



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS FORMULACIONES DE BIOL EN LAS  
PLAGAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays* L.)  
EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, CHALTURA”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario**

**AUTOR:**

Cristian David Mosquera Sánchez

**DIRECTOR:**

Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

**Ibarra, 2023**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS FORMULACIONES DE BIOL EN LAS  
PLAGAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays* L.)  
EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, CHALTURA”**

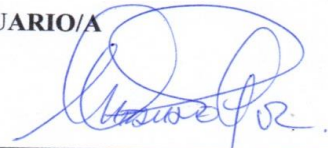
Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener Título de:

**INGENIERO/A AGROPECUARIO/A**

APROBADO:

Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

**DIRECTOR**



---

FIRMA

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, PhD.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA

Ing. Telmo Fernando Basantes Vizcaíno, MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100408477-6
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Mosquera Sánchez Cristian David
<b>DIRECCIÓN:</b>	Otavalo
<b>EMAIL:</b>	cdmosqueras@utn.edu.ec
<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0983881958


<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	Evaluación del efecto de dos formulaciones de biol en las plagas de importancia económica del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L.) en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura
<b>AUTOR:</b>	Mosquera Sánchez Cristian David
<b>FECHA DE APROBACIÓN:</b>	13/10/2023
<b>PROGRAMA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA</b>	Ingeniero Agropecuario
<b>DIRECTOR</b>	Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

**2. CONSTANCIAS**

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 17 días del mes de octubre del 2023

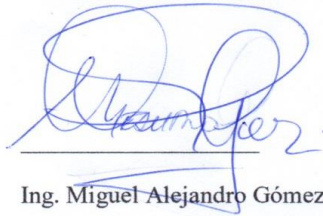
**EL AUTOR:**

  
.....  
Cristian David Mosquera Sánchez  
C.I.: 100408477-6

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Cristian David Mosquera Sánchez, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 17 días del mes de octubre de 2023



Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 17 días del mes de octubre del 2023

**Cristian David Mosquera Sánchez:** “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS FORMULACIONES DE BIOL EN LAS PLAGAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, CHALTURA” /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 16 días del mes de octubre del 2023. 161 páginas.

**DIRECTOR (A):** Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el efecto de dos formulaciones de biol en las plagas de importancia económica del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Evaluar el efecto del biol en el rendimiento en seco del cultivo de maíz bajo las distintas fuentes de fertilización.
- Cuantificar la población, incidencia y severidad de plagas en el cultivo de maíz tratado con las diferentes fuentes de fertilización.
- Valorar los resultados económicos de la aplicación de bioles en la producción del cultivo de maíz.



.....  
Ing. Miguel Alejandro Gómez Cabezas, MSc.

**Director de Trabajo de Grado**



.....  
Cristian David Mosquera Sánchez

**Autor**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco principalmente a Dios, a mis padres Álvaro Mosquera y Margarita Sánchez (+) quienes me han guiado y me han dado la fortaleza para seguir adelante en esta etapa de culminación de mi carrera profesional. A mi padre por acompañarme en cada una de las cosas realizadas en este proceso de formación y culminación de mi trabajo de investigación. También a mi hermano y hermana por todo el apoyo moral brindado en esta etapa de mi vida.*

*A la Universidad Técnica del Norte, por darme la oportunidad de formarme académicamente y ser partícipe de los procesos de conocimientos, valores y compromiso impartidos desde el inicio hasta el final de mis estudios.*

*Mi gratitud, también a la carrera de Ingeniería Agropecuaria, que gracias a su espacio de aprendizaje aprender-haciendo y también a su parte teórica-práctica me ha inculcado a ser una persona orgullosa de la carrera. A mi director de tesis Miguel Gómez, MSc. quien me ha brindado su apoyo y enseñanza en este transcurso largo de mi etapa de formación profesional, así como a mis asesores Doris Chalampunte, PhD. y Fernando Basantes, MSc. por compartir sus enseñanzas y conocimientos conmigo.*

*Infinitas gracias a mis amigos/as de esta prestigiosa carrera de Ingeniería Agropecuaria que supieron brindarme su apoyo durante el desarrollo de todo este proceso académico.*

*¡Gracias a todos!*

***Cristian David Mosquera Sánchez***

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo se lo dedicó de manera muy especial y únicamente a la memoria de mi madre Margarita Sánchez (+) quien ha sido mi mayor motivación y fuente de inspiración y aunque ya no está físicamente conmigo, sus enseñanzas me han guiado durante este largo viaje académico y personal para la culminación de mi carrera. Este logro es tanto tuyo como mío, que ahora desde el cielo brilla como una flor y me ilumina con su gran sonrisa para seguir adelante y alcanzar mis metas y objetivos personales.*

*A mi padre Álvaro Mosquera, por su apoyo moral y por mostrarme el camino hacia la superación.  
A mi hermano Álvaro y mi hermana Ibeth, quienes siempre confiaron en mí en todo momento para la finalización de este largo transcurso de mi carrera profesional.*

***Cristian David Mosquera Sánchez***

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	I
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE ANEXOS .....	X
RESUMEN .....	XII
ABSTRACT .....	XIII
CAPÍTULO I .....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4 OBJETIVOS .....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos .....	6
1.5 HIPÓTESIS.....	6
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.2 Clasificación taxonómica del maíz .....	7
2.3 Descripción botánica.....	8
2.3.1 Raíz .....	8
2.3.2 Tallo .....	8
2.3.3 Hojas .....	8
2.3.4 Flor .....	8
2.3.5 Grano.....	9
2.6 Variedad de maíz suave INIAP 122 - Chaucho mejorado.....	10
2.7 Plagas .....	11
2.7.1 Principales plagas que afectan al cultivo de maíz.....	11
2.7.1.1 Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda).....	11
2.7.1.3 Gusano del choclo (Heliothis zea) .....	12
2.8.1 Principales enfermedades que afectan al cultivo de maíz.....	12



2.8.1.1 Mancha de asfalto ( <i>Phyllachora maydis</i> M.) .....	13
2.8.1.2 Tizón foliar ( <i>Helminthosporium maidis</i> ) .....	13
2.8.1.3 Pudrición de la mazorca ( <i>Fusarium moniliforme</i> L.).....	13
2.10 Biol.....	14
2.11 Materiales para la elaboración del biol .....	14
2.11.1 Estiércol .....	14
2.11.2 Melaza.....	15
2.11.3 Agua.....	16
2.11.4 Ceniza .....	16
2.13 Fitohormonas .....	16
2.14 Señalización de ácido jasmónico .....	17
2.15 Actividad biológica de los jasmonatos .....	17
2.16 Sistema inmune de las plantas .....	17
2.17. Análisis económico.....	18
2.17.1 Costos.....	18
2.17.2 Costos de producción del cultivo de maíz .....	18
2.18. Relación beneficio-costo.....	20
2.2 MARCO LEGAL.....	20
CAPITULO III.....	21
MARCO METODOLÓGICO.....	21
3.1 Descripción del área de estudio .....	21
3.2 Materiales.....	23
3.3 Métodos.....	23
3.3.6 Análisis estadístico.....	27
3.4 Variables a evaluar.....	28
3.4 Manejo específico del experimento .....	42
CAPÍTULO IV.....	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	55
4.2 Grosor del tallo .....	57
4.3 Longitud de la mazorca.....	60
4.4 Diámetro de la mazorca .....	62

4.5	Peso de la mazorca.....	64
4.6	Daño a la mazorca.....	66
4.7	Incidencia de mazorcas enfermas .....	68
4.8	Longitud del grano.....	70
4.9	Ancho del grano .....	72
4.10	Grosor del grano .....	73
4.11	Peso en 100 granos.....	75
4.12	Rendimiento kg/ha .....	77
4.13.1	Número de gusanos cogolleros por planta .....	81
4.13.2	Número de gusanos de la mosca del choclo .....	84
4.14.1	Incidencia del gusano cogollero.....	87
4.14.2	Severidad del gusano cogollero .....	88
4.15	Mosca del choclo .....	92
4.15.1	Incidencia de la Mosca del choclo .....	92
4.16	Incidencia y severidad de enfermedades.....	95
4.16.1	Incidencia de la Mancha de asfalto .....	95
4.16.2	Severidad de la Mancha de asfalto.....	97
4.16.3	Incidencia del Tizón foliar .....	100
4.16.4	Severidad del Tizón foliar.....	101
4.17	Análisis económico.....	104
4.17.1	Relación beneficio costo (B/C).....	106
CAPÍTULO V.....		108
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		108
5.1	CONCLUSIONES .....	108
5.2	RECOMENDACIONES.....	109
ANEXOS .....		128

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Ciclo de vida del cultivo de maíz</i> .....	9
<b>Figura 2</b> <i>Mapa de ubicación de la Granja Experimental La Pradera de la Universidad Técnica del Norte</i> .....	21
<b>Figura 3</b> <i>Esquema del ensayo conformado en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)</i> .....	25
<b>Figura 4</b> <i>Esquema de la unidad experimental con efecto de borde para el estudio de la presente investigación</i> .....	27
<b>Figura 5</b> <i>Medición de la altura de la planta del cultivo de maíz suave variedad INIAP - Chaucho mejorado</i> .....	28
<b>Figura 6</b> <i>Medición del grosor del tallo del cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	29
<b>Figura 7</b> <i>Medición de la longitud de la mazorca del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	30
<b>Figura 8</b> <i>Medición del diámetro de la mazorca del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	30
<b>Figura 9</b> <i>Peso de la mazorca del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado en balanza digital</i> .....	31
<b>Figura 10</b> <i>Evaluación del daño de la mazorca del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	31
<b>Figura 11</b> <i>Clasificación de las mazorcas de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	32
<b>Figura 12</b> <i>Medición de la longitud del grano del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	33
<b>Figura 13</b> <i>Medición del ancho del grano del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	33
<b>Figura 14</b> <i>Medición del grosor del grano del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	34
<b>Figura 15</b> <i>Peso de 100 granos del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	34
<b>Figura 16</b> <i>Peso total de los granos por unidad experimental del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	35

<b>Figura 17</b> <i>Monitoreo del gusano cogollero en fase vegetativa en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	36
<b>Figura 18</b> <i>Planta de maíz dividida en tres tercios para evaluación de severidad del gusano cogollero</i> .....	38
<b>Figura 19</b> <i>Escala Davis de daños observado por larvas de Spodoptera frugiperda en hojas de maíz</i> .....	39
<b>Figura 20</b> <i>Monitoreo de tizón foliar en fase de floración y maduración en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	40
<b>Figura 21</b> <i>Monitoreo de tizón foliar en fase de floración y maduración en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	40
<b>Figura 22</b> <i>Mezcla de los ingredientes del biol de cuy</i> .....	43
<b>Figura 23</b> <i>Mezcla de los ingredientes del biol de cerdo</i> .....	43
<b>Figura 24</b> <i>Preparación de los bioles</i> .....	44
<b>Figura 25</b> <i>Muestras de bioles para análisis de laboratorio</i> .....	44
<b>Figura 26</b> <i>Selección del lote a implementar el cultivo de maíz</i> .....	45
<b>Figura 27</b> <i>Preparación del terreno con maquinaria agrícola</i> .....	45
<b>Figura 28</b> <i>Delimitación del área experimental</i> .....	46
<b>Figura 29</b> <i>Toma de muestras de suelo para análisis de laboratorio</i> .....	46
<b>Figura 30</b> <i>Semilla de maíz suave variedad INIAP 122 – Chaucho mejorado</i> .....	47
<b>Figura 31</b> <i>Siembra de semillas de maíz</i> .....	48
<b>Figura 32</b> <i>Aplicación de biol en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	48
<b>Figura 33</b> <i>Aplicación de fertilización química en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</i> .....	49
<b>Figura 34</b> <i>Raleo en las plantas de maíz</i> .....	50
<b>Figura 35</b> <i>Control de malezas en el maíz</i> .....	50
<b>Figura 36</b> <i>Riego por surcos</i> .....	51
<b>Figura 37</b> <i>Aporque al cultivo de maíz</i> .....	51
<b>Figura 38</b> <i>Recorrido de monitoreo en el cultivo de maíz</i> .....	52
<b>Figura 39</b> <i>Doblamiento del tallo del maíz</i> .....	52
<b>Figura 40</b> <i>Cosecha de maíz</i> .....	53

<b>Figura 41</b> Secamiento de las mazorcas.....	53
<b>Figura 42</b> Almacenamiento semillas de maíz.....	54
<b>Figura 43</b> Altura de la planta (cm) en el cultivo de maíz variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico).....	55
<b>Figura 44</b> Grosor del tallo en el cultivo de maíz variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1(biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico).....	58
<b>Figura 45</b> Longitud de la mazorca en el cultivo de maíz variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico).....	60
<b>Figura 46</b> Peso de las mazorcas de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico).....	64
<b>Figura 47</b> Porcentaje de incidencia enfermas (%) en las mazorcas en el cultivo de maíz variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico) .....	69
<b>Figura 48</b> Longitud del grano de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico) .....	71
<b>Figura 49</b> Ancho del grano del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico) .....	73
<b>Figura 50</b> Grosor del grano de maíz suave variedad INIAP 122 -Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico) .....	74
<b>Figura 51</b> Peso de 100 granos de semillas de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico) .....	76
<b>Figura 52</b> Rendimiento en grano seco kg/ha del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico) .....	78
<b>Figura 53</b> Número de gusanos cogolleros por planta en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado en la etapa vegetativa por tratamientos T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico) .....	82
<b>Figura 54</b> Número de gusanos de la mosca del choclo en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico) ...	85
<b>Figura 55</b> Porcentaje de incidencia del gusano cogollero en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico) .....	88

<b>Figura 56</b> <i>Porcentaje de severidad del gusano cogollero en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)</i> .....	89
<b>Figura 57</b> <i>Incidencia de la mosca del choclo en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado en etapa de maduración por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)</i> .....	93
<b>Figura 58</b> <i>Porcentaje de incidencia de Mancha de asfalto en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)</i> .....	96
<b>Figura 59</b> <i>Porcentaje de severidad de Mancha de asfalto en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)</i> .....	98
<b>Figura 60</b> <i>Porcentaje de incidencia del Tizón foliar en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)</i> ...	101
<b>Figura 61</b> <i>Porcentaje de severidad del Tizón foliar en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)</i> .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Etapas del crecimiento del cultivo de maíz</i> .....	10
<b>Tabla 2</b> <i>Composición química del estiércol de cuy</i> .....	15
<b>Tabla 3</b> <i>Composición química del estiércol porcino</i> .....	15
<b>Tabla 4</b> <i>Costos de producción para una hectárea de maíz</i> .....	19
<b>Tabla 5</b> <i>Características del área de estudio</i> .....	22
<b>Tabla 6</b> <i>Datos de las características climáticas del área de estudio</i> .....	22
<b>Tabla 7</b> <i>Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizados en la investigación</i> .....	23
<b>Tabla 8</b> <i>Descripción de los tratamientos en estudio</i> .....	24
<b>Tabla 9</b> <i>Características del experimento del estudio</i> .....	26
<b>Tabla 10</b> <i>Características de la unidad experimental del estudio</i> .....	26
<b>Tabla 11</b> <i>Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)</i> ...	28

<b>Tabla 12</b> Escala de índice de severidad para la identificación de Mancha de asfalto.....	41
<b>Tabla 13</b> Escala de índice de severidad para la identificación de Tizón foliar.....	42
<b>Tabla 14</b> Materiales usados para la elaboración de los dos tipos de biol.....	42
<b>Tabla 15</b> Análisis de varianza de la variable altura de la planta (cm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico).....	55
<b>Tabla 16</b> Análisis de varianza de la variable grosor del tallo (cm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico).....	58
<b>Tabla 17</b> Análisis de varianza de la variable longitud de la mazorca (cm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico).....	60
<b>Tabla 18</b> Análisis de varianza de la variable diámetro de la mazorca (cm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico).....	62
<b>Tabla 19</b> Prueba de LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) para la variable diámetro de la mazorca en el cultivo de maíz, variedad INIAP - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico).....	63
<b>Tabla 20</b> Análisis de varianza de la variable peso de las mazorcas (g) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico).....	64
<b>Tabla 21</b> Variable daño a la mazorca utilizada para la estimación del valor discriminante en las características cualitativas de la mazorca en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico).....	66
<b>Tabla 22</b> Frecuencia relativa para la variable daño de la mazorca por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico).....	67
<b>Tabla 23</b> Análisis de varianza de la variable incidencia de mazorcas en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico).....	68

