



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

**Carrera:
Ingeniería Agropecuaria**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROPECUARIO**

TÍTULO:

“Análisis de diferentes preparaciones de biol en la producción del cultivo de maíz (*Zea mays*) en el Cantón Chone”

Autores:

**Vélez Quijije Víctor Javier
Zambrano Solórzano Maykel Robinson**

**Unidad Académica:
ULEAM Extensión Chone**

2019

CHONE-MANABÍ- ECUADOR

Ing. Juan Ramón Moreira Saltos M.Sc., Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí Extensión Chone, en calidad de Tutor de Trabajo de Titulación,

CERTIFICO:

Que el presente Trabajo de Titulación: “**ANÁLISIS DE DIFERENTES PREPARACIONES DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN EL CANTÓN CHONE**”, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este Proyecto de Investigación son fruto del trabajo y originalidad de sus autores: **Vélez Quijije Víctor Javier** y **Zambrano Solórzano Maykel Robinson**, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, septiembre de 2019

Ing. Juan Ramón Moreira Saltos M.Sc.
Tutor

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Vélez Quijije Víctor Javier** y **Zambrano Solórzano Maykel Robinson**, declaramos ser los autores del presente Trabajo de Titulación: **“ANÁLISIS DE DIFERENTES PREPARACIONES DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN EL CANTÓN CHONE”** siendo el Ing. Juan Ramón Moreira Saltos M.Sc. tutor del presente Trabajo de Titulación; y eximimos expresamente a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certificamos que las ideas, opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el presente trabajo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente cedemos los derechos de este trabajo a la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, para que forme parte de su patrimonio de propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y trabajos de titulación, ya que ha sido realizado con apoyo financiero, académico o institucional de la universidad.

Chone, septiembre de 2019

Vélez Quijije Víctor Javier
Robinson

AUTOR

Zambrano Solórzano Maykel

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE

CARRERA: INGENIERIA AGROPECUARIA

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación, siguiendo la modalidad de Proyecto de Investigación sobre el título: **“ANÁLISIS DE DIFERENTES PREPARACIONES DE BIOL EN LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) EN EL CANTÓN CHONE”**, elaborado por los egresados Vélez Quijije Víctor Javier y Zambrano Solórzano Maykel Robinson, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria.

Chone, septiembre de 2019

Dr. Marcos Zambrano Zambrano
DECANO

Ing. Juan Ramón Moreira Saltos M.Sc.
TUTOR

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

**SECRETARIA
DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, a mis padres porque creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y de entrega, porque en gran parte gracias a ustedes hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera y porque el orgullo que sienten por mí fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes porque valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mis hermanos, a mi familia en general, pero sobre todo quiero dedicar también este trabajo lleno de esfuerzo y superación al Ing. Frank Ponce quien ha estado apoyándome en los momentos que más he necesitado para culminar con esta investigación.

Mil palabras no bastarían para agradecerle su apoyo, comprensión y consejos en los momentos difíciles. Para poder cumplir uno de los sueños más grande en mi vida.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo sincero e incondicional en la nueva etapa de mi vida la cual voy a continuar.

Víctor Vélez

DEDICATORIA

Es mi deseo como sencillo gesto de gratitud, dedicarle mi trabajo de grado plasmado en el presente informe a Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mi madre y a mis hermanos, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mi esposa por sus palabras y confianza, por su amor y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, y a mi pequeño hijo por llenarme de alegría y darme otro motivo más para salir adelante.

Maykel Zambrano

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por permitirnos seguir vivos y luchando para poder alcanzar nuestro gran ansiado sueño de ser unos profesionales como ingenieros agropecuarios.

A la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone, institución de prestigio que ha dejado una gran huella en nuestra formación no solo profesional sino humanística.

Nuestros más sinceros agradecimientos al Ing. Juan Ramón Moreira quien fue nuestro tutor, que siempre estuvo presente en la ejecución de este trabajo.

A nuestra familia por ser los principales motores para poder alcanzar nuestra gran meta.

Los autores

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó con el propósito de evaluar el efecto de diferentes preparaciones de biol para la producción de maíz (*Zea Mays*), el cual se llevó a cabo en el Sitio San Pablo del Cantón Chone. Las variables de estudio fueron 3 diferentes preparaciones de biol y los porcentajes de aplicación, utilizando un diseño de bloques al azar DBCA. Se analizó las variables, peso, diámetro de la mazorca, altura de planta, porcentaje de germinación y rendimiento kg por hectárea. Los resultados nos indican que el biol con bacterias ácido lácticas al 30% fue el de mayor rendimiento de todos los bioles. Concluyendo así que los tipos de bioles tienen influencia en la producción de cultivos, siendo el biol con quelato al 20% (B₃D₁) el que obtuvo un mejor peso de semillas, seguido del tratamiento Biol con quelato al 30% (B₃D₂) con un mejor diámetro de mazorca y así mismo se obtuvo con el biol con bacterias al 30% (B₂D₂) un mejor rendimiento y altura de plantas. Las variables se mostraron diferentes por la concentración en la elaboración de los bioles.

Palabras claves. - Preparaciones, biol, aplicación, producción, cultivos, concentración.

SUMMARY

The research work was carried out with the purpose of evaluating the effect of different biol preparations for the production of corn (Zea Mays), which was carried out at the San Pablo Site of the Chone Canton. The study variables were 3 different biol preparations and application percentages, expanding a randomized DBCA block design. The variables, seed weight, mazorza diameter, plant height and yield are analyzed. The biol results with 30% bacteria was the highest yield of all the bioles. Thus, the types of bioles have an influence on crop production, with biol with 20% chelate (B3D1) the one that obtained a better seed weight, followed by Biol treatment with 30% chelate (B3D2) with a better cob diameter and a better yield and plant height was obtained with biol with 30% bacteria (B2D2). The variables were shown differently by the concentrations in the production of bioles.

Keywords. - Preparations, biol, application, production, crops, concentration.

ÍNDICE

	Pág.
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORIA.	iii
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.	v
DEDICATORIA.	vi
AGRADECIMIENTO.	vii
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.	ix
ÍNDICE.	x
ÍNDICE DE TABLAS.	xii
1. INTRODUCCIÓN.	1
CAPÍTULO I.....	3
MARCO TEÓRICO.	3
1.1. Generalidades del Biol.	3
1.1.1. Beneficio del Biol.	3
1.1.2. Biofertilizantes enriquecidos.....	4
1.1.3. Funciones del Biol.....	6
1.1.4. Ventajas del uso del biol.	7
1.1.5. Aplicación del biol en semillas.....	8
1.1.6. Biol, biofertilizante como alternativa de producción.....	8
1.1.7. Biofertilizantes líquidos.	9
1.1.8. Biofertilizantes para el desarrollo de sistemas sostenibles.....	10
1.1.9. biol como fuente de fitorreguladores.	11
1.1.10. Factores principales que intervienen en la preparación de biol.	12
1.2. Maíz generalidades.....	14
1.2.1. Origen del maíz.....	14
1.2.2. Descripción botánica.....	15
1.2.2.1. Inflorescencia.....	16
1.2.2.2. Ciclo vegetativo.....	17
1.2.2.3. Origen taxonomía y morfología del Maíz.....	18
1.2.3. Producción de maíz zea mays.	19

1.2.4. Relación producción y número de plantas.....	20
1.2.5. Importancia de la producción de maíz.....	21
1.2.6. Generalidades del cultivo.....	22
1.2.7. Recursos genéticos.....	22
1.2.8. La ecofisiología y el manejo del cultivo... ..	23
1.2.9. Consideraciones para el desarrollo del cultivo... ..	24
1.2.10. Condiciones agroecológicas para el cultivo de maíz... ..	24
1.2.11. Suelos para el cultivo... ..	25
1.2.12. Temperatura y climas.....	25
1.2.13. Requerimiento hídrico.....	26
1.2.14. Fertilización.....	26
CAPÍTULO II.....	28
DISEÑO METODOLÓGICO.....	28
2.1. Ubicación.....	28
2.2. Método.....	28
2.2.1. Material experimental.....	28
2.2.2. Reacción a enfermedades... ..	29
2.2.3. Recomendación de siembra.....	29
2.3. Elaboración de biol.....	29
2.4. Manejo del experimento.....	30
2.5. Variables a medir.....	31
2.6. Resultados.....	32
CAPÍTULO III.....	36
PROPUESTA.....	36
3.1. Preparación.....	36
3.2. Aplicación... ..	37
CAPÍTULO IV... ..	38
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES... ..	38
4.1. Conclusiones... ..	38
4.2. Recomendaciones... ..	38
BIBLIOGRAFÍA.....	39
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 2.1.: Valores peso de semillas (g).....	32
Tabla N° 2.2.: Valores diámetro de mazorca (mm).....	33
Tabla N° 2.3.: Valores rendimiento (Kg/ha)	34
Tabla N° 2.4.: Valores altura de planta.....	35

1. INTRODUCCIÓN

En varios países incluido el Ecuador en el mercado se encuentran fertilizantes que se han estado utilizando para mejorar el rendimiento de las cosechas y pesticidas para reducir los daños que ocasionan los insectos y las enfermedades en los cultivos, por lo que se deja de lado el uso de productos de índole natural como los que se utilizan para elaborar biol que contienen microorganismos benéficos para el suelo. Si bien los fertilizantes que se encuentran en el comercio aumentan la producción, producen efectos negativos para el medio ambiente, situación que no ocurre con el uso de biol.

El diseño experimental se llevó a cabo en el Sitio San Pablo del Cantón Chone, por considerar que los agricultores de la zona referida desconocen acerca de la agricultura orgánica y del beneficio que brindan las preparaciones de biol utilizado como fertilizante y estimulante en los cultivos, el trabajo se desarrolló en parcelas divididas con bloques al azar, para lo cual se empleó semillas de maíz Gladiador 2B688. La alta demanda de maíz ya sea para el consumo humano, para elaborar alimento a otros sectores productivos o para la industria en general hace evidente la necesidad de realizar el manejo de este tipo de cultivos de forma adecuada para poder alcanzar una mayor producción, por tal motivo se plantea por medio del presente trabajo el uso de preparaciones de biol para mejorar el rendimiento.

