



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES**

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN MAÍZ
(*Zea mays*) EN EL CANTÓN LA MANÁ**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de
Ingeniero Agrónomo

Autores:

Armijo Muyulema Edwin Javier
Umajinga Tualumbo Erika Rocío

Tutor:

Ing. Eduardo Fabian Quinatoa Lozada MSc.

LA MANÁ-COTOPAXI
FEBRERO-2023

DECLARACION DE AUTORIA

Nosotros, Armijo Muyulema Edwin Javier y Umajinga Tualumbo Erika Rocío declaramos ser los autores del presente proyecto de investigación: “EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN MAÍZ (*Zea mays*) EN EL CANTÓN LA MANÁ” siendo el Ing. Eduardo Fabián Quinatoa Lozada MSc. tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Armijo Muyulema Edwin Javier
C.I. 1208515799



Umajinga Tualumbo Erika Rocío
C.I. 1729794964

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN MAÍZ (*Zea mays*) EN EL CANTÓN LA MANÁ” de los señores Armijo Muyulema Edwin Javier y Umajinga Tualumbo Erika Rocio, de la Carrera de Agronomía, considero que el presente trabajo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Lectores para su respectiva validación de Proyectos que el Honorable Consejo Académico de la facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y clasificación.

La Maná febrero del 2023



Ing. Quinatoa Lozada Eduardo Fabián MSc.
C.I. 1804011839
TUTOR

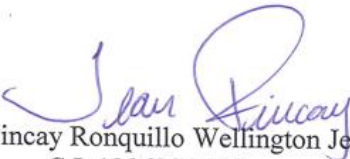
APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACION


En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las especificaciones reglamentaria emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, por lo cuanto las postulantes: Armijo Muyulema Edwin Javier y Umajinga Tualumbo Erika Rocio con el título de Proyecto de Investigación; “EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN MAÍZ (*Zea mays*) EN EL CANTÓN LA MANÁ”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

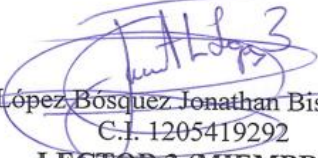
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, febrero del 2023

Para la constancia firman:


Ing. Pincay Ronquillo Wellington Jean M.Sc
C.I. 1206384586
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. Pettao Ramón Klever M.Sc.
C.I. 0910743285
LECTOR 2 (SECRETARIO)


Ing. López Bosquez Jonathan Bismar M.Sc.
C.I. 1205419292
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Queremos empezar agradeciendo a nuestras madres, quien con su apoyo incondicional y su esfuerzo no ayudaron a cumplir lo que hoy es una meta más en nuestras vidas. Expresemos nuestro mayor agradecimiento al sacerdote Wilton Patricio Peñaherrera quien nos brindó un lugar para poder realizar nuestro proyecto investigativo. También se agradece a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirnos las puertas de tan prestigiosa institución, a toda la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales y los docentes que conforman la carrera de Agronomía quienes con sus conocimientos y enseñanzas nos ayudaron a formarnos como profesionales, de igual manera gracias por su paciencia, tolerancia, empatía, apoyo y su amistad brindada. Finalmente dirigimos nuestro agradecimiento al Ing. MSc. Eduardo Quinatoa por el apoyo brindado durante todo este tiempo, quien con sus conocimientos y enseñanzas permitió que se desarrolle este proyecto de investigación.

Edwin, Erika

DEDICATORIA

Este trabajo investigativo está dedicado. A nuestras madres: Carmen Muyulema y Norma Tualumbo quienes con su apoyo, sacrificio, amor y esfuerzo han sido nuestras alentadoras para nosotros poder cumplir un logro más en nuestra vida, gracias a sus consejos y aliento para no desmayar ante los obstáculos que se nos presentaron en el transcurso de este largo camino. Se la dedico al forjador de mi camino mi Dios celestial el que me acompaña y siempre me levanta de mis tropiezos al creador de mis padres y a las personas que más amo. Dedico de manera especial a mis hermanas pues ellas fueron uno de los principales cimientos para la construcción de mi vida profesional dándome las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ellas tengo el espejo en el cual quisiera reflejarme por sus virtudes infinitas y sus grandiosos corazones.

Edwin, Erika

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TEMA: “EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN MAÍZ (*Zea mays*) EN EL CANTÓN LA MANÁ”.

Autores:

Armijo Muyulema Edwin Javier

Umajinga Tualumbo Erika Rocio

RESUMEN

En el trabajo investigativo titulado “Evaluación de la fertilización química y orgánica en maíz (*Zea mays*) en el cantón La Maná tuvo como objetivo establecer el rendimiento que alcanzan el maíz en estado choclo cuando se aplican ambas variantes de fertilización en el cultivo del maíz. La investigación se realizó con un diseño de bloques completamente al azar (DCBA), cuatro tratamientos (un testigo, un químico y dos orgánicos) y cinco repeticiones. Se evaluaron variables de gran importancia para el rendimiento del cultivo, como fueron altura de la planta y de inserción de la mazorca, número de hojas, longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca y peso de mazorcas por planta, lo cual sirvió para obtener el rendimiento por hectárea. Los mejores resultados en estas variables con aplicación de fertilización orgánica e inorgánica se demostró el mayor valor para el tratamiento con la fertilización nitrogenada (T1), con diferencias significativas respecto al resto, en número de hojas 8.11, inserción de la mazorca 104.6 cm, diámetro de mazorca 4.10 cm y rendimiento de 12022,2 kg/ha, sin embargo, el segundo mejor resultado lo mostró la inclusión de pollinaza como abono, con valores superiores de altura de planta de 198,80 cm y rendimiento de 11400 kg/ha, lo que resalta la importancia de aplicar fertilización orgánica en especies como el maíz. Por otra parte, el control o testigo no difirió de T3, con los dos restantes tratamientos. Mientras que en el análisis costo-beneficio fue de igual manera la fertilización química, en el cual el producir con NPK implica un gasto de \$17,50 y una utilidad de \$42,50 de beneficio neto.

Palabras clave: fertilización orgánica, fertilización nitrogenada, maíz, abonos.

ABSTRACT

This investigative work entitled "Evaluation of chemical and organic fertilization in corn (*Zea mays*) was held in La Maná canton. The main objective was to establish the yield that corn reaches in the choclo state when both fertilization variants are applied in the corn crop. The present investigation was carried out using a completely randomized block design (DCBA) with four treatments (one control, one chemical and two organic) and five repetitions. Variables of great importance for crop yield were evaluated, such as plant height and corncob insertion, number of leaves, corncob's length, diameter and weight per plant, which served to obtain yield per hectare. The best results in these variables by the application of organic and inorganic fertilization showed that the treatment with nitrogen fertilization (T1), got the highest value with significant differences in comparison to the rest such as: in number of leaves 8.11, corncob insertion 104.6 cm, diameter of ear 4.10 cm and yield of 12022.2 kg/ha. However, the second best result was shown by the inclusion of poultry manure as fertilizer, with higher values of plant height of 198.80 cm and yield of 11400 kg/ha, which highlights the importance of applying organic fertilization in species such as corn. On the other hand, the control did not differ from T3, with the two remaining treatments. While in the cost-benefit analysis, chemical fertilization was similar, so producing with NPK implies an expense of \$17.50 and a profit of \$42.50 of net benefit.

Keywords: organic fertilization, nitrogen fertilization, corn, fertilizers.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| PORTADA | i |
| DECLARACION DE AUTORIA | ii |
| AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..... | iii |
| APROBACION DEL TRIBUNAL DE TITULACION..... | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| ÍNDICE GENERAL | ix |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xiii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | xiii |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL | 1 |
| 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 2 |
| 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO..... | 3 |
| 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO | 4 |
| 5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 4 |
| 6. OBJETIVOS..... | 6 |
| 6.1. OBJETIVO GENERAL | 6 |
| 6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 6 |
| 7. ACTIVIDADES EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS..... | 7 |
| 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA..... | 8 |
| 8.1. El Maíz como cultivo | 8 |
| 8.2. Origen y Distribución | 8 |
| 8.3. Clasificación Taxonómica | 9 |
| 8.4. Características morfológicas del maíz..... | 9 |
| 8.5. Condiciones edafoclimáticas para su desarrollo..... | 10 |
| 8.5.1. Suelos | 10 |
| 8.5.2. El Clima..... | 11 |
| 8.6. Manejo del cultivo | 12 |
| 8.6.1. Preparación del terreno..... | 12 |
| 8.6.2. Siembra..... | 13 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 8.6.3. | Limpieza | 13 |
| 8.6.4. | Cosecha maíz en estado de choclo..... | 14 |
| 8.6.5. | Control de malezas | 15 |
| 8.7. | Plagas y enfermedades..... | 15 |
| 8.8. | Usos de fertilizantes orgánicos y químicos | 15 |
| 8.8.1. | Fertilizantes orgánicos | 16 |
| 8.8.2. | Fertilización química | 22 |
| 8.9. | Investigaciones realizadas | 25 |
| 9. | PREGUNTAS CIENTIFICAS O HIPOTESIS | 28 |
| 10. | DISEÑO METODOLÓGICO | 28 |
| 10.1. | Localización y tiempo del proyecto..... | 28 |
| 10.2. | Tipo de investigación..... | 28 |
| 10.2.1. | Investigación experimental..... | 28 |
| 10.2.2. | Investigación descriptiva | 28 |
| 10.2.3. | Investigación Analítica | 29 |
| 10.3. | Técnicas | 29 |
| 10.3.1. | Observación de campo..... | 29 |
| 10.3.2. | Registro de datos..... | 29 |
| 10.3.3. | Tabulación de datos | 29 |
| 10.4. | Elementos Meteorológicos | 29 |
| 10.5. | Materiales y equipos | 30 |
| 10.5.1. | Características del material vegetativo | 30 |
| 10.5.1.1. | Genotipo de maíz NB-7443..... | 30 |
| 10.5.2. | Características de los fertilizantes | 30 |
| 10.5.2.1. | Pollinaza | 30 |
| 10.5.2.2. | Biocompost..... | 31 |
| 10.5.2.3. | Fertilización química | 31 |
| 10.6. | Otros materiales o equipos..... | 31 |
| 10.7. | Tratamientos | 32 |
| 10.8. | Diseño experimental | 32 |
| 10.9. | Análisis de varianza..... | 33 |
| 10.10. | Análisis estadístico | 33 |
| 10.11. | Manejo del ensayo | 33 |

| | |
|--|----|
| 10.11.1. Análisis de suelo..... | 33 |
| 10.11.2. Diseño de parcelas, preparación del terreno y siembra | 33 |
| 10.11.3. Aplicación de fertilizantes | 34 |
| 10.11.4. Labores culturales..... | 35 |
| 10.12. Variables evaluadas | 35 |
| 10.12.1. Altura de planta (cm)..... | 35 |
| 10.12.2. Número de hojas..... | 35 |
| 10.12.3. Inserción de la mazorca | 36 |
| 10.12.4. Longitud del choclo | 36 |
| 10.12.5. Peso de mazorcas por planta..... | 36 |
| 10.12.6. Diámetro de la mazorca..... | 36 |
| 10.12.7. Rendimiento (kg ha ⁻¹)..... | 36 |
| 10.13. Análisis costo-beneficio..... | 36 |
| 11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 38 |
| 11.1. Altura de la planta..... | 38 |
| 11.2. Número de hojas | 38 |
| 11.3. Inserción de la mazorca | 39 |
| 11.4. Indicadores morfológicos de la mazorca | 40 |
| 11.5. Rendimiento (kg/ha)..... | 41 |
| 11.6. Análisis de costo / beneficio de producción | 42 |
| 12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS). | 43 |
| 12.1. Técnicos..... | 43 |
| 12.2. Social | 43 |
| 12.3. Ambientales | 43 |
| 12.4. Económicos | 43 |
| 13. PRESUPUESTO..... | 44 |
| 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 45 |
| 14.1. Conclusiones..... | 45 |
| 14.2. Recomendaciones | 45 |
| 15. BIBLIOGRAFÍA | 46 |
| 16. ANEXOS..... | 57 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados | 7 |
| Tabla 2. Taxonomía del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) | 9 |
| Tabla 3. Requerimientos de temperatura según etapas de desarrollo..... | 12 |
| Tabla 4. Composición química del Biocompost..... | 20 |
| Tabla 5. Contenido de la Pollinaza..... | 21 |
| Tabla 6. Requerimientos nutritivos del cultivo del maíz..... | 24 |
| Tabla 7. Condiciones agro-meteorológicas del Cantón La Maná | 29 |
| Tabla 8. Características técnicas del genotipo NB-7443..... | 30 |
| Tabla 9. Contenido de la Pollinaza..... | 30 |
| Tabla 10. Composición química del Biocompost..... | 31 |
| Tabla 11. Fertilizante químico utilizado..... | 31 |
| Tabla 12. Materiales o equipos a utilizar en la presente investigación | 32 |
| Tabla 13. Tratamientos en estudio..... | 32 |
| Tabla 14. Esquema del experimento..... | 32 |
| Tabla 15. Análisis de varianza..... | 33 |
| Tabla 16. Características de las parcelas experimentales sobre la investigación | 34 |
| Tabla 17. Altura de la planta a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación de la fertilización..... | 38 |
| Tabla 18. Número de hojas a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación de la fertilización | 39 |
| Tabla 19. Indicadores morfológicos de la mazorca y peso de la mazorca a los 75 días | 41 |
| Tabla 20. Análisis de costo de la producción | 43 |
| Tabla 21. Presupuesto..... | 44 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Inserción de la mazorca expresada en centímetros a los 60 días s..... | 40 |
| Figura 2. Rendimiento expresado en Kg/ha ⁻¹ según tratamientos experimentales..... | 42 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derecho de autor | 57 |
| Anexo 2. Currículum del tutor..... | 60 |
| Anexo 3. Currículum del estudiante | 61 |
| Anexo 4. Certificado de Urkund | 63 |
| Anexo 5. Aval de traducción del idioma ingles..... | 64 |
| Anexo 6. Fotografías de la investigación | 65 |
| Anexo 7. Análisis de suelo | 67 |
| Anexo 8. Croquis de campo | 72 |

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Evaluación de la fertilización química y orgánica en maíz (*Zea mays*) en el cantón La Maná.

Fecha de Inicio:

octubre 2022

Fecha de finalización:

febrero 2023

Lugar de Ejecución:

Cantón La Maná, provincia Cotopaxi

Facultad que auspicia:

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Agronomía

Proyecto de Investigación Vinculado:

Sector agrícola

Equipo de Trabajo:**Tutor:**

Ing. Quinatoa Eduardo MSc.

Estudiante:

Armijo Muyulema Edwin Javier

Estudiante:

Umajinga Tualumbo Erika Rocio

Área de Conocimiento:

Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

Línea de investigación:

Desarrollo de Seguridad Alimentaria

Sub líneas de investigación:

Producción Agrícola sostenible

Línea de vinculación:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El maíz en estado de choclo es uno de los cereales que más se producen y consumen en el mundo. Uno de los países con mayor producción es Estados Unidos de América, así en América Latina se considera a la Argentina. Esto lleva al empleo de tecnologías que buscan la mayor productividad, como es cultivar variedades híbridas que cumplan estos requisitos. Esto se debe al valor que posee desde el punto de vista nutricional. Concentra altos porcentajes de azúcares, carbohidratos, aminoácidos, minerales y vitaminas. Lo anterior descrito lleva a la búsqueda de emplear abonos orgánicos para mejorar sus rendimientos y hacer una agricultura sostenible, máxime si los fertilizantes orgánicos son restos descompuestos que provienen de los animales, las plantas o la combinación de ambos que se agregan a la tierra con el objetivo de regenerar la composición de estos.

En el Ecuador el maíz en estado choclo es muy utilizado e importante en la gastronomía, se emplea para preparar diferentes platos como son la humita, torrijas, entre otros, los que son muy deseados por los moradores y viajeros. Esto llevó a la realización de siembras durante el año y fundamentalmente a emplear riego se destinan a la producción de choclos, originándose una agricultura intensiva que muchas veces es para la producción en este estado. De aquí la gran importancia de conocer su comportamiento al emplear fertilización orgánica y química.

En el trabajo investigativo titulado “Evaluación de la fertilización química y orgánica en maíz (*Zea mays*) en el cantón La Maná tuvo como objetivo establecer el rendimiento que alcanza el maíz en estado choclo cuando se aplican ambas variantes de fertilización. La investigación se realizó utilizando un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos (un testigo, un químico y dos orgánicos) y cinco repeticiones. Se tomó como alternativa para que productores y estudiantes hagan suyos los conocimientos que genera dicho proyecto, lo que permita establecer una estrategia para el empleo de la fertilización orgánica y química sin afectar el medio ambiente, que permita al cultivo del maíz un mejor desarrollo y contribución a la alimentación humana y de los animales.

Además, se evaluaron variables de gran importancia para el rendimiento del cultivo, como fueron altura de la planta e inserción de la mazorca, número de hojas, longitud del choclo, peso y diámetro de mazorca.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El maíz es uno de los productos agrícolas más importantes en el mundo. Este es de vital importancia en la dieta de los pobladores de muchos países de América (Kennedy, 2019). Este cultivo se utiliza en un alto porcentaje para la elaboración de alimentos balanceados, tanto para la industria avícola como porcina, entre otros (Guzmán *et al.*, 2017; García *et al.* 2019). Por otra parte, se caracteriza por gran adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas, un ciclo reproductivo relativamente corto, aunque se considera un cultivo esquilante, esto permite emplearlo modelo vegetal en diferentes investigaciones, y como sucesor en los sistemas de rotaciones de plantaciones (Aguilar *et al.* 2017).

Por su parte, el maíz choclo, es muy utilizado en países como Estados Unidos, España, Perú y el Ecuador. Se comercializa variedades de choclo provenientes principalmente de las Cuzco, Cuzco Gigante y San Gerónimo. Es uno de los productos frescos con mayores volúmenes comercializados en el mercado mayorista de por ejemplo de Lima. Así, se aprovecha de diferentes formas, convirtiéndose en platos típicos de diferentes regiones, entre los que aparecen crema de cholo, sopa espesa de maíz tierno y molido en batán, locro de maíz, guiso fresco con queso y papas, tortilla de maíz: maíz fresco molido o entero con huevo y fritos en aceite o manteca. Además, de grano sancochado y secado al ambiente y luego molido o quebrado, ensalada de choclo de grano fresco, entero, con queso, papas y otras verduras frescas, entre otro según Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINAGRI, 2018).

Sin embargo, un aspecto de gran importancia al tratar este cultivo es la fertilidad del suelo, esta consiste en la capacidad de proveer ambientes adecuados, físicos, químicos como biológicas, para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Por eso la remoción de nutrientes, ya sea por productos cosechados o por la pérdida de suelo en los agroecosistemas, es un aspecto a tener en cuenta para la cosecha de un cultivo, particularmente el maíz, por las características antes descritas. Así, el uso de fertilizantes químicos y orgánicos, puede contribuir a lograr ecosistemas equilibrados si se manejan de forma adecuada (Chaveli, 2019).