<b>Tabla 24</b> <i>Análisis de varianza de la variable longitud del grano (mm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)</i> .....	71
<b>Tabla 25</b> <i>Análisis de varianza de la variable ancho del grano (mm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 “Chaucho mejorado”, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)</i> .....	72
<b>Tabla 26</b> <i>Análisis de varianza de la variable grosor del grano (mm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)</i> .....	74
<b>Tabla 27</b> <i>Análisis de varianza de la variable peso en 100 granos (g) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)</i> .....	75
<b>Tabla 28</b> <i>Análisis de varianza de la variable rendimiento kg/ha en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)</i> .....	78
<b>Tabla 29</b> <i>Análisis de varianza de la variable número de gusanos de mosca del choclo en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol a base de cerdo) y T3 (químico)</i> .....	84
<b>Tabla 30</b> <i>Análisis de varianza de la variable incidencia de la mosca del choclo en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)</i> .....	93
<b>Tabla 31</b> <i>Análisis de ADEVA para la variable incidencia de la Mancha de asfalto en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)</i> .....	95
<b>Tabla 32</b> <i>Análisis de ADEVA para la variable severidad de la Mancha de asfalto en el cultivo de maíz suave, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)</i> .....	97
<b>Tabla 33</b> <i>Análisis de ADEVA para la variable incidencia del Tizón foliar en el cultivo de maíz suave, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)</i> .....	100



<b>Tabla 34</b> <i>Costos de producción del cultivo de maíz en el tratamiento con fertilización química en un área de 576 m<sup>2</sup>.....</i>	105
<b>Tabla 35</b> <i>Costo de producción para la elaboración del biol a base de estiércol de cuy y cerdo en el cultivo de maíz.....</i>	105
<b>Tabla 36</b> <i>Ingresos totales de acuerdo al precio y el rendimiento del ensayo por cada tratamiento .....</i>	106
<b>Tabla 37</b> <i>Relación beneficio costo del cultivo de maíz para cada tratamiento.....</i>	106

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> <i>Cálculo de fuentes de nutrientes del biol de cuy para el cultivo de maíz (Zea mays L.)..</i>	128
<b>Anexo 2</b> <i>Cálculo de fuentes de nutrientes del biol de cerdo para el cultivo de maíz (Zea mays L. ....</i>	129
<b>Anexo 3</b> <i>Resultados de análisis de suelo del cultivo de maíz antes de la siembra.....</i>	130
<b>Anexo 4</b> <i>Cálculo de la cantidad de biol de cuy para la aplicación en el cultivo de maíz (Zea mays L.).....</i>	131
<b>Anexo 5</b> <i>Cálculo de la cantidad de biol de cerdo para la aplicación en el cultivo de maíz (Zea mays L.).....</i>	131
<b>Anexo 6</b> <i>Cálculo de fuentes de nutrientes del fertilizante químico para el cultivo de maíz (Zea mays L.).....</i>	132
<b>Anexo 7</b> <i>Cálculo de cantidad de fertilizantes químicos a comprar para cada tratamiento el cultivo de maíz (Zea mays L.) a la siembra y aporque.....</i>	132
<b>Anexo 8</b> <i>Dosis de fertilizantes químicos para cada tratamiento el cultivo de maíz (Zea mays L.) al momento de la siembra con un 1/3 de N y aporque el 2/3 restante de N.....</i>	133
<b>Anexo 9</b> <i>Resultados de análisis de contenido de macro y micronutrientes en el Abono Líquido (Biol de cuy).....</i>	134
<b>Anexo 10</b> <i>Resultados de análisis de contenido de macro y micronutrientes en el Abono Líquido (Biol de cerdo).....</i>	135
<b>Anexo 11</b> <i>Resultados de análisis de suelo del cultivo de maíz después de la cosecha .....</i>	136
<b>Anexo 12</b> <i>Incidencia del gusano cogollero .....</i>	137
<b>Anexo 13</b> <i>Severidad del gusano cogollero .....</i>	138
<b>Anexo 14</b> <i>Número de gusanos cogolleros por planta .....</i>	138

<b>Anexo 15</b> <i>Severidad del Tizón foliar.....</i>	139
<b>Anexo 16</b> <i>Costos de producción del cultivo de maíz en el tratamiento con fertilización química en un área de 576 m2.....</i>	139
<b>Anexo 17</b> <i>Costo de producción para la elaboración del biol a base de estiércol de cuy y cerdo en el cultivo de maíz.....</i>	141

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE DOS FORMULACIONES DE BIOL EN LAS  
PLAGAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.)  
EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, CHALTURA”**

Cristian David Mosquera Sánchez

Universidad Técnica del Norte

cdmosqueras@utn.edu.ec

## **RESUMEN**

El cultivo de maíz en el Ecuador es uno de los más importantes debido al rol que cumple en la seguridad y soberanía alimentaria de la población, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de dos formulaciones de biol en las plagas de importancia económica del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la Granja Experimental La Pradera. Se realizó un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos: (T1) biol de cuy, (T2) biol de cerdo y (T3) fertilización química. En los resultados se observó que, en el rendimiento, el tratamiento con biol de cuy fue superior con 1706.94 kg/ha a los demás tratamientos con 12.30% sobre el T2 y 21.92% en el T3. En lo que respecta a incidencia y severidad de *Spodoptera frugiperda*, la mayor incidencia y severidad se presentó en el tratamiento químico con 70% y 27.78% en la etapa de desarrollo vegetativo. El resultado del análisis económico se determinó que los tratamientos T1, T2 y T3 presentaron valores rentables, con los cuales se obtuvieron ganancias, con valores de 3.48 USD, 3.10 USD y 2.11 USD. Concluyendo que la producción de maíz con aplicación tanto de biol como fertilización química es económicamente rentable y podría representar una alternativa para satisfacer las necesidades de los productores, brindando beneficios sociales, ambientales y económicos en los costos de producción.

**Palabras claves:** biol, cultivo de maíz, incidencia y severidad, fertilización química, rendimiento

# **“EVALUATION OF THE EFFECT OF TWO BIOL FORMULATIONS ON PESTS OF ECONOMIC IMPORTANCE OF CORN (*Zea mays* L.) IN THE LA PRADERA EXPERIMENTAL FARM, CHALTURA”**

Cristian David Mosquera Sánchez  
Universidad Técnica del Norte  
cdmosqueras@utn.edu.ec

## **ABSTRACT**

The cultivation of corn in Ecuador is one of the most important due to the role it plays in the food security and sovereignty of the population. The objective of this research was to evaluate the effect of two biol formulations on economically important pests of the crop. of corn (*Zea mays* L.) at the La Pradera Experimental Farm. A randomized complete block design was carried out with three treatments: (T1) guinea pig biol, (T2) pig biol and (T3) chemical fertilization. In the results, it was observed that, in terms of yield, the treatment with guinea pig biol was superior with 1706.94 kg/ha to the other treatments with 12.30% on T2 and 21.92% on T3. Regarding the incidence and severity of *Spodoptera frugiperda*, the highest incidence and severity occurred in the chemical treatment with 70% and 27.78% in the vegetative development stage. The result of the economic analysis was determined that treatments T1, T2 and T3 presented profitable values, with which profits were obtained, with values of 3.48 USD, 3.10 USD and 2.11 USD. Concluding that the production of corn with the application of both biol and chemical fertilization is economically profitable and could represent an alternative to satisfy the needs of producers, providing social, environmental and economic benefits in production costs.

**Keywords:** biol, corn cultivation, incidence and severity, chemical fertilization, yield

# CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

## 1.1 ANTECEDENTES

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo muy importante en el Ecuador ya que juega un papel muy relevante en la seguridad y soberanía alimentaria de la población ecuatoriana, siendo producido en un mayor porcentaje por los pequeños agricultores del país; caracterizándose por ser un alimento nutritivo, rico en proteínas y carbohidratos con un 3.41 g y 20.98 g, además de minerales, calcio, fósforo, vitamina C y complejo B, componentes necesarios para una correcta alimentación de la población. En la sierra ecuatoriana, el cultivo de maíz es uno de los cultivos más transitorios de la región, con 67000 hectáreas sembradas, con un rendimiento de 3.68 toneladas por hectárea de maíz tierno (choclo) y 1.63 toneladas por hectárea de grano seco (Zambrano et al, 2019). Las importantes provincias productoras de maíz se encuentran en la sierra central y norte como son: Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Azuay e Imbabura, donde se concentra el 80% de la producción. Pule (2020) resalta que la mayor producción de maíz suave en la provincia de Imbabura está en los cantones de Urcuquí con 824 toneladas anuales y Otavalo con 566 toneladas anuales.

Las plagas son uno de los principales factores limitantes para la producción de cultivos de maíz en todo mundo. Por lo tanto, provocan daños en el desarrollo de la planta, reduciendo su rendimiento (Hernández et al, 2019). Las plagas clave en el maíz son el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E Smith), mosca del choclo (*Euxesta eluta* Loew) y gusano elotero (*Heliothis zea*) (Zambrano et al, 2021). Adicionalmente, el gusano cogollero es la principal plaga de importancia económica que tienen los productores en el cultivo de maíz, ya que causa daños de alrededor del 60% en el rendimiento (Hernández et al, 2018).

Adicionalmente, el cultivo de maíz también está sometido al ataque de enfermedades, como: mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*), tizón foliar (*Helminthosporium maidis*), pudrición de la mazorca (*Fusarium moniliforme*), entre otras (Estrada, 2021). De estas, la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) causa pérdidas de rendimiento de hasta 55% en el cultivo de maíz (Pereyda et al, 2009), mientras que la pudrición de la mazorca causa pérdidas de rendimiento de hasta un 40%, disminuyendo así el valor comercial del grano (Peñaherrera, 2011).

Cuando las plantas son atacadas por insectos herbívoros, estos producen compuestos tóxicos o proteínas que inhiben o reducen el ataque. Esta respuesta inmune reconoce el daño de los insectos, lo que desencadena procesos bioquímicos en la planta que la hacen resistente al ataque. Además, el ataque de insectos no solo induce la acumulación de toxinas en la planta (defensa directa), sino que también la producción de compuestos volátiles (defensa indirecta) que, aunque, no afectan directamente al atacante, atraen a los insectos que los parasitan o los depredan (Zavala, 2010).

En este contexto, el uso de biol es una alternativa viable para su uso en programas de control de plagas en los principales cultivos agrícolas (Nava et al, 2012). Además, Casanova y León (2021) mencionan que el uso de biol es una de las prácticas agroecológicas más efectivas en los cultivos, siendo considerados como abonos, fertilizantes o enmiendas orgánicas.

Investigaciones han encontrado resultados relevantes en la aplicación de biol en diferentes cultivos, donde se han obtenido resultados en las características agronómicas, crecimiento y cosecha de los cultivos, como también en la disminución de insectos plagas, aunque no se han determinado las razones por la que se da este fenómeno. Por ejemplo, en un estudio realizado por Cerezo (2022) en aplicación de biol, obtuvo que el biol de gallinaza y bovino al 15% obtuvieron mejores resultados en el rendimiento del cultivo de maíz con 10204.53 kg/ha y 9151.53 kg/ha mientras que, el testigo alcanzo el menor rendimiento con 7439.37 kg/ha. Así mismo, el biol de bovino al 15% obtuvo el menor índice de afectación por gusano cortador con un 12.33% de afectación y gusano de la mazorca presentó el menor índice de daño a la mazorca con un índice de 0.07%.

Vélez y Zambrano (2019) en cambio, evaluaron el efecto de diferentes preparaciones de biol en el cultivo de maíz, donde obtuvieron que, el biol al 20% fue el que obtuvo un mejor peso de semillas con 29.65 gramos, seguido del tratamiento de biol al 30% con 30.43 gramos, mientras que el testigo alcanzo un peso menor de 27.79 gramos. De igual manera en el diámetro de mazorca con 39.89 mm (biol al 20%) y 40.56 mm (biol al 30%) y el testigo con diámetro de 36.55 mm. Además, se ha demostrado que las aplicaciones de los biofertilizantes (bioles) juegan un papel muy importante en la reducción de plagas y enfermedades en los cultivos, ya que los microorganismos presentes en el producto fermentado (biol) compiten con los patógenos de ciertas plagas y enfermedades, controlando sinérgicamente las plagas y enfermedades de las plantas (Hidalgo, 2015).

Así en una investigación de Maldonado (2022) por ejemplo, evaluó la incidencia y severidad de plagas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) aplicando biol estándar, biol estándar con lodos lácteos y testigo (fertilización química), donde obtuvo el mejor resultado en la incidencia del gusano blanco a los 112 días (fin de floración y tuberización) (*P. vorax* H.), con menor incidencia en el biol con lodos lácteos con 20.5% y biol estándar con 25%, mientras que el testigo (fertilización química) que fue el más afectado con 61.1% con una diferencia de 19% sobre el biol con lodos lácteos.

Rogelio et al, (2017) en cambio, examinaron los cambios defensivos en las hojas de maíz inducidos por las larvas del barrenador mediterráneo del maíz (*Sesamia nonagrioides* Lef.), donde el resultado fue que, el ácido jasmónico puede desempeñar un papel en la mediación de la respuesta del maíz al ataque del barrenador mediterráneo del maíz, también se evaluaron los efectos de la respuesta de la planta sobre el crecimiento de las larvas y se detectaron compuestos de defensa relacionados con la resistencia al barrenador.

Aunque el efecto positivo sobre las plagas puede deberse a la presencia de microorganismos y fitohormonas en los bioles, ya que estos pueden estar relacionadas con el aumento de la producción de ácido jasmónico. Según Zavala (2010), este ácido está involucrado en mecanismos de defensa, como la resistencia al ataque de pulgón, el desarrollo de tricomas en las hojas y el aumento de la producción de defensas químicas.

## **1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El empleo de insumos externos, es decir, que provienen fuera de la unidad de producción, como los pesticidas, ha ganado cada vez mayor espacio en el uso cotidiano de los productores, hasta hacer un uso excesivo de estos; ya que el empleo de estos pesticidas ha permitido un aumento en cuanto a la producción de maíz; y como consecuencia, han contribuido a la acidificación de los suelos (Ruíz y Victorino, 2015) y además de causar gravemente el medio ambiente y a la salud humana (Bernardino et al, 2019); lo que hace que las plagas se vuelvan más resistentes al uso de los pesticidas en los cultivos de maíz (del Puerto et al, 2014). El uso excesivo de estos pesticidas ha creado inmunidad en los insectos, lo que lleva a una mayor frecuencia, dosificación y toxicidad de los productos químicos.

El impacto negativo a la salud humana se ha incrementado, debido a que están expuestos los agricultores a mezclas arbitrarias de varios ingredientes activos, lo que pudiera generar sinergias y aumentar los niveles de toxicidad de uno o varios de los pesticidas empleados. Además, 28 ingredientes activos de los usados en el cultivo de maíz, se encuentran prohibidos en diversos países del mundo. Los principales pesticidas como paration metílico, fosforo de aluminio, metamidofos y metomilo, paraquat y glifosatos, se encuentran en este listado.

Sumándose a estos problemas, el cultivo de maíz presenta diversos problemas fitosanitarios para su producción, debido principalmente al ataque de insectos plaga (Reséndiz et al, 2016), entre los que destacan es el gusano cogollero causante de pérdidas de producción de maíz del 30% (CIMMYT, 2021), aunque se ha reportado que puede causar pérdidas hasta el 50% (Blanco et al, 2016); mosca del choclo produce ataques severos, superiores al 80% de las mazorcas afectadas, lo que causa pérdidas económicas en el maíz (Curis et al, 2015); gusano del choclo ataca directamente los frutos y causa pérdidas de 15% al 30% en el rendimiento (Boyd et al, 2005).

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad utilizamos abonos orgánicos que no degraden el suelo y que logren proporcionar los nutrientes adecuados para los cultivos; el biol es uno de ellos y es un biofertilizante líquido que se obtiene a partir de la fermentación de residuos de animales, plantas y aguas residuales (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2008). Además, el uso del mismo puede prevenir, controlar e influir en la severidad de plagas y especialmente en las enfermedades provocadas por patógenos del suelo (Días et al, 2022).

El biol, al ser un proceso anaeróbico, permite la producción de hormonas vegetales que ayudan al crecimiento de las plantas, raíces y desarrollo de los frutos, mejorando notablemente la producción de cualquier cultivo (INIA, 2008). Una de estas hormonas es el ácido jasmónico que es, una fitohormona endógena reguladora del crecimiento de las plantas. Esta hormona se encuentra en mucha de las plantas y participa en diversas tareas de resistencia y senescencia; la planta la produce después de un daño causado por un patógeno, el cual puede ser causado por microorganismos o insectos, proporcionando como efecto un incremento en la producción de compuestos de resistencia (Laredo et al, 2017). Esta hormona está asociada a señales químicas (jasmonatos) que



inducen las defensas en las plantas. La síntesis de jasmonatos se produce en las plantas a partir de un compuesto llamado ácido linolénico, el mismo que se desprende de la pared celular dañada por el ataque de insectos (Zavala, 2010).