El presente trabajo enmarca el estudio de la elaboración de biol para mejorar la producción de maíz detallando de esta manera los beneficios que produce en el rendimiento del mismo si se toma en consideración que la agricultura orgánica es un sistema de producción integral que procura promover la salud del agro y del ecosistema empleando para este fin insumos o productos naturales, maximizando de esta manera el reciclaje de nutrientes evitando el empleo de derivados de combustibles fósiles como lo son los fertilizantes y plaguicidas químicos que generalmente se utilizan, mejorando de esta manera la baja productividad y el alto costo de producción debido especialmente al uso de tecnologías y procedimientos inadecuados del cultivo.

El principal problema surge al no tener un conocimiento exacto sobre preparaciones, diluciones y efectos de biol en la producción del cultivo de maíz. Esta problemática se debe a la escasa investigación del producto. Lo que conlleva a la interrogante:

¿De qué manera el Biol influye en la producción de maíz en el Cantón Chone? que es despejada por medio del estudio concreto de las variables objeto de análisis.

El objetivo de la investigación es comparar diferentes preparaciones de biol en la producción del cultivo de maíz.

El campo de acción del trabajo se desarrolla en la producción agrícola por medio del Manejo de sistemas agro-productivos.

Objetivo general es evaluar diferentes preparaciones de biol en la producción del cultivo de maíz (*Zea mays*).

La hipótesis es ¿El uso de diferentes preparaciones de biol mejorará la producción del cultivo de maíz?

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades del Biol

El procedimiento es sencillo y sobre todo económico: Se recoge el estiércol más fresco que hayan generado los animales y se coloca en un recipiente grande, con tapa hermética, se agrega agua, leche cruda, cortezas de frutas, hojas de ortiga, guabo y desechos orgánicos, mezclamos bien todos los ingredientes, luego agregamos a la tapa una manguera para el desfogue de gases. El proceso de maduración depende del clima, en zonas donde la temperatura sobrepasa los 30 grados, el abono está listo para su destilación en 40 días, en zonas con climas relativamente menores su destilación se recomienda a los 60 días. El producto es una sustancia viscosa concentrada, para su aplicación se debe bajar en forma técnica su concentración, (Bone, 2017).

El mismo autor indica también que el crecimiento de la población, la necesidad de alimento y las demandas del sistema económico, exige a los terrenos producir en forma abundante y permanente, los resultados tierras cansadas y deterioradas. Para reactivar este medio de producción, el hombre ha buscado la solución en los agroquímicos, productos concentrados ligeros de fácil uso y manipulación, pero de alto costo y poco recomendados por las contraindicaciones que estos tienen para la alimentación y salud, (Peñañiel, 2011).

1.1.1. Beneficio del Biol

El biol es un abono orgánico líquido, resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales: alfalfa, rechazo, melaza, estiércol de animales, decidíos vegetales, etc., en ausencia de oxígeno. Contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes.

BIOL se usa con fines de enmienda orgánica para mejorar la fertilidad química y biológica del suelo. Sus beneficios son múltiples pues permite mejorar la nutrición del cultivo, favorecer la sanidad del suelo y la planta incrementando sus defensas y reduciendo la incidencia de plagas y enfermedades. Así mismo protege el medio ambiente y favorecer el equilibrio del agro ecosistema, (INIAP, 2010).

El manejo de la fertilidad del suelo es un aspecto clave para lograr buenos resultados, ya que permite el desarrollo adecuado de los cultivos mediante una buena nutrición, lo que otorga un mayor fortalecimiento ante el eventual ataque de plagas y enfermedades; en la producción orgánica cobra mayor importancia, puesto que es la clave del éxito, ya que fomenta la multiplicación de organismos benéficos, tanto antagonistas de plagas como enfermedades (SAG, 2015).

1.1.2. Biofertilizantes enriquecidos

Los bioles o biofertilizantes son abonos líquidos fermentados que se obtienen mediante la fermentación anaeróbica (sin aire), en un medio líquido, de estiércol fresco de animales y enriquecido con microorganismos, leche, melaza y minerales durante 35 a 90 días. A partir de la diversidad de materiales disponibles en la chacra, se pueden fabricar una gran variedad de biofertilizantes, desde el más sencillo hasta el más complejo. El proceso de biofermentación aporta vitaminas, enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, antibióticos y una gran riqueza microbiana que contribuyen a equilibrar dinámicamente el suelo y la planta, Al ser absorbidas por las hojas y las raíces, los biofertilizantes fortalecen y estimulan la protección de los cultivos contra el ataque de plagas, insectos y enfermedades, según lo que refiere (Cedeco, 2008).

Preparación

- Lavar bien el bidón, luego ubicarlo en un lugar soleado, de donde no se le

moverá por dos o tres meses. Debe estar ubicado, preferentemente, cerca al corral, para facilitar el transporte de los insumos.

- Picar las leguminosas (alfalfa, haba), el pasto y el follaje de avena con un machete para facilitar su descomposición.
- Moler finamente la sal y disolverla en 5 litros de agua (de preferencia realizar un día antes para facilitar la homogenización de los insumos).
- Llenar con estiércol fresco el tacho o bidón. Si el estiércol se encuentra seco, remojarlo 24 horas para facilitar la mezcla.
- Agregar agua y mezclar homogéneamente con la ayuda de un palo de madera.
- Agregar ceniza y melaza o azúcar y continuar moviendo la mezcla.
- Agregar la cáscara de huevo, chicha, suero de leche y finalmente el forraje picado.
- Luego, llenar con agua el bidón y remover la mezcla para que se homogenice. Es importante no llenar por completo el bidón, dejando al menos 3cm de espacio hacia la boca del bidón para proporcionar espacio adecuado para el inicio del proceso de fermentación.
- Sellar el bidón. Debe tenerse en cuenta que esta fase es muy importante, porque será eliminado el gas (metano) que resulta de la fermentación de los componentes.
- Acoplar en la tapa del bidón un pitón de cámara de llanta, que uniremos con una manguera. Introducir el otro extremo de la manguera en una botella descartable con agua. Este mecanismo facilitará la salida del gas metano que se produce durante el proceso de fermentación.
- El tiempo de elaboración del biol, es decir, de su descomposición y fermentación, depende del clima local. En climas fríos puede tomar entre 75 y 90 días, mientras que en climas cálidos entre 30 y 45 (Quezada, 2013).

Ingredientes

- 2 kilogramos de hojas de leguminosas (Alfalfa, Arveja, Haba, etc.) picados.
- 1 kilogramo de cáscara de huevos molidos.
- 2 litros de leche.

- 1 adobe de chancaca.
- 2 kilos de ceniza.
- Una botella descartable de dos litros.
- Un tanque de 60 litros (plástico).
- Tapa o plástico para tapar el tanque.
- Una manguera de un metro de largo.
- Una cuarta parte del envase o 50 kilos con estiércol fresco de animales (Vacuno, Porcino, Ovino, Gallinas, Cuy, etc.)

1.1.3. Funciones del Biol

El biol nutre, recupera, reactiva la vida del suelo y fortalece la fertilidad de las plantas. Es un abono que estimula la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades y permite sustituir a una gran parte de fertilizantes químicos, (Valencia, 2014).

a.- Efecto en el desarrollo de la planta

El biol será una de las partes más importante para poder ver y observar el crecimiento que se irá dando al transcurso de los días de la planta.

b.- Aplicación y dosis del Biol

La mezcla que se va a utilizar para la preparación del biol (materiales orgánicos, sales y microorganismos eficientes), en las primeras semanas se obtiene un pH ligeramente ácido debido al proceso de fermentación, en la que se liberan alcoholes, en tanto que, a los 60 días, cuando se termina el proceso de fermentación el pH tendió a la neutralidad lo que hizo que el abono líquido sea apropiado para aplicar. Suministrados al suelo disueltos en el agua de riego. Iniciar la aplicación con el primer riego después de la brotación y continuar después de cada corte. En los periodos de lluvias, en caso de no poder regar, se debe procurar esparcir el biofertilizante sobre la superficie del cultivo sin hoja, (Vargas, 2014).

En el mismo sentido indica Chiriboga, *et.al.* (2015) que el biol es el abono líquido o biofertilizantes que se genera en la fase de higienización del compostaje, en donde se eliminan patógenos, parásitos, semillas, siendo muy bueno como fertilizante foliar. El biol es un abono líquido que resulta del proceso de fermentación y descomposición de los materiales orgánicos, que activan los microorganismos benéficos del suelo. Su modo de aplicación es foliar, aunque se puede usar también como fertilizante para la raíz e incluso como solución en un sistema de fertiriego. Los tres (3) principales componentes del biol, son: Nitrógeno (10%); Fósforo (4%); y Potasio (3%). Este porcentaje varía con la calidad de los materiales que se utilizan para la elaboración del compost.

1.1.4. Ventajas del uso del biol

- Se puede elaborar en base a insumos que se encuentran en la comunidad.
- No tiene una receta fija, los insumos pueden variar de acuerdo a la disponibilidad del agricultor
- Estimula el trabajo de los microorganismos benéficos del suelo.
- Su preparación es fácil y puede adecuarse a diferentes tipos de envase.
- Promueve las actividades fisiológicas y estimula el desarrollo de las plantas.
- Permite un mejor desarrollo de raíces, hojas, flores y frutos.
- Es de rápida absorción para las plantas, por su alto contenido de hormonas de crecimiento vegetal, aminoácidos y vitaminas.
- Bajo costo y se puede preparar en la parcela.
- Mejora el vigor del cultivo y le permite soportar con mayor eficacia ataques de plagas, enfermedades y los efectos adversos del clima, (Alvarez, 2010).