Los abonos orgánicos tienen la capacidad de absorción distintos elementos nutritivos, mejorar las características físico-químicas y biológicas del suelo. Además, contribuye fundamentalmente a mejorar las estructuras y fertilización del suelo con la incorporación de macro y microelementos y principalmente microorganismos beneficios. Existen sistemas de producción alternativos que se caracterizan por la ausencia o la disminución de agroquímicos

y la utilización de fuentes alternativas de materia orgánica como son el humus, compost, abonos verdes y líquidos. A diferencia de la fertilización tradicional la cual es responsable de la contaminación del suelo y del ambiente e inclusive para los seres vivos, debido a que los productos que son tratados con agroquímicos no son considerando inocuos afectando así la seguridad e inocuidad alimentaria (Torres, 2015).

Según (Darquea *et al.*, 2018) el uso de este cereal por los pobladores de diferentes regiones del mundo abarca diversas costumbres, estas van desde el consumo del grano hasta aprovechar al máximo el material vegetativo, tanto para alimento humano como animal. Así, se menciona el empleo de los tallos tiernos para absorber sus nutrientes, y cuando están secos se emplean como forraje para el ganado, construcción de chozas, combustible y abono.

Por ello, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento productivo del maíz en estado de choclo en el cantón La Maná, al aplicar fertilizantes químicos y orgánicos.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios directos: Los habitantes del Cantón La Maná, al finalizar el trabajo los favorecidos inmediatos, y los que lograrán emplear estos fertilizantes en el maíz. Asimismo, los 100 estudiantes de otras especialidades análogas primordialmente agrarios y agroindustriales, así como unos 50 agricultores de la localidad que no efectúan un manejo apropiado del cultivo en la aplicación de abonos.

Beneficiarios indirectos: Los favorecidos indirectos fueron los 300 educandos de la Especialidad de Agronomía de la Universidad Técnica de Cotopaxi, perteneciente a la Extensión La Maná, unidos a los siete profesores los cuales debido a el presente trabajo obtuvieron valiosos conocimientos en el manejo agrario del maíz en esa localidad.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Se considera al maíz como uno de los cereales de mayor producción y consumo a nivel mundial. Su uso se centra fundamentalmente para fines alimentarios, así como la producción de biocarburantes, para la extracción de aceite, almidón, y otros compuestos empleados en la industria. La literatura refiere que es un mercado muy extenso y significativo, así en 2018, el valor de la exportación de este cultivo alcanzó los 33 900, millones de USD. Sin embargo, para

los años 2019-2020 hubo un descenso de la cosecha que fue de 1 108 millones de toneladas respecto a los 1 124 millones que se cultivaron en 2018-2019. Los principales productores a nivel mundial se destacan Estados Unidos, China, Brasil y Argentina (McCormick, 2020). Entre los mayores exportadores además de los mencionados aparece Ucrania esta última afectada por la actual guerra, así los que más importan son Corea, Japón, México, Irán y Viet Nam. El mayor consumo se le atribuye a los Estados Unidos y China, seguido de la Unión Europea, Brasil, México, India y Canadá.

Por otra parte, se considera el tercer cultivo comercial por área sembrada a nivel mundial, después del trigo y del arroz, con una extensión de 125 millones de hectáreas que forman parte del 11,8% del área cultivada a nivel mundial. En la actualidad, es el cultivo más extendido a nivel global, con 170 países y más de 200 millones de hectáreas cosechadas en el 2018 según Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2020). En las regiones tropicales y subtropicales, se considera muy importante, fundamentalmente por su alto rendimiento, la facilidad de su cosecha, de transportarlo, así como la existencia de diferentes variedades que se adaptan a los diferentes medios. Otro aspecto de mucha importancia a nivel del globo terráqueo es que constituye el 54% del total de las fuentes alimentarias de la población y de los animales, en diferentes países como México, toda Centroamérica, Venezuela, Colombia, China, en África y del suroeste de Europa (FAO, 2020).

Por otra parte, se considera uno de los cultivos de mayor importancia en el Ecuador ya que se utiliza en la alimentación para los animales y para los humanos. Así, constituye es un cultivo muy esencial desde el punto de vista económico incluso cultural, por la tradición que representa para muchos pobladores las diferentes formas en que se presenta como alimento. Las provincias Los Ríos, Manabí y Guayas se consideran como las mayores productoras del Ecuador según Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP, 2017). Así, se aprecia como una de las cosechas de mayor importancia en el Ecuador, ya que se emplea tanto para la alimentación como materia prima para la agroindustria de la población ecuatoriana, según la FAO, en el año 2016 el país alcanzó una producción de 1 667 704 toneladas (t), sembradas en 485 696 hectáreas (ha) y con un rendimiento de alrededor de 3.17 t ha⁻¹ (Cepeda, 2019). Sin embargo, ya para el año 2020 logró aumentar la producción, con incremento de sus áreas sembradas que fueron de 2 555 376 ha de maíz duro (es decir en grano seco), esto permitió alcanzar una producción de 1 513 635 t, donde las provincias con mayores superficies son: Los Ríos, Manabí y Guayas (Zambrano y Andrade, 2021).

Este cultivo forma parte de los productos agrícolas más trascendentes a nivel nacional, se considera la primera materia para la producción de alimentos concentrados que se destinan a la industria para la alimentación de los animales, como la avicultura y la industria porcina (Chaveli, 2019).

En la provincia de Cotopaxi la superficie cultivada de maíz en hectárea es alrededor de 38840 de maíz. Se reconoce que las distribuciones de algunas variedades de maíz cosechadas se deben a los gustos, y costumbres de los productores, debido al influencia del monocultivo, y el empleo indistinto de agroquímicos ponen en riesgo la calidad de los productos agrícolas, esto lleva a la infertilidad de los suelos y por consiguiente su erosión, así como la salud humana y de los animales, así lo plantea el Plan de Desarrollo Territorial Cantón La Maná (PDOT, 2019).

Por otra parte, en el Cantón La Maná la distribución de maíz en estado de choclo posee un alto nivel, que no requiere de mayor inversión en la adquisición del producto por parte de los productores de este cultivo, y se caracterizan por su tamaño pequeño, mediano y grande. Sin embargo, en ocasiones los rendimientos no son adecuados, partiendo entre otras cuestiones por un mal manejo del cultivo y que no se reciclan los nutrientes al suelo (PDOT, 2019).

En la localidad La Maná y la provincia de Cotopaxi hay inexperiencia por parte del agricultor en el empleo de distintos abonos y su manejo en el maíz en forma de choclo.

6. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la fertilización química y orgánica en el maíz en estado de choclo (*Zea mays*) en el Cantón La Maná.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el efecto de la fertilización química y orgánica en las variables de crecimiento y desarrollo en el cultivo de maíz en estado de choclo.
- Establecer la producción de maíz en estado de choclo (*Zea mays*) con la fertilización química y orgánica.
- Efectuar un análisis de costo/beneficio de los abonos empleados en la investigación.

7. ACTIVIDADES Y PROCEDIMIENTO DE LABORES EN CORRESPONDENCIA A LOS OBJETIVOS TRAZADOS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

| Objetivo | Actividad | Resultado | Medios de verificación |
|---|--|---|--|
| Determinar el efecto de la fertilización química y orgánica en las variables de crecimiento y desarrollo en el cultivo de maíz en estado de choclo. | <ul style="list-style-type: none"> -Envío de muestras de suelo al laboratorio. -Determinación del área para las parcelas Siembra del material genético (semillas de maíz). -Aplicación del fertilizante químico en relación al análisis de suelo. -Aplicación de fertilizantes orgánicos relación al análisis de suelo. | <ul style="list-style-type: none"> -Ensayo de campo establecido en área preparada previamente. -Parcelas definidas con letreros y divisiones. -Determinación del comportamiento agronómico del cultivo, mediante las mediciones agronómicas: altura de planta, número de hojas, inserción de la mazorca. | <ul style="list-style-type: none"> -Registro laboratorio de suelos -Fotografías -Libro de campo -Toma de muestras -Datos de campo -Análisis estadístico de los resultados -Flexómetro |
| Establecer la producción de maíz en estado de choclo (<i>Zea mays</i>) con la fertilización química y orgánica. | <ul style="list-style-type: none"> -Con los pesos de las mazorcas de maíz en estado de choclo de todos los tratamientos. -Rendimientos (Estimar la producción total en el área de estudio) -Toma de datos de producción. | <ul style="list-style-type: none"> -Cálculo y extrapolación de rendimientos por hectárea con los pesos del maíz en estado de choclo de cada tratamiento -Con longitud de mazorca, peso de mazorca, diámetro de mazorca y rendimientos de todos los tratamientos. | <ul style="list-style-type: none"> -Libro de campo -Análisis estadístico de los resultados -Balanza -Gráficos de comparaciones de tratamientos -Pie de rey |
| Efectuar un análisis de costo/beneficio de los abonos empleados en la investigación. | <ul style="list-style-type: none"> -Análisis beneficio/costo de los tratamientos establecidos en el estudio | <ul style="list-style-type: none"> -Documento del Análisis costo-beneficio de los tratamientos establecidos en el estudio | <ul style="list-style-type: none"> -Tablas costo-beneficio -Facturas del - Análisis costo-beneficio de los tratamientos establecidos en el estudio |

Elaborado por: Armijo & Umajinga (2023)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. El Maíz como cultivo

El maíz (*Zea mays*) es una gramínea anual, se considera como una de las primeras plantas sembradas hace alrededor de 10000 años. Así, forma parte de la cultura agrícola de muchos los pobladores de la región de las Américas. En diferentes zonas de este territorio se cultiva en dos ciclos: primavera-verano y otoño-invierno. En el primero de los casos se notifica en manejo bajo condiciones de temporal y para el segundo con humedad residual (Pérez y Álvarez, 2021).

Por otra parte, para desarrollar estos cultivos, la literatura refiere que los productores se establecen estrategias donde todavía en diferentes sitios se practica la agricultura de roza-tumba y quema. Estas están dirigidas al aumento de la producción por unidad de superficie, así se mantiene la tierra con cosechas y se disminuye el período conocido como barbecho o descanso de la tierra, según Cuanalo y Uicab (2005). En países como Perú, cosechan una variedad conocida como maíz amarillo duro, su producción es de 1.271.825 t según la Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario (DDTA, 2020), y aparece plantada en 254.743 ha, de estas el 20% se encuentra en la Amazonía peruana (MINAGRI, 2018). No obstante, esto no consigue proveer la solicitud nacional, lo que trae consigo incremento de las importaciones y pone en peligro la seguridad y soberanía alimentaria.

En países como el Ecuador es un cultivo de mucha importancia económica. Se cultiva en la costa, sierra y la región de la Amazonia bajo diferentes condiciones de temperatura, humedad, precipitaciones, luminosidad y suelo. Para esto es necesario contar con diferentes variedades que se adapten a las condiciones antes mencionadas. Así, se cuenta con cultivares como el chaucho, huandango, mishca, chillos, blanco blandito, cuzco ecuatoriano y sima. Por su parte, en la amazona notificaron la Tusilla y Zhubay; y en la Costa se cosechan los que presentan granos duros, ya sean amarillos o blancos (Chaqui, 2013).

8.2. Origen y Distribución

Se plantea que la evidencia más antigua del maíz como alimento para el hombre proviene diferentes sitios en México. Donde estudios arqueológicos notificaron la presencia de pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5 000 años de antigüedad, las que fueron encontradas en cuevas donde habitaron primitivos. Por otra parte, se destaca como el cereal más importante en

la alimentación de todo el planeta. Se considera al maíz como el cultivo que más se cosecha en el mundo con 170 naciones y más de 200 millones de hectáreas cultivadas (FAO, 2020).

Así, diversos autores notificaron que es un cultivo muy significativo ya que se utiliza ampliamente para la elaboración de alimentos balanceados, fundamentalmente para aves y cerdos, así como para la elaboración de diversos alimentos de consumo humano. Esto sin duda es una amplia fuente de empleo para pequeños y medianos productores (Guzmán et al., 2017; García et al., 2019). Se señala que en Ecuador se cultiva cerca de 6500 años atrás. Así, varios autores notificaron que, en poblaciones como Santa Elena, las antiguas culturas como Las Vegas cosechaban la Poacea, lo cual señaló el inicio de una naciente agricultura (Yáñez et al., 2010).

8.3. Clasificación Taxonómica

Según Cabrerizo (2012), se presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Tabla 2. Taxonomía del cultivo de maíz (*Zea mays*)

| Orden | Descripción |
|--------------|--------------------|
| Reino | Vegetal |
| División | Angiospermae |
| Clase | Monocotyledoneae |
| Orden | Poales |
| Familia | Poaceae |
| Género | <i>Zea</i> |
| Especie | <i>Z. mays</i> |

Fuente: Cabrerizo (2012)

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

8.4. Características morfológicas del maíz

Los estudios sobre las características morfológicas de esta especie señalaron la presencia de tres tipos de raíces, las seminales, que se desarrollan a partir de radicales y perduran durante un amplio período. Las adventicias, que se forman partir de los nodos inferiores del tallo por debajo del nivel del suelo, estas son conocidas como activas o sostén, producidas por dos nudos inferiores (Chatanaxi, 2016).

El tallo se destaca como aplanado o comprimido, característica que acentúa la morfología de las plantas perteneciente a la familia de las gramíneas. Los entrenudos son cortos y gruesos en la base del vegetal, estos se tornan más largos y gruesos en la parte superior (Obando, 2019).

Las hojas están dispuestas en dos hileras y alternas, estas nacen de las yemas que se encuentran en los nudos de sus tallos, los cuales están constituidos por nudos y entrenudos. Se destaca que el maíz tiende a ser protándrica, o sea que las llamadas flores masculinas o estaminadas suceden antes de la formación de la conocida como femenina o pistiladas, así se define entonces a este cultivo como alógamo. Esto significa que posee una polinización cruzada, la cual es causada por el viento. Asimismo, añadir que es un cultivo diploide, ya que cuenta con sus células somáticas que poseen 20 cromosomas (Cabrera, 2020).

La inflorescencia denominada por diferentes autores espiga está constituida por flores masculinas y femeninas. Estas últimas nacen en el ápice de las ramas laterales condensadas, destacadas como vástagos, los cuales sobresalen de las axilas de las hojas. Guzmán (2017), notificó que la inflorescencia masculina, produce espiguillas libres, las cuales están rodeadas por un flósculo fértil y otro estéril.

En estado choclo se presentan las masculinas en la parte superior de la planta, y tienen forma de espiga, mientras que las femeninas se reúnen entorno a la mazorca, y nacen de las axilas de las hojas. Las espigas están formadas por dos glumelas, estambre y un pistón rudimentario (Guzmán, 2017).

En el estado choclo los granos o fruto están inmaduros y grandes. El endospermo y el embrión no están completamente desarrollados. Es rico en carbohidratos, contiene vitaminas, y es altamente energético (MINAGRI, 2023).

El estado seco del fruto se alcanza sobre 60 a 65 días después de la aparición de los estigmas. La humedad del fruto está en el 35 por ciento. Así, los granos se encuentran maduros fisiológicamente y alcanzan su peso seco máximo. La línea blanca, o capa de almidón duro, avanzó hasta la punta del grano. Las células en la punta de este pierden su probidad y caen, y hacen que se forme una capa de abscisión de color marrón a negra, que denominan capa negra (MINAGRI, 2023).

8.5. Condiciones edafoclimáticas para su desarrollo

8.5.1. Suelos

Se plantea que la preparación del suelo que se realiza para los cultivos reduce las entradas de Carbono y disminuye el contenido de materia orgánica, por incremento de la tensión de

Oxígeno que acelera la mineralización, sin embargo, la aplicación de prácticas agroecológicas, como, el uso de abonos orgánicos, evitan estos daños (Gallardo, 2001).

Cuando se trata de un cultivo las condiciones edofoclimáticas constituyen los factores más importantes para la planta. Así, el maíz se adapta bien a diferentes tipos de suelo, aunque se señala como cultivo muy esquilante. Sin embargo, se señala que, en terrenos arcillosos y limoso, con pH entre 6,5 y 7,5 se observa un crecimiento superior. Por otra parte, requieren suelos profundos, ricos en materia orgánica con buen drenaje según Información Técnica Agrícola (INFOAGRO, 2012), no se recomienda sembrar en superficies que se encharquen (Yáñez, *et al.* 2005).

La literatura refiere que la siembra adecuada en suelos como los antes descritos, permiten una germinación adecuada, con plántulas más fuertes y se obtiene mazorcas llenas con granos de calidad (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador [INIAP], 2011). Así, otro estudio refiere que este cultivo se adapta a todos tipos de suelo, p. También requieren suelos profundos, ricos en nitrógeno lo hace mejor en aquellos con pH entre 6 y 7, que posean además buena circulación del drenaje para no causar anegues que causen asfixia radicular (Sánchez *et al.*, 2017).

Así, los suelos que poseen textura franca son los más apropiados para esta planta, cuando este se considera suelto el sistema radicular se desarrolla en inmejorables condiciones. No son recomendables tierras arcillosas debido a su alta conservación de humedad, ya que así se reduce el aire del suelo, básico para el desarrollo del cultivo. Asimismo, se impiden dificultades con el acame (Narro y Salazar, 2011).

8.5.2. El Clima

La FAO (2012), notificó que el cultivo de esta especie requiere temperaturas que oscilan entre 15 y 30 °C, aunque puede tolerar mínimas de 8°C. Se destaca que a partir de los 30 grados suelen aparecer problemas de mala absorción de nutrientes, específicamente de minerales y el agua. Esta planta se puede cultivar entre los 2200 a 3100 msnm, en climas templado y tropical, demanda de buena luz solar para alcanzar un desarrollo adecuado (Yanez, *et al.*, 2005).

Sin embargo, según lo establecido por el Manual Agropecuario (2001), el cultivo puede desarrollarse en un rango de temperaturas (tabla 3).

Tabla 3. Requerimientos de temperatura según etapas de desarrollo

| Etapas | Temperatura en °C | | |
|-------------|-------------------|--------|--------|
| | Mínima | Óptima | Máxima |
| Germinación | 10 | 20-25 | 40 |
| Crecimiento | 15 | 20-30 | 40 |
| Floración | 20 | 21-30 | 30 |

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

Otros elementos de gran importancia para el crecimiento del vegetal lo constituyen sin duda la radiación solar y la iluminación. Estos son factores promotores de las síntesis de diferentes compuestos de la planta por medio de la fotosíntesis. La literatura refiere que para el desarrollo de la planta se necesita una iluminación, por ejemplo, de 1000 a 1500 micro watts cm^{-2} ($\mu\text{W cm}^{-2}$) (Inga, 2020).