Rizos et al, (2012) mencionan que el ácido linoleico es uno de los metabolitos beneficiosos más cruciales producidos a partir de fuentes microbianas, misma que es sintetizada e incluida por las bacterias del género *Lactobacillus*. Dichas bacterias podrían encontrarse en el biol a base de estiércol de cuy, por contener residuos digestivos del cuy (estiércol), y estimular la formación de ácido jasmónico (hormona relacionada con la inducción de resistencia sistémica).

Sahlström et al, (2008) en cambio inducen que la microbiota del estiércol de cerdo incluye diversas especies, principalmente el género *Bacillus*. El género *Bacillus* es un secretor de proteínas y metabolitos eficientes para el control de plagas y enfermedades; además que promueve el crecimiento vegetal a través de la solubilización de fósforo y la producción de reguladores de crecimiento como el ácido indol acético (Corrales et al, 2016). Así mismo, dicha bacteria podría encontrarse en el biol a base de estiércol de cerdo por contener residuos de la fermentación de estiércol (cerdo). Estos dos tipos de bioles pueden ser una iniciativa amigable con el medio ambiente y el suelo para compensar las necesidades de una agricultura sostenible.

Estudios realizados por Fan et al, (2015) probaron que el ácido jasmónico endógeno y el MeJA (Jasmonato de metilo) exógeno son potentes inductores de la defensa sistémica de las raíces contra el ataque del nematodo del nudo de la raíz en el tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Escobar et al, (2017) demostraron que las defensas inducidas por ácido jasmónico después de la infestación de trips (*Thysanoptera* H.) en plantas de tomate de tipo salvaje dieron como resultado defensas asociadas al tricoma foliar de tipo VI mejoradas. Rosero, (2018) destacó que el uso de biol puede reducir las poblaciones de plagas, debido a la interacción entre la planta y la plaga, se activa la síntesis de ácido jasmónico, un inhibidor de la proteasa, para formar una respuesta rápida al ataque de la plaga. A diferencia del testigo, la incidencia y severidad de plagas tratadas con los tratamientos con biol fue menor.

El presente estudio está enfocado en evaluar los efectos del biol a base de estiércol de cuy y cerdo de biol frente a la presencia de plagas de importancia económica en cultivo de maíz. Por otro lado,

esta investigación también busca brindar ayuda a los agricultores para que ejerzan una nueva alternativa sostenible y amigable con el medio ambiente al uso de plaguicidas.

## **1.4 OBJETIVOS**

### ***1.4.1 Objetivo general***

Evaluar el efecto de dos formulaciones de biol en las plagas de importancia económica del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura.

### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- Evaluar el efecto del biol en el rendimiento en seco del cultivo de maíz bajo las distintas fuentes de fertilización.
- Cuantificar la población, incidencia y severidad de plagas en el cultivo de maíz tratado con las diferentes fuentes de fertilización.
- Valorar los resultados económicos de la aplicación de bioles en la producción del cultivo de maíz.

## **1.5 HIPÓTESIS**

- **Ho:** La formulación de biol no influye en la incidencia y severidad de las plagas de importancia económica en el cultivo de maíz.
- **Ha:** Al menos una formulación de biol influye en la incidencia y severidad de las plagas de importancia económica en el cultivo de maíz.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Importancia social, económica y cultural del maíz**

El maíz es considerado el tercer cultivo más importante del mundo después del trigo y el arroz porque está ampliamente adaptado a diversas condiciones ecológicas y edáficas. Además, el cultivo de maíz se cultiva en la mayoría de los países y se lo constituye como un alimento básico en la dieta de la población, especialmente en América latina (Ortigoza et al, 2019).

Por lo tanto, el maíz es el principal cultivo transitorio en el Ecuador porque además de ser parte esencial de la dieta de la mayoría de la población y asociado a las costumbres y tradiciones locales, también representa una opción de producción económicamente lucrativa por ser ilimitada en sus usos, especialmente en las industrias de alimentos y balanceado (Albán et al, 2021).

Yáñez et al, (2013) mencionan que en la sierra norte del Ecuador (Carchi, Imbabura y Pichincha) se cultiva principalmente el maíz suave amarillo: Chaucha, Huandango, Mishca y Chillos; en la zona central (Tungurahua, Chimborazo y Bolívar) se cultiva maíz de grano blanco y posteriormente en la sierra sur (Cañar y Azuay), el maíz conocido como Zhima que presenta granos blancos irregulares o morados. Así mismo, el 95% de la producción de maíz en la sierra ecuatoriana, lo constituye el maíz suave, que es cosechado en tierno (choclo) o en grano seco. Una de las principales limitaciones del cultivo es su rendimiento, que es uno de los más bajos de la región con alrededor de 3.68 toneladas de maíz por año hectárea y 1.63 toneladas de grano seco por hectárea (Zambrano et al, 2021).

### **2.2 Clasificación taxonómica del maíz**

Según Acosta (2009) menciona que la clasificación taxonómica del maíz es la siguiente:

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Liliopsida
- **Orden:** Poales

- **Familia:** Poaceae
- **Género:** *Zea*
- **Especie:** *mays*
- **Nombre científico:** *Zea mays* Linneo

## 2.3 Descripción botánica

### 2.3.1 Raíz

Las raíces de la planta de maíz son subterráneas, y sus principales funciones, como en la mayoría de las plantas, es la de dar anclaje y fijación de la planta al suelo, y de absorber los nutrientes presentes en el terreno. El sistema radicular se suele extender en un radio de 1 metro y la raíz principal puede alcanzar una profundidad de 1.8 metros, cuando la planta está totalmente desarrollada (Vélez y Zambrano, 2019).

### 2.3.2 Tallo

El tallo central del maíz es un eje formado por nudos y entrenudos que varían mucho en número y longitud. La parte inferior subterránea del tallo tiene entrenudos muy cortos de los que emergen la raíz principal y las ramas laterales (Ortigoza et al, 2019).

### 2.3.3 Hojas

Las hojas son lanceoladas con margen ancho y áspero con vaina pubescente y lígula corta. Además, pueden alcanzar longitudes de hasta 1 m, y su número varía de una raza a otra (Basantes, 2015).

### 2.3.4 Flor

El maíz al ser una planta monoico posee flores masculinas y femeninas, es decir una misma planta puede realizar la polinización con una flor masculina fertilizando una flor femenina que a su vez esta se convertirá en la mazorca (Pumisacho y Chanataxi, 2016).

### 2.3.5 Grano

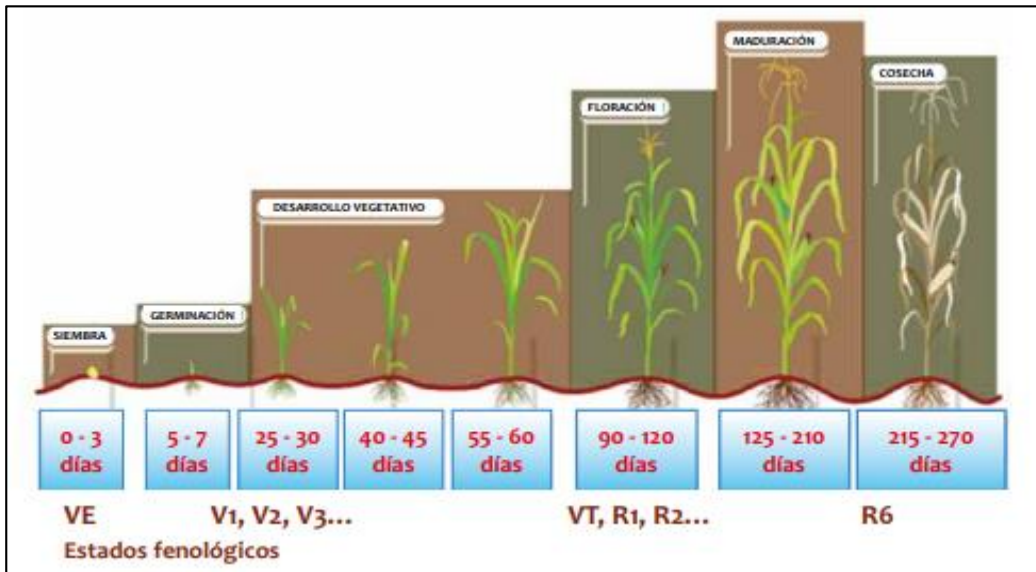
Es la parte más importante de la planta y varía en forma, tamaño, color, consistencia y composición química. El grano madura (maduración fisiológica) entre 50 y 90 días después de la fertilización (Basantes, 2015).

### 2.4 Ciclo del cultivo

El tiempo entre las etapas de crecimiento puede variar según la variedad o tipo de maíz, la ubicación (altitud y temperatura) y el período de siembra. En general, el cultivo de maíz suave tiene un ciclo de vida que comprende entre los 215 a 270 días desde la siembra hasta la cosecha (Zambrano et al, 2021) (Figura 1).

**Figura 1**

*Ciclo de vida del cultivo de maíz*



Fuente: (Zambrano et al, 2021)

### 2.5 Etapa fenológica del cultivo de maíz

Según el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [COACACYT] (2019) las etapas de crecimiento se pueden dividir en cuatro grandes períodos, según muestra la Tabla 1:

**Tabla 1***Etapas del crecimiento del cultivo de maíz*

<b>Etapas</b>	<b>Días</b>	<b>Características</b>
VE	5	El coleóptilo emerge de la superficie del suelo
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja
Vn		Es visible el cuello de la hoja número "n" ("n" es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; "n" generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo)
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panícula
R0	57	Antesis o floración masculina. El polen se comienza a arrojar
R1	59	Son visibles los estigmas
R2	71	Etapa de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión
R3	80	Etapa lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco
R4	90	Etapa masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano
R5	102	Etapa dentada. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una "línea de leche" cuando se observa el grano desde el costado
R6	112	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%

Fuente: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (COCACYT, 2019)

## **2.6 Variedad de maíz suave INIAP 122 - Chaucho mejorado**

En la provincia de Imbabura el maíz es uno de los cultivos más importantes, pues forma parte de la dieta y de la cultura de toda la población. Se siembran alrededor de 5 600 ha, con un rendimiento promedio de 2.82 t/ha en choclo y 1.50 t/ha de grano en seco. El 70% de la superficie sembrada se destina a la producción de grano seco. Los principales cantones productores de maíz son Urcuquí, Otavalo, Cotacachi, Ibarra y Antonio Ante. La mayor producción de choclo está en los cantones de Urcuquí (824 toneladas anuales) y Otavalo (566 toneladas anuales) (INIAP, 2013).

La variedad INIAP 122 se distingue por su precocidad, tamaño pequeño, resistencia al acame, tolerancia a la pudrición de la mazorca, y gran calidad de grano. Se adapta bien a altitudes entre

2200 y 2800 m s.n.m. y combina bien con variedades trepadoras semi-precoz de fréjol como INIAP-412 TOA (INIAP, 2013).

Chaucho Mejorado es el resultado de un cruce multicolección entre Chaltura (ECU-07203), La Florida (ECU-07297), Natabuela (ECU-07302) e Imantag (ECU-07310) en Imbabura. Durante dos ciclos de cultivo, 1993-1994 y 1994-1995, estas recolecciones demostraron buenas características agronómicas y calidad de grano (INIAP, 2013).

## **2.7 Plagas**

### **2.7.1 Principales plagas que afectan al cultivo de maíz**

Según Valarezo et al, (2010) las principales plagas de insectos que afectan el cultivo de maíz son el gusano cogollero, mosca del choclo y gusano del choclo. Hay plagas secundarias o potenciales como el gusano elotero o de la mazorca, gusano trozador o cortador, perforador menor del tallo y gusano alambre, que rara vez requieren medidas de control porque su ataque es esporádico o se presenta fuera de la época de cosecha.

#### **2.7.1.1 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**

Es una plaga muy dañina en el cultivo del maíz. Sus gusanos o larvas taladran los cogollos y a medida que crecen y se abren, sus perforaciones se hacen más visibles. Este gusano se come las hojas dejando orificios irregulares y luego pasa al cogollo, donde se protege y se alimenta, pudiendo destruirlo por completo. El gusano mide unos 4 cm de largo. Los adultos de esta especie son lepidópteros o polillas que aparecen con la presencia en los cultivos tiernos de maíz (Fabara, 2011).

Depositán los huevos en los cogollos y conforme van penetrando o eclosionando van apareciendo los pequeños gusanos, y a medida que penetran o eclosionan, aparecen los pequeños gusanos, consumiendo abundantemente de las hojas tiernas y van adquiriendo un rápido crecimiento que aumenta gradualmente sus necesidades dietéticas (Fabara, 2011).

### **2.7.1.2 Mosca del choclo (*Euxesta eluta* Loew.)**

En el cultivo de maíz la mosca del choclo causa altas pérdidas económicas y el daño es causado por la alimentación de la larva sobre los estigmas, granos y restos de las mazorcas (Bertolaccini et al, 2018). Esta plaga pertenece al género *Euxesta*, y su daño que ocasiona en la mazorca incluye alimentarse la parte superior de la mazorca y el grano en desarrollo ya que se alimenta del endospermo, lo que conduce a la pudrición de la mazorca, que finalmente afecta la calidad del grano (Guasallamín, 2017).

### **2.7.1.3 Gusano del choclo (*Heliothis zea*)**

Es una plaga muy dañina en el maíz, en larva, en ocasiones se alimentan del cogollo y de las espigas tiernas, suelen atacar a la mazorca; miden 0.5 cm aproximadamente, son de color verde claro al negro con una banda crema a los costados. Las larvas empiezan a alimentarse poco después de su eclosión y se concentran en el estigma de la mazorca. Además de causar daño directo al grano, las larvas pueden introducir patógenos que causan la pudrición de la mazorca (INIAP, 2014).

## **2.8 Enfermedades**

### **2.8.1 Principales enfermedades que afectan al cultivo de maíz**

A nivel mundial, la producción de maíz es susceptible a enfermedades causadas por una variedad de patógenos que afectan el desarrollo de las plantas y se ve influenciada favorablemente por las condiciones climáticas, la calidad de la semilla, las prácticas agronómicas, los insectos vectores y otros (Estrada, 2021).

Las principales enfermedades que afectan a los cultivos de maíz son: mancha de asfalto, tizón foliar, pudrición de la mazorca, entre otras (Estrada, 2021).



### **2.8.1.1 Mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* M.)**

La mancha de asfalto es causada por el ataque del hongo *Phyllachora maydis*, que causa pequeñas manchas negras y brillosas en las hojas que varían en tamaño de ovaladas a circulares y tienen un diámetro de 0.5-2.0 mm de diámetro (López et al, 2011).

Esta enfermedad suele aparecer después de la floración. Sin embargo, en condiciones persistentes de siembra puede manifestarse en la etapa de prefloración. Aunque se considera una enfermedad endógena, su severidad y facilidad de propagación la ubican en la categoría de la enfermedad altamente agresiva, y si los factores climáticos la favorecen, puede causar muerte prematura de frutos y pérdida de cosechas en un corto período de tiempo. Los síntomas iniciales son pequeñas manchas negras ligeramente elevadas que se extienden por toda la capa foliar; más tarde, y de manera más agresiva, la infección puede propagarse a las hojas de nivel superior y a otras plantas (Peñaherrera, 2011).

### **2.8.1.2 Tizón foliar (*Helminthosporium maidis*)**

Uno de los primeros síntomas es la aparición de pequeñas marcas ovales y agudas en las hojas, que se reconocen fácilmente. Estas lesiones luego se convierten en grandes áreas necróticas, que aparecen primero en las hojas inferiores y aumentan en número a medida que la planta crece. Es posible producir total quemadura en el follaje (CIMMYT, 2004).

El tizón se encuentra en todo el mundo y es más común en áreas con alta humedad y temperaturas moderadas durante la temporada de crecimiento. Cuando la infección se produce antes o durante la aparición de los síntomas, y si las condiciones son favorables, puede causar un perjuicio económico importante (CIMMYT, 2004).

### **2.8.1.3 Pudrición de la mazorca (*Fusarium moniliforme* L.)**

La pudrición por *Fusarium moniliforme* L. es probablemente el patógeno más común de la mazorca de maíz en todo el mundo. Además, causa daños principalmente en granos individuales o en áreas específicas de la mazorca. Los granos infectados desarrollan un moho algodonoso o rayas blancas en el pericarpio y germinan en el olote. A su vez, infecta a las mazorcas que han sido invadidas por barrenadores del tallo (CIMMYT, 2004).

## **2.9 Biofertilizantes: Alternativa**

Los biofertilizantes son una alternativa que contribuye a la sostenibilidad ambiental y productividad de los cultivos, debido al papel fundamental de las poblaciones microbianas durante los procesos que promueven la estabilidad y productividad de los agro ecosistemas (Beltrán, 2022). El biol es uno de estos productos, el cual es una alternativa natural, capaz de promover y estimular el desarrollo de las plantas y sobre todo mejora y activa el poder germinativo de las semillas (Pérez et al, 2017).