En este orden de las ideas anteriores, según refiere Borrero, (2006), el abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de

los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

1.1.5. Aplicación del biol en semillas

Dependiendo de cada cultivo, la semilla se remoja antes de la siembra en una solución de biol que puede estar entre el 10-20% para semillas de cubierta delgada y entre 20-50% para semillas de cubierta gruesa. La importancia del tratamiento de las semillas con biol es por la riqueza de tiamina y triptófano, así como en purinas y auxinas que permiten una germinación más rápida, del mismo modo un notable crecimiento de raíces, por lo cual se tendrá un mejor desarrollo del cultivo y por lo tanto en mayores rendimientos al momento de la cosecha, (Díaz, 2017).

1.1.6. Biol, biofertilizante como alternativa de producción

Menciona Restrepo J. (2016), que los biofertilizantes son abonos líquidos que cumplen una función específica en los suelos: asimilar los nutrientes de forma más eficiente. En este mismo orden, refiere, MAGAP (2019) que el biol es un estimulante foliar para las plantas, que se origina a través de la fermentación de materiales orgánicos como estiércol de animales, leche, plantas verdes, frutos y minerales. La aplicación del abono permite dar resistencia a las plantas, mejorando su floración y da vigor germinativo de las semillas; además, equilibra el contenido de nutrientes del suelo.

Afirma Lira, (2017), que para incrementar los rendimientos y calidad en la producción se ha venido recurriendo a diferentes técnicas e insumos como los agroquímicos sintéticos (fertilizantes y pesticidas), sin embargo, estos beneficios al paso del tiempo se vieron opacados por los efectos detrimentales sobre el ambiente que provocan su utilización excesiva. En ese sentido se ha recurrido a técnicas nada nuevas, pero poco difundidas y normadas, como es

el uso de microorganismos benéficos que minimicen los impactos del método convencional de producción y aseguren la permanencia de la agricultura.

Los microorganismos utilizados como biofertilizantes (BF) tienen un papel fundamental cuando la agricultura tiene la necesidad de adoptar medidas conservacionistas y de menor impacto ambiental, ya que minimizan los impactos de la fertilización convencional y aseguran la permanencia de la agricultura sustentable, Por este motivo, no hay que restarle importancia al biol, ya que este tipo de abono tiene diversas propiedades que son favorables para mejorar las características físicas, químicas y biológicas de las tierras utilizadas para la siembra, en esta línea este tipo de abono juega un rol fundamental. Con el uso de abonos biofertilizantes u orgánicos se desarrolla la capacidad natural que posee el suelo para absorber los diferentes elementos nutritivos (Lira, 2017).

1.1.7. Biofertilizantes líquidos

Los biofertilizantes, llamados también bioinoculantes, inoculantes microbianos o inoculantes del suelo, son productos agro biotecnológicos que contienen microorganismos vivos, son utilizados en los cultivos agrícolas para estimular el crecimiento y productividad, estos son obtenidos por la fermentación de materiales orgánicos, como estiércoles de animales, plantas verdes o frutos, la fermentación se da en presencia o ausencia de oxígeno llamada aerobia y anaerobia respectivamente, (Aguado, 2012).

Para el uso en semillas se recomienda una sola aplicación mediante la absorción de las mismas. La acción básicamente está asociada a la diferenciación vegetativa de las plantas y debe aplicarse en momentos de mayor actividad fisiológica de los cultivos; en algunas especies depende de sus características fenológicas del cultivo. Se debe aplicar en un promedio de tres veces por ciclo, así mismo, refiere las temperaturas óptimas de crecimiento son de 17°C a 25°C. La iluminación sigue la curva total de luz a lo largo del año, la

aireación debe poder regularse de forma manual o automática, abriendo los laterales y cunbreras, (Claure, 1992).

Según lo que refiere Restrepo J. , (2001), los biofertilizantes que en su elaboración son enriquecidos con cenizas, sales minerales o con algún tipo de trituración de piedras molidas, luego de su periodo de fermentación que generalmente es de 30 a 90 días, estará en condiciones para ser aplicados ya sea de cualquier forma convencional, al suelo de manera general a todo tipo de cultivos.

1.1.8. Biofertilizantes para el desarrollo de sistemas sostenibles

En general los biofertilizantes podrían ser una alternativa para el desarrollo de los sistemas sostenibles con posibilidades de proveer beneficios económicamente atractivos y ecológicamente aceptables al reducir las aplicaciones de algunos agroquímicos y mejorar o hacer más eficiente el aprovechamiento de los nutrimentos disponibles en cada hábitat. Esto se fundamenta en el amplio gradiente de actividades fisiológicas que realizan, las cuales permiten mejorar la disponibilidad y transporte de nutrimentos, el crecimiento de las raíces, la fijación del nitrógeno, la solubilización de minerales, la producción de estimuladores del crecimiento vegetal y el biocontrol de patógenos, (Pérez, 2012).

En la actualidad, la producción intensiva de alimentos tanto a cielo abierto como en agricultura protegida está influenciada por diversos factores como manejo, óptima administración, operación y utilización del agua, demanda total de nutrientes, capacidad de abastecimiento y reserva de elementos nutritivos por el suelo, suministro y adición orgánica e inorgánica de nutrientes a la zona radical. Todos estos componentes son parte de un nuevo paradigma en el manejo integrado de nutrientes, en donde se debe garantizar la seguridad alimentaria en un futuro, además de fortalecer la sustentabilidad y sostenibilidad de los sistemas productivos agrícolas intensivos y su relación con el medio ambiente (Gutiérrez & Gutiérrez, 2015).

Según indica Agropal, (2019), a pesar de las muchas alternativas y estudios existentes para mejorar la biodisponibilidad de nutrientes por las plantas, todavía no hay una solución o tecnología completamente eficaz, por lo que los esfuerzos de investigación y de desarrollo de nuevos conceptos de fertilizantes y de fertilización en este campo siguen persistiendo. En concreto, el tratamiento de semillas con nutrientes, agentes biofertilizantes o de biocontrol, es uno de los sectores de desarrollo más importantes y en auge para hacer frente a la productividad, rentabilidad y sostenibilidad de la agricultura.

Los biofertilizante aumentan la capacidad de las plantas para absorber agua y nutrientes, por lo tanto reduce los requerimientos de irrigación y fertilización de los cultivos, aumenta el crecimiento y establecimiento de las plántulas, incrementa el enraizamiento de los esquejes, las plantas adquieren mayor vigor, también actúa como biocontrolador de fitopatógenos, mejorando el rendimiento y calidad de los cultivos (Aguado, 2012).

1.1.9. Biol como fuente de fitorreguladores

Refiere (Rendón, 2013), que el biol es un abono líquido, fuente de fitorreguladores resultado de la descomposición de los residuos animales y vegetales, en ausencia de oxígeno (anaeróbica), en mangas de plástico (biodigestores), actúa como bioestimulante orgánico en pequeñas cantidades y es capaz de promover el crecimiento y desarrollo de las plantas. La producción de abono foliar (biol) es una técnica utilizada con el objetivo de incrementar la cantidad y calidad de las cosechas. Es fácil y barato de preparar, ya que se usa insumos de la zona y se obtiene en un tiempo corto (1 - 4 meses).

El biol es la mezcla líquida del estiércol y agua, adicionando insumos como alfalfa picada, roca fosfórica, leche, harina de pescado entre otros, que se descarga en un digestor, donde se produce el abono foliar orgánico, además, en la producción de biol se puede añadir a la mezcla plantas repelentes, para combatir insectos en las plantas, (Rendón, 2013).

En el mismo sentido de lo que se menciona en líneas anteriores según (INIAP, 2010), el biol se utiliza como un excelente abono por ser una fuente de fitorreguladores que favorecen los sembríos a mantener un óptimo desarrollo, originando de esta manera mayor rendimiento a los cultivos. Existen diversos métodos conocidos para elaborar el biol, pero gracias a la variabilidad se pueden obtener excelentes preparaciones.

1.1.10. Factores principales que intervienen en la preparación de biol

a) Temperatura - La temperatura está en función del incremento de la actividad microbiana del abono, que inicia después de haber mezclado todos los ingredientes, aproximadamente después de 14 horas de haber preparado el biol, este debe presentar temperaturas, inclusive superiores a los 50° C, lo que es un buen indicador y se puede seguir con las etapas restantes del proceso, (Restrepo J., 2001).

b) Biodigestor - Refiere Rodríguez (2009), el biol se obtiene del proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos. La técnica empleada para lograr este propósito son los biodigestores. Los biodigestores se desarrollaron principalmente con la finalidad de producir energía y abono para las plantas utilizando el estiércol de los animales. Sin embargo, en los últimos años, esta técnica está priorizando la producción del bioabono, especialmente del abono foliar denominado biol. El biol es un líquido que se descarga de un digestor y se utiliza como abono foliar. Es una fuente orgánica de fitorreguladores que permiten promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas.

c) Agua - Tiene la función de homogeneización de los elementos y brinda condiciones óptimas para impulsar el desarrollo y reproducción de los microorganismos. Muchos microorganismos presentes en la fermentación se desenvuelven mejor en un medio líquido, así transforman más fácilmente productos como enzimas, vitaminas y péptidos en promotores de crecimiento transfiriéndose a las plantas, (Restrepo J., 2014).

d) Estiércol - Refieren Restrepo & Hensel, (2009), su aporte básico consiste en mejorar las características vitales y la fertilidad de la tierra con algunos nutrientes, principalmente con fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, entre otros elementos. Dependiendo de su origen, puede aportar inóculo microbiológico y otros materiales orgánicos en mayor o menor cantidad, los cuales mejorarán las condiciones biológicas, químicas y físicas del terreno donde se aplicarán los abonos. En la preparación de bioles el estiércol que se utilice debe estar lo más fresco posible, lo que en conjunto con las leguminosas hacen que el proceso sea más fácil para los microorganismos, cuyo objetivo es descomponer de una mejor forma los residuos orgánicos.