Por otra parte, demanda lluvias entre 600 a 700 mm, durante su ciclo de desarrollo, modificando sus necesidades en dependencia de la etapa donde se encuentre. Cuando está en crecimiento vegetativo, necesita mayor cantidad de agua, y se encomienda efectuar riegos adicionales, entre 8 y 10 días antes de la florescencia, y así sortear el estrés hídrico. El período de floración es el más crítico, porque de ella depende el llenado del grano, por eso es necesario, mantener la humedad, para tener una buena polinización, y un llenado total (Joyo 2013). Así, el maíz se siembra entre los 0 y 3,500 m.s.n.m., se adapta diversos suelos, entre los idóneos aparecen: los francos, fértiles, con buen drenaje, profundos y con buena detención de agua (Deras, 2012).

8.6. Manejo del cultivo

8.6.1. Preparación del terreno

Se describe que para obtener un cultivo con buenos rendimientos es necesario comenzar con una labor de alza. Esta radica en eliminar la compactación del suelo y enterrar los despojos de la anterior cosecha. Asimismo, esta labor elimina las plantas indeseables que en la mayoría de las ocasiones perjudican la cosecha (Bartolini, 1990). Por otra parte, se recomienda realizar la preparación del suelo con tiempo suficiente, con el objetivo que la materia orgánica presente en el área se descomponga para contribuir de forma adecuada al desarrollo de la planta. Es importante destacar el empleo de maquinaria para realizar labores de arado, cruce y surcado, si hay la posibilidad (Yáñez, 2007).

8.6.2. Siembra

Para la siembra se requiere de material con alto grado o porcentaje de germinación, vigor y libre de enfermedades. La distancia entre surcos puede ser de 0,8 m, con dos semillas cada 0,5m en las hileras, requiriendo entre 25 a 30 kg del material /h, aunque esta actividad puede variar en dependencia de las características del suelo, y la calidad dicho material, entre otros aspectos (INFOAGRO, 2012).

Según lo establecido por el Manual Agropecuario la semilla debe tener calidad necesaria para para garantizar una óptima producción. Así, la densidad de siembra dependerá del clima y las variedades. En el caso de híbridos se utiliza de 15 a 20 kg/ha y se siembra a una distancia de 75 a 100cm entre surco y de 20 a 25cm entre plantas. La profundidad estará en dependencia de la composición del suelo, alcanzando hasta 10 cm en suelos arenosos, siete en los arcillosos, y cinco cuando son húmedos (INFOAGRO, 2012).

Otro estudio en México destaca que se puede sembrar a una distancia de 80 cm entre surcos y 15 entre plantas, con una densidad 82, 500 plantas ha⁻¹, cuando se trata de la variedad híbrido PAS-525 (Jiménez 2019). Este autor señaló la importancia de emplear el paquete tecnológico del que encierra las fases de preparación del terreno, siembra y control de plagas, según lo descrito por Tinoco *et al.*, (2002). Por su parte, Cabrerizo (2012), refirió que la siembra debe realizarse cuando la temperatura del suelo alcance los 12 °C, la semilla se colocará a cinco centímetros de profundidad, y que esta se puede realizar en sitios llano o surcos. Así, planteó también que la separación o espacio entre hileras es de 0,8 a un metro, coincidiendo con autores antes mencionados.

8.6.3. Limpieza

Una de las formas empleadas para la limpieza del cultivo lo constituye el rascadillo, esto consiste en efectuar una limpieza manual de las hierbas indeseables cuando éstas aparecen en la época crítica y compiten con el desarrollo de la planta (entre los primeros 45 días posterior al sembrado del área). Además, destruye el manto resistente de la tierra y que las raíces alcancen un mejor desarrollo. Así, la literatura notifica que, si aparece una infestación al extremo agresora de malezas, se puede emplear herbicidas como la atrazina en dosis de 2 kg/ha o 2 l/ha obedeciendo a la cantidad de malezas. Por otra parte, existe otro tipo de labor considerada también de limpieza que es el aporque, esta se realiza 45 días posterior al sembrado. Su esencia

es juntar tierra alrededor de la plántula., que permita incrementar la humedad del cultivo entre otros aspectos. Cuando se realiza esta actividad se debe colocar en forma lateral la fertilización nitrogenada suplementaria (Beltrán, 2015).

8.6.4. Cosecha maíz en estado de choclo

Los estudios señalan que se puede cosechar maíz duro y maíz suave (choclo), estos se producen de la misma planta, la diferencia se basa en el tiempo de cosecha del agricultor. Para la producción de choclo el productor debe efectuar la cosecha alrededor de los 70 días (Cepeda, 2019). La cosecha en choclo se efectúa cuando el grano está en estado lechoso, y para semilla se realizará cuando logra la madurez fisiológica, esta se identifica al aparecer en la base del grano una capa negra (Yanez, *et al.*, 2005). La cosecha se hace manualmente y se realiza al estar el grano seco, ya que un elevado porcentaje de humedad entorpece su preservación, y se pueden descomponer con facilidad, entre otras cosas por la aparición de hongos (FAO, 2012).

Según lo que plantea el INIAP (2011) en su Modulo IV (Manejo integrado del cultivo de maíz suave) se encomienda usar en el momento de la siembra FERTIBACTER – MAÍZ (300g/30 kg de semilla). Biofertilizante que contiene bacterias pertenecientes al género *Azospirillum*, estas estimulan la extensión de las raíces, esto aumenta el área de absorción de los nutrientes que aparecen en la tierra. Además, que dicha bacteria es capaz de fijar el nitrógeno atmosférico al suelo, lo cual puede ser utilizado de forma beneficiosa por la planta.

Además, otro aspecto de gran importancia es la poscosecha, en este momento o etapa se debe tener en cuenta una selección adecuada de las mazorcas, ya que aquí se eliminan aquellas que se encuentren dañadas por plagas, o las que no alcancen un tamaño adecuado, pues se busca lograr las que posean el grano grueso y uniforme. Luego en la etapa posterior, conocida como desgrane es preciso desechar todos los granos dañados y podridos. Así, es necesario separar el grano comercial del empleado para semilla. Ya en el momento del secado se debe evitar colocar la semilla sobre superficies calientes, pues el aumento de la temperatura causara perdida de la viabilidad en la semilla (Yanez, *et al.*, 2005).

Todas las actividades antes señaladas se reflejan posteriormente en el uso de este maíz. El valor del choclo, reside en su alto contenido de nutrientes, ya que es aminoácidos como la lisina y el triptófano, esenciales para la nutrición de las aves, cerdos y el hombre. A su vez, por ser un cultivo de ciclo corto vegetativo, porque su consumo es temprano estado de madurez

fisiológica, esto permite hasta tres cosechas en el año, optimando la economía de los pequeños productores (Castro, 2017).

8.6.5. Control de malezas

La literatura refiere que las malezas se pueden controlar con un método sencillo como es el movimiento de cultivos, el arado y el empleo de semilla certificada, así como el control de malezas, el cual se puede realizar con la utilización del método químico, donde se recomienda aplicar Atrazina en pre-emergencia y post-emergencia con dosis de 2kg/ha (INFOAGRO, 2012). Además, los herbicidas deben aplicarse en pre-emergencia de malezas y del cultivo sobre suelo húmedo, aunque si la presencia de estas plantas indeseables es altas se encomienda usar herbicidas selectivos como atrazina (Gesaprin, Atrapac), en dosis de 2kg/ha. Aunque, si el manejo que se pretende establecer es el amigable con el medio ambiente se propone realizar deshierbas oportunas (Yáñez *et al.*, 2005).

8.7. Plagas y enfermedades

Las plagas y las enfermedades del maíz, son más frecuentes y resistentes, además de que están en continua evolución, por ello, una oportuna identificación de plagas ayuda a hacer un adecuado control, mucho más fácil y eficaz, además permite emitir la alerta fitosanitaria a los productores para mitigar su impacto. Entre las plagas que más atacan el cultivo de maíz están principalmente las que atacan a la rizósfera, entre ellas la gallina ciega “*Caprimulgus longirostris*” y gusano de alambre “*Agriotes spp*”, mientras que las que atacan al follaje se tienen el gusano cogollero “*Helicoverpa armígera*”, gusano elotero “*Helicoverpa zea*”, gusano soldado “*Spodoptera exigua*” y araña roja “*Tetranychus urticae*” (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2021).

8.8. Usos de fertilizantes orgánicos y químicos

Uno de los aspectos de gran importancia para el desarrollo de un cultivo es sin dudas la fertilidad del suelo. Esta radica en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias, tanto físicas, químicas como biológicas, para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Sin embargo, se plantea que la remoción de nutrientes es uno de los factores más importantes en la disminución de la fertilidad del suelo. Esta tiene diferentes causas, ya sea por degradación que puede aparecer en los diferentes ecosistemas, así como por el mal manejo provocado por el hombre al

plantar y cosechar cultivos de forma irracional, sin tener en cuenta la rotación de estos que permita restituir al suelo los nutrientes, ya sea de forma natural o el empleo de abonos químicos u orgánicos (Chaveli, 2019).

Así, Mora y Leblanc (2012), refieren que los nutrientes que principalmente limitan la productividad del maíz son el nitrógeno (N) y el fósforo (P). Debido a esto, la optimización de la producción se basa en el manejo adecuado de estos dos nutrientes. Por eso, para reemplazar estos elementos, se aplican fertilizantes químicos que forjan altos costos en la producción, que puede afectar la economía de la familia sobre todo para pequeños y medianos productores, además de las consecuencias para el sustrato. Esto lo reflejan estudios como el de Morejon *et al.* (2017), quienes notificaron que la inversión en la fertilización para este cultivo, constituyen aproximadamente el 30 % de los costos producción de las áreas con riego, y hasta el 60 en secano.

8.8.1. Fertilizantes orgánicos

El uso excesivo y reiterado de los fertilizantes químicos en la agricultura compone una preocupación a nivel mundial, debido entre otros aspectos a desequilibrios nutricionales, así como la aparición de carencias nutricionales en los cultivos, lo que lleva a fracasos agronómicos. En este sentido, Ordoñez *et al.* (1997), notificaron que los fertilizantes minerales no son inocuos y como compuestos salinos, contaminan el suelo y los acuíferos en al ser absorbidos por las plantas, asimismo contribuyen a separar las partículas del suelo, lo que favorece la erosión.

Lo anterior descrito llevó a la agricultura a la labranza de conservación y al uso de fertilizantes de origen orgánico. Esto se promueve como una alternativa viable para favorecer el mejoramiento del suelo como recurso natural. El cual se afecta por la excesiva e indiscriminada utilización de los fertilizantes minerales; así como el sometimiento a cultivos intensivos. En este sentido, complementar la nutrición de los cultivos, reducir significativamente el uso de fertilizantes sintéticos y los costos de producción, contribuyen a un manejo sostenible del recurso suelo (Díaz y Valdés, 2020).

Los fertilizantes orgánicos están constituidos por materiales de origen animal o vegetal, principalmente. Se forman por subproductos de procesos naturales, como residuos orgánicos compostado y estiércol animal (Rajan *et al.*, 2021). Por otra parte, los abonos orgánicos

benefician la fertilidad y la asimilación de nutrientes por los vegetales, ya que tienen una correlación baja de C: N (por debajo de 20), igualmente previenen sobre el ataque a las plantas de los distintos patógenos presentes en la tierra (Álvarez *et al.* 2010; Ávalos *et al.*, 2018). Así, el uso de fertilizantes orgánicos con el equitativo de reducir las dosis de abonos inorgánicos (NPK) permite la preservación del suelo, y reconoce una eficacia en el empleo de nutrimentos por el cultivo, lo que trasciende en el progreso de sistemas agrícolas sostenibles (Barrios y Pérez, 2018).

Lo anterior expuesto lleva a muchos productores a tener una estrategia de fertilización, la cual debe considerar el empleo de uso fuentes orgánicas de nutrientes, como es el caso de la aspersión foliar, por ejemplo. Esto se fundamenta en la hoja, como el órgano del vegetal más significativo para la utilización de los nutrientes. Lo que permite absorber dichos nutrientes de la forma más rápida. Además, corrige de manera más vertiginosa las deficiencias de nutrimentos en momentos críticos del desarrollo del vegetal (Borges *et al.* 2014; Terry *et al.* 2017). Así, un estudio demostró que, para el maíz, la aplicación de abono foliar puede ayudar a la realizada a la tierra en etapas fenológicas, lo que interviene de forma directa en el rendimiento de este cultivo, sobre todo el maíz amarillo duro (Cedeño *et al.* 2018; Barandiarán, 2020).

A lo anterior descrito es importante añadir que para aplicar o se puedan utilizar los abonos orgánicos, como compost, humus de lombriz, entre otros, es necesario una adecuada preparación del suelo realizar en la preparación del suelo. Se plantea que, si el fertilizante orgánico es de buena calidad, se debe aplicar 100 quintales/ha⁻¹ en suelos con alto contenido de nutrientes y 200 quintales/ha en superficies con bajo contenido de estos. Además, se debe abonar de 200 a 400 g de compost por espacio (INIAP, 2011).

El empleo de biofertilizantes es de gran importancia para los diferentes cultivos. Así, el INIAP (2011), en su Modulo IV (Manejo integrado del cultivo de maíz suave) encarga usar en el tiempo de la siembra FERTIBACTER – MAÍZ (300g/30 kg de semilla) Biofertilizante que posee en su contenido bacterias del género *Azospirillum*. Estas provocan especialmente la extensión de las raíces, esto incrementa de forma significativa el área de absorción de los nutrientes que aparecen en el suelo. Así, esta bacteria tiene la capacidad de fijar el nitrógeno de la atmósfera en el suelo, lo que permite al vegetal su absorción a través de la raíz, incrementando el rendimiento del maíz o cualquier otro cultivo, lo que se traduce en mayor producción.

Otros estudios refieren a nuevos biofertilizantes como las micorrizas, las cuales poseen un número de aplicaciones. La existencia de relaciones simbióticas con hongos micorrizógenos arbusculares (HMA), promueven la captación de nutrientes en especial de aquellos que tienen escasa movilidad tales como el fósforo y el nitrógeno, beneficiando de esta manera el crecimiento y la producción vegetal (Rodríguez et al., 2015). Así, Mora y Leblanc (2012), notificaron que la aplicación del hongo *Glomus fasciculatum* puede disminuir la dosis de fósforo a utilizar, además las plantas reflejaron mayor altura y rendimiento de biomasa en el maíz.

Otros estudios desarrollados en los hongos micorrízicos arbusculares, como el *Glomus intraradices*, notificaron que estos favorecen una relación simbiótica con muchas plantas terrestres. Esto permite una extensión radical que favorece el incremento de la absorción de nutrientes para la planta como fósforo, además permite utilizar de forma eficiente el nitrógeno fijado por el microorganismo al suelo, esto se traduce en incremento de la producción del cultivo. El uso de estas tecnologías permite una agricultura sostenible y amigable con el medio ambiente, ya que las prácticas de la agricultura convencional generan según Barrer (2009) la disminución en las poblaciones de cultivos como el maíz.

Otras investigaciones resaltan el empleo de los fertilizantes orgánicos líquidos el cual se origina de la descomposición de la materia seca o estiércol de animales en biodigestores (artesanales o comerciales), estos habitualmente se aplican manera foliar (Mamani, 2016).

La importancia de su elaboración estriba en su uso, pues de otro modo, estos subproductos contaminarían las aguas, aire, e incluso, pueden transmitir enfermedades (Peralta et al., 2016). Así, uno de los abonos orgánicos líquidos muy empleado es el biol, el cual por propósito aumenta la calidad y producción de las cosechas. Además, es muy fácil de realizar y a muy bajo costo. Se puede obtener utilizando insumos de la comunidad y en corto tiempo de uno a tres meses (Pérez et al. 2020).

La literatura refiere el uso de diferentes tipos de biol, donde aparece el proveniente del conejo. Flores y Muñoz (2010), notificaron que este animal produce diariamente alrededor de 131 mililitros de orina y nueve gramos de excretas. Asimismo, la composición del estiércol de conejo contiene 63.9 % de materia orgánica, 1.94 de Nitrógeno total; 1.82 de Fósforo asimilable; 0.95 de K; 2.36 de Ca y 0.45 de Mg. Esta constitución cambiará según el manejo a los animales, y del tratamiento al excremento. Aquí radica la importancia de determinar

mediante un análisis de laboratorios los contenidos de nutrientes del biol derivado de la excreta de conejo para ser utilizados en la agricultura (Hurtado *et al.* 2019).

Por otra parte, es importante resaltar las necesidades de nitrógeno para cultivos como el maíz, incluso cuando se encuentra en estado choclo. La literatura resalta que la fertilización al suelo es determinante para la obtención de altos rendimientos, que las mayores exigencias de nutrientes son cuando ocurre la floración y se forma el grano. Para el caso de la primera la planta absorbe hasta el 25% de sus necesidades. El déficit de este nutriente causaría bajos foliares, que llevaría a la disminución de las hojas, bajos rendimientos y disminución de la eficiencia de conversión de la radiación interceptada (García, 2003).

Para el fósforo se plantea que la ausencia de este en suelo limita la productividad del maíz, por eso constituye un pilar fundamental para optimizar la producción es el manejo adecuado de este nutriente (Cardona *et al.* 2021). Así, un estudio aplicando fertilización de fósforo en esta planta recomienda valores de 50Kg/ha^{-1} de fósforo en forma de P_2O_5 para evitar los descrito con anterioridad, y favorecer el crecimiento y la producción vegetal (Rodríguez *et al.* 2015).

Los estudios en diferentes especies de plantas que incluye al maíz notificaron la importancia del potasio en el crecimiento y rendimiento de la planta. Un trabajo de Irizar *et al.* (2003) encontraron que la mezcla de un biofertilizante modificador del crecimiento vegetal más la fertilización de fósforo y potasio cuando se siembra aumentan el número de granos por mazorca. Así, el biofertilizante permite a la planta desarrollar la exploración de la raíz con un incremento en la absorción y transporte de nutrientes como: fósforo, potasio, cobre, zinc y el agua del suelo, facilitando mayores ventajas para el desarrollo y productividad del cultivo, asimismo la carencia de este nutriente tendría efectos contrarios a los descritos.

8.8.1.1. Biocompost

El uso de fertilizantes químicos inorgánicos en la actualidad se cuestiona por los efectos secundarios que ocasionan en la tierra, en la salud de los animales y el ser humano. Así, se evalúan iniciativas agroecológicas como los abonos orgánicos, que son recursos provenientes del reciclado de los sistemas agropecuarios. Entre ellos se encuentran el biocompost, estiércol y los bioles, que cuando se mineralizan expiden nutrimentos, que regeneran los componentes del suelo, y permiten incrementar la producción de los cultivos, entre ellos el maíz (Jiménez *et al.* 2019). Así, la literatura refiere el empleo del Biocompost junto al uso de las micorrizas en

la producción de maíz, así como de otros abonos orgánicos como vermicompostas, abonos verdes, biofertilizantes entre otros (Martín *et al.* 2015).