## **2.10 Biol**

El biol es un abono orgánico líquido producido por la descomposición de desechos animales y vegetales dentro del biodigestor en ausencia de oxígeno disuelto. Es un excelente abono foliar porque contiene nutrientes de fácil asimilación por las plantas, haciéndolas más vigorosas y resistentes (Hernández y Maida, 2013). Debido a que el biol es una fuente orgánica de fitoreguladores, es capaz de promover actividades físicas y estimular el desarrollo de las plantas, sirviendo como actividades agronómicas tales como: enraizamiento, acción de crecimiento, mejora de la floración, activación del vigor y capacidad germinativa de las semillas, y todo esto resulta en un aumento significativo de las cosechas (Cordero, 2010).

El biol se utiliza principalmente en la agricultura de los países de América Latina para reducir los daños, la contaminación del suelo, la contaminación del agua y la salud de los agricultores debido al uso de productos químicos, que aún se utilizan en estos países. Por su composición química, el biol se puede utilizar como fertilizante líquido en una amplia gama de plantas, incluidas aquellas con ciclos de crecimiento cortos, anuales, bianuales y perennes; granos, forrajeras y leguminosas, entre otros, con aplicaciones dirigidas al follaje, suelo, frutos y raíz (Cordero, 2010).

## **2.11 Materiales para la elaboración del biol**

### **2.11.1 Estiércol**

El estiércol en el biol viene a ser parte del componente sólido que tendrá la función de proveer nitrógeno y en menor cantidad fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro al biol (Cordero, 2010).

- a) **Estiércol de cuy:** el estiércol de cuy se usa como abono directo en varios cultivos porque se considera uno de los estiércoles de mejor calidad de mejor calidad, junto con el de estiércol de caballo, por sus propiedades físicas y químicas (Cordero, 2010) (Tabla 2).

**Tabla 2**

*Composición química del estiércol de cuy*

<b>Nutrientes (ppm)</b>	<b>%</b>
Nitrógeno	0.70
Fosforo	0.05
Potasio	0.31
Ph	10

Fuente: (Cordero, 2010)

- b) **Estiércol de cerdo:** el estiércol de cerdo es en forma líquida y es una mezcla de componentes de: heces, orina, agua de los corrales, entre otros. Además, tiene un valor agronómico ya que puede ser utilizado como abono orgánico para producir cultivos sin dañar el medio ambiente (Eghball y Ginting, 2004) (Tabla 3).

**Tabla 3**

*Composición química del estiércol porcino*

<b>MO</b>	<b>Humedad</b>	<b>Ph</b>	<b>CE</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>CaO</b>
<b>%</b>	<b>%</b>		<b>dS/m</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
80.86	26.23	6.36	6.27	2.04	6.1	1.63	3.98
MgO	Na	Fe	Cu	Zn	Mn	B	
%	%	Ppm	Ppm	Ppm	Pmm	PPmm	
2.0	0.23	29	385	1580	488	1417	

Fuente: (Eghball y Ginting, 2004)

### 2.11.2 Melaza

La melaza es la principal fuente de energía de los microorganismos que fermentan el abono orgánico, lo que fomenta la actividad microbiológica en los biopreparados (FONAG, 2011).

### **2.11.3 Agua**

Durante todo el proceso de fermentación, el agua en el biol tiene la tarea de diluir y homogeneizar la humedad de todos los componentes del biol, así como promover las condiciones ideales para el normal desarrollo de la actividad y reproducción microbiana (Cordero, 2010).

### **2.11.4 Ceniza**

Estas aportan elementos minerales a los biopreparados. Además de tener un aporte importante en K, Ca y Si y la presencia de numerosos oligoelementos (Bizzozero, 2006).

## **2.12 Función del biol**

La función principal del biol es estimular el desarrollo y fortalecimiento de las raíces, flores y frutos de la planta, dándole más vigor a la planta. Esto se debe a las bacterias que existen en el biol como resultado de la producción de hormonas provocadas por la descomposición de los materiales orgánico. La composición hormonal que poseen los bioles estimula a las plantas de manera positiva, aumentando así la productividad de los cultivos y reduciendo los costos, lo que se traduce en altos rendimientos y productos de calidad (Cerezo, 2021).

Las bacterias son las encargadas de digerir, metabolizar y poner a disposición a las plantas y el suelo todos los elementos nutritivos que se encuentran en el tanque de fermentación (Restrepo, 2007). Arana (2011) señala en cambio, que los microorganismos beneficiosos presentes en el contienen principalmente cuatro géneros principales: bacterias fototróficas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y hongos de fermentación.

## **2.13 Fitohormonas**

Las fitohormonas son moléculas señalizadores que se ubican en diferentes tejidos de la planta. Además de que, los cambios en la concentración y distribución regulan el desarrollo y las respuestas a estreses bióticos y abióticos (Porta y Jiménez, 2019). Las principales fitohormonas utilizadas en el crecimiento vegetal son las auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido salicílico, poliaminas, ácido jasmónico y derivados, brasinoesteroides, etileno, estrigolactonas; cada fitohormona de acuerdo con su estructura química realiza diferentes

interacciones para poder cumplir con sus funciones y están involucradas en las vías de señalización en defensa de las plantas (Alcantara et al, 2019).

#### **2.14 Señalización de ácido jasmónico**

El ácido jasmónico es una hormona bien estudiada debido a su papel en varios efectos fisiológicos en las plantas, como la inducción de resistencia local y la propagación de enfermedades. El ácido jasmónico parece utilizar diferentes mecanismos para inducir estas respuestas, debido al hecho de que interactúa de diferentes maneras con otras vías de sellado hormonal para inducir respuestas defensivas (Laredo et al, 2017).

La señalización del ácido jasmónico juega un papel central en la defensa de las plantas contra los patógenos necrotróficos y los insectos herbívoros que afectan las raíces y los brotes. Esta vía también se activa por interacciones con microorganismos benéficos, lo que puede conducir a una resistencia sistemática inducida (Carvalhais et al, 2013).

#### **2.15 Actividad biológica de los jasmonatos**

La actividad biológica de los reguladores del crecimiento vegetal depende de los efectos fisiológicos que provoquen en las plantas, ya sea que inhiban o estimulen ciertas funciones. La aplicación exógena de ácido jasmónico a las plantas puede tener efectos muy diferentes. Los jasmonatos se pueden considerar fitohormonas porque se han encontrado en 150 familias y 206 plantas, y también se ha demostrado que inhiben el crecimiento en ciertas partes de la planta y promueven la senescencia de hojas y tallos (Eng, 2008).

#### **2.16 Sistema inmune de las plantas**

Muchas plantas están infestadas de microorganismos patógenos que perjudican el crecimiento y la reproducción. Las plantas tienen un sistema de defensa similar a la inmunidad animal, que incluye barreras físicas y defensas moleculares y sistémicas. Este sistema opera de dos formas básicas: la primera responde a las moléculas que se encuentran en muchos tipos diferentes de microorganismos, tanto patógenos como no patógenos, y la segunda responde directamente a los factores de virulencia de los patógenos o a sus efectos en el huésped (Ojito y Portal, 2010).

Los tipos de respuestas sistémicas que se conocen de forma general son: resistencia sistémica adquirida y resistencia sistémica inducida. Cuando se produce una herida localizada en la planta, que provoca necrosis, se produce la resistencia sistémica adquirida (Camarena y de la Torre, 2007). En cambio, la resistencia sistémica inducida, es inducida por bacterias colonizadoras de raíces conocidas como rizobacterias promotoras del crecimiento de la planta, que incluyen cepas de *Pseudomonas*, y no causan daños apreciables a las raíces de las plantas. Estas bacterias son capaces de inducir resistencia local y transferirla a otras partes de la planta, logrando así la inducción de resistencia sistémica (Métraux, 2001).

## **2.17. Análisis económico**

El análisis económico tiene como objetivo investigar el estatus de una empresa como unidad económica, estudiando su posible potencial, beneficios y rentabilidad actual y futura; es decir, se encarga de analizar una empresa como negocio y su capacidad para generar ganancias hasta e incluyendo Lograr rentabilidad en un periodo de tiempo, centrándose en la calidad del negocio que proporciona (Jiménez y Benedicto, 2010).

### **2.17.1 Costos**

Se entiende por costo el valor económico del total de recursos utilizados (o no recibidos) para realizar cualquier proceso productivo y obtener un producto terminado; estos costos incluyen materias primas, mano de obra y costos generales de fabricación (Salinas, 2012).

### **2.17.2 Costos de producción del cultivo de maíz**

Los costos de producción para una hectárea de maíz varían en función de los implementos, insumos y técnicas que se vayan a aplicar para la producción. En la Tabla (4) se puede apreciar los costos propuestos.

**Tabla 4***Costos de producción para una hectárea de maíz*

<b>Actividad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Total/ha</b>
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>1. Preparación del suelo</b>				
Análisis de suelo	Muestra	1	26.86	26.86
Arada	Tractor	3	15	45
Rastra	Tractor	3	15	45
Surcado	Tractor	2	15	30
<b>2. Siembra y fertilización</b>				
Semilla	kg	30	3	90
Siembra	Jornal	2	12	24
Fertilización a la siembra	Jornal	2	12	24
Fertilización química	Kg	90	0.93	83.70
<b>3. Labores culturales</b>				
Control de malezas	Jornal	2	12	24
Rascadillo	Jornal	5	12	60
Fertilización complementaria	Jornal	1	12	24
Fertilización química	Kg	135	0.67	90.45
Aporque	Jornal	8	12	96
Control fitosanitario	Jornal	2	12	24
Aceite de neem	Jornal	10	12	120
<b>4. Cosecha y poscosecha</b>				
Cosecha	Jornal	8	12	96
Secado	Jornal	10	12	120
Selección, desgranado y envasado	Jornal	15	12	180
<b>5. Comercialización</b>				
Venta al mercado	Jornal	4	12	48
<b>TOTAL</b>				<b>1251.01</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
Administración				138.10
Arrendamiento tierra				80
Interés capital				115.08
Imprevistos				41.43
Equipos y herramientas				30
<b>TOTAL</b>				<b>1575.62</b>

Fuente: (INIAP, 2014)

## **2.18. Relación beneficio-costo**

El análisis de esta relación es un proceso de evaluación de los costos y beneficios actuales a obtener de un proyecto para determinar su factibilidad; por lo tanto, los costos y beneficios deben ser cuantitativos y expresados en unidades monetarias para calcular los beneficios netos a obtener (Agrowin, 2011).

## **2.2 MARCO LEGAL**

La investigación actual se enmarca en las leyes y artículos establecidos en el Artículo 281 de la Constitución de la República del Ecuador. Este artículo establece que el Estado debe garantizar la soberanía alimentaria como objetivo estratégico y obligación para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tienen acceso a alimentos saludables y culturalmente apropiado (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

Por otra parte, el Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 tiene por objeto en el Objetivo 3: Fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular (Plan de Creación de Oportunidades, 2021).

Además, que dentro de la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sostenible, menciona que las semillas nativas son consideradas patrimonio del Estado y parte de los recursos filogenéticos para la alimentación y agricultura (Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semilla y Fomento de Agricultura [LOASFAS], 2017). Así mismo en el Capítulo Segundo de los Derechos del Buen Vivir, Art.13 establece que toda las personas y comunidades tienen el derecho al acceso seguro y permanente a alimentos nutritivos, suficientes y saludables, que deben ser producidos a nivel local y adaptados a sus diversas identidades y tradiciones culturales (Constitución de la República del Ecuador, 2008).



# CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

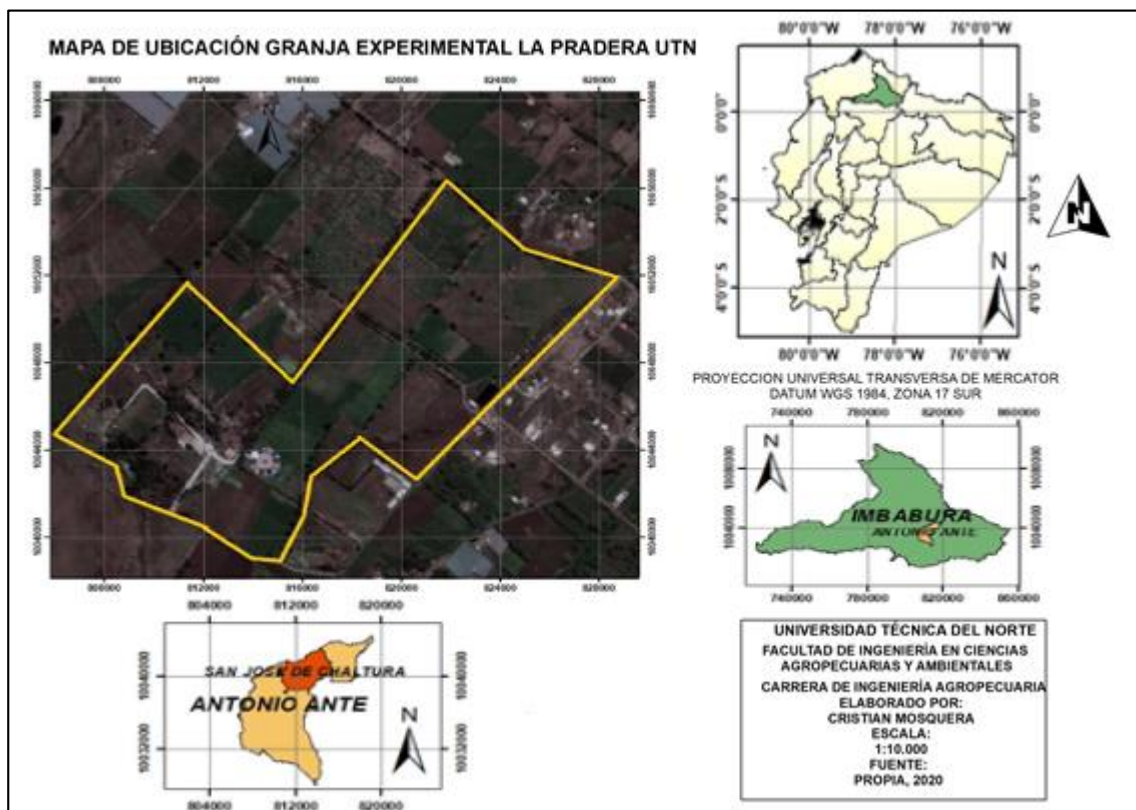
## 3.1 Descripción del área de estudio

### 3.1.1 Ubicación del área de estudio

La presente investigación se realizó en La Granja Experimental La Pradera perteneciente a la Universidad Técnica del Norte; la cual se encuentra ubicada en la parroquia de San José de Chaltura, perteneciente al cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura. En la Figura 2 se puede observar el mapa de ubicación del área de estudio, lugar asignado para la investigación.

### Figura 2

Mapa de ubicación de la Granja Experimental La Pradera de la Universidad Técnica del Norte



Las características del área de estudio en donde se realizó la investigación se detallan en la Tabla 5, datos que fueron recopilados por el GAD Municipal de Antonio Ante (2022).

**Tabla 5***Características del área de estudio*

<b>Provincia</b>	<b>Imbabura</b>
Cantón	Antonio Ante
Parroquia	San José de Chaltura
Lugar	Granja Experimental La Pradera UTN
Altitud	2340 m s.n.m.
Longitud	0°21'19'' N
Latitud	78°11'32'' W

Fuente: (GAD Municipal de Antonio Ante, 2022)

### **3.1.2 Características climáticas**

En la Tabla 6 se describen las características climáticas del sector donde se realizó la presente investigación.

**Tabla 6***Datos de las características climáticas del área de estudio*

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Clima	Sub-húmedo temperado
Temperatura baja	9.5 °C
Temperatura media	14 °C
Temperatura máxima	18 °C
Precipitación media anual	600 a 800 mm/año
Humedad relativa	70%

Fuente: (GAD Municipal de Antonio Ante, 2022)

### **3.1.3 Características edáficas**

Según el GAD Municipal Antonio Ante (2020), la Granja Experimental La Pradera posee las siguientes características edáficas:

- **Suelo:** franco
- **Textura del suelo:** arenosas a arcillosas
- **pH:** ligeramente neutro

### 3.2 Materiales

Los materiales, equipos, insumos y herramientas que fueron utilizados en el desarrollo de la investigación se detallan en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Materiales, equipos, insumos y herramientas utilizados en la investigación*

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Insumos</b>	<b>Herramientas</b>
Libro de campo	Computador	Semillas maíz suave variedad INIAP 122- Chaucho mejorado	Azadón
Esferos	Cámara fotográfica	Biol (estiércol de cuy)	Pala
Rótulos	Impresora	Biol (estiércol porcino)	Cinta métrica
Estacas	Calculadora	Fertilizantes químicos	Rastrillo
Rollo de piola	Memoria USB	Ecoabonaza	Barreno
Tanque de 200 litros	Balanza digital	Nitrato de potasio	Machete
Canecas de 20 litros	Bomba de fumigar	Sulfato de potasio	
Piolas	Bomba de mano	Carbonato de calcio	
Estacas	Calibrador pie de rey	Urea	
Probetas		Fosfato mono amónico	
Jarras plásticas		Nitrato de calcio	
Cubre bocas			
Guantes			

### 3.3 Métodos

El desarrollo de este estudio incluyó una fase de campo en la que se evaluó el efecto de dos formulaciones de biol en las plagas de importancia económica en el cultivo de maíz en la Granja Experimental La Pradera perteneciente a la Universidad Técnica del Norte.