e) Leche - Tiene la función de revivir la mezcla, así como la melaza, en beneficio de la formación de otros compuestos orgánicos que son estimulados durante el proceso, aporta ácidos, vitaminas, ingredientes de grasa y proteínas que proporcionan a los microorganismos las condiciones adecuadas para que se multipliquen, (Restrepo J., 2014).

e) Melaza - Es la encargada de aportar la energía necesaria para que los microorganismos puedan cumplir con el trabajo de descomposición de la materia, impulsa el proceso de fermentación, hace que la materia orgánica se convierta en nutrientes asimilables para las plantas. Es rico en potasio, calcio, fósforo, magnesio y micronutrientes tales como boro, zinc y hierro, (Restrepo J., 2014).

f) Principios de la Fermentación - En esta condición, cuando se acumulan polímeros naturales orgánicos como proteínas, carbohidratos, celulosa, entre otros., se produce un rápido consumo de oxígeno, del nitrato y del sulfato por los microorganismos, produciéndose la metanogénesis; en estas condiciones, el nitrato se transforma en amonio y el fósforo queda como fosfato. También se reducen los iones férrico y mangánico, debido a la ausencia de oxígeno, (Rendón, 2013).

g) Aireación - La presencia del oxígeno es necesaria para que no exista ningún tipo de limitación en el proceso aeróbico de fermentación del abono. En los macroporos de la masa, como mínimo debe existir entre un 5% a 10% de concentración de oxígeno. Cuando los microporos se encuentran en estado anaeróbico por un exceso de humedad, perjudica la aireación del proceso y consecuentemente se obtiene un producto de mala calidad (Restrepo J. 2001).

1.2. Maíz generalidades

El maíz es un producto básico en la alimentación de los pueblos, heredado de nuestros aborígenes y consumido en una gran variedad de preparaciones y estados de madurez. El maíz es un producto consumido en gran parte por el propio agricultor y su familia, siendo típico en zonas de minifundio ubicadas en los flacos de las tres cordilleras. Los cultivos comerciales, de gran extensión, realizadas en las zonas planas mecanizables han sido desplazados por otros más rentables y seguros, incrementándose paulatinamente las importaciones de maíz en los últimos años, (Aguilar, *et.al.* 2015).

Las variedades tradicionales de maíces ecuatorianos constituyen un rico patrimonio de tradiciones agrícolas y alimenticias. En el Ecuador el maíz se cultiva en todo el país excluyendo los páramos y sub-páramos (encima de los 3,000 m de altitud), con siembras concentradas en las provincias de Loja, Azuay y Pichincha, y en menor medida en aquellas de Bolívar, Chimborazo, Tungurahua e Imbabura (región de Sierra). Este cultivo está presente en las provincias costaneras de Manabí, seguida por Esmeraldas y Guayas en la Costa y en la provincia de Pastaza en la Selva. Los indígenas consumían el maíz en forma de panecillos y lo usaban para preparar la tradicional chicha, masticando los granos antes de echarlos a fermentar, (Vélez, 2019).

1.2.1. Origen del maíz

Basados en experiencias arqueológicas, mediante el estudio de fósiles, se ha comprobado que el maíz es originario del continente americano, más

específicamente de México, pues, en ciudad de México en excavaciones a 80 m de profundidad hallaron fósiles de polen de maíz de unos 80.000 años. En la Cueva del Murciélago, Estado de Nuevo México, encontraron fósiles de mazorcas pequeñas de unos 5.600 años; considerándose que esta es la edad de cultivo del maíz, (Gutierrez, 2017).

En el mismo sentido, según Paliwal, (2001), cuando Cristóbal Colón llegó a Cuba en el año 1492 los agricultores americanos, desde Canadá a Chile, ya estaban cultivando variedades mejoradas de maíz. Cuando regresó a España en 1493, probablemente llevó consigo semillas de varios cultivares locales de maíces duros. Hacia fines de los años 1500 el maíz era extensivamente cultivado en España, Italia y sur de Francia y la difusión del maíz continuó a otros países del Viejo Mundo. Se cree que los navegantes portugueses introdujeron el maíz en África a principios de 1500 ya que tenían motivos para su cultivo dentro del contexto del tráfico de esclavos.

1.2.2. Descripción botánica

La planta del maíz generalmente es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual.

a.- Raíz: Las raíces son fasciculadas o subterráneas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. La raíz primaria, es decir la que se desarrolla en la germinación tiene corta duración. En la planta adulta todo el sistema radicular es adventicio que es esencialmente de sostén y brota de la corona, con el ápice en el parte inferior formado por 10 entrenudos muy cortos. En suelos adecuados para maíz, el sistema radicular crece rápidamente alcanzando una profundidad de 45 cm a las 4 semanas, 90 cm a las 6 semanas y 180 cm en una planta madura; cubriendo un área de exploración de 3,14 m² aproximadamente o sea un círculo de 2 m de diámetro (Cajamarca, 2014).

b.- Tallo: El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones, formado por nudos y

entrenudos de número y longitud variable. La zona de crecimiento está localizada encima de los nudos y tiene 0,5 mm de espesor. El tallo o caña es el órgano de sostén donde van adheridas las hojas, siendo la localización de las yemas alterna, lo cual es de importancia para la formación de las mazorcas, sobre todo en la parte media de la planta. (Schenkel, 2017).

c.- Hojas: Están formadas por la vaina, cuello y lámina foliar; siendo largas, anchas, flexuosas, de bordes y superficies ásperas, con nerviación paralela. La vaina es una estructura cilíndrica, abierta hasta la base, que envuelve el tallo. El cuello es la zona de transición entre la vaina y la lámina, en el que se halla una lígula. La lámina propiamente dicha mide hasta 1,5 m de largo por 10 cm de ancho, terminada en un ápice agudo, (Schenkel, 2017).

El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones, formado por nudos y entrenudos de número y longitud variable. La zona de crecimiento está localizada encima de los nudos y tiene 0,5 mm de espesor. El tallo o caña es el órgano de sostén donde van adheridas las hojas, siendo la localización de las yemas alterna, lo cual es de importancia para la formación de las mazorcas, sobre todo en la parte media de la planta (Cajamarca, 2014).

1.2.2.1. Inflorescencia

El maíz es una planta monoica, ya que tiene en el mismo pie inflorescencia masculina e inflorescencia femenina (Cajamarca, 2014).

a.- Inflorescencia masculina o estaminada: es una panoja o panícula, ubicada en el ápice del tallo, ramificada y constituidas por espiguillas, que a su vez están conformadas por dos flores rodeadas por un par de hojas transformadas denominadas glumas, que están protegidas por los lemas y paleas (Cajamarca, 2014).

b.- Inflorescencia femenina o pistilada: está formada por un raquis (tusa), en el cual van un par de glumas externas, 2 lemas, 2 paleas y 2 flores, una de las cuales es estéril y la otra fértil, esto explica el hecho de que generalmente el número de filas de granos en una mazorca es par. El conjunto de estilos forma un penacho de color amarillo, que se torna rojizo después de la fecundación, denominado filote, cabello o pelo del maíz. Tanto las inflorescencias femeninas como el cabello están protegidos por numerosas y grandes brácteas, denominadas capacho o amero y cuyo papel principal es proteger los granos contra el agua y ataque de insectos, (Cajamarca , 2014).

c.- Flores: Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga se le suele llamar mazorca.

d.- Fruto: Cada grano es un fruto llamado cariósido. Está conformado por una capa exterior llamada pericarpio, generalmente dura, por debajo una capa de aleurona que es la que lleva el color, rica en proteínas (Cajamarca, 2014).

e.- Semilla: El pericarpio del fruto se encuentra cubriendo la testa de la semilla, la misma que está formada internamente por el endospermo que corresponde al 85% del grano, y embrión el cual a su vez está constituido por la coleoriza, radícula, plúmula u hojas embrionarias, coleóptido y escutelo, (Schenkel, 2017).

Refieren los autores de la investigación que las plantas de esta gramínea son monoicas, dicho en otras palabras, tienen doble sexo, por lo que tienen la capacidad de producir ambos gametos en la misma mata. A este grupo de estructuras de reproducción se las conoce comúnmente como inflorescencias o flor compuesta, por lo tanto, cada planta tiene dos inflorescencias, masculina y femenina.

1.2.2.2. Ciclo vegetativo

a.- Nascencia o Germinación: comprende el período que transcurre desde la siembra hasta la aparición del coleóptilo, cuya duración aproximada es de 6 a 8 días (Cajamarca, 2014).

b.- Crecimiento: una vez nacido el maíz, aparece una nueva hoja cada tres días si las condiciones son normales. A los 15-20 días siguientes a la nascencia, la planta debe tener ya cinco o seis hojas, y en las primeras 4-5 semanas la planta deberá tener formadas todas sus hojas (Cajamarca, 2014).

c.- Floración: A los 25-30 días de efectuada la siembra se inicia la panoja en el interior del tallo y en la base de éste. Transcurridas 4 a 6 semanas desde este momento se inicia la liberación del polen y el alargamiento de los estilos. Se considera como floración el momento en que la panoja se encuentra emitiendo polen y se produce el alargamiento de los estilos. La emisión de polen dura de 5 a 8 días, pudiendo surgir problemas si las temperaturas son altas o se provoca en la planta una sequía por falta de riego o lluvias (Cajamarca, 2014).

d.- Fructificación: con la fecundación de los óvulos por el polen se inicia la fructificación. Una vez realizada la fecundación, los estilos de la mazorca, vulgarmente llamados sedas, cambian de color, tomando un color castaño. Transcurrida la tercera semana después de la polinización, la mazorca toma el tamaño definitivo, se forman los granos y aparece en ellos el embrión. Los granos se llenan de una sustancia leñosa, rica en azúcares, los cuales se transforman al final de la quinta semana en almidón, (Cajamarca, 2014).

d.- Maduración y secado: hacia el final de la octava semana después de la polinización, el grano alcanza su máximo de materia seca, pudiendo entonces considerarse que ha llegado a su madurez fisiológica. Entonces suele tener alrededor del 35% de humedad (Cajamarca, 2014).