Otro estudio en maíz notificó la importancia del uso de Biocompost para el desarrollo no solo del cultivo, sino de las condiciones del suelo (Fortis *et al.* 2009). Estos encontraron que al aplicar dosis de biocompost se modificaron los porcentajes de materia orgánica en dependencia de la profundidad. Así, la materia orgánica (MO) en el estrato de 0-30 cm de profundidad, a inicios del período, mostró valores de 0.91%. El más alto aconteció en el segundo muestreo; los tratamientos de biocompost (0,94%) y fertilizante químico (0,78%) presentaron los mayores valores.

Por otra parte, Salazar *et al.* (2007) hallaron 2,21% de MO al final de un experimento después de agregar 40 Mg ha⁻¹ de estiércol de bovino, principalmente a que el estiércol posee un porcentaje más alto de MO (5,35%) que el biocompost (4,48%). Otro resultado reportado por Castellanos (1986), señaló que el suplemento de fertilizantes orgánicos al suelo influye de forma positiva el contenido de MO y otros elementos, lo que favorece a la conservación del suelo, y a la productividad de las plantas.

Así, el biocompost es el resultado de la mineralización de diversos restos de cosechas y animales, debe estar libre de agentes perjudiciales como los patógenos y mantener una inmejorable relación Carbono/Nitrógeno.

Tabla 4. Composición química del Biocompost

| Componentes | Porcentaje |
|--------------------|-------------------|
| Materia orgánica | 43-45 |
| Nitrógeno | 2,05-2,46 |
| Fósforo | 1,83-2,25 |
| Potasio | 1,23-1,48 |
| Calcio | 2,23-2,75 |
| Magnesio | 0,56-0,67 |
| Zinc | 228-274 ppm |
| Cobre | 254-305 ppm |
| Manganeso | 400 - 480 ppm |

Fuente: BLOEMEN (2022)

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

Diferentes estudios señalan la importancia de la aplicación del Biocompost en la agricultura. Así, León (2019), notificó que al emplear este fertilizante orgánico en la floración en el maíz se produjo a los 52 días (4000 kg/ha), mostrando diferencias significativas respecto a otros abonos empleados, donde esta etapa llegó a los 57 días.

Otros trabajos mencionaron el uso de biocompost y otros abonos orgánicos. Asimismo, Wu y Powell (2007) indicaron que el 50% del estiércol se degrada en el primer año después de su aplicación, esto garantiza el contenido de MO en el suelo en predios donde aplica estiércol por años contiguos. Por su parte, Julca et al., (2006) señalaron al estiércol como una muy buena fuente de MO, recomendando su uso para mejorar suelos muy pobres. Además, reportaron concentraciones de MO en el estiércol de alrededor de 5%. La investigación de Fortis *et al.* (2009) refirió que las variables de calidad bromatológica del maíz alcanzadas, demostraron que la aplicación de fertilizantes orgánicos (biocompost y vermicompost), son una alternativa de abonos factible para lograr buenos niveles de calidad en el maíz, sin contaminar el ambiente (Fortis *et al.* 2009). Todo lo anteriormente permite resumir la importancia que tiene tanto para el desarrollo de la planta, como para su calidad, el empleo de diferentes abonos orgánicos dentro de los que resalta el Biocompost.

8.8.1.2. Pollinaza

Es un fertilizante orgánico que procede de excrementos de pollos de granjas certificadas, completamente libre de patógenos, la cual se procesa para obtener sus características. Este fertilizante o abono orgánico posee alto porcentaje de materia orgánica, lo que trae consigo un incremento de las propiedades del suelo en lo que a nutrimentos se refiere, entre otros aspectos (García *et al.* 2020). Un trabajo de Arteaga e Hidalgo (2013), dieron a conocer las características y contenidos de la pollinaza (Tabla 5), cual la mejora la estructura del suelo, disminuyendo la cohesión de los conocidos como arcillosos. Aumenta la porosidad permitiendo las interacciones del agua con el aire en el suelo. Regula la temperatura del suelo, y disminuye la fijación del fósforo por las arcillas. Esto conlleva a aumentar el poder amortiguador con relación al pH del suelo, mejorando las propiedades químicas de los suelos y la movilización del fósforo, potasio, calcio, azufre, entre otros elementos menores.

Tabla 5. Contenido de la Pollinaza

| Elementos | Porcentaje |
|----------------------|-------------------|
| Materia orgánica | 50 |
| Fósforo asimilable | 3 |
| Nitrógeno asimilable | 2 |
| Potasio soluble | 3 |
| Calcio | 1 |
| Magnesio | 0,8 |
| Azufre | 0,6 |

Fuente: INDIA, 2022

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

La investigación de León (2019), refiere el empleo de este abono en la fertilización del maíz. Para este cultivo aparecen resultados alentadores, al presentar la pollinaza como tratamiento uno de las mejores respuestas en la altura de la planta, días de floración, entre otras variables evaluadas. Lo que sin duda brinda importancia para este tipo de fertilizante.

8.8.2. Fertilización química

Antes de realizar la siembra de cualquier cultivo, es importante analizar el suelo para determinar su composición química, y en dependencia de esto seguir las recomendaciones que se emiten. Sin embargo, para el caso del maíz, si la cosecha es para grano seco se indica aplicar: en suelos de fertilidad intermedia N y P₂O₅, con dosis de 80 y 40 kg/ha, respectivamente, para esto se recomienda utilizar dos sacos de 18-46-0 más tres de urea, así también se puede aplicar tres de formula completa 10-30-10 más tres de urea. La fertilización se debe aplicar en el momento de la siembra a chorro continuo, y en el fondo del surco. Se recomienda fragmentar el nitrógeno; 50% al inicio de la siembra, y el resto después de 45 días. Esto se aplica en banda lateral a 10 cm de las plantas e incorporándolo cuando se realice el aporque (Yáñez, *et al.* 2005).

Es importante destacar que las normativas de INIAP (2011), en su boletín divulgativo N° 406 destacan que el uso excesivo de fertilizante produce acidez en los suelos, este se corrige con la aplicación de calcio unos 30 días antes de la siembra. Así, refieren que aparecen suelos con déficit de micronutrientes como magnesio y azufre. Esto según los manuales, se puede solucionar con aplicaciones de Sulpomag. Las dosis aplicar en estos casos dependen del resultado del análisis de suelo que se realice. Sin embargo, se conoce que la agricultura se puede afectar y se compromete su degradación con el empleo desmedido de estos fertilizantes inorgánicos, esto trae consigo la degradación de la tierra, salinización, abundancia de extracción de agua y reducción de la diversidad genética agropecuaria. Sin embargo, las consecuencias a largo plazo de estos procesos son difíciles de cuantificar.

Un trabajo de Osmond y Riha (2016), notificaron que el rango establecido para suplir el requerimiento del cultivo del maíz en lo que a nitrógeno se refiere aparece entre 20 y 25 kg, cantidad que absorbe por tonelada que produce. Esto está dado entre otros aspectos porque este elemento afecta la dinámica del área foliar. No obstante, se plantea que el número total de estas no disminuye, y si se reduce la tasa de aparición de ellas, aunque solo discretamente. Así, una investigación reflejó que disminuye de forma significativa las hojas superiores, incluso de hasta 60% en tratamientos con deficiencias de este elemento (Uhart y Andrade, 2015). Otro estudio

notificó que al emplear fuentes solas y combinadas de nitrógeno en dos variedades de maíz choclo, se encontró que el cultivar Chancayano alcanzó un rendimiento de 12,123 Kg/ha, superando al Criollo (Vegas, 2014).

Cuando se habla de fertilización nitrogenada, es necesario tener en cuenta como se combina de la mejor forma con otro elemento, por ejemplo, el fósforo. Asimismo, Huamán (2017), reflejó que al aplicar tres niveles de nitrógeno y esta misma cantidad de fósforo en el maíz choclo (*Zea mays l.*) en la variedad criolla, obtuvo el mayor rendimiento de este vegetal con 17,528 kg /ha, al aplicar 210 kg N/ha y 120 kg. P₂O₅. Aunque la fórmula completa es la más eficiente cuando se cultiva maíz para grano. Así, las mayores producciones se alcanzan con niveles altos de nitrógeno, fosforo y potasio. Las concentraciones deben de ser suficientes, para lograr el mejor desarrollo de las plantas (Yara, 2019).

Es necesario destacar que, aunque la cuantía de fósforo en el cultivo que se trata en este trabajo, se considere baja en relación al Nitrógeno y el Potasio, este un componente importante para la subsistencia del vegetal, las mayores cantidades se encuentran los tejidos nuevos, al mismo tiempo de ser imprescindible para el crecimiento de la raíz. Así, la cantidad de fósforo que se extrae por las plantas en ambientes normales de cosecha es alrededor de 10 kilogramos por tonelada de grano recolectado (Deras, 2020).

De forma general se informa que la fertilización se hace mediante la aplicación de abonos inorgánicos, que aportan al suelo nutrientes como el Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), estos permiten que la planta crezca y se desarrolle de manera óptima para lograr los mejores rendimientos y tamaños adecuados del grano, esto permitirá cubrir los requerimientos nutricionales de los animales y del hombre según su empleo (Ramírez *et al.* 2015). Así, se plantea que, para maíz en grano, las mayores producciones se aprecian con niveles altos de nitrógeno, fosforo y potasio (Tabla 6). Las concentraciones deben ser altas para afianzar el crecimiento desarrollo de las plantas, debido fundamental mente a una mayor asimilación por parte de las células y tejidos, la falta de nitrógeno provoca bajos rendimientos y mazorcas pequeñas con pocos granos (Yara, 2019).

Tabla 6. Requerimientos nutritivos del cultivo del maíz

| Nutrientes | Dosis |
|-------------------|--|
| Nitrógeno | 45 a 90 Kg N/ha ⁻¹ |
| Fósforo | 30 a 45 Kg P ₂ O ₅ /ha ⁻¹ |
| Potasio | 30 a 50 kg K/ ha ⁻¹ |

Fuente: Infoagro (2022)

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

Otros trabajos notificaron que el nitrógeno mejora la nutrición del vegetal, al influir directamente en variables del rendimiento, como producción de grano, tamaño de la mazorca de la hoja, entre otras, lo que repercute directamente en la calidad del cultivo (González *et al.* 2018). Por su parte, el fósforo se conoce como mineral que interviene directamente en la fotosíntesis de la planta, al intersectar la luz del sol; consiguientemente, se consigue superior cúmulo de materia seca que se convierte en superiores rendimientos y producción de esta, sobre todo este último caso para maíz que son empleados como forrajes, lo anterior conlleva a un incremento de la productividad (Da Silva *et al.* 2019), una ligera disminución en las concentraciones necesarias para la planta de este mineral retrasa el crecimiento del cultivo.

El potasio (K) es importante como nutriente, se considera esencial para las plantas, en grandes cantidades interviene de forma efectiva en el crecimiento y la reproducción de las mismas. Afecta la forma, tamaño, sabor y color de la planta y a otras variables atribuidas a las características de los frutos (Jara, 2019). La deficiencia de potasio provoca acortamiento de los entrenudos del tallo, acaparamiento de la planta y pérdida generalizada del color verde oscuro del follaje. En situaciones de carencia muy dura, se despliegan franjas rojas sobresalientes en la parte baja del tallo y la vaina de la hoja (Sharma y Sharma, 2011). Otro estudio notificó que este mineral es importante para lograr el vigor de los tallos en el maíz, y el buen crecimiento de la parte aérea, por esto se considera vital en el crecimiento del cultivo. Pues, un déficit de potasio se refleja en la marchites de los bordes de las hojas inferiores. Además, causa debilidad de las raíces y los tallos, que en muchas ocasiones impiden la madurez (Ochoa, 2008).

Sin embargo, a pesar de la importancia del uso de los fertilizantes, estos resultan caros, además de que su aplicación excesiva puede contribuir a la contaminación del suelo (Ramírez *et al.* 2015). Mayorga y Martínez (2019), notificaron que la contaminación de las aguas subterráneas por los productos y residuos agroquímicos es uno de los principales problemas que se presentan en la mayoría de los países desarrollados, además, de incrementarse en muchos que se encuentran en vías de desarrollo. Además, estos autores refieren que la contaminación por

fertilizantes se provoca al utilizar concentraciones elevadas en los cultivos que estos no absorben en su totalidad.

Otro aspecto a destacar sobre la contaminación a través de esta vía, es la eliminación por acción del agua o del viento de la superficie de la tierra antes de su absorción. Así, la abundancia de nitrógeno y fosfatos se pueden imbuir en las aguas subterráneas o ser arrastrados a ríos, lagos o canales. Este exceso de nutrientes induce la eutrofización de dichos lagos, embalses y estanques, lo que trae consigo el incremento desmedido de algas que eliminan otras plantas y animales acuáticos que normalmente se desarrollan en estos medios (Mayorga y Martínez, 2019)

Independiente de lo planteado con anterioridad la ciencia refiere que lo mejor para mitigar la degradación de los ecosistemas se basa en el empleo de fertilizantes orgánicos.

8.9. Investigaciones realizadas

Un estudio en Colombia notificó que al emplear micorrizas a razón de 30 g/planta y además utilizar fertilizante orgánico mineral. Se pueden obtener buenos resultados para las variables de altura de la planta, diámetro de la copa, materia orgánica, diámetro de la copa, materia seca, área foliar, tasa de asimilación neta y de crecimiento de cultivo. Estos autores concluyeron que la acción combinada de fertilizantes con micorrizas, promueve el crecimiento del cultivo de maíz, si se aplican dosis adecuadas de estas mezclas (Cardona *et al.* 2021).

Sin embargo, Morejón *et al.* (2017), hallaron una mejor respuesta en lo que altura de la planta se refiere, pero en maíz transgénico FR-Bt1 de (*Zea mays* L.), al aplicar aplicando fertilización química con 75 % NPK. Por otra parte, los trabajos de Martínez *et al.* (2018) notificaron que al aplicar diferentes dosis N, P y K mas *Azospirillum brasilense* en maíz. Los mejores resultados para la altura de la planta aparecen cuando solo se empleó la fertilización química. El segundo mejor tratamiento fue una dosis de NPK (160-46-30) combinada con *Azospirillum brasilense*.

Otro estudio de Chuquizuta *et al.* (2022), notificaron que al emplear abonos orgánicos en la parte foliar se pueden obtener rendimientos altos de la mazorca, los cuales fueron superiores a los mostrados por el cultivo al utilizar fertilizante químico con fórmula completa NPK, y estiércol vacunado. El incremento del rendimiento del grafo fue de 32 y 30% superior para la primera variante de fertilizantes aplicada. Estos resultados sobrepasan la producción media del

maíz amarillo duro en el Perú (MINAGRI, 2018). Así, se confirmó lo encontrado por Gonzales *et al.* (2021). Estos autores, consideran que la fertilización orgánica favorece la obtención de una mejor calidad en los frutos de cultivos como el maíz. Así como el incremento en su calidad, al intervenir directamente en el crecimiento de la planta y sus atributos morfológicos. Lo que permite recalcar que las dosis y las fuentes de nutrición orgánica intervienen efectivamente en el cultivo.

Estos trabajos permitieron concluir que la aplicación de fertilizantes orgánicos a base de estiércol de bovino, son tan efectivos como cuando se emplean abonos químicos de fórmula completa, además que los primeros se consideran amigables con el medio ambiente (Díaz *et al.* 2022).

Por otra parte, González *et al.* (2018), reportaron una investigación en diferentes genotipos de maíz donde los tratamientos que tenían estiércol y vermicomposta produjeron cambios en las propiedades físico-químicas del suelo, aspecto de gran importancia para este tipo de cultivo. Así, mencionaron que el tratamiento seis que consistía en 80 toneladas de estiércol proporciono un valor de 4,2% de materia seca, aspecto de gran valor para la exploración radicular ya que aquí es donde la mayor absorción de nutrientes según informaron (Andrades y Martínez 2014).

Estos mismos autores en sus resultados refieren que el estiércol es una fuente de nutrientes de mucha calidad, y que esta se puede asociar a las que contengan nitrógeno químico. Sin embargo, sus estudios reflejaron que el rendimiento del maíz fue superior al emplear 160 toneladas de estiércol solarizado con tres toneladas de vermicomposta. Además, de alcanzar con esta dosis las mayores producciones de forraje verde, seco, y contenido de proteína del grano. Así, resaltaron que, aunque la fertilidad del suelo es un aspecto de gran importancia para este cultivo, es necesario tener en cuenta el genotipo de la variedad empleada, pues un cultivar eficiente en el uso del nitrógeno puede alcanzar rendimientos aceptables con dosis bajas de este elemento (González *et al.* 2018).

Otro trabajo de Martínez *et al.* (2018), resaltaron que, aunque no aparecieron diferencias significativas entre un tratamiento donde se aplicó *Azospirillum brasilense* + fertilización química con 160-46-30 (NPK), si se produjo un aumento del 38% del rendimiento del grano de maíz superó al presentado por el testigo. Esto se debió fundamentalmente al incremento de los componentes número de hileras y granos por hilera, los cuales al mismo tiempo ayudaron el

aumento en el número de granos por mazorca al emplear la mezcla de *Azospirillum brasilense*+ *Chromobacterium violaceum* + fertilización química.

Estos resultados se repitieron para la variable rendimiento, la cual aumentó en 36,5% respecto al testigo utilizado. Así, estos resultados reflejaron que la utilización de *Azospirillum brasilense* provocan un incremento en el rendimiento de maíz como consecuencia de la aplicación de microorganismos benéficos, efecto que se debe a la mayor superficie de absorción, ya que aparece o se estimula el crecimiento de la raíz, así como aumento de la parte aérea de la planta. Aunque estos autores destacan también que fue mayor la cantidad de abono en formula completa suministrado (Martínez *et al.* 2018).

Así, otra investigación con condiciones similares reportó resultados semejantes (Caballero, 2014). Esto se debe entre otros aspectos a que el uso de microorganismos benéficos permite incrementar el rendimiento del grano desde el cinco hasta el 30%. Sin embargo, éstos difieren de los notificados por Carcaño *et al.* (2003) y García *et al.* (2005), quienes encontraron incrementos del ocho por ciento al usar *Azospirillum brasilense* en lugar del testigo fertilizado químicamente.

Otro trabajo reportó un incremento del 60% en maíz al emplear fertilización química en este cultivo más el *Azospirillum*, lo que trajo como conclusión para estos autores que la bacteria posee un efecto estimulador variable en el rendimiento del maíz, lo cual se debe a las condiciones climáticas, además de la producción de citocininas, giberelinas y auxinas, de esta última. Fundamentalmente la síntesis del ácido indoacético, el cual puede variar el balance de fitohormonas, permite la germinación de la semilla del vegetal, y el incremento en la longitud y volumen de las raíces. Esto incrementa la absorción de nutrientes y finalmente la entrega de gran cantidad de minerales donde el cultivo crece (Tortora *et al.* 2011).