#### 3.3.1 Tipo de estudio

Esta investigación es un experimento de aplicación de campo, ya que involucra el manejo de un cultivo agrícola como es el maíz, y así como la evaluación y manipulaciones de variables en campo.

### 3.3.2 Factores en estudio

En la presente investigación el factor en estudio estuvo conformado por tres fuentes de fertilización las mismas que se presentan a continuación:

- Biol a base de estiércol de cuy
- Biol a base de estiércol de cerdo
- Testigo (fertilización química)

El código de cada fuente de fertilización se planteó de la siguiente manera: T1 por biol a base de estiércol de cuy, T2 por biol a base de estiércol de cerdo y T3 por Testigo (fertilización química).

### 3.3.3 Tratamientos

Los tratamientos obtenidos a partir de los factores en estudio, se detallan a continuación en la Tabla 8:

**Tabla 8**

*Descripción de los tratamientos en estudio*

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Código</b>
Biol a base de estiércol de cuy	80% N FQ + 20% N Biol a base de estiércol de cuy	T1
Biol a base de estiércol de cerdo	80% N FQ + 20% N Biol a base de estiércol porcino	T2
Testigo (fertilización química)	100% N FQ	T3

La cantidad de biol aplicada fue referenciada a los resultados del contenido de nitrógeno de los dos tipos de bioles en el pre-test de cálculo de fuente de nutrientes, donde se obtuvo 185 kg/ha de nitrógeno para el biol de cuy (Anexo 1) y biol de cerdo (Anexo 2) y el requerimiento establecido para la siembra de maíz (Anexo 3).

En el tratamiento 1 se aplicaron 31.90 litros de biol por parcela, de los cuales 1.51 litros de biol de cuy y se distribuyeron al suelo vía drench al 50% v/v y área foliar al 10 % v/v. La dosis de 1.51 litros de biol de cuy se aplicaron quincenalmente (11 aplicaciones) a lo largo de toda la fase del cultivo de maíz (Anexo 4). En el tratamiento 2 se utilizaron 88.63 litros de biol de cerdo por parcela

de los cuales 4.22 litros de biol se aplicaron al suelo vía drench al 50% v/v y área foliar al 10 % v/v (Anexo 5).

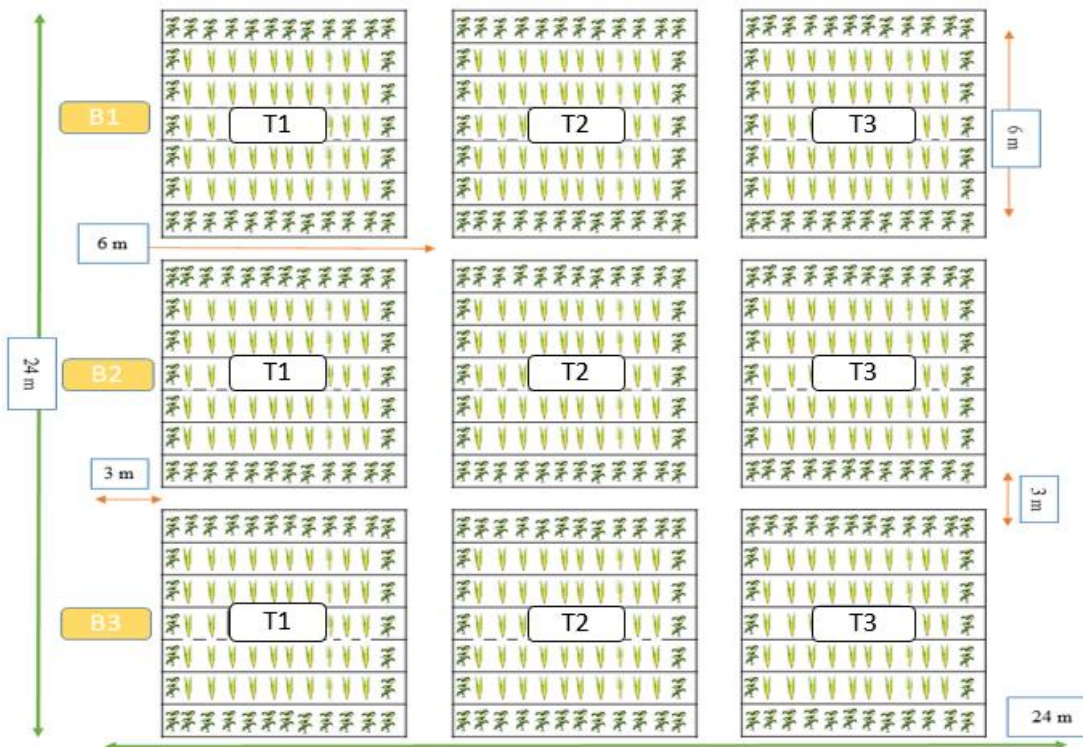
Mientras que la dosis de fertilización química para cada tratamiento fue calculada en base a los requerimientos del cultivo de maíz con una dosis de 185 kg/ha de nitrógeno (Anexo 6). Para lo cual se necesitó de 5.4 kg de ecoabonaza, 3.24 kg de nitrato de potasio, 1.89 kg de sulfato de potasio, 21.6 kg de carbonato de calcio, 2.16 kg de fosfato mono amónico, 4.32 kg de nitrato de calcio, mientras que la urea para los tratamientos de biol se usó 0.21 kg y al testigo 1.50 kg (Anexo 7). Estos fertilizantes se aplicaron el 1/3 de N al momento de la siembra y el 2/3 de N restante al aporque en cada tratamiento (Anexo 8).

### 3.3.3 Diseño experimental

En la presente investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), mismo que se muestra en la Figura 3.

**Figura 3**

*Esquema del ensayo conformado en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)*



### 3.3.4 Características del experimento

El área del experimento se formó de la siguiente manera, como se muestra a continuación en la Tabla 9.

**Tabla 9**

*Características del experimento del estudio*

<b>Variables</b>	<b>Total</b>
Fuentes de fertilización	3
Bloques	3
Número de unidades experimentales	9
Área total del ensayo	576 m <sup>2</sup> (24 m x 24 m)

### 3.3.5 Características de la unidad experimental

La investigación estuvo compuesta por 9 unidades experimentales cada una de 6 m de largo por 6 m de ancho. Cada unidad experimental constó de 84 plantas distribuidas a una distancia entre planta de 0.50 cm y 0.80 cm entre surcos; y a la vez cada unidad experimental contó con 7 surcos cada una y 12 plantas por surcos.

A continuación, en la Tabla 10 se detallan las características de la unidad experimental.

**Tabla 10**

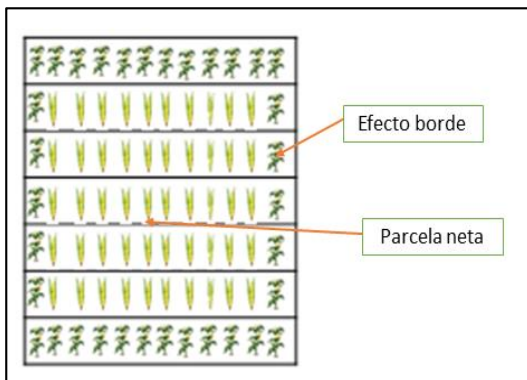
*Características de la unidad experimental del estudio*

<b>Datos</b>	<b>Medidas</b>
Largo	6 m
Ancho	6 m
Área total de la parcela	36 m <sup>2</sup>
Separación de unidades experimentales	3 m
Distancia entre surco	0.80 cm
Distancia entre planta	0.50 cm
Número de plantas por unidad experimental	84
Número de surcos por unidad experimental	7
Número de plantas por surco en unidad experimental	12
Semillas por punto de siembra	2
Número de plantas en efecto de borde	34
Número de surcos en parcela neta experimental	5
Número de plantas por surcos en la parcela neta experimental	10

Para determinar la parcela neta se tomó en cuenta el efecto borde (se eliminó una fila de plantas en el largo y ancho de cada bloque), la parcela neta se conformó con el efecto borde con un total de 34 plantas, y se evaluaron las plantas centrales de la parcela neta experimental para lo que respecta a monitoreo de plagas y enfermedades, la cual quedó conformada por 50 plantas en total, con 5 surcos y 10 plantas en cada surco; como se muestra en la Figura 4.

#### Figura 4

*Esquema de la unidad experimental con efecto de borde para el estudio de la presente investigación*



#### 3.3.6 Análisis estadístico

Los análisis de los datos se realizaron mediante el programa estadístico InfoStat versión 2020. Para determinar el análisis estadístico se efectuó mediante un análisis de varianza las medidas de resumen media, error estándar, coeficiente de variación y gráficos con pruebas de medias de LSD Fisher ( $\alpha = 0.05$ ), para las variables que cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza para los datos paramétricos. Mientras que las variables que no cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza (datos no paramétricos) se utilizó la prueba de Friedman.

En la Tabla 11 se detalla el análisis de varianza (ADEVA) empleado en la investigación.

**Tabla 11**

*Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA)*

<b>Fuentes de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Bloques	(T - 1)	2
Tratamientos	(B - 1)	2
Error experimental	(T - 1) (B - 1)	4
Total	(T x B) - 1	8

### **3.4 Variables a evaluar**

Las variables de la planta y de la mazorca se evaluaron aleatoriamente. Para las variables de la planta se realizó una revisión de diez plantas en cada una de las parcelas netas experimentales de los tres tratamientos, seguida de la selección de veinte mazorcas aleatorias de cada unidad experimental de los tres tratamientos para su posterior evaluación.

A continuación, se detallan las variables que se manipularon a lo largo de la fase del experimento:

#### **3.4.1 Altura de la planta**

Esta variable alcanzó su punto máximo al final de la etapa de floración (120 días). Para evaluar la variable altura de la planta, se escogieron al azar un total de diez plantas de cada parcela neta experimental. Los datos se registraron en centímetros (cm), desde la inserción del tallo con la raíz hasta la base de la panoja (Figura 5).

#### **Figura 5**

*Medición de la altura de la planta del cultivo de maíz suave variedad INIAP - Chaucho mejorado*





### ***3.4.2 Grosor del tallo***

Se procedió a tomar las medidas del grosor del tallo con una cinta métrica, a una altura media de la planta desde el nivel del suelo, en cada una de las diez plantas seleccionadas al azar de cada parcela neta experimental. Luego se promedió y se expresó en milímetros (mm) (Figura 6).

#### **Figura 6**

*Medición del grosor del tallo del cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



Una vez que las mazorcas alcanzaron el final de su madurez fisiológica (etapa de cosecha), se procedió a la cosecha y se colocó en sacos para ser identificadas posteriormente. Finalmente, se seleccionaron veinte mazorcas aleatorias de cada unidad experimental para la posterior toma de datos de la investigación. Las variables se detallan a continuación:

### ***3.4.3 Longitud de la mazorca***

Se midieron cada una de las mazorcas en centímetros y se colocó el calibrador digital desde la base de la inserción del pedúnculo hasta el ápice, como se observa en la Figura 7. Los datos de la toma de la longitud de la mazorca (cm) se realizó a las veinte mazorcas seleccionadas aleatorias de cada unidad experimental.

### **Figura 7**

*Medición de la longitud de la mazorca del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



#### **3.4.4 Diámetro de la mazorca**

Con la ayuda de un calibrador digital se midió la parte central de cada una de las veinte mazorcas seleccionadas al azar de cada unidad experimental y se midió en centímetros (cm) (Figura 8).

### **Figura 8**

*Medición del diámetro de la mazorca del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



#### **3.4.5 Peso de las mazorcas**

Para la recolección del peso de las mazorcas (g) se escogieron al azar un total de veinte mazorcas de cada unidad experimental y se procedió a medir individualmente en una balanza digital. El peso de las mazorcas se midió en gramos (Figura 9).

## Figura 9

*Peso de la mazorca del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado en balanza digital*



### 3.4.6 Daño a la mazorca

Para el registro de estos datos, se evaluó visualmente el daño causado por pudrición de las veinte mazorcas aleatorias de cada unidad experimental, utilizando los ítems asignados por el descriptor de maíz de IBPGR (1991) (Figura 10).

Según la Junta Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR, 1991) menciona que el grado de daño en la mazorca sea por pudrición y/o insectos, entre otros en el cultivo de maíz es:

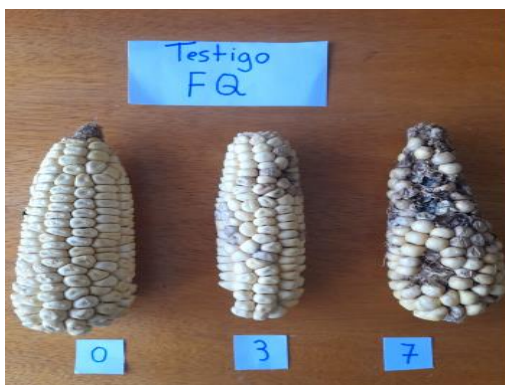
0: Ninguno

3: Poco

7: Grave

## Figura 10

*Evaluación del daño de la mazorca del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



Nota: grado de daño de las mazorcas (0) grado ninguno, (3) grado poco, (7) grado grave

### 3.4.7 Incidencia de mazorcas afectadas

Al momento de la clasificación, se separó las mazorcas que presentaron características anormales y daños físicos con las mazorcas que presentaron características sanas de cada una de las unidades experimentales (Figura 11).

#### Figura 11

*Clasificación de las mazorcas de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



Nota: mazorcas clasificadas en mazorcas a) sanas y mazorcas b) enfermas

### Características del grano

Luego de la caracterización de las veinte mazorcas por cada unidad experimental, se realizó el desgrane de las mazorcas previamente determinadas para caracterizar el grano con las variables que se detallan a continuación:

### 3.4.8 Longitud del grano

Se tomó diez semillas aleatorias, las semillas se tomaron de cada unidad experimental, se dispusieron horizontalmente y se midieron semilla por semilla con la ayuda de un calibrador digital. La medida se registró en milímetros (mm) (Figura 12).

## Figura 12

*Medición de la longitud del grano del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



### 3.4.9 Ancho del grano

Con las mismas semillas anteriores se colocó de forma vertical y se procedió a medir semilla por semilla con la ayuda de un calibrador digital. La medida se registró en milímetros (mm) (Figura 13).

## Figura 13

*Medición del ancho del grano del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



### 3.4.10 Grosor del grano

De las 10 semillas anteriores se tomó la medida con un calibrador digital desde la parte más ancha de los costados. La medida se registró en milímetros (mm) (Figura 14).

## Figura 14

*Medición del grosor del grano del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



### 3.4.11 Peso de 100 granos

Se realizó el desgranó de las veinte mazorcas caracterizadas y se contaron cien granos al azar para determinar el peso de 100 granos. Luego, se colocó en una balanza gramera para registrar los datos en gramos (g) (Figura 15).

## Figura 15

*Peso de 100 granos del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



### 3.4.12 Rendimiento en grano seco (kg/ha)

El rendimiento se lo determinó cuando los granos de maíz presentaron una humedad del 13% y una vez cosechas las mazorcas de cada unidad experimental se desgranó todas las mazorcas y se procedió a pesar en una balanza electrónica los granos y se obtuvo el peso total en kilogramos.

Para posterior considerar el área útil de cada unidad experimental, estableciendo su peso en grano en kg/ha (Figura 16).

### **Figura 16**

*Peso total de los granos por unidad experimental del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



#### ***3.4.12 Población, incidencia y severidad de plagas y enfermedades***

- **Población de plagas**

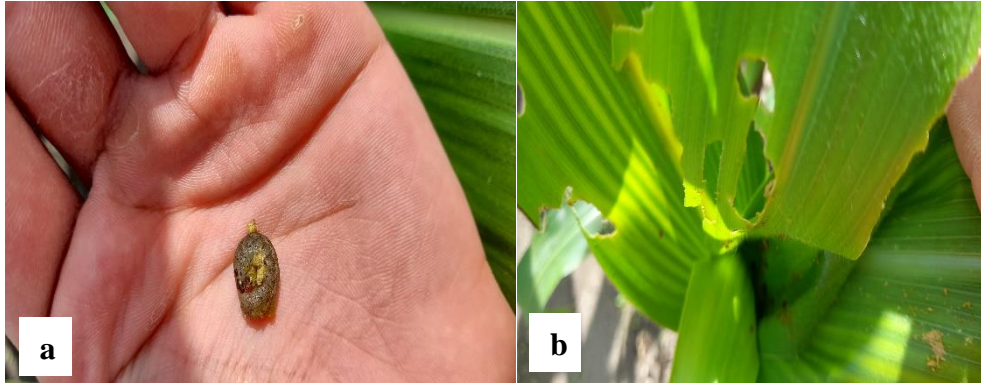
- a) **Gusano cogollero** (*Spodoptera frugiperda*)

El monitoreo se realizó durante la fase de desarrollo vegetativo. Se realizaron monitoreos visuales en horas de la mañana cada 15 días para detectar la presencia de larvas en las plantas de maíz. Se examinó cada planta de cada parcela neta experimental y se registró el número de gusanos encontrados. Posteriormente, se estimó el número de *Spodoptera frugiperda* encontrados, luego se realizó la división entre el número total de plantas evaluadas (Figura 17).