1.2.2.3. Origen taxonomía y morfología del Maíz

NOMBRE VULGAR: Maíz

NOMBRE CIENTIFICO: *Zea mays* L.

a.- Taxonomía:

Reino: Plantae
Clase: Liliopsida
Subclase: Commelinidae
Orden: Poales
Familia: Poaceae
Subfamilia: Panicoideae
Género: Zea
Especie: Mays (Cajamarca, 2014).

b.- Morfología. - En términos generales el maíz es una hierba gramínea de ciclo corto de gran eficiencia fotosintética. Que presenta raíces adventicias, que emergen de los primeros nudos del tallo; aparte de un sistema radicular fibroso (fasiculado) y abundante. Que además mantienen erecta la planta, dándole fortaleza contra el acame. El tallo no ramifica. Posee una epidermis dura e impermeable, una pared circular conductora de nutrientes y una medula esponjosa; que sirve de reservorio de nutrientes y azúcares originando en su ápice, la espiga o flor masculina, (Silva, 2019).

1.2.3. Producción de maíz *Zea mays*

Refiere Paliwal, (2001) que hoy en día el maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y es el segundo, después del trigo, en producción total. El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo.

El mismo autor también menciona que habiéndose originado y evolucionado en la zona tropical como una planta de excelentes rendimientos, hoy día se cultiva hasta los 58° de latitud norte en Canadá y en Rusia y hasta los 40° de latitud sur en Argentina y Chile. La mayor parte del maíz es cultivado a altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies del Caspio y hasta los 3 800 msnm en la cordillera de los Andes. Más aún, el cultivo continúa a expandirse a nuevas áreas y a nuevos ambientes.

En el mismo orden de las líneas anteriores refiere Suquilanda (2018), el maíz es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, tanto por su elevada incidencia social, ya que casi las tres cuartas partes de la producción total proviene de unidades familiares campesinas, la mayoría de ellas de economías de subsistencia, como también por constituir la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal, muy en particular, a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario.

En efecto, la producción de maíz duro está destinada en su mayoría (70%) a la industria de alimentos de uso animal; el segundo destino lo representan las exportaciones (22%) y la diferencia la comparten el consumo humano y la producción de semillas (Suquilanda, 2018).

Adicionalmente, este tipo de grano tiene una alta demanda por la agroindustria, que lo emplea para la producción avícola y para la elaboración de alimentos balanceados, por lo tanto, dentro del territorio nacional tiene alto consumo y una comercialización muy dinámica (Suquilanda, 2018).

Por el contrario, el maíz suave destinado básicamente al consumo alimenticio familiar, tiende a bajar en tres aspectos: superficie, producción y rendimientos. Esta es una característica de los granos básicos sembrados en la Sierra y destinados al consumo interno, que generalmente se encuentran cultivados por pequeños productores en lugares no aptos (Suquilanda, 2018).

1.2.4. Relación producción y número de plantas

Según lo que afirman Otahola & Rodríguez, (2001), la relación entre la producción y el número de plantas es compleja. Para determinada condición de suelo, clima, genotipo y prácticas culturales hay un número determinado de plantas por unidad de área que conduce a la más alta producción. Los suelos más fértiles soportan mayor cantidad de plantas, hasta cierto límite, donde ocurre la competencia entre ellas.

La mejora de los maíces criollos ha tomado impulso desde la década de los noventa y en lo que va del actual siglo. El mejoramiento puede ser por medio de la retrocruza limitada o no, pero lo interesante es ver el entusiasmo que los genetistas tienen en la recolecta, uso, mejoramiento y distribución de los criollos. En cuanto a su comercialización. Una selección correcta de semillas permite aprovechar al máximo el potencial de producción, por lo que hay que mencionar que una elección errónea podría generar pérdidas entre el 15 y 30 % en el producto final. Por este motivo las semillas híbridas de maíz han sido elaboradas para poder potenciar una o varias de las características que se desea en la producción, entre las cuales se podría mencionar una mejor composición del grano y mayor cantidad de granos conseguidos que alcancen la madurez (Márquez, 2008).

De manera adicional hay que destacar que el máximo rendimiento de la producción no depende solo y únicamente de la semilla, por lo que, al momento de planificar las distintas fases de cultivo, tener en cuenta que la semilla de maíz híbrido se adecua lo más posible a los factores que resultan influyentes.

1.2.5. Importancia de la producción de maíz

El maíz es de gran importancia económica a nivel mundial, ya sea como alimento humano y animales o como fuente de un gran número de productos industrial. Globalmente, el maíz se cultiva más de 140 millones de ha, con una producción anual de más de 580 millones de toneladas métricas. El maíz se

cultiva en 66 países y es de importancia económica en 61 de ellos, cada uno de los cuales siembra más de 50000 ha, con un total de cerca de 61.5 millones de ha, y una producción anual de 111 millones de toneladas métricas, (Chamba, 2012).

El mismo sentido refiere Paliwal, (2001), que es evidente que la demanda de este maíz continuará aumentando en el futuro. La FAO estima que serán necesarias 60 millones de toneladas adicionales en el año 2030. Por otro lado, dado que se espera que el nivel de vida continuará aumentando, sobre todo en muchos países asiáticos, la demanda de maíz como alimento animal también presentará una alta tasa de crecimiento. En este aspecto, la FAO estima que la demanda de maíz para alimentación animal aumentará de los 165 millones de toneladas actuales a casi 400 millones en 2030, o sea un aumento de 235 millones de toneladas (240%).

1.2.6. Generalidades del cultivo

Menciona Ospina, (2015) que para proveer a un cultivo las condiciones ideales para su crecimiento cercano al óptimo, es preciso conocer y comprender los factores que intervienen en su crecimiento y desarrollo. Estos factores están relacionados con los componentes del sistema, esto es, con la planta misma, el clima, el suelo y su manejo. Los rendimientos potenciales o máximos rendimientos alcanzables en cada agroecosistema sólo se expresan si existen condiciones ideales; sin embargo, éstas no siempre se presentan simultáneamente en la naturaleza.

Así mismo, menciona Eyhérbide, (2014), el maíz posee una elevada capacidad de crecimiento debido, entre otros factores, a su alta eficiencia fotosintética, el bajo costo energético de producción de su biomasa y su conveniente estructura de cultivo. El alto potencial de rendimiento y la notable sensibilidad de ese rendimiento ante el estrés hacen del maíz un cultivo de gran respuesta biológica al ajuste correcto en su manejo.

En el mismo orden de las ideas anteriores, según el criterio de (Eyhérbide, 2014), el rendimiento del grano de maíz está determinado entre otras cosas a que durante los primeros días del ciclo, el desarrollo y crecimiento del cultivo se encuentra orientado en su mayor parte a generar nuevos tejidos foliares, posteriormente durante la etapa de encañazon, el aumento del tallo es el que proporciona la mayor parte de la mejora del peso total de la planta. Así mismo, algunas especies de este cultivo se pueden desarrollar normalmente dentro limitaciones de uno o varios factores climáticos, por lo que se considera que tiene una variada adaptación.

1.2.7. Recursos genéticos

Refiere Paliwal, (2001), que el maíz (*Zea mays*) es una especie única: por la gran diversidad genética de la planta, de la mazorca y del grano; por su adaptación a gran rango de ambientes; por su resistencia a enfermedades e insectos; por su tolerancia a distintos estreses ambientales, por sus múltiples usos como alimento humano o animal y por la gran variedad de productos que se obtienen de esta especie. El maíz apareció entre los años 8 000 y 5 000 A.C. Ha evolucionado por selección natural, por la selección dirigida por los agricultores-mejoradores durante miles de años y por los mejoradores profesionales en los últimos 150 años.

El mismo autor indica también que existen aún una serie continua de tipos de plantas que van desde sus antecesores salvajes a razas más avanzadas, cultivares mejorados y mantenidos durante generaciones por los agricultores y las variedades mejoradas de polinización abierta con una base genética amplia, obtenidas profesionalmente. Al final de todo este espectro de materiales están los distintos tipos de híbridos: desde híbridos intervariedades hasta cruza simples con un preciso diseño genético y de base genética angosta para satisfacer propósitos y ambientes especiales.

1.2.8. La ecofisiología y el manejo del cultivo

Los fundamentos ecofisiológicos presentados pueden orientar la toma de decisiones en el manejo del cultivo con la finalidad de lograr un mayor rendimiento y una producción más eficiente y estable. Comprender mejor el funcionamiento del cultivo y su relación con el ambiente contribuye a lograr una mejor expresión de su potencialidad mediante técnicas de cultivo adecuadas, explicando situaciones de producción ocurridas en el pasado y anticipar el impacto de variaciones climáticas esperables, o de nuevas prácticas de manejo o paquetes tecnológicos sobre la productividad del maíz, (Eyhérbide, 2014).

En el mismo sentido refieren Garay & Cruz, (2015), que el maíz es una planta de metabolismo C4, que no presenta foto-respiración detectable, muy eficiente en la producción de biomasa superando ampliamente a otros cultivos como el girasol, la soja o el trigo. Esta capacidad de alta producción de biomasa y elevado índice de cosecha (alrededor de la mitad de su peso seco en biomasa aérea corresponde a órganos reproductivos) se debe a una elevada tasa fotosintética, a un bajo valor energético de la materia seca producida y a una adecuada estructura del cultivo. El rendimiento de los cultivos de maíz depende mucho de la sensibilidad a la densidad de las plantas, de este modo, el sembrío debe ser cuidadosamente seleccionado en función de cada zona con la finalidad de aumentar la producción de la gramínea.