Por otra parte, García *et al.* (2013), emplearon abono orgánico para el cultivo del maíz, el cual resultó superior en granos por hilera, respecto al control donde se aplicó fertilización química. En todos los casos una de las variedades estudiadas la Zhubay, mostró los mejores los mejores valores con 43, 32 y 28 g hilera⁻¹ para el fertilizante orgánico, químico y testigo respectivamente.

Todos los estudios expuestos anteriormente reflejan la importancia del empleo de fertilizantes orgánicos, lo que sin duda permite el incremento de los cultivos, además de un equilibrio armónico con el ambiente.

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Ha: La aplicación de fertilización orgánica influye significativamente en las variables crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz en estado de choclo, y es superior a la fertilización química.

Ho: La aplicación de fertilización orgánica no influye significativamente en las variables crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz en estado de choclo, y no es superior a la fertilización química.

10. DISEÑO METODOLÓGICO

10.1. Localización y tiempo del proyecto

La investigación se realizó en el Cantón La Maná, Provincia de Cotopaxi, su ubicación geográfica, latitud 0°55'48" S, longitud 79°13'12" Oeste con una altitud de 223 m.s.n.m. según Datos geográficos del Cantón La Maná (GEODATOS, 2023), y la investigación tuvo una duración de 75 días.

10.2. Tipo de investigación

10.2.1. Investigación experimental

La presente investigación es experimental, ya que se fundamentó en un estudio práctico, determinando intervenciones para saber la respuesta del maíz en estado de choclo al comparar la fertilización orgánica con la inorgánica, en las situaciones indicadas.

10.2.2. Investigación descriptiva

Se considera también descriptiva ya que evaluar las variables: altura de planta, inserción de la mazorca, peso de mazorcas y rendimientos; se puede obtener información que permita con posterioridad un mejor análisis de los diferentes indicadores estudiados.

10.2.3. Investigación Analítica

También es de carácter analítico ya que, se encauza en las observaciones de datos obtenidos de variables de desarrollo y crecimiento en el cultivo de maíz como respuesta a la fertilización orgánica y química.

10.3. Técnicas

10.3.1. Observación de campo

a través de esta técnica se obtuvo un control en el desarrollo morfológico, adaptación, en aspectos fitosanitario, los cuales son indicadores que afectarían los resultados de la presente investigación.

10.3.2. Registro de datos

A través de este instrumento se obtuvieron datos exactos de las variables evaluadas en cada tratamiento, los cuales se registraron en un libro de campo con el rigor requerido, esto permitió un manejo apropiado de los mismos.

10.3.3. Tabulación de datos

Este proceso permitió realizar un análisis exhaustivo de los recopilados en cada variable en estudio. La actividad se realizó con el empleo del programa de “Infostad” lo que permitió conocer los resultados de las variables determinadas en esta investigación.

10.4. Elementos Meteorológicos

Las condiciones meteorológicas de la zona de estudio se presentan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 7. Condiciones agro-meteorológicas del Cantón La Maná

| Parámetros | Promedios |
|---------------------------------|------------------|
| Altitud (m.s.n.m) | 223 |
| Temperatura promedio anual (°C) | 24 |
| Humedad relativa (%) | 88 |
| Heliófila (horas/luz/año) | 570,3 |
| Precipitación (mm/año) | 2761,0 |
| Textura | Franco Arenoso |

Fuente: (INAMHI, 2016).

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

10.5. Materiales y equipos

10.5.1. Características del material vegetativo

10.5.1.1. Genotipo de maíz NB-7443

Es un híbrido doble, de excelente calidad de grano, se adapta fácilmente a zonas secas del litoral ecuatoriano, con mazorcas uniformes y excelente cierre de punta. Es resistente al acame tanto de raíz como de tallo, de bajos requerimientos nutricionales, sobre todo de microelementos es uno de los genotipos más cultivados en las zonas maiceras del país, el vulgarmente conocido como maíz trueno (Zamora y Recalde, 2017).

Tabla 8. Características técnicas del genotipo NB-7443.

| Parámetros | Características |
|--------------------------|-------------------------|
| Clase | Híbrido doble |
| Emisión de mazorcas | 54-56 días |
| Altura de planta | 2,45 m |
| Inserción de mazorca | 1.10 m |
| Forma de mazorca | Cónica |
| Plagas y enfermedades | Altamente tolerable |
| Relación tuza/grano | 80 % Grano - 20 % tuza. |
| Potencial de rendimiento | 11.00 – 11.80 Ton/ha. |

Fuente: (Zamora y Recalde, 2017).

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

10.5.2. Características de los fertilizantes

10.5.2.1. Pollinaza

Abono orgánico proveniente de pollinaza seleccionada de granjas certificadas completamente libre de patógenos. Alto contenido de materia orgánica lo que aporta un 50% de las necesidades del cultivo. Posee una certificación orgánica para Ecuador, Estados Unidos y la Unión Europea (INDIA, 2017).

Tabla 9. Contenido de la Pollinaza

| Elementos | Porcentaje |
|----------------------|------------|
| Materia orgánica | 50 |
| Fósforo asimilable | 3 |
| Nitrógeno asimilable | 2 |
| Potasio soluble | 3 |
| Calcio | 1 |
| Magnesio | 0,8 |
| Azufre | 0,6 |

Fuente: INDIA, 2017

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

10.5.2.2. Biocompost

Abono maduro obtenido de compostaje de residuos orgánicos, vegetales y animales, el cual está libre de patógenos y es rico en microorganismos benéficos (INDIA, 2017).

Tabla 10. Composición química del Biocompost

| Componentes | Porcentaje |
|--------------------|-------------------|
| Materia orgánica | 43-45 |
| Nitrógeno | 2,05-2,46 |
| Fósforo | 1,83-2,25 |
| Potasio | 1,23-1,48 |
| Calcio | 2,23-2,75 |
| Magnesio | 0,56-0,67 |
| Zinc | 228-274 ppm |
| Cobre | 254-305 ppm |
| Manganeso | 400- 480 ppm |

Fuente: INDIA (2017)

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

10.5.2.3. Fertilización química

Fertilizante de características granuladas y completo que se considera una fuente óptima de los tres macronutrientes primarios al contener un buen porcentaje de fósforo y potasio mejora la calidad de los cultivos, recomendado para suelos de origen calcáreos y suelos alcalinos (Empresa de Insumos Agrícolas, Pecuarios y Acuícola en Ecuador [AGRIPAC], 2022).

Tabla 11. Fertilizante químico utilizado

| Composición | Cantidad (%) |
|--|---------------------|
| Nitrógeno | 8 |
| Fósforo (P ₂ O ₅) | 20 |
| Potasio (K ₂ O) | 20 |

Fuente: Agripac (2022).

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

10.6. Otros materiales o equipos

En la siguiente tabla se muestran otros materiales utilizados en la investigación:

Tabla 12. Materiales o equipos a utilizar en la presente investigación

| Materiales | Unidad | Equipo | Unidad |
|----------------------|---------------|-----------------|---------------|
| Machete | 2 | Balanza gramera | 1 |
| Flexómetro | 1 | Computadora | 1 |
| Cintas métricas | 1 | Impresora | 1 |
| Semilla de maíz | 2 kg | Balanza digital | 1 |
| Insecticida orgánico | 0,5 l | Cámara celular | 1 |
| Fungicida Orgánico | 0,5 l | | |
| Libreta de campo | 1 | | |
| Clavos | 1 lb | | |
| Caña Guadua | 5 | | |

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

10.7. Tratamientos

Los tratamientos utilizados en la presente investigación se establecieron de la siguiente forma:

Tabla 13. Tratamientos en estudio.

| Tratamientos | Característica | Código |
|---------------------|-----------------------------|---------------|
| T0 | Testigo | T0 |
| T1 | NPK 8-20-20 (3.51 g/planta) | NPK |
| T2 | Pollinaza (468 g/planta) | PO |
| T3 | Biocompost (468 g/planta) | BC |

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

En la siguiente tabla se presentan el esquema del experimento para el cultivo de maíz en donde se utilizaron 4 tratamientos con 75 plantas por cada parcela, con 5 repeticiones, para un total de 1500 plantadas.

Tabla 14. Esquema del experimento

| Tratamientos | Repeticiones | U.E | Total |
|---------------------|---------------------|------------|--------------|
| T0 | 5 | 75 | 375 |
| T1 | 5 | 75 | 375 |
| T2 | 5 | 75 | 375 |
| T3 | 5 | 75 | 375 |
| TOTAL | | | 1500 |

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

10.8. Diseño experimental

Se empleó en el presente estudio un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Se realizó un análisis de varianza para determinar las diferencias estadísticas entre los tratamientos y cuando las medias presenten diferencias se

aplicó Tukey al 5% de probabilidad. Los cálculos estadísticos se realizaron con la ayuda del programa Infostat para Windows.

10.9. Análisis de varianza

Tabla 15. Análisis de varianza

| Fuentes de variación | | Grados de libertad |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|
| Repeticiones (Bloques) | (r-1) | 4 |
| Tratamiento | (t-1) | 3 |
| Error experimental | (r-1)(t-1) | 12 |
| Total | (t.r-1) | 19 |

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

10.10. Análisis estadístico

Se empleó el software estadístico Infostat para Windows, se aplicó la dócima de rangos múltiples Tukey al 5% de probabilidad estadística.

10.11. Manejo del ensayo

10.11.1. Análisis de suelo

A fin de recolectar el muestreo del terreno para el análisis de suelo, se tomaron 5 sub muestras seleccionados al azar a 20 cm de profundidad, posteriormente se colocaron en una funda plástica mezclando y procediendo a pesar 1 kg de suelo como muestra a enviar al laboratorio de análisis de Aguas y suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria (INIAP) ubicado en la ciudad de Quevedo, en el sector Km 5 vía el Empalme – casilla 24, una vez que se obtuvo los resultados se realizó una interpretación cualitativa de los mismos, para el cálculo de materia orgánica y fertilización química requerida por el cultivo.

Lo análisis de suelo reflejaron bajos valores de nitrógeno y fósforo, presentándose el potasio con valores medios y la materia orgánica de igual forma con valores medios, como se puede apreciar en el Anexo 7.

10.11.2. Diseño de parcelas, preparación del terreno y siembra

Se reconoció en primer lugar el sitio donde se llevó a cabo el trabajo de investigación, luego se procedió con la limpieza, medición, delimitación del área.

Para la aplicación de materia orgánica se tomó en cuenta los resultados del análisis de suelo, conociendo que el área total es de 263.52m² (largo 14.40m y ancho 18.30m), se calculó el peso total del suelo que fue: 39000 kg/ha, mediante la aplicación de la fórmula se elevó a 5% de materia orgánica, donde el resultado fue la aplicación de 468 g/planta; mientras que para la fertilización inorgánica tomando en cuenta un NPK 8-20-20, se obtuvo una aplicación de 3.51 g/planta.

Las parcelas diseñadas fueron de 3x3 m, con una distancia entre plantas de 20 cm, distancia entre hileras de 70 cm con total de 1500 plantas en toda el área de estudio.

En las camas o parcelas previamente establecidas se efectuó la siembra de las semillas con una profundidad de 3 cm y con una distancia de 20 cm entre planta y 70 cm entre hilera, la siembra se realizó de forma manual. Se utilizó semillas de calidad certificadas con un alto porcentaje de germinación y que se adaptan mejor en la zona de estudio que fue el híbrido doble de maíz conocido como NB-7443.

Tabla 16. Características de las parcelas experimentales sobre la investigación

| Características de la parcela experimental | |
|---|-----------------------|
| Área de cada unidad experimental | 3m x3m |
| Área total del ensayo | 263,52 m ² |
| Largo | 18,30 m |
| Ancho | 14,40 m |
| Número de hileras | 25 |
| Profundidad de siembra | 3 cm |
| Distancia entre camas | 80 cm |
| Distancia entre plantas | 20 cm |
| Distancia entre hileras | 70 cm |
| Plantas ha ⁻¹ | 56921,67 |
| Número plantas en el área de estudio | 1500 |
| Número plantas por cama | 75 |
| Total de camas | 20 |

Elaborado por: Armijo & Umajinga (2023)

10.11.3. Aplicación de fertilizantes

Según el análisis de suelo se procedió a calcular la cantidad de materia orgánica a aplicar siendo este el tratamiento de fertilización orgánica quedando una cantidad de 468 g/ planta para lograr subir de un porcentaje de materia orgánica de 3,7% según análisis de suelo hasta el 5% que es el idóneo para el cultivo de maíz. Mientras que el fertilizante químico se calculó un plan de fertilización y se aplicó 117,14 Kg/ha o 3.51 g/planta de un fertilizante a base de N-P-K (8-20-20).

10.11.4. Labores culturales

10.11.4.1. Control de malezas

Se realizó un control manual, para la maleza se realizó diferentes labores para mantener un buen cultivo tales como la eliminación de malas hierbas con la ayuda de un azadón y un machete, teniendo cuidado siempre de no dañar ninguna planta del cultivo, también se realizó la eliminación de elementos que obstruyeron a la luminosidad para el cultivo, tales como ramas de otros árboles cercanos. El mantenimiento se realizó cada cierto período de tiempo, según se percibía la aparición de nuevas malezas o algún otro factor.

10.11.4.2. Control fitosanitario y riego

Una vez establecido el cultivo se realizaron monitoreos frecuentes con la finalidad de observar la incidencia de algún tipo de plaga o enfermedad que pudieran afectar al cultivo, el riego se realizó manualmente debido a la extensión de terreno, con el propósito de tener un buen desarrollo y un adecuado número de hojas formadas para evitar el ataque de plagas y enfermedades. En el experimento se tuvo presente el gusano cogollero por lo que se procedió a realizar un control fitosanitario del mismo con un producto agroquímico a base de alfacipermetrina + teflubenzuron aplicando a dosis 20ml/20lt mensualmente durante todo el experimento para controlar este problema.

10.12. Variables evaluadas

10.12.1. Altura de planta (cm)

Esta variable se evaluó a los 30, 45 y 60 días de establecido el cultivo, con la ayuda de un flexómetro se midió desde la base sobre la superficie del suelo hasta el ápice de la hoja en posición vertical. Se registró los datos de altura en centímetros (cm).

10.12.2. Número de hojas

El número de hojas se evaluaron a los 30, 45 y 60 días. Se realizó en 9 plantas al azar por tratamiento, se contaron las hojas por encima y debajo de la mazorca, si es que ya existieron, caso contrario hojas verdaderas.

10.12.3. Inserción de la mazorca

Se midió desde el nivel del suelo hasta la inserción de la mazorca, 60 días después de efectuada la siembra en nueve plantas de forma aleatoria, en los tratamientos, posteriormente se obtuvo una media.

10.12.4. Longitud del choclo

Esta variable se midió después de la cosecha, para aquello se tomó 9 mazorcas por unidad experimental, el cual se midió desde la base hasta la punta de la mazorca.

10.12.5. Peso de mazorcas por planta

Se pesaron las mazorcas que se encontraron en estado choclo a los 75 días después de la siembra.

10.12.6. Diámetro de la mazorca

Esta variable se midió después de la cosecha, para aquello se tomó 9 mazorcas por unidad experimental, el cual se midió rodeando la mazorca con un pie de rey.

10.12.7. Rendimiento (kg ha⁻¹)

Para considerar el registro de esta variable se tomó en cuenta el peso de la mazorca extraído de cada parcela y cada tratamiento respectivamente, y de esa forma transformar su valor en kg/ha.

10.13. Análisis costo-beneficio

La determinación de los ingresos y beneficios en cada uno de los tratamientos evaluados se tuvo en cuenta el precio actual del mercado al instante de cosechar, así como los rendimientos indicados en cajas producidas, para esto se estimó: a. Ingreso bruto por tratamiento, este rubro se logró al multiplicar la producción obtenida por el valor comercial de la venta, utilizando la fórmula descrita a continuación:

$$\mathbf{IB = Y * PY}$$

Donde:

IB= ingreso bruto

Y= producto

PY= precio del producto

b. Costos totales por tratamiento (CT)

En este caso se consideró cada uno de los valores invertidos para desarrollar las diferentes actividades e insumos utilizados, estos se identificaron y sumaron en cada uno de los tratamientos.

c. Beneficio neto (BN)

Se determinó por la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales de cada tratamiento, utilizando la fórmula:

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

Donde:

BN = beneficio neto

IB = ingreso bruto

CT = costos totales

d. Relación costo beneficio (C/B)

La relación costo beneficio se determinó a través de la división entre el beneficio neto y los costos totales por tratamiento. Se empleó la fórmula:

$$\mathbf{C/B = BN/CT}$$

Donde:

BN = beneficio neto

CT = costos totales por tratamiento

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Altura de la planta

En la tabla 17 se puede evidenciar los resultados de la variable morfológica altura de la planta a los 30 días mostró al control con el valor más bajo (35,89 cm) con diferencias respecto a los restantes tratamientos en estudio. Así, T1 y T3 no difieren entre ellos, y T2 aparece como el mayor valor, diferenciándose del resto. A los 45 días se apreciaron diferencias entre los tratamientos con el tratamiento control, la mayor altura la alcanzó T2 con 79,07 cm y la menor el testigo o control. La edad de 60 días reflejó diferencias entre todos los tratamientos la mayor altura se observó para T3 (201,89 cm), y la menor para el testigo.

Resultados similares obtuvieron Cardona *et al.* (2021) al evaluar la altura de la planta con fertilizantes orgánicos, reflejando en todo momento que el valor más bajo lo alcanzó el testigo (30,05cm), como ocurrió en esta investigación. Este autor al aplicar los tratamientos con fertilización orgánica obtuvo alturas de hasta 95 cm. Otro estudio refiere que la aplicación de fertilizante orgánica también reflejó buenos resultados cuando se evaluó la altura de maíz (Martínez *et al.* 2018) similar a lo ocurrido en este trabajo. Una investigación de Díaz *et al.* (2022) notificó resultados menores a los de esta investigación en lo que altura de la planta (163 cm), y otros indicadores evaluados, dado entre otros aspectos por la extensión de la investigación a edades más avanzadas de edad de la planta, además de las condiciones climáticas diferentes.