## Figura 17

*Monitoreo del gusano cogollero en fase vegetativa en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



Nota: a) larva de gusano cogollero por monitoreo directo y b) daño causado por gusano cogollero en la planta del cultivo de maíz

### a) Gusano del choclo (*Heliothis zea*)

El monitoreo se realizó cuando el cultivo se encontraba en la etapa de cosecha, se revisó las mazorcas principales de cada planta que estaban afectadas por gusano del choclo encontrados al momento de la cosecha de cada una de las unidades experimentales y se registró el número de *Heliothis zea* encontrados en las mazorcas afectadas para luego dividirle con el número total de mazorcas evaluadas (Figura 18).

## Figura 18

*Monitoreo del gusano del choclo en fase de cosecha en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



Nota: daño en la mazorca causada por la plaga *Heliothis zea*



- **Incidencia de plagas**

- a) **Incidencia del gusano cogollero en la planta**

Para el cálculo de plantas afectadas por el gusano cogollero en cada unidad experimental se utilizó la siguiente ecuación (Figura 19):

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Total de plantas muestreadas}} \times 100$$

**Figura 19**

*Planta de maíz afectada por el gusano cogollero*



**Nota:** daño en las hojas causado por *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz

- b) **Incidencia de la mosca del choclo**

El monitoreo se realizó cuando el cultivo se encontraba en la etapa de maduración, y se contabilizó el número de mazorcas afectadas por *Euxesta eluta* de cada una de las plantas de las parcelas netas experimentales y se dividió entre el número total de mazorcas evaluadas (Figura 20):

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{Número de mazorcas afectadas}}{\text{Número total de mazorcas evaluadas}} \times 100$$

## Figura 20

*Monitoreo de la mosca del choclo en fase de maduración en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



Nota: a) y b) daños en las mazorcas causado por la mosca del choclo (*Euxesta eluta*)

- **Severidad de plagas**

- a) Severidad del gusano cogollero en la planta**

Para la evaluar la severidad de las hojas causadas por el gusano cogollero en el cultivo de maíz, se observó tres hojas al azar en los tres tercios de la planta: superior, medio e inferior, con un total de nueve hojas por planta en las diez plantas aleatorias de cada unidad experimental. Las mismas que fueron evaluadas cada 15 días, es decir, desde la etapa de desarrollo vegetativo hasta al final de la presencia de esta plaga (Figura 18).

## Figura 18

*Planta de maíz dividida en tres tercios para evaluación de severidad del gusano cogollero*

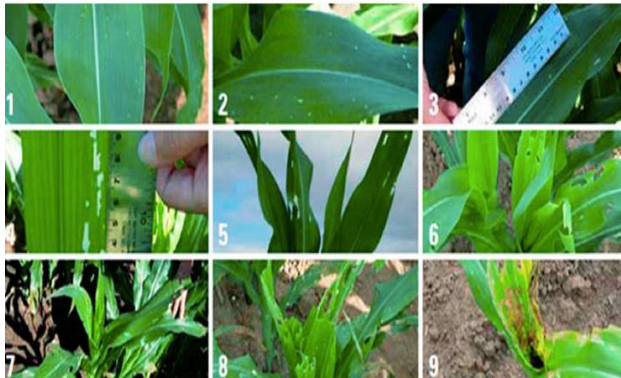


Nota: tercios de las hojas en el cultivo de maíz: tercio superior (TS), tercio medio (TM) y tercio inferior (TS)

Para evaluar el daño de severidad causado por la plaga del gusano cogollero se utilizó la escala de Davis, 1992 como se muestra en la Figura 19.

### **Figura 19**

*Escala Davis de daños observado por larvas de Spodoptera frugiperda en hojas de maíz.*



Nota: daño en hojas del cultivo de maíz con: 1,2,3 (daño bajo); 4,5,6 (daño medio); 7,8,9 (daño alto)

Fuente: (Pionner, 2015)

El daño de severidad causado por el gusano cogollero se detalla a continuación según expuesto por Pionner (2015):

- ✓ Grado de daño 0-1: sin daño, o con lesiones como las que hace un alfiler
- ✓ Grado de daño 2-4: lesiones circulares pequeñas de 1 a 1.5 mm de diámetro
- ✓ Grado de daño 5-6: agujeros de diferentes tamaños, daño en el cogollo visible
- ✓ Grado de daño 7-8-9: destrucción evidente del cogollo

- **Incidencia de enfermedades**

- a) **Incidencia de la Mancha de asfalto en el cultivo de maíz**

Para evaluar la incidencia de la enfermedad mancha de asfalto se escogieron al azar 10 plantas por parcela neta de cada unidad experimental, las cuales fueron evaluadas cada 15 días desde su aparición en etapa de floración hasta los 125 días que corresponde a la etapa de maduración. Para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula (Figura 20):

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número total de plantas evaluadas}} \times 100$$

### Figura 20

*Monitoreo de mancha de asfalto en fase de floración y maduración en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



Nota: hoja de maíz afectada por la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl)

### b) Incidencia del Tizón foliar en el cultivo de maíz

Para evaluar la incidencia de la enfermedad de tizón foliar. Se eligió al azar 10 plantas por parcela neta de cada unidad experimental, las cuales fueron evaluadas cada 15 días desde su aparición en la etapa de floración hasta los 125 días que corresponde a la etapa de maduración. Para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula (Figura 21).

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{Número de plantas afectadas}}{\text{Número total de plantas evaluadas}} \times 100$$

### Figura 21

*Monitoreo de tizón foliar en fase de floración y maduración en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



Nota: hoja de maíz afectada por el tizón foliar (*Helminthosporium maidis*)

- **Severidad de enfermedades**

**a) Severidad de la mancha de asfalto**

Para el monitoreo de la mancha de asfalto en el cultivo de maíz, se utilizó la escala de Cob, como se detalla a continuación en la Tabla 12:

**Tabla 12**

*Escala de índice de severidad para la identificación de Mancha de asfalto*

Clase	Índice de severidad	Rango (%)	Observaciones complementarias
0	Sin daño	0	Sin mancha alguna. Posibles pecas iniciales en hojas inferiores, menores 0.1 mm sin confirmar presencia de hongos.
1	Daño ligero	$0 > x \leq 10$	Manchas con puntos negros brillantes y comienzo del halo necrótico alrededor del punto negro. Hasta un 10% del tejido está dañado. En hojas inferiores solamente.
2	Daño moderado	$10 > x \leq 30$	Las manchas no alcanzan la hoja del punto de inserción de la mazorca. De 10 a 30% de severidad de tejido foliar dañado.
3	Moderadamente severo	$30 > x \leq 60$	Las manchas necróticas alcanzan y superan la hoja del punto de inserción de la mazorca, pero no alcanza las hojas superiores. De 30 a 60% de severidad de daño del tejido foliar.
4	Severo	$60 > x \leq 85$	Las manchas necróticas se generalizan en la planta, excepto en dos o cuatro hojas superiores. De 60 a 85% de severidad de daño del tejido foliar.
5	Muy severo	$85 > x \leq 100$	Necrosis generalizada de la planta. Hasta una o dos hojas superiores sin manchas o ninguna hoja (100% del daño). Dependiendo de la fenología de la planta, se observan mazorcas sin grano o muy poco grano.

Fuente: (Quiroja et al., 2015).

**b) Severidad del tizón foliar**

La severidad del tizón foliar se determinó utilizando la escala descrita en la Tabla 13:

**Tabla 13***Escala de índice de severidad para la identificación de Tizón foliar*

Clase	Índice de severidad	Observaciones complementaria
1	Incipiente	Manchas aisladas de menos de cinco centímetros
2	Medio	Manchas frecuentes más de cinco centímetros
3	Avanzado	Gran parte de la hoja afectada

Fuente: (Bert y Satorre, 2014)

### **3.4.13 Análisis económico**

Se realizó el cálculo general de los costos de producción de cada uno de los tratamientos. Además, de la variable relación beneficio/costo.

## **3.4 Manejo específico del experimento**

### **3.4.1 Preparación del biol**

Se procedió a preparar dos tipos de biol (biol a base de estiércol de cuy y biol a base de estiércol de cerdo) antes de que se estableciera el cultivo de maíz. Con base a los métodos e insumos orgánicos mencionados por Zagoya et al, (2015) y se hizo algunas modificaciones en su preparación. Se elaboraron bioles semanalmente con un total de 22 tanques de biol con capacidad de 200 litros (11 tanques para cada tipo de biol). Los materiales usados para la elaboración de los dos tipos de bioles se detalla a continuación en la Tabla 14:

**Tabla 14***Materiales usados para la elaboración de los dos tipos de biol*

<b>Materiales</b>	<b>Biol cuy</b>	<b>Biol cerdo</b>
Estiércol fresco	50 kg	50 kg
Agua	144 lt	144 lt
Ceniza	4 kg	4 kg
Melaza	2 kg	2 kg



En la preparación del biol con estiércol de cuy (Figura 22), se añadió a cada tanque 144 litros de agua, seguidos de 2 kg de melaza y 4 kg de ceniza; sin ningún orden en particular. Por último, se mezcló hasta obtener una solución líquida y se tapó herméticamente.

### **Figura 22**

*Mezcla de los ingredientes del biol de cuy*



Para la preparación del biol con estiércol de cerdo (Figura 23) se realizó el mismo procedimiento del anterior biol con los mismos materiales.

### **Figura 23**

*Mezcla de los ingredientes del biol de cerdo*



Luego de preparar los dos tipos de biol (biol cuy y biol de cerdo), los tanques fueron sellados herméticamente y fermentados anaeróbicamente por dos meses. Durante ese tiempo, el líquido fue extraído y filtrado a través de una malla de polietileno de 2 x 2 mm de apertura; para la aplicación foliar se utilizó una tela con abertura de 0.1 x 0.1 mm. Por último, se procedió a cernir para obtener un material líquido para la aplicación quincenal en el cultivo de maíz. Los bioles fueron colocados

en tanques de 200 litros para ser utilizados hasta su aplicación quincenal en toda la fase de cultivo de maíz (Figura 24).

### **Figura 24**

#### *Preparación de los bioles*



Nota: a) filtración de los bioles y b) almacenamiento de los bioles hasta su aplicación

#### **3.4.2 Análisis de biol**

Se realizó un análisis de laboratorio (Figura 25) para determinar el contenido de macronutrientes y micronutrientes de los bioles de cuy (Anexo 9) y cerdo (Anexo 10) para posteriormente aplicar la dosis adecuada en el cultivo de maíz. Las muestras fueron colocadas en botellas plásticas con su respectiva identificación y enviadas al laboratorio AGARPROJEKT para su respectivo análisis.

### **Figura 25**

#### *Muestras de bioles para análisis de laboratorio*



Nota: a) muestras de biol de cuy y b) muestras de biol de cerdo



### ***3.4.3 Selección del lote***

El lugar donde se realizó el ensayo se encuentra con un suelo sobre los 2163 m s.n.m. en buenas condiciones para sembrar maíz (Figura 26).

#### **Figura 26**

*Selección del lote a implementar el cultivo de maíz*



### ***3.4.4 Preparación del terreno***

Esta labor se efectuó con la ayuda de un tractor (Figura 27), se realizó el pasado de una rastra, arado y finalmente se hizo el respectivo surcado del lote.

#### **Figura 27**

*Preparación del terreno con maquinaria agrícola*



### ***3.4.5 Delimitación de parcelas***

La dimensión del área experimental fue de 24 m de largo por 24 m de ancho, para un área total de 576 m<sup>2</sup>. El área experimental se dividió en tres secciones, cada una de las cuales constaba de tres

unidades experimentales de 36 m<sup>2</sup> (6 m de largo y 6 m de ancho), con una superficie total de 576 m<sup>2</sup>. Se realizó siete surcos en cada unidad experimental, mientras que los dos surcos de borde inicial y final fueron por efecto de borde. Además, se delimitaron parcelas con estacas y piolas (Figura 28).

### **Figura 28**

*Delimitación del área experimental*



#### **3.4.6 Toma de muestra de suelo**

Previo al establecimiento del ensayo, se tomó una muestra de suelo utilizando un barreno. La muestra fue enviada a un laboratorio de suelos AGARPROJEKT para realizar el análisis de macro y micro elementos del suelo. Las muestras de suelo se realizaron antes de la siembra (Anexo 3) y después de la cosecha (Anexo 11) (Figura 29).

### **Figura 29**

*Toma de muestras de suelo para análisis de laboratorio*



### ***3.4.7 Obtención de la semilla***

Se utilizó la semilla de maíz suave Variedad INIAP 122 conocido como Chaucho mejorado que se obtuvo de la Estación Experimental Santa Catalina, Quito (Figura 30).

#### **Figura 30**

*Semilla de maíz suave variedad INIAP 122 – Chaucho mejorado*



### ***3.4.8 Siembra***

Las semillas de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado se consiguió en la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP) a las cuales se les aplicó Carboxin + Captan antes de la siembra, con la finalidad de desinfectar la semilla y evitar el ingreso de patógenos al momento de ser colocados en el suelo.

Esta labor se realizó manualmente, depositando dos semillas de maíz por sitio (golpe) al fondo del surco a una profundidad del doble del tamaño de la semilla, con una distancia de siembra de 0.50 cm entre planta. Para asegurar una germinación adecuada, las semillas se cubrieron con una fina capa de tierra (Figura 31).

## Figura 31

*Siembra de semillas de maíz*

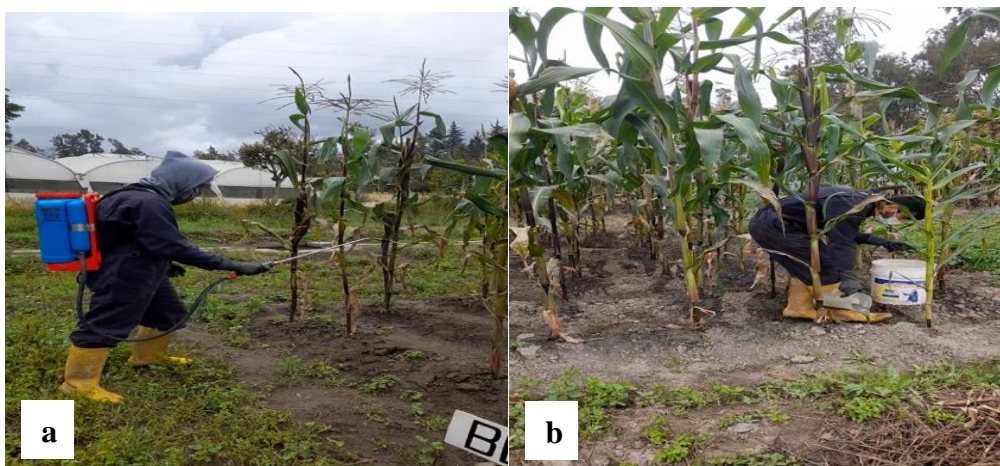


### 3.4.9 Aplicación de biol

La aplicación de los dos tipos de biol se realizó de acuerdo con el esquema de distribución de los tratamientos de forma quincenal (Figura 32). Las aplicaciones de los dos tipos de biol se iniciaron a los 30 días después de la siembra. Se realizó vía foliar al follaje con 10% (v/v) y vía al suelo con 50% (v/v) respectivamente con agua como disolvente, con la finalidad de obtener mejores resultados; con las dosis establecidas en el Anexo 4. En lo que respecta a la aplicación de biol, el T1 (biol de cuy) recibió 11 aplicaciones de 31.90 litros de biol y para el T2 (biol de cerdo) de igual manera recibió 11 aplicaciones de 88.63 litros de biol (Anexo 5).

## Figura 32

*Aplicación de biol en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



Nota: a) aplicación de biol por vía foliar y b) aplicación de biol por vía al suelo



### 3.4.10 Aplicación de fertilización química

Para determinar la cantidad de fertilizante químico a utilizar para cada tratamiento se procedió a calcular en función del contenido de nitrógeno. Estos cálculos se realizaron tomando en cuenta los requerimientos de nitrógeno de los análisis de suelo del cultivo de maíz, biol de cuy y del biol de cerdo con los resultados de los análisis de AGARPROKET. Además, se realizó una tabla de cálculo de fuentes de nutrientes (Anexo 6) donde se obtuvo un requerimiento de nitrógeno de 185 kg/ha para los tres tratamientos.