1.2.9. Consideraciones para el desarrollo del cultivo

El rendimiento final del cultivo de maíz (grano cosechado) es el resultado de dos procesos simultáneos e interdependientes: el crecimiento y el desarrollo. Se entiende por crecimiento al aumento en el número y tamaño de las células que constituyen los diferentes órganos de la planta. Por desarrollo en cambio, se considera a la sucesión progresiva de las etapas que establecen la morfología propia del organismo adulto a medida que avanza el ciclo ontogénico del cultivo, (Garay & Cruz, 2015).

En el mismo sentido también refiere Ospina, (2015) que el desarrollo vegetal es el conjunto de procesos de crecimiento y diferenciación mediante los cuales, a

partir de una semilla, se obtiene una planta completa con capacidad de producir otras semillas. Desde el punto de vista de la producción, el crecimiento es el proceso de acumulación de materia seca en la planta, como resultado del balance que se establece entre la fotosíntesis y la respiración.

1.2.10. Condiciones agroecológicas para el cultivo de maíz

Las causas de los bajos rendimientos parecen estar relacionados con un manejo agronómico inadecuado del cultivo, sobre todo el uso indiscriminado de herbicidas selectivos y el establecimiento de especies dominantes, cuyo manejo por la vía química parece ya poco eficiente, provocando severos daños al cultivo. Sin embargo, no se cuenta con informaciones precedentes que indiquen las verdaderas causas de la baja productividad de los agroecosistemas, por lo que se requiere de estudios de diagnósticos, técnica muy eficiente para la evaluación de sistemas productivos, (Vaz & Leyva, 2015).

1.2.11. Suelos para el cultivo

Refiere Ospina, (2015) que el cultivo de maíz necesita suelos profundos, fértiles, permeables, de textura franca, estructura granular, de buena capacidad de retención de agua, libre de inundaciones y encharcamientos, de alto contenido de materia orgánica y un pH entre 5,5 y 6,5.

En el mismo orden de las ideas anteriores refieren Ortigoza *et.al.* (2019), el maíz muestra notoria predilección por suelos ricos en materia orgánica y dotada de adecuadas propiedades físicas y biológicas del suelo. La adaptabilidad en este aspecto es igualmente importante, aunque sean más favorables los suelos francos, profundos y con elevado nivel de fertilidad. El suelo ideal para el cultivo de maíz es de textura intermedia, de franco a franco-arcilloso. Los suelos para el maíz deben ser bien drenados y aireados, al ser éste uno de los cultivos menos tolerantes a la baja difusión de aire en el suelo.

1.2.12. Temperatura y clima

La variabilidad de respuestas de los cultivares de maíz a la temperatura es amplia y por esta razón existen genotipos que permiten cultivar la especie desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a 3.000 m.s.n.m. Los materiales que se cultivan en climas cálidos crecen más rápidamente que los que se cultivan en climas fríos, en forma tal que la duración del ciclo de vida del maíz es de unos 120 días al nivel del mar y de 300 días a 2.600 m.s.n.m. Estas diferencias influyen en los rendimientos los cuales son mayores en los climas más fríos por que las plantas disponen de más tiempo para fotosintetizar y acumular materia seca, (Ospina, 2015).

Así mismo, refiere Rupay, (2014) que para la siembra del maíz es necesario una temperatura media del suelo de 10 °C y que ella vaya en aumento. Para que la floración se desarrolle normalmente conviene que la temperatura sea de 18°C como mínimo. La temperatura más favorable para la nascencia se encuentra próxima a los 15°C. En la fase de crecimiento la temperatura ideal se encuentra comprendida entre 24 y 30° C, por encima de los 30°C problemas en la actividad celular, disminuyendo la capacidad de absorción de agua las raíces.

1.2.13. Requerimiento hídrico

El cultivo de maíz, dependiendo de las condiciones climáticas, y sin considerar otros factores de producción, requiere a lo largo de su ciclo de 500-800 mm de agua bien distribuida de acuerdo con sus fases fenológicas. Las fases de floración y llenado de grano son las más críticas para obtener la máxima producción. Se mencionan que en el maíz la disponibilidad de agua en el momento oportuno, es el factor ambiental más crítico para determinar el rendimiento. El periodo con mayor exigencia de agua, es el que va desde 15 días antes de la floración hasta 30 días después. Un estrés causado por deficiencia de agua en el periodo de floración puede ser motivo de una merma del 6 al 13 % por día, en el rendimiento final, (Sifuentes, 2018).

De igual forma menciona Ortigoza *et.al*, (2019), que el cultivo de maíz es muy susceptible a la falta de agua, especialmente en el período entre floración y llenado del grano. Esta etapa es más crítica para la determinación del rendimiento del cultivo. El requerimiento hídrico necesario para el cultivo de maíz en todo su ciclo esta 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo del cultivo.

1.2.14. Fertilización

Indica Chamba, (2012) que el maíz tiene gran capacidad de absorción de nutrientes y requiere de una alta fertilización, entre los elementos que se consideran esenciales tenemos los macro-elementos divididos en primarios que los constituyen el Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Los secundarios Azufre, Calcio y Magnesio, y otros llamados micro elementos o elementos menores, de los cuales podemos mencionar: Boro, Zinc, Cobre, Manganeso, Hierro, Molibdeno, etc. Es muy importante que las estrategias de fertilización se definan a nivel de lote al igual que se hace, por ejemplo, con la elección de los híbridos utilizados y/o o el manejo de herbicidas. Cada lote posee características intrínsecas provenientes de la interacción compleja del tipo de suelo, antecedentes (historia agrícola, cultivos antecesores, manejo de labores, etc.) y el efecto del clima local.

Asimismo, la unidad de producción no debería ser el cultivo sino la rotación en su conjunto. Dentro de este esquema, el rendimiento esperado es el factor determinante de todo el programa de fertilización, (Melgar & Torres, 2016).

CAPÍTULO II

DISEÑO METODOLÓGICO

2.1. Ubicación - La investigación se realizó en el Sitio San Pablo del Cantón Chone, situado al norte de Manabí; con una altitud de 15 msnm con temperatura promedio de 23° y 28°. La precipitación es de 1200 mm (año).

2.2. Método - Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar DBCA. La metodología empírica que se utilizó fue de tipo experimental, donde se tuvo como factor en estudio el efecto de las diferentes preparaciones de biol.

2.2.1. Material experimental - Para este trabajo se utilizaron semillas de Maíz Gladiador 2B688 cuyas características son las siguientes:

Características agronómicas:

Días a floración femenina: 55 días

Altura de planta: 2.21 metros

Inserción de mazorca: 1,06 metros

Acame de raíz (%): 0,7%

Acame de tallo (%): 0 %

Enfermedades: Altamente tolerante a las principales.

Excelente anclaje.

Uniformidad de mazorca: Excelente.

Cierre de Punta: Muy Buena.

Longitud de Mazorca: 15,77 cm.

Nº de hileras/Mazorca: 16

Índice de desgrane: 80,58%

Grano: Anaranjado semicristiano.

2.2.2. Reacción a enfermedades

Niveles altos de tolerancia a enfermedades foliares y de grano como:

Curvularia, mancha de asfalto, helminthosporium, cinta roja.

2.2.3. Recomendación de siembra

Se estableció entre 5 a 6 plantas por metro lineal, se realizó la siembra con una distancia entre hileras de 80 a 90 cm entre plantas.

2.3. Elaboración de biol

Biol común: Para elaborar el biol común se utilizó estiércol fresco, leguminosas, cenizas, melaza, y agua.

Para preparar en un tanque de 60 litros, necesitamos lo siguiente:

- 2 kilogramos de hojas de leguminosas (Alfalfa, Arveja, Haba, Tarwi, etc.) picados.
- 2 kilos de ceniza.
- Una botella descartable de dos litros.
- Un tanque de 60 litros (plástico).
- Tapa o plástico para tapar el tanque.
- Una manguera de un metro de largo.
- Una cuarta parte del envase o 50 kilos con estiércol fresco de animales (Vacuno, Porcino, Ovino, Gallinas, Cuy, etc.).
- Melaza.
- Agua.
- Aplicación al 20% y 30%

Biol con quelato: Para la elaboración se utilizaron los siguientes productos:

- Estiércol fresco
- Leguminosas
- cenizas, melaza
- agua, roca fosfórica
- bórax
- sulfato de magnesio
- Aplicación 20% y 30%

Biol con bacterias ácido-lácticas: Se utilizaron los siguientes productos:

- Estiércol fresco
- Leguminosas
- Cenizas
- Bacterias ácido-lácticas
- Melaza
- Agua
- Aplicación al 20% y 30%

Testigo absoluto: Es un fertilizante triple quince y urea diluida, 5 g. por planta ,5 libras por bomba de 20 litros.

2.4. Manejo del experimento

El trabajo experimental se llevó a cabo en el Sitio San Pablo del Cantón Chone en un área aproximada de 1200 m² divididos en parcelas, se ejecutó la limpieza de rastrojo de forma manual, se consideró una labranza reducida. Se planteó en hileras de 80 cm de distancia, 25 cm entre planta y una profundidad de 3 cm se colocaron 2 semillas por sitio regando inmediatamente el mismo.

Se obtuvo los datos de la altura de las plantas, diámetros de la mazorca, peso, rendimiento kg por parcela y porcentaje de germinación, para lo cual se utilizó

distintas preparaciones de biol, tanto biol, con bacterias acidolacticas y con quelato, aplicando al 20% (13 litros) y 30% (20 litros) de concentración y así mismo un testigo a base de urea diluida.

El tratamiento al cultivo se lo realizó durante 90 días, tiempo durante el cual se fueron tomando muestras para determinar el rendimiento de la mejor preparación de biol, se pudo comprobar que existe una notable diferencia en el rendimiento productivo utilizando este tipo de abonos foliares. La aplicación de las distintas preparaciones consideradas para desarrollar el trabajo se la realizó mediante el uso de mochilas manuales tomando como referencia todas las mediciones de los parámetros considerados.