Tabla 17. Altura de la planta a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación de la fertilización química y orgánica en maíz (*Zea mays*) en el Cantón La Maná

| Tratamientos | Altura de la planta (cm) | | |
|---------------|--------------------------|--------------|-------------|
| | 30 días | 45 días | 60 días |
| Testigo | 35,89 a | 57,77 b | 155,27 b |
| T1 NPK | 44,98 a | 77,51 a | 201,16 a |
| T2 POLLINAZA | 50,73 a | 79,07 a | 198,80 a |
| T3 BIOCOPPOST | 40,18 a | 69,14 a | 201,89 a |
| CV (%) | 6,56 | 17,77 | 9,97 |

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

11.2. Número de hojas

En la tabla 18 se puede apreciar que el número de hojas a los 60 días se apreció la mayor cantidad en T1 y T2, sin diferencias significativas entre ellos, y si con los restantes. La menor cantidad apareció para el control (10,67). A los 45 días se observó un comportamiento similar

al mostrar diferencias entre todos los tratamientos evaluados. Aunque, se debe destacar que en este indicador el mayor valor lo alcanzó T1 con 6,97 unidades. Para la última edad en estudio el tratamiento de mayor cantidad de hojas fue T1 (8,11) y el menor el testigo. Se apreciaron diferencias entre todos los tratamientos.

Un estudio en maíz híbrido notificó que se apreciaron diferencias significativas en cuanto al número de hojas, en favor de la fertilización orgánica, similar a lo ocurrido en esta investigación (Barrera *et al.*, 2017). Así, Urrutia (2019) obtuvo resultados similares a los de este trabajo a los 60 días. Este autor notificó valores entre 10 y 12 hojas, al evaluar estimulantes Trihormonales en el cultivo del maíz variedad Chingasino para rendimiento de choclo.

Tabla 18. Número de hojas a los 30, 45 y 60 días, en la evaluación de la fertilización química y orgánica en maíz (*Zea mays*) en el Cantón La Maná

| Tratamientos | Número de hojas (u) | | |
|----------------|---------------------|-------------|-------------|
| | 30 días | 45 días | 60 días |
| Testigo | 6,35 d | 7,11 d | 10,67 c |
| T1 NPK | 6,97 a | 8,11 a | 12,07 a |
| T2 POLLINAZA | 6,80 b | 8,00 b | 12,00 a |
| T3 BIODCOMPOST | 6,64 c | 7,77 c | 11,84 b |
| CV (%) | 8,45 | 9,23 | 9,76 |

Letras desiguales en una misma columna difieren para $P \leq 0,05$

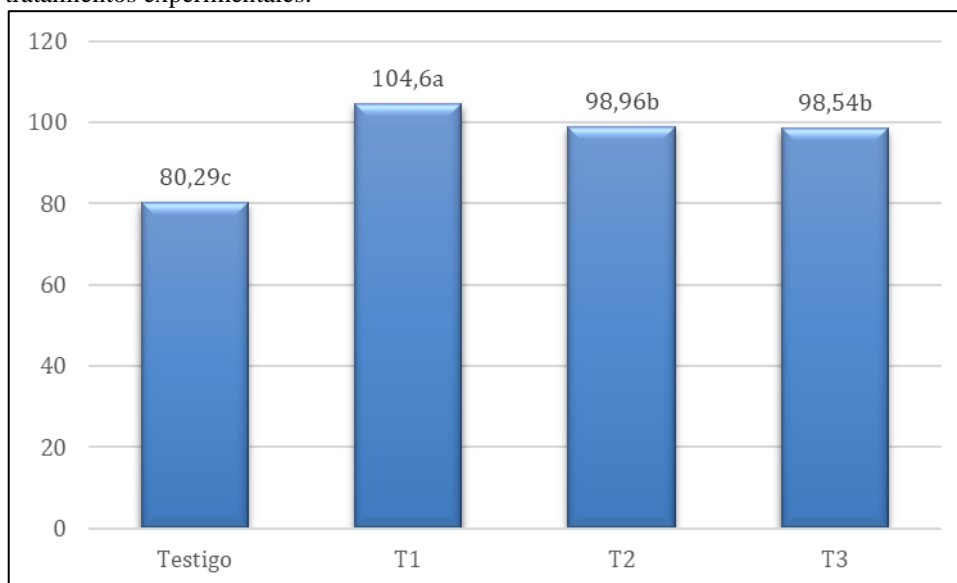
Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

11.3. Inserción de la mazorca

Por su parte, la inserción de la mazorca de la figura uno, mostró el mayor valor para el tratamiento uno (104,6 cm) con diferencias significativas respecto a los restantes. Así, se pudo apreciar que no se mostraron diferencias entre T2 y T3, y el valor más bajo apareció para el testigo o control, el cual reflejó diferencias con todos los tratamientos evaluados en la investigación. Resultados similares reportó Fernández (2015) al estudiar la inserción de la mazorca en híbridos del maíz. Este autor notificó valores superiores a 100 cm, solo que en su estudio se emplearon fertilizantes nitrogenados, lo que sin duda les da mayor importancia a los resultados de este trabajo.

Los resultados anteriores reflejan la importancia del empleo de la fertilización orgánica en cultivos como el maíz, así aprovechar los residuos de cosechas y otros orgánicos, ofrece cada día mayor importancia como reciclaje racional de nutrientes, esto sin duda favorece el crecimiento vegetal y reintegran al suelo los nutrimentos extraídos durante el crecimiento, desarrollo y proceso de producción de especies como el maíz u otro cereal (Zhao *et al.*, 2014).

Figura 1. Inserción de la mazorca expresada en centímetros a los 60 días según tratamientos experimentales.



Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

11.4. Indicadores morfológicos de la mazorca

En la tabla 20 los indicadores morfológicos de la mazorca reflejaron que para el caso del diámetro de la mazorca no se apreció diferencias significativas entre los tratamientos uno y tres, los cuales reflejaron los mayores valores. Así, el testigo mostró el diámetro más pequeño con 3,42, y diferencias significativas respecto a los restantes tratamientos. Destacar que el segundo tratamiento difiere del resto.

En la tabla 19 la longitud de la mazorca reveló que los tratamientos uno, dos y tres no difieren entre ellos y aparecen los mayores valores. La menor longitud se mostró para el testigo con 14,95 cm. En lo referente al peso de la mazorca ocurrió algo similar, el control expresó el menor peso con 91,71g, los tratamientos dos y tres no difieren entre ellos, así sucedió igual para uno y dos.

Los resultados antes expuestos son ligeramente inferiores a los reportados por González *et al.*, (2018), estos autores observaron longitudes entre 18 y 19 cm, en un estudio de estas características en híbridos de maíz, señalando que estas variedades son de altos rendimientos y calidad de su fruto y forraje, esto los hace grandes candidatos para su producción. Para el diámetro de la mazorca reflejó un trabajo de Díaz *et al.* (2022) estos autores observaron valores de 3,66 y 3,98 cm para dos de los tratamientos evaluados por ellos, similares a los reportados en algunos tratamientos de esta investigación.

Otro trabajo Guacho (2014), relacionó resultados similares a los de esta investigación en lo referente a la longitud de la mazorca. Este autor obtuvo longitudes de mazorca cercanas a 17, aunque los diámetros fueron superiores los de esta investigación, y pesos similares. Diferentes investigaciones exponen aumento en la reserva de nutrientes cuando se emplean fertilizantes como estiércoles compostados, gallinaza, lombricompost, entre otros (Galindo 2012). Así, otro estudio enfatizó que al emplear fertilizantes orgánicos en el suelo empleados para cultivos, estos brindan beneficios sobre todo en aquellos que son de pH bajos (Gómez y Tovar 2008).

Para el peso de la mazorca un trabajo de Díaz *et al.* (2009), reflejó resultados muy cercanos a los encontrados en este trabajo (133.35g para pollinaza). Estos autores observaron valores de 136 g del peso de la mazorca al evaluar cinco híbridos de maíz en dos localidades de la provincia de los Ríos.

Tabla 19. Indicadores morfológicos de la mazorca y peso de la mazorca a los 75 días, en la evaluación de la fertilización química y orgánica en maíz (*Zea mays*) en el Cantón La Maná

| Tratamientos | Diámetro de la mazorca (cm) | Longitud de la mazorca (cm) | Peso de la mazorca (g) |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Testigo | 3,42 c | 14,95 b | 91,71 c |
| T1 NPK | 4,10 a | 17,28 a | 131,27 b |
| T2 POLLINAZA | 3,96 b | 17,04 a | 133,31 ab |
| T3 BIOCOPPOST | 4,05 a | 17,70 a | 135,00 a |
| CV (%) | 5,61 | 8,23 | 9,54 |

Letras desiguales en una misma columna difieren para $P \leq 0,05$

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

11.5. Rendimiento (kg/ha)

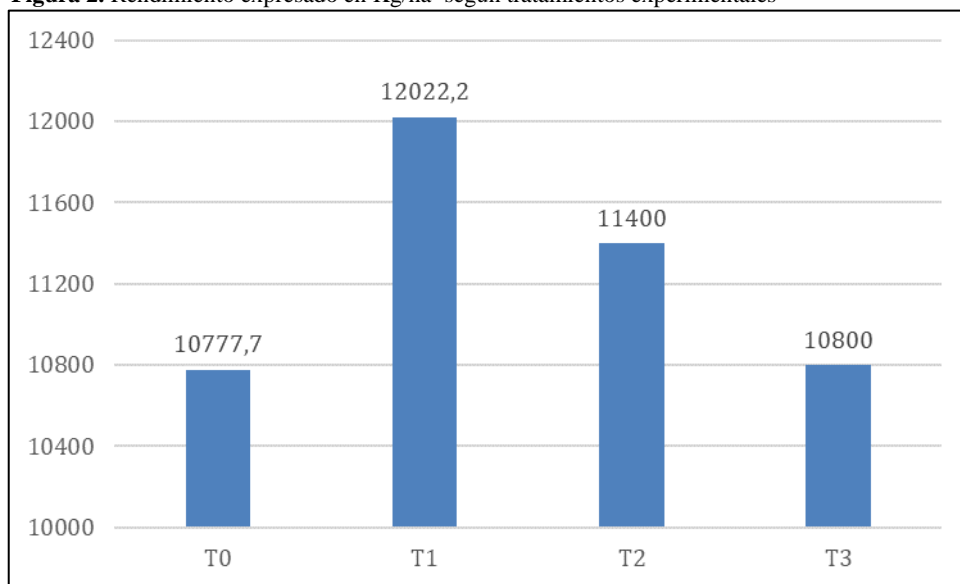
En la figura dos el rendimiento en kilogramos por hectáreas demostró que no existen diferencias significativas para $p \leq 0,05$ entre los tratamientos, aunque se observó un valor de 12 022,2 Kg/ha¹ para el tratamiento químico y 10 777,7 para el control. Los análisis estadísticos arrojaron un coeficiente de variación de 12,43% para esta variable.

Resultados inferiores notificó Chaveli (2019), estos autores reportaron valores 3500 Kg/ha⁻¹ al aplicar diferentes dosis de fertilizantes orgánicos, entre los que resaltaron estiércol vacuno y cachaza. Como se puede apreciar los resultados de esta investigación superan tres veces los antes descritos, esto puede deber a la dosis aplicada, así como a las diferentes condiciones climáticas y de manejo a que fueron sometidos los experimentos. Así, la literatura refiere que la presencia de gallinaza, biocompost y otros biofertilizantes, son de gran importancia para los cultivos, ya que ejerce la movilización de almidones y azúcares en los vegetales, significativos

para conservar el estado y equilibrio nutricional en las plantas, beneficiando la tolerancia al ataque de insectos plaga y enfermedades, lo que permite tener rendimientos adecuados (Restrepo, 2007).

Otro estudio en maíz con la aplicación de micorriza, reflejó rendimientos inferiores a los de esta investigación. Así, Pérez y Álvarez (2021), notificaron rendimientos entre 6000 y 7000 Kg/ha¹. Estos autores refieren que la utilización de biofertilizantes, así como microorganismos en los cultivos permiten que la planta absorba nutrientes que repercuten en el incremento de la planta.

Figura 2. Rendimiento expresado en Kg/ha¹ según tratamientos experimentales



Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

11.6. Análisis de costo / beneficio de producción

En la tabla 21 se detalla el respectivo análisis económico de cada uno de los tratamientos de la investigación. Los tratamientos que mayores gastos presentaron fueron el biocompost y la pollinaza, con los respectivos valores de \$46,1 y \$40,5, siendo valores de costos muy elevados a diferencia del tratamiento químico NPK con \$17,5 de costo.

En cuanto a los ingresos, el NPK es el que mayores ingresos generó debido a su bajo gasto en lo que respecta al producto el cual es un factor importante en la relación costo beneficio dando como mayor beneficio neto el NPK con 42,5, cabe mencionar que todos los tratamientos obtuvieron una relación costo/beneficio positivo, pero es muy destacable el tratamiento químico obteniendo 2,42 de beneficio/costo, siendo el más recomendable para la economía de los agricultores.

Tabla 20. Análisis de costo de la producción

| Tratamientos | Sacos recolectados | Precio \$ | IB \$ | CT \$ | BN \$ | C/B | Rentabilidad (%) |
|---------------------|---------------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|------------|-------------------------|
| Testigo | 0,7 | 20 | 14 | 12,50 | 1,5 | 0,12 | 12 |
| NPK 8-20-20 | 3 | 20 | 60 | 17,50 | 42,5 | 2,42 | 242 |
| Pollinaza | 3 | 20 | 60 | 40,5 | 19,5 | 0,48 | 48 |
| Biocompost | 2,5 | 20 | 50 | 46,1 | 3,9 | 0,08 | 8 |

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023)

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS).

12.1. Técnicos

En el desarrollo de este proyecto se generaron impactos técnicos de gran valor en el campo agronómico, debido a que los resultados reiteraron el efecto del uso de una fertilización orgánica para el cultivo y manejo de maíz en el Cantón La Maná, siendo esto una alternativa agroecológica debido al manejo sustentable que se le está dando a los suelos, y sobre todo la motivación a la gente mediante capacitaciones técnicas del tema.

12.2. Social

El impacto social que generó el presente trabajo fue positivo, debido a que en la actualidad la relación productor-consumidor está afectada debido a los incrementos de precios en los fertilizantes químicos y baja de precio del maíz a causa de la situación y crisis mundial. con estos resultados se pretende volver a esa producción agroecológica que permitan mantener esas relaciones interpersonales.

12.3. Ambientales

Los abonos orgánicos provienen de la descomposición de residuos que anteriormente eran desechados directamente al ambiente, por lo que este proceso de brindarle valor agregado a estos abonos que son usados en cultivos, es una alternativa ecológica que genera un mejor manejo fitosanitario y sin aplicación de agroquímicos que en ocasiones el exceso causa daños a los cultivos y a los seres humanos que ahí habitan, alterando también la flora y fauna.

12.4. Económicos

Con los rendimientos obtenidos se pudo determinar que la aplicación de abonos orgánicos está muy de cerca a los valores obtenidos con una producción nitrogenada, por lo que al hablar de economía sería de forma positiva para los agricultores que implementen este tipo de

fertilización, teniendo en cuenta que se puede hablar de un maíz orgánicamente cultivado lo que incrementaría el mercado internacional y por ende los ingresos.

13. PRESUPUESTO

Los recursos económicos requeridos para el desarrollo del presente ensayo fueron exclusivos de los tesisistas y en la tabla a continuación se detallan los valores:

Tabla 21. Presupuesto

| Descripción | Cantidad | Costo Unitario | Costo total |
|--------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Semillas de maíz | 2 lb | \$3 | \$6 |
| Análisis de suelo | 1 | \$31 | \$31 |
| NPK | 10 lb | \$0,5 | \$5 |
| Pollinaza | 8 sacos | \$3,50 | \$28 |
| Biocompost | 8 sacos | \$4,2 | \$33,6 |
| Insecticida | 2 | \$5 | \$10 |
| Fungicida | 1 | \$2 | \$2 |
| Metro | 1 | \$2 | \$1 |
| Subtotal | | \$46,2 | \$116,6 |
| Imprevistos (5%) | | \$2,31 | \$5,83 |
| Total | | \$48,51 | \$122,43 |

Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023).

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- La fertilización orgánica benefició el desarrollo del maíz sobre todo para los componentes morfológicos fundamentalmente con incremento de la altura de la planta, al emplear la pollinaza y el biocompost. Lo que brindó gran importancia al empleo de la fertilización orgánica.
- Para la inserción de la mazorca y el rendimiento por hectárea se apreció mejor comportamiento cuando se utilizó la fertilización orgánica. El rendimiento en toneladas por hectáreas demostró el mayor valor para el tratamiento con la fertilización nitrogenada (T1), con diferencias significativas respecto al resto. Sin embargo, el segundo mejor resultado lo mostró la inclusión de pollinaza como abono, lo que resalta la importancia de aplicar fertilización orgánica en especies como el maíz
- Se realizó el análisis económico del mejor tratamiento a la fertilización química y orgánica en el cultivo de maíz, en el cual el producir con NPK implica un gasto de \$17,50 y un beneficio neto de \$42,50.
- Se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa debido a que la respuesta del cultivo de maíz en estado de choclo si difiere en los dos tipos de fertilizaciones, siendo la química la que dio mejor respuesta en el ensayo propuesto.

14.2. Recomendaciones

- Emplear los dos tipos de fertilizaciones tanto química y orgánica hasta etapas fenológicas finales de maíz para la determinación de su respuesta agronómica en la zona de estudio.
- Realizar análisis bromatológicos de la mazorca de choclo para la determinación del efecto de los dos tipos de fertilizaciones en el ámbito nutricional del grano.
- Realizar análisis físico-químicos y microbiológicos después de haber terminado la investigación para comprobar el estado final del suelo, para comprobar ambientalmente si el rendimiento generado por el tratamiento químico compensa el estado del suelo.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Agripac. (2022). Plan Maíz.: <http://www.agripac.com.ec>
- Aguilar, C., Salvador, J., Aguilar, I. & Perez, A. (2017). Crecimiento, rendimiento y rentabilidad del maíz VS-535 en función del biofertilizante y nitrógeno. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(12), 475–483.<http://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/1001/1/1000-873-A.pdf>.
- Álvarez-Solís, J. D., D. A. Gómez-Velasco, N. S. León-Martínez & F. A. Gutiérrez-Miceli. (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia* 44(5), 575-586.
- Andrades, M. & Martínez, M. E. (2014). Fertilidad del suelo y parámetros que la definen. 3 ra. edición. Universidad de la Rioja. Servicio de publicaciones. ISBN 978-84-695-9286-1. 4 p.
- Arteaga, V., & Hidalgo, E. (2013). Evaluación del efecto de la aplicación de dos abonos orgánicos y un fertilizante químico en dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en la zona de Canchaguano, Carchi.
- Ávalos de la Cruz, M. A., V. U. Figueroa, H. J. L. García, V. C. Vázquez, R. M. A. Gallegos & C. I. Orona. (2018). Bioinoculantes y abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero. *Nova Scientia* 10(20): 170-189. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i20.1285>.
- Barandiarán, M.A. (2020). Manual Técnico del cultivo de maíz amarillo duro. Instituto Nacional de Innovación Agraria –INIA. <https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1643>.
- Barrer, S. E. (2009). El uso de hongos micorrizicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7 (1), 124–132.
- Barrera, J L., Cabrales-Herrera, E M. & Sáenz-Narváez, E.P. (2017). Respuesta del maíz híbrido 4028 a la aplicación de enmiendas orgánicas en un suelo de Córdoba - Colombia. *ORINOQUIA*, 21(2), 38-45. <https://doi.org/10.22579/20112629.416>
- Barrios, M. & D. Pérez. (2018). Efecto de la aplicación continua de estiércol bovino sobre el crecimiento y producción de maíz y características químicas del suelo. *Bioagro* 30(2), 117-124.
- Bartolini, R. (1990). “El Maíz”. Segunda Edición. Editorial Mundi Prensa. Madrid-España. 15-20..