En cuanto a la aplicación de fertilizante químico para el T1 (Biol a base de estiércol de cuy), T2 (Biol a base de estiércol de cerdo) y T3 (Fertilizante químico) se lo realizó al momento de la siembra aplicando una dosis de N de 185 kg/ha a través de la aplicación de nitrato de potasio, sulfato de potasio, carbonato de calcio, fosfato mono amónico, nitrato de calcio y ecoabonaza. Todo esto se hizo en una aplicación de un tercio de N al momento de la siembra. El N restante se aplicó al a los 45 días después de la siembra (aporque) a través de la urea (Figura 33).

#### Figura 33

*Aplicación de fertilización química en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado*



Nota: a) aplicación de fertilización química al momento de la siembra y b) aplicación de fertilización química al aporque.

### 3.4.11 Labores culturales

- a) **Raleo:** se realizó de manualmente a los 45 días después de la siembra, lo que resultó en la eliminación de una planta por sitio, quedando solo la más fuerte y vigorosa (Figura 34).

**Figura 34**

*Raleo en las plantas de maíz*



- b) **Control de malezas:** durante todo el ciclo del cultivo, las malezas se retiraron manualmente y se utilizó un azadón para evitar la competencia de nutrientes en el cultivo de maíz (Figura 35).

**Figura 35**

*Control de malezas en el maíz*



- c) **Riego:** se utilizó un sistema de riego por surcos. El riego se realizó cada quince días en las etapas críticas del cultivo (Figura 36).

### Figura 36

*Riego por surcos*



- d) **Aporque:** se realizó a los 45 días después de la siembra, y consistió en acarrear tierra alrededor de la planta en la parte baja del tallo, con el fin de mejorar la adherencia al suelo y luego fue desherbado el cultivo. Además, durante el aporque se colocó urea en la parte lateral de la planta para complementar la fertilización del cultivo (Figura 37).

### Figura 37

*Aporque al cultivo de maíz*



- e) **Recorrido de monitoreo de insectos plagas y enfermedades:** se realizó monitoreo directo de plagas y enfermedades durante todo el ciclo de cultivo del maíz, cada 15 días en cada una de las unidades experimentales; determinando la población, incidencia y



severidad de plagas, como también las enfermedades presentes en el cultivo de maíz (Figura 38).

### **Figura 38**

*Recorrido de monitoreo en el cultivo de maíz*



### **3.4.12 Cosecha**

Antes de realizar la cosecha se doblaron los tallos del maíz para ayudar a secar las mazorcas y evitar el ingreso de agua a la mazorca, además de proteger de las enfermedades y daños por plagas (Figura 39). Esta actividad se realizó dos semanas antes de la cosecha, cuando se encontraban las mazorcas en la etapa de madurez fisiológica.

### **Figura 39**

*Doblamiento del tallo del maíz*





La cosecha de las mazorcas se realizó de forma manual en cada una de las unidades experimentales utilizando saquillos (sacos) y se puso la respectiva identificación en cada uno de los saquillos para así tener un mejor seguimiento en la toma de datos de las variables evaluadas (Figura 40).

#### **Figura 40**

*Cosecha de maíz*



#### **3.4.13 Post cosecha y almacenamiento**

Se cosechó las mazorcas con las hojas ya que de esta manera se podía colgar en un lugar seco (vigas) para su secamiento (Figura 41) y posterior almacenamiento de las semillas.

#### **Figura 41**

*Secamiento de las mazorcas*



Después de desgranar todas las mazorcas se almacenaron las semillas en sacos (saquillos) previamente identificadas (Figura 42).

**Figura 42**

*Almacenamiento semillas de maíz*



## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Altura de la planta

Los resultados del análisis de varianza, para la variable altura de la planta, muestran que existen diferencias estadísticas significativas ( $F=2.02$ ,  $gl=2$ ,  $85$ ;  $p<0.0485$ ) entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 15).

**Tabla 15**

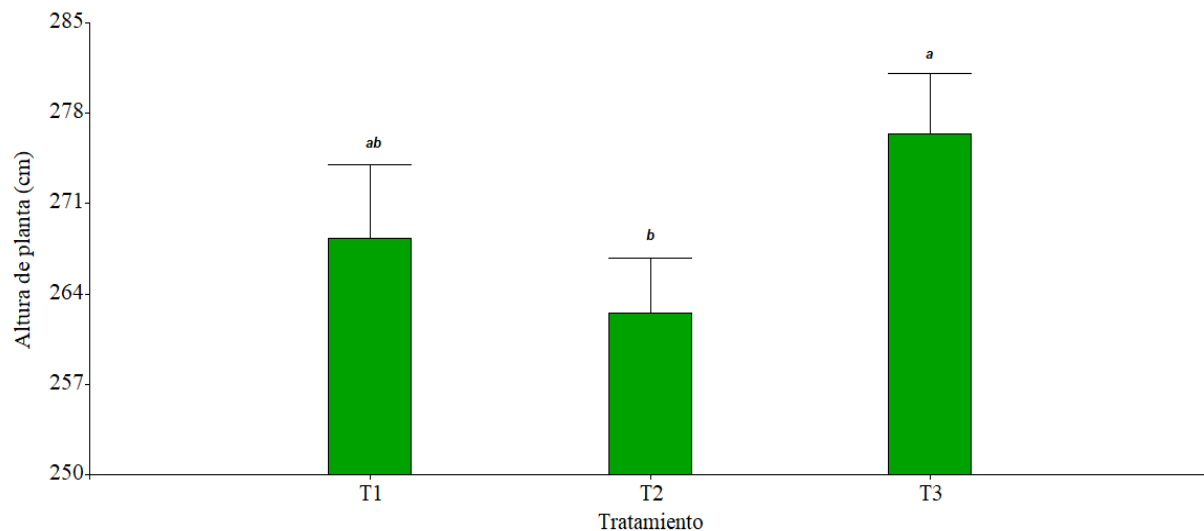
*Análisis de varianza de la variable altura de la planta (cm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	F-value	p-value
Tratamiento	2	85	2.02	<0.0485

A través de las pruebas de LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) se puede evidenciar que, durante la fase de floración, la altura de la planta del T3 fue superior por 5.3% al T2. Adicionalmente, se puede observar que el T1 presentó una altura de planta similar a la mostrada por el resto de tratamientos, con una media de 268.27 cm (Figura 43).

**Figura 43**

*Altura de la planta (cm) en el cultivo de maíz variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*



En el cultivo de maíz en la etapa de final de floración (120 dds) el T3 comparte el mismo rango estadístico con el T1. Así mismo, el T3 sobresale a los demás tratamientos con una diferencia de 5.3% al T2. Sin embargo, lo reportado por Díaz et al, (2022) en un estudio realizado en maíz con un testigo químico con una dosificación de (150 kg/ha de N, 120 kg/ha de P y 100 kg/ha de K) y la aplicación de biol bovino al 60% con una dosificación de (160 l/ha) muestran que el testigo químico alcanzó la mayor altura de la planta a los 120 días con un promedio de 191.50 cm y 182.50 cm en el tratamiento de biol bovino, alcanzando estos dos últimos una diferencia numérica de 8%. En donde, los resultados son similares a la presente investigación en donde el testigo (fertilización química) sobresale al resto de tratamientos con biol con 276.43 cm obtenidos en el T3.

En tanto que, Aguirre y Gutiérrez (2018) realizaron un estudio en frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) con aplicaciones de biol con una dosificación de 7120 l/ha (T1) y 9960 l/ha (T2) y un testigo químico (fertilizante compuesto 12N-30P-10K) en donde el testigo químico superó estadísticamente a las aplicaciones de biol, con una altura promedio de 58.13 cm, mientras que en las aplicaciones de biol fue menor la altura de la planta con 46.08 cm y 44.31 cm en T1 y T2, respectivamente.

Monsalve et al, (2009) señalan que la aplicación de fertilizantes convencionales a los cultivos, independientemente de la fuente de nitrógeno mineral, aumenta la eficiencia en el uso del nitrógeno. Según Perdomo y Barbazán (2001) el nitrógeno es mejor absorbido por las plantas y promueve la mayor división y elongación de las células, provocando así la acumulación de este nutriente dentro del tallo y estimulando el crecimiento en la fase vegetativa del cultivo.

Así mismo, Parra y Cuevas (2002) mencionan que la fijación de N se inhibe por la presencia de altos niveles de fertilización nitrogenada, es un elemento importante para el crecimiento y desarrollo de las plantas ya que forma parte de proteínas, enzimas y clorofila (Benimeli et al, 2019). Es evidente que la altura de la planta varía según la fuente de nitrógeno aplica, es por ello la diferencia significativa estadísticamente entre tratamientos en la investigación. Martínez et al, (2018) en cambio, mencionan que el mejor tratamiento en la altura de planta en el cultivo de maíz fue con la fertilización química con una dosificación de (160-46-30 de NPK) con un promedio de

232 cm, mientras que la menor altura se tuvo con el biofertilizante (biol) con un promedio de 222 cm.

De igual forma, Larios et al, (2021) indicaron en su investigación que la aplicación de la fuente de nitrógeno perdió del 12% al 20% por volatilización, es decir, en este caso se observó un crecimiento intermedio en las plantas tratadas con biol con el T1 debido al efecto del biol en la fijación de nitrógeno combinado con la fertilización química (80% N). Mientras que, con las plantas tratadas en el T2, se observó un menor crecimiento debido a la pérdida de nitrógeno debido al proceso de volatilización, mientras que la fijación de bacterias contenidas en el biol no pudo restaurar esta pérdida porque el crecimiento de bacterias contenidas en el biol se inhibió debido a la dosis de nitrógeno aplicada hubo una inhibición en la incorporación del nitrógeno por parte de las bacterias contenidas en el biol. Sin embargo, se demuestra que la combinación permite una mayor asimilación de nutrientes y generar una mayor altura de planta, tal como sucedió en el T2 y T1.

Esto podría deberse a que, en la evaluación de los 120 días después de la siembra el uso del biol no tuvo incidencia en la altura de la planta, ya que se comportaron de una forma semejante todos los tratamientos, debido a que hubo un crecimiento aleatorio de las plantas durante este ciclo, esto se debe a que las plantas a esta edad aún utilizan las sustancias de reserva que contiene la semilla. Así mismo, la fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento, desarrollo y producción de las plantas; el clima juega un papel importante y determinante en muchos casos.

#### **4.2 Grosor del tallo**

Los resultados del análisis de varianza, para la variable grosor del tallo, muestran que existen diferencias estadísticas significativas ( $F=3.44$ ;  $gl=2, 85$ ;  $p<0.0367$ ) entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 16).

**Tabla 16**

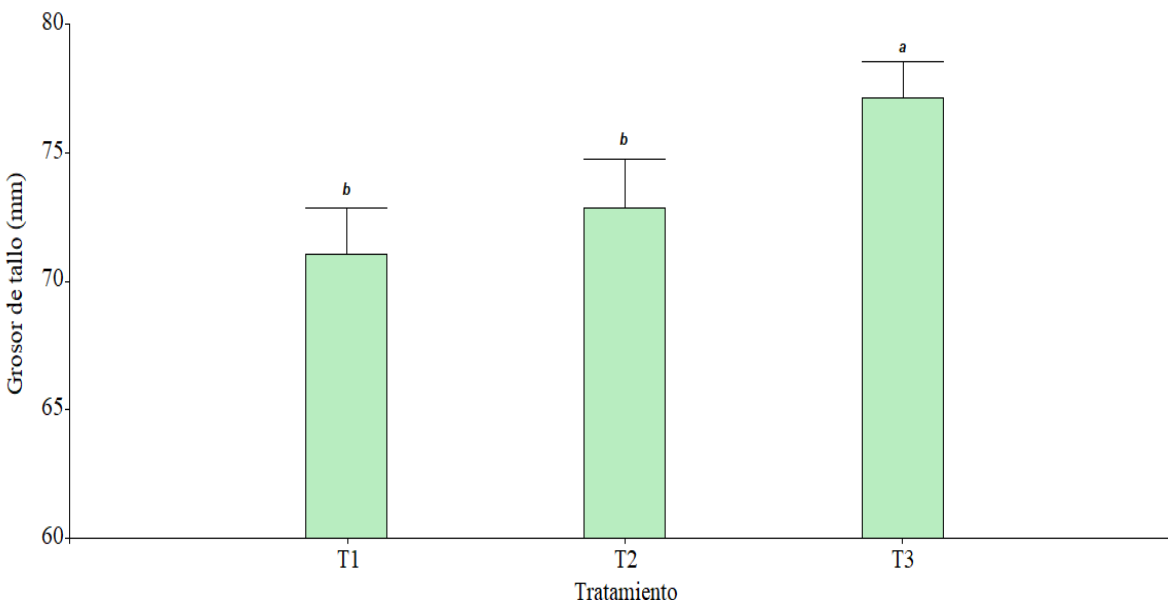
*Análisis de varianza de la variable grosor del tallo (cm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad F.V</b>	<b>Grados de libertad Error</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor P</b>
Tratamiento	2	85	3.44	<0.0367

Como se muestra en la Figura 44 al establecer la prueba de Fisher ( $\alpha=0.05$ ) en la variable grosor del tallo se puede evidenciar que, durante la fase de floración, el T3 presentó el porcentaje más alto siendo este superior al T2 con 5.8% y al T1 con 8.52%. Siendo estos dos últimos estadísticamente similares, con una media de 71.97 mm en grosor del tallo.

**Figura 44**

*Grosor del tallo en el cultivo de maíz variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1(biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*



En los resultados antes mencionados, se puede estimar que los tratamientos T1 y T2 muestran similitud en el promedio de grosor del tallo con 71.97 mm y son inferiores al T3 con 77.13 mm, en donde el T3 mostró el mayor grosor de tallo en la planta de maíz. En este contexto, Reyes y Martínez (2018) en una investigación en maíz con aplicación de biol y un testigo (fertilizante

químico) encontraron diferencias significativas en el grosor del tallo con mayor superioridad en el testigo T4 (12-30-10 de NPK), con 20.06 mm, mientras que los tratamientos con biol con diferentes dosis, T1 (8540 lt/ha), T2 (11386 lt/ha) y T3 (14233 lt/ha) mostraron similitud en el promedio de grosor del tallo con 17.78 mm en los T1, T2 y T3, mientras que el testigo presentó una diferencia de 3% sobre los T1, T2 y T3.

En otra investigación, Yassen et al, (2019) encontraron que el grosor del tallo en el cultivo de maíz aplicando una dosis de 75% de NPK (fertilización química) + 75 ml de biofertilizantes (T1) y una dosis de biofertilizante + 300 ml (T2), obtuvieron que el grosor del tallo en el T1 fue mayor con 24 mm al T2, que obtuvo un grosor menor a 17.1 mm. Con una diferencia entre ambos de 7% respectivamente.

Aguirre y Gutiérrez (2018) en una investigación en cultivo de frejol mencionan que el fertilizante químico (testigo) con una dosificación de (12-30-10 de NPK) ejerció mayor influencia sobre el grosor del tallo a comparación con las aplicaciones de biol a distintas dosis 7120 lt/ha (T1), 9960 lt/ha (T2) y 12800 lt/ha (T3). En donde, muestran que el testigo alcanzo el mayor grosor con 7 mm, mientras que en las aplicaciones de biol mostraron una similitud en el promedio de grosor del tallo con 5.04 mm.

Mejía et al, (2011) plantean que el tallo es una parte de las plantas que proporciona soporte y sostén, además que es una de las estructuras encargadas del transporte de la savia bruta y elaborada a los distintos órganos de la planta por medio de los tejidos vasculares. Sin embargo, los fertilizantes químicos presentan ciertas propiedades químicas y cantidades específicas de nutrientes debido a que los elementos minerales de los fertilizantes depositados en el suelo, las plantas los utilizan de manera más efectiva que los fertilizantes orgánicos. En este caso se refleja que el fertilizante químico usado en la investigación se encarga de estimular el crecimiento de la planta de maíz y por lo tanto el diámetro del tallo, esto se debe al efecto que realizan los elementos que contiene, y su solubilización es más rápida y así los son asimilable por la planta.

### 4.3 Longitud de la mazorca

Los resultados del análisis de varianza, para la variable longitud de la mazorca, muestran que existen diferencias estadísticas significativas ( $F=4.79$ ;  $gl=2, 175$ ;  $p<0.0095$ ) entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 17).