2.5. Variables a medir

- **Altura de planta.** - A los 30-45 y 60 días después de la siembra con la ayuda de un flexómetro se tomó la lectura de la altura desde la superficie del suelo hasta el punto de la última hoja.
- **Diámetro de mazorca.** - Se escogieron 17 mazorcas al azar del área útil de cada parcela, se extrajeron las hojas y se tomaron la medida con la ayuda de un calibrador pie de rey y se promedió en mm.
- **Peso.** - De 100 granos de cada mazorca al azar y con una balanza analítica se registró su peso en gramos.
- **Rendimiento kg por hectárea.** - Se cosecho el 20% de la parcela útil y se desgrano para luego ser pesada en kg por hectárea.
- **Porcentaje de germinación.** - Este dato se analizó contando el número de plantas emergidas a los 7 días.

El dato se tomó contando los transcurridos desde la siembra hasta los 7 primeros días, encontrando que el 97% de plantas emitieron las primeras hojas verdaderas en cada área útil.

2.6. Resultados.

Peso 100 semillas

En la tabla N° 1 se expresa un mejor peso en las semillas utilizando biol con quelato al 20% con un peso de 30.65 g. con un rango de significación A, seguido de biol con bacterias al 20% con un peso de 30.50 g. con rango similar, siguiendo en la escala el biol con quelato al 20% con un gramaje de 30.43 y rango A de la muestra tomada del peso de 100 semillas, entre los más ponderados. El tratamiento que presentó mayor peso de semilla fue el biol con quelato al 20% lo cual sugiere que el Biol con quelatos influye en el peso de las semillas de maíz debido a que actúa en la planta y en el suelo como un estimulante foliar que acelera el desarrollo de la misma.

Tabla N° 1.- Valores de peso 100 semillas

Tratamiento	Peso de 100 semillas (g)
Biol común al 20%	26.39 C
Biol común al 30%	26.81 BC
Biol con bacterias al 20%	29.65 AB
Biol con bacterias al 30%	30.50 A
Biol con quelato al 20%	30.65 A
Biol con quelato al 30%	30.43 A
Testigo	27.79 ABC
Probabilidad	<0.001
Error estándar	0.67

a, b,c tratamientos destinados en la misma columna indican diferencias estadísticas según tukey 0.05

Diámetro de mazorca

Según lo que indican los valores determinados el mejor diámetro de mazorca se lo obtuvo mediante el biol con quelato al 30% con 41.00 mm, en este orden se pudo comprobar que el tratamiento testigo obtuvo 40.67 mm, el biol común al 30% 40.56 mm y mediante el biol común al 20% se logró obtener un diámetro de mazorca de 39.89 mm. Igualmente se pudo comprobar por medio de la prueba realizada que el menor diámetro se dio mediante el uso de biol con bacterias al 30% con 36.55 mm. El biol con bacterias al 30% resultó ser el tratamiento que brindó mayor rendimiento de diámetro de mazorca, es posible debido a que esta preparación provee mayor cantidad de nutrientes a las plantas, por lo tanto, se obtienen mejores resultados.

Tabla N° 2.- Valores de diámetro de mazorca (mm)

Tratamiento	Diámetro de mazorca (mm)
Biol común al 20%	39.89
Biol común al 30%	40.56
Biol con bacterias al 20%	36.56
Biol con bacterias al 30%	36.55
Biol con quelato al 20%	38.66
Biol con quelato al 30%	41.00
Testigo	40.67
Probabilidad	0.06
Error estándar	1.05

a,b,c tratamientos destinados en la misma columna indican diferencias estadísticas según tukey 0.05

Rendimiento kg por hectárea

Mediante los resultados obtenidos del test utilizado para comprobar la varianza se pudo determinar que el mejor rendimiento se dio mediante el biol con bacterias al 30% con 9659.1 kg/ha, que es un total de 177 qq de la variedad gladiador 2B688, superando a la literatura que es un promedio de 160 qq/ha.

El biol con quelato al 30% dio un rendimiento de 9568.2 kg/ha y biol común al 30% 8522.7 kg/ha, entre los tres principales, igualmente se comprobó que el menor rendimiento se obtuvo mediante el uso del tratamiento testigo con 7386 kg/ha. El mayor rendimiento se obtuvo del tratamiento de biol con bacterias al 30%, esto implica que este tipo de biol y porcentaje influye en la disponibilidad de los nutrimentos y en la fertilidad de los suelos al reducir los niveles de acidez o alcalinidad (pH), mejorando de esta manera los valores de rendimiento en Kg/ha.

Tabla N° 3.- Valores de rendimiento (Kg/ha)

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)
Biol común al 20%	7840.9 B
Biol común al 30%	8522.7 AB
Biol con bacterias al 20%	8000 B
Biol con bacterias al 30%	9659.1 A
Biol con quelato al 20%	8250 AB
Biol con quelato al 30%	9568.2 A
Testigo	7386 B
Probabilidad	<0.01
Error estándar	313.3

a,b,c tratamientos destinados en la misma columna indican diferencias estadísticas según tukey 0.05

Altura de planta

Mediante lo detallado en estos resultados se evidencia que la mejor altura de planta a los 30 días de tratamiento lo obtuvo el biol con bacterias al 30% con 95.00 cm, a los 45 días dio como resultado que la mejor altura la presentaba el biol con quelato al 30% con una medida de 144.67 cm y al finalizar el ensayo de investigación a los 60 días, se presentó una mejor altura por medio del tratamiento con biol con bacterias al 30% con 217 cm, seguido del biol con quelato al 20% y del biol con bacterias. La mejor altura promedio de planta se logró obtener por medio del tratamiento de biol con bacterias al 30%, cualidad atribuida a que este tipo de compuestos poseen características que su relación carbono-nitrógeno se encuentra equilibrada para mantener, crecer y multiplicar una alta variedad de bacterias beneficiosas que propician el cambio de la materia orgánica existente en el suelo activando la vida microbiana del mismo.

Tabla N° 4.- Valores de altura de plantas

Altura de planta			
Tratamiento	30 Días	45 Días	60 Días
Biol común al 20%	90.00 B	119 C	192 A
Biol común al 30%	90.67 AB	128.33 B	195 A
Biol con bacterias al 20%	92.33 AB	125.33 BC	201 A
Biol con bacterias al 30%	95.00 A	131 B	217 A
Biol con quelato al 20%	92.33 AB	130.67 B	213.33 A
Biol con quelato al 30%	90.67 AB	144.67 A	185.67 A
Testigo	74.67 C	101 D	173.67 A

a,b,c tratamientos destinados en la misma columna indican diferencias estadísticas según tukey 0.05

CAPÍTULO III

PROPUESTA

En función de los datos encontrados se puede realizar la siguiente propuesta

3.1. Preparación

La preparación y utilización de biol, es una destreza que se está volviendo común entre los agricultores que se inclinan por la fertilización orgánica en nuestro país, la idea principal es que gran parte de ellos aprendan a fabricarlo en biodigestores artesanales, usando para este fin formulaciones básicas con materiales propios de la comunidad. Este tipo de abono es de fácil preparación, de bajo costo y que puede ser elaborado y adaptado a los requerimientos de cada agricultor, en la actualidad se pueden elaborar distintas recetas para suplir las necesidades de los productores de nuestro territorio que se dedican a la producción de maíz.

La preparación del biol con bacterias acidolacticas (estiércol, agua, bacterias y melaza), al 30 % de dilución (20 litros) en las primeras semanas mejoró el proceso de fermentación, lo que hizo que el abono liquido sea apropiado para aplicar. A su vez aportó una considerable cantidad de nutrientes al encontrarse en solución, la planta asimila en mayor cantidad a través de las raíces en forma de nitratos y se distribuye por toda la planta.

Así mismo, la preparación permitió mejorar la microbiología nativa del suelo, ya que los componentes que se utilizaron nutren y desarrollan condiciones favorables para el suelo del cultivo considerando que el mismo se va saneando de fertilizantes químicos lo que provoca que las plantas se desarrollen mejor y brinden un buen rendimiento.

Con las dosis de preparaciones de biol que se propone y con la frecuencia de su aplicación se logró reducir significativamente el tiempo de la cosecha en comparación con otro tipo de fertilizantes, por lo tanto, es evidente que el uso

del biol utilizado en el cultivo del maíz ayudó en la nutrición y el desarrollo vegetativo de la planta por el aporte de N-P-K entre otros nutrientes. En los últimos años se ha visto la necesidad de disminuir la dependencia de productos químicos en distintos tipos de cultivos, obligando así a la búsqueda de alternativas que resulten más sostenibles para el agricultor, aquí es en donde aparece la denominada agricultura ecológica, que cada vez más se está utilizando en las plantaciones.

3.2 Aplicación

Basándose en los parámetros establecidos el biol se aplicó cada 15 días hasta que el cultivo cumplió 62 días de edad, en total se realizaron 4 aplicaciones de la preparación, echas en drench, es decir al pie de la planta en horas de la mañana con una bomba de mochila para evitar evaporaciones. Se utilizó el biol en dos diferentes disoluciones con bacterias y con quelatos al 20 y 30% (3 litros por aplicación 20%) (4 litros por aplicación 30%).

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

En base a los resultados se puede concluir lo siguiente:

- Por medio de los resultados obtenidos se pudo comprobar que durante los 90 días que se empleó para llevar a cabo el ensayo, la elaboración de biol que mejor productividad y rendimiento dio fue el biol con quelato al 20% y 30% y el elaborado con bacterias acidolacticas al 30%.
- La preparación del biol que evidenció una mejora en la productividad del cultivo fue al 30% de concentración.
- A pesar que el proceso de fermentación anaeróbica es similar para todos los tipos de biol, se concluye diferencias en su contenido debido a las diferentes mezclas y combinaciones realizadas.