- Beltrán, V. H. (2015). “Evaluación de dos Distancias de siembra y tres niveles de fertilización con N, P, K, en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)”. Riobamba, Ecuador.
- Beltrán, F.A., García-Hernández, J.L., Ruiz-Espinoza, F.H., Fenech-Larios, L. Murillo-Amador, B., Palacios, A. & Troyo-Diéguez, E. (2009). Nutritional potential of red dolichos, brown dolichos and cowpea for green manure produced under three tillage Systems. *Trop. Subtrop. Agroecosystems*, 10, 487-495.
- Bloemen. (2022). Fertilizantes Sustentables. Biocompost. Ficha Técnica. <http://www.bloemen.com.ar>.
- Borges, J. A., M. Barrios, A. Chávez & R. Avendaño. (2014). Efecto de la fertilización foliar con humus líquido de lombriz durante el aviveramiento de la morera (*Morus alba* L.). *Bioagro* 26(3), 159-164.
- Caballero, J. (2014). El género *Azospirillum*. Programa de Ecología Molecular y Microbiana, Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno. México: UNAM.
- Cabrera, A. (2020). Manual Técnico del Cultivo de Maíz Amarillo Duro.
- Cabrerizo, C. (2012). “El maíz en la alimentación Humana”. Disponible en: www.infoagro.com.
- Carcaño, M.G., Mascarúa-Esparza, M.A. & López Reyes, L. (2003). Producción y comercialización de inoculantes bacterianos en México. García Calderón, N.E., et al., *Suelos: un enfoque holístico para su manejo y conservación*. España: BUAP, UNAM, CSIC-ESPAÑA.
- Cardona, Tatiana, Escobar, A., Ramírez, Liliana, & Rivera, F., (2021). Efecto de diferentes tipos de fertilizantes en el crecimiento del maíz criollo, Capachi morado, en el municipio de Andes, Antioquia. *Temas Agrarios* 26(2), 140-151 <https://doi.org/10.21897/rta.v26i2.2847>.
- Castro, M., (2017). Rendimientos de maíz duro seco en invierno 2017. Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información. Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura y Ganadería., 10 p. Quito, Ecuador. Disponible en: http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/rendimiento_maiz_duro_seco_invierno2017.pdf
- Cedeño S., F., Cargua, Ch. J., Cedeño, D., Mendoza, V., López, A. & Cedeño, A. (2018). Aplicación foliar de micronutrientes y fitorreguladores como complemento de la fertilización edáfica en maíz amarillo duro. *La Técnica* 19(1), 19-30.

- Cepeda, G. M. C. (2019). Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 11(1).
- Chaqui, C. (2013). Formación de una variedad experimental de maíz amarillo suave (*Zea mays* L.) tipo “mishca” a partir de medios hermanos y hermanos completos. Tumbaco, Pichincha. UCE.
- Chatanaxi, M. (2016). Respuesta del cultivo de maíz dulce var. Bandit a la aplicación de niveles de calcio, boro y azufre bajo invernadero. Quito.
- Chaveli Chávez, P. (2019). Fertilización organomineral en el manejo sostenible de tierras cultivadas con maíz (*Zea mays* L.). *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 116-122. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>.
- Díaz, G., Sabando, F., Zambrano, S. & Vásquez, G. (2009). Evaluación productiva y calidad del grano de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en dos localidades de la provincia de los Ríos. *Ciencia y Tecnología*. 2(1), 15-23.
- Díaz, P., Melendez, H., Cabrejo, Cynthia & Valdé, Ofelia. (2022). Response of maize (*Zea mays* L.) to foliar application of liquid organic fertilizers. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*. 38(2), 144-153. <https://www.scielo.cl/pdf/chjaasc/v38n2/0719-3890-chjaasc-38-02-144.pdf>
- Diaz-Chuquizuta, P. & Valdés-Rodríguez, O. (2020). Crecimiento de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en respuesta a extractos vegetales. *Agrociencia*, 54(5), 673–681. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v54i5.2124>
- Cuanalo de la C., H.E. & Uicab-Covoh, R.A. (2005). Investigación Participativa en la Milpa Sin Quema. *TERRA Latinoamericana*, 23, 587-597.
- Da Silva, J.W, N. Da Silva-Dias, M. A. Moreno-Pizani, K. Fortunato de Paiva, J. L. Araujo-Rocha, E. B. Gonçalves-Araújo, & C. Dos Santos-Fernandes. (2019). Growth and mineral composition of the melon with different doses of phosphorus and organic matter. *DYNA* 86(211), 363-368.
- Darquea W., Alemán R. & Dominguez J. (2018). Respuesta de un genotipo local de maíz (*Zea Mays* L.) de la Amazonía ecuatoriana a diferentes densidades de población. *Memorias del Primer Congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la producción agropecuaria sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*. 151-153. ISBN 978-9942-35-604-8.

- Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario. (2020). Manual técnico del cultivo de maíz amarillo duro. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. Lima, Perú. Disponible en: <http://pgc-snia.inia.gob.pe:8080/jspui/handle/inia/1057>.
- Deras, F. H. (2012). Guía Técnica. El cultivo del Maíz. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova” (CENTA). Programa Granos Básicos. El Salvador.
- Deras Flores, H. (2020). Guía técnica: el cultivo de maíz. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>. 17 p.
- Diaz-Chuquizuta, P. & Valdés-Rodríguez, O. (2020). Crecimiento de plántulas de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en respuesta a extractos vegetales. *Agrociencia*, 54(5), 673–681. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v54i5.2124>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2012). Mejoramiento de Maíz con objetivos especiales: www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s21.com.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2020). FAOSTAT Statistical Database: Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia.: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>.
- Fernández, W. (2015). Efecto de la aplicación de nitrógeno, magnesio, y azufre en tres híbridos de maíz (*zea mays* L.) en el cantón Ventanas, provincia de Los Ríos. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil. Ecuador.
- Flores, M., & Muñoz, A. (2010). Evaluación de urea extraída a partir de orina de conejo como fertilizante en semillas de trigo.
- Fortis-Hernández, M., Leos-Rodríguez, J., Preciado-Rangel, P., Orona-Castillo, I., García-Salazar, J., García-Hernández, J. & Orozco-Vidal, J. (2009). Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Terra Latinoamericana*, 27(4), octubre-diciembre, 329-336
- Galindo, W.R. (2012). Efecto de dos dosis de abonos orgánicos en el desarrollo y un componente del rendimiento del cultivo de la soya (*Glycine max* (L.) Merrill), en áreas de la Universidad de Granma, 37pp., Tesis de grado, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Técnica de Cotopaxi, Colombia.
- Gallardo, J. F. (2001). Mineralización y humificación de la materia orgánica del suelo: consecuencias sobre la contaminación. En Pérez, J. C. C., L. Alvarez, y N. W. Osorio

- (Eds.), X Congreso de la sociedad colombiana de la ciencia del suelo, 141–153. Medellín, Colombia: Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.
- García, F. (2003). Fertilización de maíz en la región Pampeana. INFOFOS/PPI/PPIC Cono Sur. Acassuso Argentina.
 - García, J. A., Villarreal, M., Sánchez, P., Parra, S. & Hernández, S. (2013): Fertilización con vermicomposta en maíz criollo y su tasa de descomposición en el suelo. Revista de Investigación Agraria y Ambiental – Volumen 4, Número 1 – enero-junio de 2013 – ISSN 2145-6097.
 - García G.O., Uriel F.V., Cueto, W., Núñez, H., Gallegos, R. & López, M. (2019). Disponibilidad de nitrógeno usando dos tipos de estiércol de bovino lechero en cultivos de forraje de maíz y triticale. Nova Scientia 11-1, 22, 124–141.
 - García, O.J.G, Moreno M., V.R., Rodríguez L., C.I., Mendoza H., A., & Mayek P., N. (2005). Efecto de cepas de *A. brasilense* en el crecimiento y rendimiento de grano de maíz. Revista Fitotecnia Mexicana, 30(3), 305-310.
 - García-Gonzales, E., P. Diaz-Chuquizuta, E. Hidalgo-Meléndez & O. Aguirre. (2020). Respuesta del cultivo de maíz a concentraciones de estiércol bovino digerido en clima tropical húmedo. Manglar 17(3),203–208.
 - Datos geográficos del cantón La Maná. (2023): <https://www.geodatos.net/coordenadas/ecuador/la-mana>
 - Gómez, A. & Tovar, X. (2008). Elaboración de un abono orgánico fermentado a partir de residuos de flores (pétalos de rosa) y su caracterización para uso en la producción de albahaca (*Ocimum basilicum* L.), 104pp., Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Bogotá, Colombia.
 - González, J.A., Lozano-Cavazos, C., Preciado-Rangel, P., Troyo-Diéguez, E., Rojas-Duarte, A. & Rodríguez-Ortiz, J. (2021). Fertilización orgánica contra convencional en el rendimiento, atributos morfológicos y calidad de fruto de tomate uva en un sistema de subirrigación no recirculante. Terra Latinoam. 39, e897. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.897>.
 - González, U. Gallegos, M., Vázquez, C., García, J., Fortis, M. & Mendoza, Sarais. (2018). Productividad de genotipos de maíz forrajero bajo fertilización orgánica y propiedades físico-químicas del suelo. Rev. Mex. Cienc. Agríc. Volumen especial, (20).
 - Guacho, E. (2014). Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* l.) de la localidad San José de Chazo. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el

título de Ingeniero Agrónomo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.

- Guzmán, D. (2017). Etapas fenológicas del maíz (*Zea mays* L.) Var. Tusilla bajo las condiciones climáticas del cantón cumandá, provincia de chimborazo. Cumandá.
- Guzmán, M., D. Díaz, C. Ramis, R. Figueroa-Ruiz & R. Jiménez. (2017). Estimación de la aptitud combinatoria y heterosis en híbridos no convencionales de maíz con alto contenido de proteína. *Bioagro* 29(3),175-184.
- Huamán. G. S. T. (2017). Aplicación de tres niveles de nitrógeno con tres niveles de fósforo en el cultivo de maíz choclo (*Zea mays* l.) variedad criolla en el Valle del Chira. Tesis.U.N.P. Piura. Perú. 65 p.
- Hurtado, W. F., Álvarez, H. A., Mouso, J. P., Rodríguez, L. C., Montes de Oca, R. V., & Pedraza Olivera, R. (2019). Caracterización de sistemas de producción agrícolas con ganado vacuno en la cuenca baja del río Guayas, provincia de Los Ríos, Ecuador. *Revista de producción animal*, 31(1), 1-10.
- India. SA. 2022. DOI: <https://megagro.com.ec/product/bio-compost/>
- Información Técnica Agrícola. (2012). El cultivo del maíz: www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.asp.
- Inga, J. C. (2020). Efecto de la aplicación de bioestimulantes en la producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum Vulgare* l.) Cultivar centenario bajo condiciones de invernadero en Huaraz–Ancash.
- Información climática Instituto espacial ecuatoriano. (2016). Boletín Meteorología. Quito, Ecuador: disponible en. <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/bolhist/cli/>.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador. (2011). Boletín divulgativo N°406 “Guía para la producción de maíz en la sierra sur del Ecuador”. Programa de Maíz. EESC. Quito-Ecuador, 1-3.
- Irizar, G.M., Vargas, P., Garza, D., Tut, C., Rojas, M., Trujillo, A., García, R., Aguirre, M., Martínez, J., Alvarado, S., Grageda, O., Valero, J., & Aguirre, J. (2003). Respuesta de cultivos agrícolas a los biofertilizantes en la región central de México. *Agricultura te#cnica en México*, 29, 213-225.
- Jara, A. (2019). “Respuesta de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) a diferentes niveles de fertilización en la zona de Babahoyo”. Trabajo de titulación. Universidad Técnica de Babahoyo. facultad de Ciencias Agropecuarias. Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.

- Jiménez, Margarita. (2019). Evaluación del uso del estiércol bovino y micorriza en la producción de forraje de maíz (*Zea mays L.*) en Tabasco, México. Tesis Doctor/a en Ciencias en Ecología y Desarrollo Sustentable Con orientación en Ciencias de la Sustentabilidad. El Colegio de la frontera Sur. Villahermosa, Tabasco. p 74.
- Jiménez, M. M., Gómez Álvarez, R., Oliva Hernández, J., Granados Zurita, L., Pat Fernández, J. M., Aranda Ibáñez, E. M. (2019). Influencia del estiércol composteado y micorriza arbuscular sobre la composición química del suelo y el rendimiento productivo de maíz forrajero (*Zea mays L.*). *Nova scientia*, 11(23).
- Joyo, C. G. (2013). Manejo Integrado de Plagas en el Cultivo de Maíz Amiláceo. AGROBANCO. Ancash. 24 p.
- Julca-Otiniano, A., Meneses-Florián, L., Blas-Sevillano, R. & Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *IDESIA* 24, 49-61.
- Kennedy, J. (2019). Evaluación de la producción de maíz (*zea mays*) con la utilización de abono orgánico bocashi en el corregimiento de rio negro iquirá departamento del Duila. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA. p 56.
- León, O. (2019). Incorporación de materia orgánica y su efecto en el comportamiento agronómico del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la zona de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Trabajo Experimental Ingeniero Aropecuario.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017): <https://www.agricultura.gob.ec/insectos-y-bacterias-controlan-plagas-en-el-maiz/>
- Mamani, A. (2016). Evaluación de la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays L.*), con cuatro tipos de abonos orgánicos bajo ambiente atemperado en la provincia Murillo del departamento de La Paz.
- Manual Agropecuario. (2001). “Cultivo de maíz”. 3ra Edición. Editorial Idea Books. Barcelona-España, 471-476.
- Martín, G. M., & R. Rivera. (2015). Influencia de la inoculación micorrízica en los abonos verdes. Efecto sobre el cultivo principal. Estudio de caso: el maíz. *Cultivos Tropicales*, 36(especial), 34–50.
- Martínez, L., Aguilar, C., Carcaño, M., Galdámez, J., Gutiérrez, A., Morales, J., Martínez, F., Llaven, J. & Gómez, E. (2018). Biofertilización y fertilización química en

- maíz (*Zea mays* L.) en Villaflores, Chiapas, México. 5(1), 026–037. https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1vTsp_BwwKB93iP9iCSHrHIJcYDMfbUgQ.
- Mayorga, A & Martínez, F. (2019). Evaluación de cepas nativas de micorrizas arbusculares para su uso en fertilización orgánica en el cultivo del Maíz (*Zea Mays*) época de postrera del ciclo 2018/2019.
 - McCormick. (2020). Todos los datos actualizados del Maíz en el mundo.: <https://www.mccormick.it>.
 - Ministerio de agricultura y Pesca de Perú. (2018). Calendario de siembras y cosechas. Lima, Perú. Ministerio de Agricultura y Riego, Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas. Disponible en: <https://www.minagri.gob.pe/portal/205-especiales/publicaciones-en-venta/2052-calendario-de-siembras-y-cosechas>.
 - Ministerio de agricultura y Pesca de Perú. (2023). Gestión participativa. Maíz Choclo. <http://gestionparticipativa.pe.ica.int>.
 - Mora, A. & Leblanc, H. (2012). Evaluación del uso de micorrizas arbusculares para disminuir la aplicación de fertilizantes fosforados en el cultivo de maíz. 8(2), 245–255. <https://www.researchgate.net/profile/Humberto-eblanc/publication/281066241>.
 - Morejon, Pereda M., Herrera Altuve, J. A., Ayra Pardo, C., González Cañizares, P.J., Rivera Espinosa, R., Fernández Parla, Y., Peña Ramírez, E., Téllez Rodríguez, P., Rodríguez-de la Noval, C. & de la Noval-Pons, B. M. (2017). Alternativas en la nutrición del maíz transgénico fr-b t 1de (*Zea mays* L.): Respuesta en crecimiento, desarrollo y producción. Cultivos Tropicales [en línea]. 2017, 38(4), 146-155. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193254602019>.
 - Narro, L. & Salazar, F. (2011). Red sudamericana de maiz. En Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo (CIMMYT). México.
 - Obando, E. (2019). Caracterización morfológica de maíz blanco harinoso (*Zea mays* L.) Material nativo “chazo” de la provincia de chimborazo. Cevallos.
 - Ochoa, A. A., (2008). Influencia de la temperatura y precipitación en el cultivo maíz amiláceo en las variedades San Gerónimo y Blanco Urubamba en el Valle del Mantaro. Lima (Perú): Instituto Geofísico del Perú.
 - Osmond, D.L. y Riha, S.J. (2016). Nitrogen Fertilizer Requirements for Maize ecommendation Systems. Agricultural Systems. 50, 37-50.

