los sistemas de cultivos de maíz y desafíos para su sostenibilidad. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*. 11 (2): 97-109 p.

<https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2017.11.017>

Hernández M S., Novo S R., Mesa P M. A., Ibarra M A. y Hernández R D. 2017. Capacidad de *Trichoderma* spp. como estimulante de la germinación de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista de Gestión del Conocimiento y el Desarrollo Local*. 4 (1): 19-23 p.

<https://ojs.edicionescervantes.com/index.php/RGCDL/article/view/898/1210>

León B E G. 2018. Evaluación de la eficacia de bioles en un cultivo hortícola. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. 1-139 p.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15178/1/UPS-CT007495.pdf>

León T C A., Norberto R C., Mendoza Á G A., Bardales V C B., Cabos S J. y Barrera G M A. 2019. Diseño e implementación de una planta piloto de producción de biogás, biol y biosol. *Arnaldoa*. 26 (3): 1017-1032 p.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2413-32992019000300011&script=sci_arttext&tlng=en

Linares G A., López C C J., Tinoco A C A., Velasco J. y López R G. 2016. Aplicación de biol, fertilizante inorgánico y polímeros superabsorbentes en el crecimiento de heliconia (*Heliconia psittacorum* cv. Tropical). *Revista Capingo Serie Horticultura*. 23 (1): 35-48 p.

<https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.02.004>

Maidana O. M., Acosta R. M., Graciela C. M., Quintana V. L., Enciso M. G. y Mongelós F.Y. 2022. Evaluación in vitro de inhibidores contra hongos micotoxigénicos en maíz. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*. 6 (2): 3289 p.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.2088

Márquez L G., Castillo G F., De León G A C., Vargas H M., Solano B A R., Leyva M S G. y Téliz O D. 2021. Resistencia a *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* en germoplasmanativo de maíz. Revista Mexicana de fitopatología. 39 (1): 1-20 p.

<https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2005-5>

Martínez G A., Zamudio G B., Tadeo R M., Espinosa C A., Cardoso G J C. y Vázquez C M G. 2022. Rendimiento de Híbridos de maíz en respuesta a la fertilización foliar con bioestimulantes. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 13 (2): 1-13 p.

<https://doi.org/10.29312/remexca.v13i2.2782>

Martínez L M. 2015. Producción potencial de biogás empleando excretas de ganado porcino en el estado de Guanajuato. Nova Scientia. 7 (15): 96-115 p.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-07052015000300096&script=sci_arttext

Medina V A., Quipuzco U L. y Juscamaita M J. 2015. Evaluación de la calidad de biol de segunda generación de estiércol de ovino producido a través de biodigestores. Universidad Nacional Agraria, La Molina, Lima, Perú. 76 (1): 116-124 p.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6171095>

Morales V. G. (2016). Estriado clorótico y marchitez bacteriana del maíz: identificación del agente causal, epidemiología y calidad de semillas. Colegio de Postgraduados. Instituto de Enseñanzas e Investigación de Ciencias Agrícolas. 1-76 p.

[Morales Valenzuela G DC Produccion Semillas 2016.pdf \(1.140Mb\)](#)

Moreno A L A. 2019. Calidad de abonos orgánicos a partir del estiércol porcino y su efecto en el rendimiento del maíz chala. Universidad Nacional Agraria La Molina. 1-92 p.

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3942/moreno-ayala-luis-alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Quezada S A., Moreno V M., De León G A C., Nava D C. y Solano B A. R. 2017. Resistencia genética a *Sporisorium reilianum* f. sp. *zeae* en líneas seleccionadas de maíz (*Zea mays* L.) con endospermo blanco y amarillo. Revista Mexicana de Fitopatología. 35 (3): 534-548 p.

<https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.1705-2>

Peña P E. y Batista Y Y. 2018. Elaboración de biol y evaluación de su efecto en los cultivos del pepino (*Cucumis sativus* L.) y remolacha (*Beta vulgaris*, L.) en condiciones de organopónico. Universidad de la Tunas. 1-102.