4.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones se recomienda:

- Utilizar el biol enriquecido con bacterias ácido lácticas y con quelatos al 30% de concentración como alternativa a la fertilización química en el cultivo de maíz.
- Evaluar otras fuentes de bacterias acidolacticas y otros porcentajes de concentración en cultivos donde se requiera alternativas de manejo agroecológicas.
- Establecer variables relacionadas con el comportamiento fisiológico del cultivo en estudios donde se aplique biol.

BIBLIOGRAFÍA

- Agropal. (02 de marzo de 2019). Agronews Castilla y León. Obtenido de Semillas con Biofertilizantes, la Solución para una Agricultura Sostenible: <https://www.agronewscastillayleon.com/semillas-con-biofertilizantes-la-solucion-para-una-agricultura-sostenible>
- Aguado, G. (2012). Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la agricultura, Laboratorio de Biotecnología y fisiología molecular de plantas y microorganismos. Pág. 35. México: INIFAP.
- Aguilar, C., Estrada, E., Salvador, J., & Aguilar, M. (2015). Análisis de Crecimiento y Rendimiento de Maíz en Clima Cálido en Función del Genotipo, Biofertilizante y Nitrógeno. Terra Latinoamericana, 1(33), Pág. 51- 62.
- Alvarez, F. (2010). Preparación y uso del Biol (Primera ed.). Cusco, Perú: Soluciones Prácticas.
- Bone, B. (03 de marzo de 2017). Abonos orgánicos. Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Facultad de ciencias agropecuarias y ambientales. Esmeraldas: Escuela de ingeniería forestal.
- Borrero, C. (2006). Infoagro - Fertirrigación en Cultivos Intensivos. Obtenido de Abonos Orgánicos: http://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp
- Cajamarca, N. (10 de noviembre de 2014). Cultivo de maíz. Obtenido de Generalidades del cultivo de maíz: <http://maiznancycajamaca.blogspot.com/2014/11/1.html>
- Cedeco. (2008). FUNDESYRAM. Obtenido de Preparación de biol, un biofertilizante o abono líquido fermentado: <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=1775>
- Chamba, F. (2012). Efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento de maíz criollo (zea mays), en el centro binacional de formación Técnica-

Zapotepamba. Loja: Universidad Nacional de Loja.

- Chiriboga, H., Gómez, G., & Andersen, J. (2015). Manual-Abono orgánico sólido (compost) y líquido (biol). Bioinsumo para mejorar las propiedades físico-químicas de los suelos, pág. 11-12. (I. I. (IICA), Ed.) Asunción, Paraguay: Gráfica Látina S.A.
- Claure, C. (1992). Manejo de efluentes. Proyecto Biogas, Cochabamba.
- Díaz, Á. (2017). Características Físicoquímicas y Microbiológicas del Proceso de Elaboración de Biol y su Efecto en Germinación de Semillas. Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Posgrado. Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Eyhérbide, G. (2014). Bases para el manejo del cultivo de maíz. (I. N. Agropecuaria, Ed.) Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA.
- Garay, J., & Cruz, J. (2015). El cultivo de maíz en San Luis. La Pampa - San Luis: INTA Ediciones.
- Gutierrez, E. (2017). Control biológico de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y mazorquero (*Heliothis zea*) en el cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.), en la localidad de Maucacalle Abancay - Apurímac. Universidad Tecnológica de los Andes, Facultad de Ingeniería. Abancay – Apurimac: Escuela Profesional de Agronomía.
- Gutiérrez, E., & Gutiérrez, M. (2015). Manejo integrado de nutrientes en sistemas agrícolas intensivos: Revisión. Revista mexicana de ciencia agrícolas, Vol. 6(1).
- INIAP. (2010). Ficha Técnica INIAP-103 "Mishqui Sara". Variedad de maíz blanco harinoso para consumo humano. Estación experimental del austro, programa de maíz. Cuenca. Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador.
- Lira, R. (2017). Intagri. Agricultura Orgánica(N° 14), Pág. 9. Obtenido de Uso de Biofertilizantes en la Agricultura Ecológica.

- Lira, R. (2017). Uso de Biofertilizantes en la Agricultura Ecológica. Agricultura Orgánica(14), Pág.9.
- MAGAP. (2019). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de Productores se capacitan en la elaboración de abonos: <https://www.agricultura.gob.ec/productores-se-capacitan-en-la-elaboracion-de-abonos/>
- Márquez, F. (2008). De las variedades criollas de maíz (Zea mays L.) a los híbridos transgénicos. I: recolección de germoplasma y variedades mejoradas. Agricultura, sociedad y desarrollo, Vol. 5(2).
- Melgar, R., & Torres, M. (2016). Manejo de la fertilización en maíz. Obtenido de Fertilizando.com: <http://www.fertilizando.com/articulos/Manejo%20de%20la%20Fertilizaci%C3%B3n%20en%20Maiz.asp>
- Ortigoza, J., López, C., & González, J. (2019). Guía Técnica - Cultivos de Maíz. (J. O. Guerrero, Ed.) San Lorenzo, Paraguay: Facultad de Ciencias Agrarias - UNA.
- Ospina, J. (2015). Manual Técnico del Cultivo de Maíz Bajo Buenas Prácticas Agrícolas. (G. d. Antioquia, Ed.) Medellín, Colombia: Fotomontajes S.A.S.
- Otahola, V., & Rodríguez, Z. (2001). Revista UDO Agrícola 1 (1): 18-24. 2001 Comportamiento agronómico de maíz (Zea mays L.) tipo dulce bajo diferentes densidades de siembra en condiciones de sabana. (D. d. Agronomía, Ed.) Revista UDO Agrícola, Vol.i(Nº 1), Pág. 18-24.
- Paliwal, R. (2001). El maíz en los Trópicos. Mejoramiento y producción - Origen, evolución y difusión del maíz. (O. d. Alimentación, Ed.) Obtenido de Dirección de Producción y Protección Vegetal de la FAO: <http://www.fao.org/3/X7650S/x7650s03.htm#TopOfPage>
- Peñafiel, P. (03 de agosto de 2011). Pequeños proyectos de clase. Obtenido de

El biol un abono orgánico natural para mejorar la producción agrícola:
<https://pequeosproyecp92.blogspot.com/2011/08/el-biol.html>

Pérez, Y. (2012). Impacto de la Biofertilización y Aplicación de Abonos orgánicos en la productividad de Maíz (*Zea Mays L*) en Chiapas. EL Colegio de la Frontera Sur. Chiapas: ECOSUR.

Quezada, A. (2013). Practical Action. Obtenido de ¿Cómo se prepara el Biol?:
<https://solucionespracticas.org.pe/como-se-prepara-el-biol>

Rendón, A. (2013). Elaboración de Abono Orgánico Tipo Biol a Partir de Estiercol de Codorniz Enriquecido con Alfalfa y Roca Fosfórica para Elevar su Contenido de Nitrógeno y Fósforo. Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Ingeniería Bioquímica. Ambato: Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Restrepo, J. (2001). Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentados y Biofertilizantes Foliare. Experiencias con Agricultores en Mesoamérica y Brasil, Pág. 17-19.

Restrepo, J. (2014). Manual de Agricultura Orgánica, Pág. 19-21.

Restrepo, J. (10 de Octubre de 2016). Contexto Ganadero. Ganadería Sostenible. Obtenido de Guía para preparar un sencillo biofertilizante en su predio: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/guia-para-preparar-un-sencillo-biofertilizante-en-su-predio>

Restrepo, J., & Hensel, J. (2009). Manual Práctico de Agricultura Orgánica y Panes de Piedra (Primera ed.). Cali, Colombia: Feriva S.A.

Rodríguez, I. (2009). Especialista en Preparación y Uso de Bioinsumos Orgánicos. Chemonics International Inc., USAID - Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Cochabamba - Bolivia: Prime International y PROINPA.

Rupay, K. (2014). Efecto de la asociación de dos fabáceas sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea Mays L*) Var Marginal 18 - T en Yurimaguas.

Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos: Facultad de Agronomía.

SAG. (2015). Agricultura Orgánica Nacional-Bases Técnicas y Situación Actual. Chile: Ministerio de Agricultura-Subdepartamento de Agricultura Orgánica.

Schenkel, A. (06 de junio de 2017). Cultivo de maíz. Obtenido de Cómo cultivar maíz: <http://schenkelgisela.blogspot.com/2017/06/v-behaviorurldefaultvmlo.html>

Sifuentes, E. (12 de abril de 2018). Los requerimientos hidricos del maíz. Obtenido de Panorama Agro.com - Revista de Agricultura: <https://panorama-agro.com/?p=2990>

Silva, J. (04 de abril de 2019). Agropedia. Obtenido de El cultivo de maíz: <https://agrotendencia.tv/agropedia/el-cultivo-del-maiz/>

Suquilanda, M. (agosto de 2018). Producción orgánica de maíz (zea mays). (U. FAO, Ed.) Cultura orgánica(N° 62), Pág. 26 27.

Valencia, L. (2014). Biología. Obtenido de Abono para la finca: <https://es.scribd.com/document/352158868/Abono-Para-La-Finca-Biol>

Vargas, L. (2014). El maíz, viajero sin equipaje. Simposio "Somos de maíz: Principio y destino". Anales de Antropología, Vol. 46, 1, Pág. 123-137. (I. N. Médicas, Ed.)

Vaz, D., & Leyva, Á. (2015). El cultivo de maíz (Zea Mays L.) dentro del sector agrario de Huambo-Angola. Parte I. Indicadores determinantes hacia la sostenibilidad. En I. N. INCA, Cultivos Tropicales (Vol. Vol. 36, págs. Pág. 153-158). Cuba: Ediciones INCA.

Vélez, M. (2019). Efecto de tres distancias de siembra en tres híbridos de maíz. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil: Carrera de Ciencias Agronómicas.

ANEXOS

Anexo 1: Preparación de los 3 biofertilizantes para el cultivo del maíz.

Biol con quelato



Bacteria Acido láctica



Anexo 2: Desarrollo de planta, medición de planta y aplicación de biol



Anexo 3: Cosecha



Anexo 4: Tabulación de datos.