- Ordoñez, R., González, P., & Giráldez, J. V. (1997). Deterioro de la calidad nitrúca de los acuíferos de una cuenca agrícola en el valle de Guadalquivir. XV Congreso Nacional de Riesgos. Lérida.
- Plan de Desarrollo Territorial Cantón La Maná. (2019): <https://lamana.gob.ec>.
- Peralta, L., Juscamaita, J., Meza, V. (2016). Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. *Ecología Aplicada*, 15(1), 1-10.
- Pérez, F., López, D. J. P., Salgado, S., Obrador, J. J., & Arreola, J. (2020). Elaboración y caracterización nutrimental de abonos orgánicos líquidos en condiciones tropicales. *Agro Productividad*, 13(4), 2-5.
- Pérez, Y. & Álvarez, D. (2021). Efecto de la aplicación de biofertilizantes sobre el rendimiento de maíz en parcelas con y sin cobertura vegetal. *IDESA*, 39, (4), 29-38.
- Rajan, M., Shahena, S., Chandran, V., & Mathew, L. (2021). Controlled release fertilizers for sustainable agriculture. In: Elsevier Amsterdam, The Netherlands:.
- Ramírez, J., Fernandez, Y., González, P., Salazar, X., Iglesias, J., & Olivera, Y. (2015). Influencia de la fertilización en las propiedades físico-químicas de un suelo dedicado a la producción de semilla de *Megathyrsus maximus*. *Pastos y forrajes*, 38(4), 393-402.
- Restrepo, J. (2007). Biofertilizantes preparados y fermentados a base de excretas de vaca. Manual práctico. 1 ed. Vol. 2. Cali, Colombia, Impresora Feriva S.A. p. 17-18; 53-60; 91
- Rodríguez-López, C.P., Navarro, A., Arboleda Valencia, J.W., Valencia Jimenez, A. & Valle Molinares, R.H. (2015). Hongos micorrizógenos arbusculares asociados a plantas de *Zea mays* L. en un agroecosistema del Atlántico, Colombia. *Rev. Agron.* 23 (1), 20-34.
- Salazar-Sosa, E., H. I. Trejo Escareño, C. Vázquez-Vázquez & J. D. López-Martínez. (2007). Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. *Rev. Int. Bot. Exp.* 76, 169-185.
- Sanchez, S., Rodriguez, N. & Justo, V. (2017). Evaluación agronómica del maíz fertilizado con guano de murciélago. Universidad Politecnica de Francisco I. Madero. *Revista de Operaciones Tecnológicas.*, 68 p. Texcoco, Mexico.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). El cultivo del Maíz: <https://www.gob.mx>

- Sharmar, M., & Sharma, P. (2011). Guía para la identificación y el manejo de la deficiencia de nutrientes en cereales. International Plant Nutrition Institute (IPNI). Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT). 50p. El Batán, México.
- Terry A., E., R.A. Falcón, P.J. Ruiz, S.Y. Carrillo, & M.H. Morales. (2017). Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. *Cultivos Tropicales* 38(1), 147-154.
- Tinoco, A. C., Rodriguez,A., Sandoval, J., Barrón, F., Palafox, C., Esqueda, E., Sierra, M. & Romero, M. (2002). Manual de Produccion de Maiz para los Estados de Veracruz y Tabasco. 1 a edición. Veracruz, México: Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria - Campo Experimental Papaloapan.
- Torres. (2015). Manual agropecuario tecnologías orgánicas de la granja autosuficiente. Bogotá: Editorial Limerín.
- Tortora, M.L., Diaz-Ricci, J.C. & Pedraza, R.O. (2011). Azospirillum brasilense siderophores with antifungal activity against Colletotrichum acutatum. *Archives of Microbiology*, 193, 275-286.
- Uhart, S.A. & Andrade, F.H. (2015). Nitrogen deficiency in maize: I. Effects on crop growth, development, dry matter partitioning, and kernel set. *Crop Science* 35: pp. 1376-1383.
- Urrutia, E. (2019). Aplicación de bioestimulantes trihormonales en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) variedad chingasino para rendimiento de choclo (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional del Centro del Perú – Facultad de Agronomía El Mantaro – Jauja – Perú.
- Vegas, C. A. (2014). Influencia de fuentes nitrogenadas solas y combinadas sobre el rendimiento del maíz Choclo (*Zea mays* L.). Tesis. U.N.P.2014.
- Wu, Z. & Powell, M. (2007). Dairy manure type, application rate and frequency impact plants and soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71, 1306-1313.
- Yáñez D., Valverde F. & Cartagena Y. (2010). Evaluación del elemento faltante en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la Provincia Bolívar. XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo.17-19 noviembre de 2010. Santo Domingo- Ecuador.
- Yáñez, C. (2007). Manual de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras. FAO, INAMHI, MAG. Proyecto de emergencia para la rehabilitación

Agroproductiva de la Sierra del Ecuador. FAO/TCP/ECU/3101 (E). Quito-Ecuador. 23 p.

- Yáñez, C., Zambrano, J., Caicedo, M. & Heredia, J. (2005). Inventario Tecnológico del Programa del Maíz. INIAP-EESC. Quito-Ecuador. 2-25pp.
- Yara, I. (2019). Nutrición Vegetal. P 120. <https://www.yara.es/nutricion-vegetal/maiz/tamano-cantidad-granos-maiz/>.
- Zambrano, C. E., & Andrade, M. S. (2021). Productividad y precios de maíz duro pre y post Covid-19 en el Ecuador. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(4), 143-150.
- Zamora, J. & Recalde, G. 2017. Cultivos comerciales de maíz
- Zhao, Z. P., Yan, S., Liu, F., Ji, P. H., Wang, X. Y. & Tong, Y. A. (2014). Effects of chemical fertilizer combined with organic manure on Fuji apple quality, yield and soil fertility in apple orchard on the Loess Plateau of China. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 7(2):45-55.

16. ANEXOS

Anexo 1. Contrato de cesión no exclusiva de derecho de autor



Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebra de una parte: Armijo Muyulema Edwin Javier con C.I. 1208515799 y Umajinga Tualumbo Erika Rocio con C.I 1729794964, de estado civil soltera/o y con domicilio en La Maná-Cotopaxi, a quien en lo sucesivo se denominará **LOS CEDENTES**; y, de otra parte, el Ing. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez Ph. D., en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - LAS CEDENTES son personas naturales estudiantes de la carrera de **Agronomía**, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado: **“Evaluación de la fertilización química y orgánica en maíz (*Zea mays*) en el Cantón La Maná”** la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. Octubre 2017 – febrero 2023.

Aprobación HCA. -

Tutor. - Ing. MSc. Eduardo Fabián Quinatoa Lozada

Tema: **“Evaluación de la fertilización química y orgánica en maíz (*Zea mays*) en el Cantón La Maná”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LOS CEDENTES** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LOS CEDENTES**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LOS CEDENTES** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LOS CEDENTES** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LAS CEDENTES** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 24 días del mes de febrero del 2023.



Armijo Muyulema Edwin Javier
EL CEDENTE



Umajinga Tualumbo Erika Rocio
EL CEDENTE

Ing. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez PhD.
EL CESIONARIO

Anexo 2. Currículum del tutor

DATOS PERSONALES

Apellidos y nombres: Quinatoa Lozada Eduardo Fabián

Fecha de nacimiento: 02 de febrero de 1985

Estado civil: soltero

Cédula de ciudadanía: 1804011839

Ciudad de residencia: Cevallos

Dirección de domicilio actual: Cantón Cevallos, Barrio San Fernando

Celular: 0996385776

Correo electrónico: eduardo.quinatoa1839@utc.edu.ec



INSTRUCCIÓN ACADÉMICA

Máster Universitario en Biotecnología Molecular y Celular de Plantas, Universidad Politécnica de Valencia, España.

Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador

EXPERIENCIA LABORAL

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, Docente- Investigador.

Instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas IBMCP, Laboratorio de cultivo *in vitro*.

Investigador.

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Agronómica. Investigador Vitro Plantas, Empresa de Biotecnología. Gerente Propietario- Investigador.

CAPACITACIÓN O PARTICIPACIÓN EN EVENTOS CIENTÍFICOS

Formación de Tutores de Nivelación Especializados en Modalidad en Línea

I Ciclo de conferencias: Biología Molecular aplicado a las Ciencias Agropecuarias

PUBLICACIONES

Preliminary, Phytochemical, Screening of Some Andean Plants September - October 2014

<https://www.google.es/webhp?hl=es#hl=es&q=screening+eduardo+quinatoa+marco+castillo+metabolitos>

Anexo 3. Currículum del estudiante

DATOS INFORMATIVOS PERSONALES DEL ESTUDIANTE

DATOS PERSONALES

Apellidos: Armijo Muyulema

Nombres: Edwin Javier

Estado civil: Soltero

Cedula de ciudadanía: 1208515799

Numero de cargas familiares: 1

Lugar y fecha de nacimiento: Cotopaxi- Pangua- Moraspungo, Ecuador 7 de septiembre del 1996

Dirección domiciliaria: Moraspungo, Recinto San Francisco de Sillagua

Teléfono celular: 0998369170

Email institucional: edwin.armijo5799@utc.edu.ec

Tipo de discapacidad: Ninguno

Numero de carnet conadis: Ninguno



ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

| NIVEL | TITULO OBTENIDO | FECHA DE REGISTRO |
|---------------------|--------------------------------|--------------------------|
| BACHILLERATO | PRODUCCIÓN AGROPECUARIA | 03/11/2015 |

DATOS INFORMATIVOS PERSONAL ESTUDIANTE

DATOS PERSONALES

Apellidos: Umajinga Tualumbo

Nombres: Erika Rocio

Estado Civil: Soltero

Cedula De Ciudadanía: 1729794964

Numero De Cargas Familiares: Ninguno

Lugar Y Fecha De Nacimiento: Los Rios – Valencia 25 de marzo del 2001

Dirección Domiciliaria: Cantón La Maná, El Carmen

Teléfono Celular: 0990316886

Email Institucional: erika.umajinga4964@utc.edu.ec

Tipo De Discapacidad: Ninguno

Numero De Carnet Conadis: Ninguno







ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

| NIVEL | TITULO OBTENIDO | FECHA DE REGISTRO |
|--------------|---------------------------------|-------------------|
| BACHILLERATO | TITULO DE BACHILLER EN CIENCIAS | 25/02/2019 |

Anexo 4. Certificado de Urkund

| Document Information | |
|----------------------|---|
| Analyzed document | MAIZ ARMIJO-UMAJINGA URKUND 14 FEBRERO.pdf (D158654697) |
| Submitted | 2/15/2023 3:06:00 AM |
| Submitted by | |
| Submitter email | kleber.espinosa@utc.edu.ec |
| Similarity | 4% |
| Analysis address | kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com |

| Sources included in the report | |
|--------------------------------|--|
| SA | PROYECTO DE CICLO CORTO.docx Document PROYECTO DE CICLO CORTO.docx (D15172717)  1 |
| SA | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / MANZANILLA ARIAS-SILVA URKUND.pdf Document MANZANILLA ARIAS-SILVA URKUND.pdf (D158379815) Submitted by: kleber.espinosa@utc.edu.ec  14 Receiver: kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com |
| SA | TESIS GABRIELA_JEANCARLOSOFICIALFINAL (1.1).docx Document TESIS GABRIELA_JEANCARLOSOFICIALFINAL (1.1).docx (D126204897)  1 |
| SA | UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS MAIZ..MATEO-ELIAN..... plagio.pdf Document TESIS MAIZ..MATEO-ELIAN..... plagio.pdf (D158571415) Submitted by: kleber.espinosa@utc.edu.ec  2 Receiver: kleber.espinosa.utc@analysis.orkund.com |

<https://secure.orkund.com/view/151470801-208449-959530#/details/sources> 1/38

Anexo 5. Aval de traducción del idioma ingles

AVAL DE TRADUCCIÓN

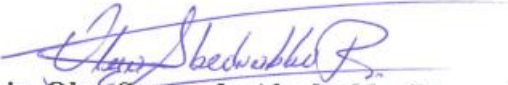
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: “EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA Y ORGÁNICA EN MAÍZ (*Zea mays*) EN EL CANTÓN LA MANÁ” presentado por: Armijo Muyulema Edwin Javier y Umajinga Tualumbo Erika Rocio, egresado de la Carrera de: Agronomía, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná febrero del 2023

Atentamente,


Lic. Olga Samanta Abedrabbo Ramos Mg.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI:050351007-5

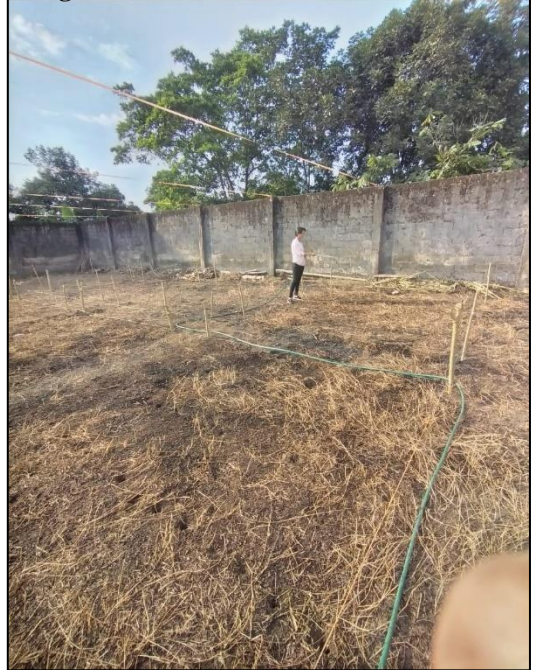
Anexo 6. Fotografías de la investigación

Fotografía 1. Limpieza del terreno



Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023).

Fotografía 2. Medición del terreno



Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023).

Fotografía 3. Siembra



Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023).

Fotografía 4. Aplicación de abonos orgánicos



Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023).

Fotografía 5. Aplicación de abono químico



Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023).

Fotografía 6. Toma de datos



Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023).

Fotografía 7. Deshierbe




Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023).

Fotografía 8. Cosecha



Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023).

Anexo 7. Análisis de suelo



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : UMAJINGA TUALUMBO ERIKA
 Dirección : COTOPAXI / LA MANÁ
 Ciudad : LA MANÁ
 Teléfono : 0990316886
 Fax :


DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : S/N
 Provincia : Cotopaxi
 Cantón : La Maná
 Parroquia : El Carmen
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual : Yuca
 N° Reporte : 10206
 Fecha de Muestreo : 24/10/2022
 Fecha de Ingreso : 31/10/2022
 Fecha de Salida : 18/11/2022

| N° Muest. Laborat. | Datos del Lote | | ppm | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------------|------|-----|---|------|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|
| | Identificación | Area | NH4 | P | K | Ca | Mg | S | Zn | Cu | Fe | Mn | B |
| 108301 | Muestra 1 | | 15 | 8 | 0,21 | 5 | 0,9 | 19 | 1,5 | 6,4 | 155 | 0,8 | 0,34 |



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarían reclamos en los resultados

INTERPRETACION

pH
 MAc = Muy Acido LAI = Liger. Acido RC = Requiere Cal
 Ac = Acido PN = Prac. Neutro MeAI = Media. Alcalino
 MeAc = Media. Acido N = Neutro AI = Alcalino

EXTRACTANTES
 Olsen Modificado
 N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
 Fosfato de Calcio Monobásico
 B,S

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

[Signature]

RESPONSABLE LABORATORIO

[Signature]



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : UMAJINGA TUALUMBO ERIKA
 Dirección : COTOPAXI / LA MANÁ
 Ciudad : LA MANÁ
 Teléfono : 0990316886
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : S/N
 Provincia : Cotopaxi
 Cantón : La Maná
 Parroquia : El Carmen
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual : Yuca
 N° de Reporte : 10206
 Fecha de Muestreo : 24/10/2022
 Fecha de Ingreso : 31/10/2022
 Fecha de Salida : 18/11/2022

| N° Muest. Laborat. | meq/100ml | | dS/m | | C.E. | | M.O. | (%) | Ca | Ca+Mg | | Σ Bases | (meq/l)½ | ppm | Textura (%) | | Clase Textural | |
|--------------------|-----------|----|------|--|------|----|------|-----|-----|-------|-------|---------|----------|-----|-------------|---------|----------------|----------------|
| | Al+H | Al | Na | | | Mg | | | | K | Arena | | | | Limo | Arcilla | | |
| 108301 | | | | | | | 3,7 | M | 5,5 | 4,29 | 28,10 | 6,11 | | | 52 | 44 | 4 | Franco-Arenoso |



La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses. Tiempo en el que se aceptarían reclamos en los resultados

| INTERPRETACION | | | |
|----------------|------------------|-----------------|------------------|
| Al+H, Al y Na | | C.E. | |
| B = Bajo | NS = No Salino | S = Salino | M.O. y Cl = Bajo |
| M = Medio | LS = Lig. Salino | MS = Muy Salino | M = Medio |
| T = Tóxico | | | A = Alto |

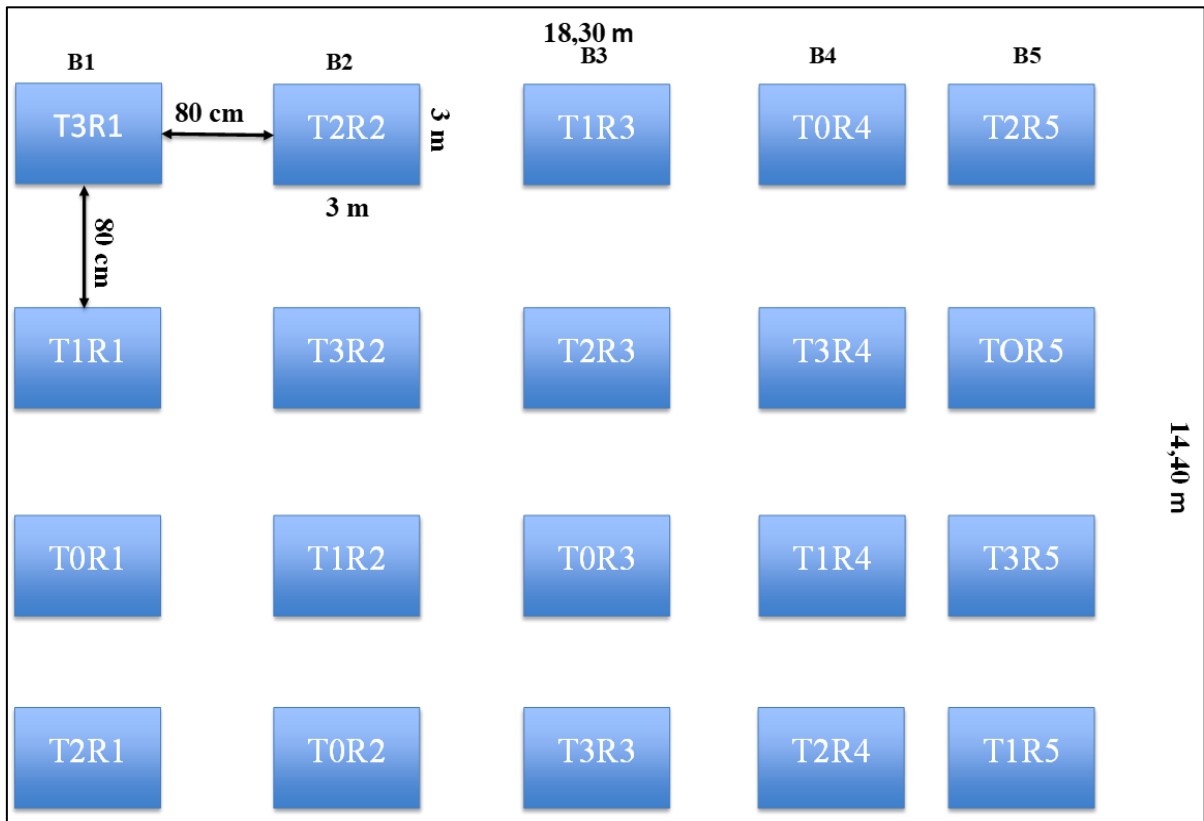
| ABREVIATURAS |
|--------------------------------------|
| C.E. = Conductividad Eléctrica |
| M.O. = Materia Orgánica |
| RAS = Relación de Adsorción de Sodio |

| METODOLOGIA USADA |
|------------------------------------|
| C.E. = Conductímetro |
| M.O. = Titulación de Walkley Black |
| Al+H = Titulación con NaOH |

X. W. Juepato
RESPONSABLE/DPTO. SUELOS Y AGUA

+ @Juepato
RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 8. Croquis de campo



Elaborado por: Armijo y Umajinga (2023).