<http://roa.ult.edu.cu/jspui/bitstream/123456789/4109/1/Tesis%20de%20Maestria%20Final%20Maricela%20ok.pdf>

Peralta V L., Juscamaita M J. y Meza C V. 2016. Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través de tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. Ecología Aplicada. 15 (1): 1-10 p.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162016000100001&script=sci_arttext

Pérez G A., Dzul M C R., Borges G L C., Latournerie M L L., Ruiz S E. y Ayora R G. 2015. Uso potencial de aguas residuales de criaderos de cerdo en la producción de *Capsicum chinense*. Revista Fitotecnia Mexicana. 38 (4): 383-387 p.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000400006

Pérez M. M., 2019. Elaboración de biol y evaluación de su efecto en los cultivos de pepino (*Cucumis sativus* L.) y remolacha (*Beta vulgaris* L.) en condiciones de organopónico. Ministerio de Educación Superior Universidad de las Tunas. 1-102 p.

<http://hdl.handle.net/123456789/4109>

Pérez M M., Peña P E., Lago H S A., Batista Y Y. y Hechavarría H A. 2017. Producción de biol y determinación de sus características físico-químicas. Dialnet. 1-11 p.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6105592>

Pérez R E H. 2018. Evaluación de la fertilización orgánica (biol) y sintética sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), cv. NB 9043, bajo riego complementario por goteo, Finca el Plantel, Masaya 2017. Universidad Nacional Agraria. 1-46 p.

<https://repositorio.una.edu.ni/3674/1/tnf04p438e.pdf>

Ramírez O D E., Chipana R R. y Echenique Q M A. 2016. Aplicación de biol y riego por goteo en diferentes cultivares de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) en la estación experimental Choquenaira. Revista de Investigación en Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales. 3 (1): 30-38 p.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2409-16182016000100005&script=sci_arttext

Reyes M F M. y Martínez V A M. 2018. Efecto del biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) Cv NB-9043, finca El Plantel, Masaya 2017. Universidad Nacional Agraria Facultad de Agronomía. 1-45 p.

<https://repositorio.una.edu.ni/3800/>

Sánchez G M A., Peón E I E., Cardona J T., Ortega A L. y Urriolagoita C G. 2016. Evaluación inicial de parámetros de campo de un biodigestor anaeróbico para el tratamiento de aguas residuales. Revista Colombiana de Biotecnología. 18 (1): 173-184 p.

<https://www.redalyc.org/pdf/776/77645907018.pdf>

Santin C E B. 2017. Efecto de aplicación de biol en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedades Amadeus 77 y Dehoro, Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 1-21 p.

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0d3df01c-a24a-42b9-9aa9-1dade095f1f1/content>

Trejo L W., Vázquez G L B., Castillo C J., Caamal M A., Belmar C R. y Santos R R. 2014. Eficiencia de remoción de materia orgánica de aguas residuales porcinas con biodigestores en el estado de Yucatán, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 17 (2): 321-323 p.

<https://www.redalyc.org/pdf/939/93931761025.pdf>

Trejo L W., del Jesús U A. y Castillo C J B. 2020. Evaluación de efluentes de biodigestor como fertilizante orgánico en el cultivo de maíz. *RedBioLAC*. 125-129 p.

<https://cetra.org.br/wp-content/uploads/2021/04/RedBioLAC-2020.pdf#page=126>

Uribe C. T. V., Silva R. H. V., Mendoza O. L. D., Velásquez C. C. y Rebollar A. A. 2020. Identificación de especies de *Fusarium* aisladas de semillas sintomáticas y asintomáticas de maíz con base en el gen TEF-1A. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 43 (1): 79-88 p.

<https://doi.org/10.35196/rfm.2020.1.79>

Vallejo G R. 2018. Potencial de control biológico de bacterias asociadas a la semilla de maíz contra sus patógenos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. 1-87 p.

http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/1910

Verán R I., Estrada J M., Martínez R J. y Ortiz S A. 2013. Potencial de generación de biogás y energía eléctrica Parte I: excretas de ganado bovino y porcino. *Ingeniería Investigación y Tecnología*. 15 (3): 429-436 p.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S140577431470352X>