**Tabla 17**

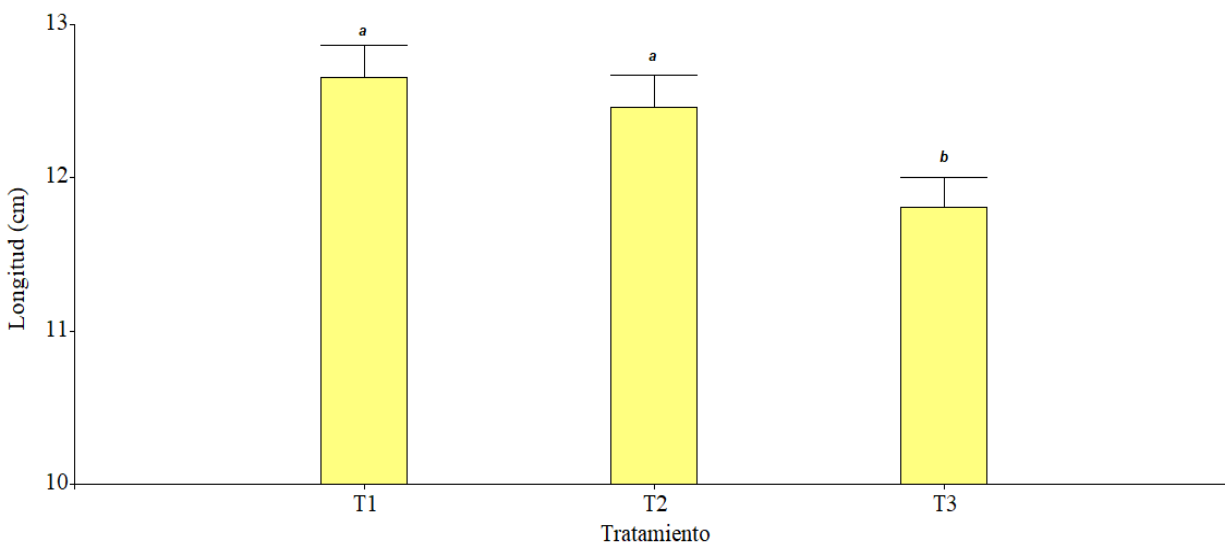
*Análisis de varianza de la variable longitud de la mazorca (cm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	F-value	p-value
Tratamiento	2	175	4.79	<0.0095

En la Figura 45 se observa que los tratamientos T1 y T2 mostraron similitud y obtuvieron la mayor longitud de mazorca. Es así que con el promedio obtenido de los tratamientos antes mencionados de 12.56 cm se alcanzó un valor superior de 6.35% al T3. Además, el T3 obtuvo el promedio más bajo con 11.81 cm en la longitud de la mazorca.

**Figura 45**

*Longitud de la mazorca en el cultivo de maíz variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*





Los datos analizados anteriormente en la variable longitud de la mazorca indican que los tratamientos T1 y T2 son significativamente similares y superiores al T3, lo que permite considerar que las aplicaciones de los dos tratamientos de biol (T1 y T2), si influyeron positivamente en la longitud de la mazorca con un promedio de 12.56 cm entre el T1 y T2. Mientras, que el T3 obtuvo un menor promedio de 11.81 cm. Sin embargo, en una investigación realizada por Mejía (2011) en cultivo de maíz con aplicación de biol y un testigo; reporta como resultado que la menor longitud de mazorca se observó en el testigo con 15.9 cm y la aplicación de biol fue superior al testigo con 16.9 cm resultando estadísticamente significativo.

Esmeralda (2017) realizó un estudio en el cultivo de maíz en donde la longitud de la mazorca con aplicación de biol a distintas dosis 150 l/ha (T1) y 50 l/ha (T2) fueron superiores al testigo (T3), con 16.9 cm y 17.00 cm, a la vez que estos dos últimos mostraran similitud, mientras que el testigo alcanzó un promedio de 5.40 cm. Independientemente de las dosis de biol empleada por Esmeralda (2017) concuerdan con la presente investigación, ya que el T1 y T2 obtuvieron la mayor longitud de la mazorca con una diferencia de 6.35% al T3.

Así mismo, León (2015) en una investigación en cultivo de maíz con la aplicación de biol con diferentes dosis: 1.5 lt/20 lt + EM (microorganismos metanogénico) (T4), 1 lt/20lt + EM (T3), 0.5 lt/20 lt + EM (T2) y un testigo (T1); el autor da indicar que el tratamiento T4 (1.5 lt/20 lt + EM) fue superior con 15.68 cm de longitud de la mazorca diferenciándose del testigo que presentó una longitud menor a 15.40 cm, mostrando una diferencia entre el T1 y T4 un valor de 1.81%.

En este contexto, varias investigaciones muestran que en algunos cultivos aplicando biol, la longitud de la mazorca mantiene promedios más altos a comparación de los tratamientos testigos, explicándose así una investigación de Apáez et al, (2016) en donde muestran que la longitud de la vaina en el cultivo de frejol aplicando biol en distintas distancias de siembra (80 cm y 160 cm), la longitud de la vaina fue superior con el tratamiento con biol con promedios de 40.9 cm y 40.5 cm, mientras que el testigo fue inferior con promedios de 38.4 cm y 38.9 cm. Así mismo, Zepita (2016) señala que la longitud de la vaina en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L.) con aplicación de biol con una concentración de 20% y 30% fueron superiores al testigo con un promedio de 9.92 cm

entre ambas concentraciones y con una diferencia de 18.94% al tratamiento testigo que mostro un promedio de 8.34 cm.

Según los resultados obtenidos, la mayor longitud de las mazorcas puede deberse a que el biol es una fuente de fitorreguladores naturales de las plantas que ayudan a fortalecer las raíces, aumentar el follaje y mejorar la floración. Además, los fitorreguladores naturales de las plantas como las citoquininas y giberelinas entre otras contribuyen a la diferenciación celular durante el crecimiento y longitud de la planta (Intagri, 2017). Restrepo (2001) de acuerdo con lo mencionado anteriormente, esta respuesta se debe a que los biofertilizantes (biol) son ricos en nitrógeno amoniacal, que se encuentra en hormonas, vitaminas y aminoácidos, regula el metabolismo de las plantas y también es un buen complemento para la fertilización foliar o del suelo.

Además, se evidencia que los tratamientos con biol lograron una mejor longitud en la mazorca del maíz, posiblemente debido a su inducción de la síntesis de ácido jasmónico presente en los bioles. Zhang et al, (2015) mencionan que la defensa inducida por las plantas contra los herbívoros está regulada por la vía de señalización del ácido jasmónico. En el estudio actual, es probable que al aplicarse biol, se estimularía la síntesis de ácido jasmónico como promotor de las defensas.

#### 4.4 Diámetro de la mazorca

Los resultados del análisis de varianza, para la variable altura diámetro de la mazorca, muestran que no existen diferencias estadísticas significativas ( $F=0.01$ ,  $gl=2$ ,  $175$ ;  $p=<0.9911$ ) entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 18).

**Tabla 18**

*Análisis de varianza de la variable diámetro de la mazorca (cm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	F-value	p-value
Tratamiento	2	175	0.01	<0.9911

Debido a que los resultados no mostraron diferencias significativas, en la Tabla 19 se muestran las medias donde se puede observar que los tres tratamientos son similares entre sí y presentan una media de 46.33% en el diámetro de la mazorca.

**Tabla 19**

*Prueba de LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) para la variable diámetro de la mazorca en el cultivo de maíz, variedad INIAP - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>
1	46.38 ± 0.45 a
2	46.28 ± 0.61 a
3	46.35 ± 0.44 a

De acuerdo con los resultados observados correspondientes a la variable diámetro de la mazorca en el cultivo de maíz, los tres tratamientos presentaron resultados similares y ninguno de los tratamientos alcanzo el nivel de significancia estadística respectivamente. Los resultados antes mencionados, concuerdan con Esmeralda (2017) donde demostró en su estudio con la aplicación de biol en cultivo de maíz con una dosis de biol + dosis alta 150 lt/ha (T1) y biol + dosis baja 50 lt/ha (T2) y T3 (testigo) ninguno de los tratamientos alcanzo el nivel de significancia estadística respectivamente, ya que los tres tratamientos presentaron promedios similares en el diámetro de la mazorca con 49.00 cm respectivamente en los tres tratamientos.

Díaz et al, (2022) compararon la respuesta de la aplicación de abonos foliares orgánicos líquidos (estiércol bovino) y sin tratamiento (testigo) en el cultivo de maíz amarillo duro, donde los resultados muestran que las plantas de maíz que recibieron estiércol bovino registraron valores similares con el tratamiento testigo, en donde alcanzaron un promedio de 39.80 mm en el diámetro de mazorca. Apaéz (2016) menciona que el diámetro de la vaina del frejol aplicando biol y un tratamiento testigo con dos distancias de siembra (80 cm y 160 cm) no hubo interacción con la variable diámetro de la vaina, ya que ambos tratamientos mostraron resultados similares en ambas distancias de siembra con un promedio de 0.87 cm. Zepita (2016) en cambio, indica que la aplicación de biol con diferentes concentraciones: 10, 20 y 30% de biol, no representó una diferencia significativa con el testigo, de tal manera que no influyó en el diámetro de la vaina de la arveja china. En promedio se obtuvo un valor de 2.4 cm entre el tratamiento de biol y testigo.

#### 4.5 Peso de la mazorca

Los resultados del análisis de varianza, para la variable altura de la planta, muestran que existen diferencias estadísticas significativas ( $F=8.88$ ,  $gl=2$ ,  $175$ ;  $p<0.0002$ ) entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 20).

**Tabla 20**

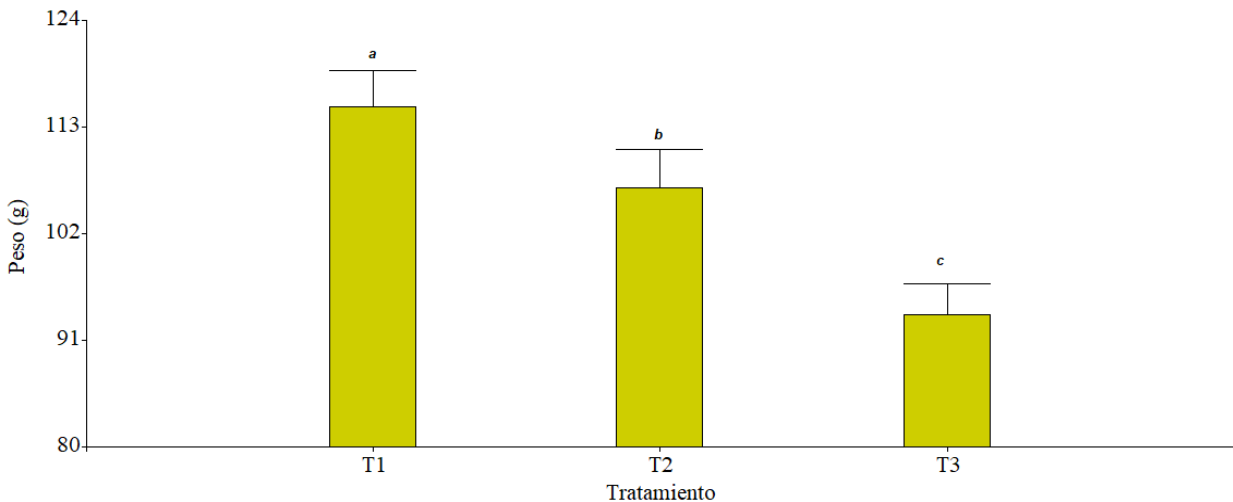
*Análisis de varianza de la variable peso de las mazorcas (g) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	F-value	p-value
Tratamiento	2	175	8.88	<0.0002

Los resultados muestran que a través de la prueba de LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) se puede evidenciar que existe una diferencia significativa entre los tres tratamientos en la variable peso de la mazorca. En donde el tratamiento que alcanzó el mayor peso en mazorca fue el T1 con un promedio de 115.08 gramos comparado con el T2 que obtuvo un promedio de 106.75 gramos y 93.67 gramos en el T3. Siendo el T1 superior con 7.80% al T2 y 22.85% sobre el T3, respectivamente (Figura 46).

**Figura 46**

*Peso de las mazorcas de maíz suave variedad INIAP 122 “Chaucho mejorado” por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*



De acuerdo con los datos obtenidos, el T1 presentó un efecto positivo en el peso de la mazorca sobre los demás tratamientos T2 y T3. García et al, (2020) en una investigación en maíz integrando biofertilizantes, muestran que los resultados en el peso de la mazorca presentó una diferencia significativa entre el T1 (compost y biol inoculado con microorganismos eficientes) y el testigo (T2). El T1 presentó el mayor promedio de peso de la mazorca con 183.9 gramos, mientras que el T3 obtuvo el menor promedio con 76.9 gramos; en el cual el T1 fue superior al T2 con una diferencia de 13.9%.

En otra investigación en maíz, García et al, (2020) obtuvieron un mayor peso de mazorca con aplicación de biol a una concentración de 100% con un promedio de 108.7 gramos a comparación del tratamiento testigo que obtuvo un peso menor de 87.4 gramos con una diferencia de 24.37% sobre el tratamiento con biol. Estos datos se asemejan en la presente investigación, ya que el peso el tratamiento T1 obtuvo una diferencia de 22.85% sobre el T3.

Vásquez (2021) menciona que con la aplicación de dos bioles, *Azolla anabaena* + biol (T1), biol vacuno (T2) y un testigo (T3), muestra que el mayor promedio de peso en la mazorca del maíz fue el T1 con 279.5 gramos, seguido del T2 con 213 gramos y el T3 que alcanzó el menor promedio de peso de mazorca con 200.5 gramos. De igual forma en otro estudio realizado por Mena y López (2022) reportan que el tratamiento con biol bovino obtuvo el mayor resultado en peso de la mazorca con 68.36 gramos mientras que el tratamiento testigo alcanzó un peso menor de 55.36 gramos.

Por otro lado, Zepita (2016) en su estudio indica que el peso de la vaina en el cultivo de arveja con la aplicación de biol con una concentración de 30% fue superior al tratamiento testigo, además que presentó una diferencia significativa en relación al peso de la vaina del cultivo de arveja china, con un valor de 6.93 gramos, mientras que el testigo mostró un valor de 5.52 gramos. Fernández (2023) en cambio, en una investigación en cultivo de tomate riñón con dos aplicaciones de biol (vacuno y gallinaza) y un testigo, indica que el peso del fruto de tomate riñón con el T1 (biol vacuno) y T2 (biol gallinaza) fue superior al T3 (testigo), mostrando el biol vacuno un promedio de 158.32 gramos, 136.18 gramos en biol gallinaza y el testigo un promedio de 127.21 gramos.

Cabe enfatizar que los tratamientos con biol alcanzaron mayores promedios de peso de la mazorca en el cultivo de maíz; pero se observó el menor promedio de peso de la mazorca en el T3; por lo cual podemos corroborar con las investigaciones antes mencionadas, que el biol por contener estiércol de cuy y cerdo ayudaría a un mayor peso de la mazorca en el cultivo de maíz.

Los resultados obtenidos en la variable peso de la mazorca en el cultivo de maíz permitió confirmar que la aplicación de biol de estiércol de cuy (T1) tuvo un efecto positivo en el peso de la mazorca al informar mejor peso de la mazorca que el tratamiento testigo (T3), que tenía un peso de mazorca mucho más bajo. El biol con estiércol de cuy (T1) tuvo el mejor efecto, aumentando el peso de la mazorca en un 22.85% con respecto al tratamiento testigo, siendo este el tratamiento adecuado para obtener mayor peso de la mazorca.

Según Colque et al, (2005) señalaron que la producción de abono foliar (biol) es una técnica destinada a aumentar y mejorar la calidad del cultivo, y una pequeña cantidad de uso puede promover la actividad fisiológica y estimular el desarrollo de la planta, sirviendo agrónomicamente actividades como: enraizamiento, actuar sobre las hojas, mejorar la floración y activar el vigor y la germinación de las semillas, y a la vez ayuda a aumentar el rendimiento en el cultivo.

#### 4.6 Daño a la mazorca

Los resultados estadísticos de la Tabla 21 indican el análisis de contingencia de valores de Chi<sup>2</sup>, Cramer, Coeficiente de Pearson y el p-value, identificando a través de este último que la variable daño a la mazorca resultará ser significativa ( $p < 0.0001$ ).

**Tabla 21**

*Variable daño a la mazorca utilizada para la estimación del valor discriminante en las características cualitativas de la mazorca en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

Variable	Chi <sup>2</sup>	Gl	Valor Cramer	Coeficiente Pearson	p-value
Daño a la mazorca	36.66	4	0.26	0.41	<0.0001

La Tabla 22 muestra los resultados en porcentaje de daño a la mazorca de acuerdo a la categoría evaluada. Para la variable daño a la mazorca, el 82% en el T1 no presentan ningún daño a la mazorca, mientras que un 13% el daño a la mazorca es poco y solo el 5% presentaron mazorcas con daños graves. Para el T2, el 50% no presentan daño a la mazorca, mientras que un 25% el daño a la mazorca es poco y grave. Sin embargo, el T3 es el que más daño ocasiono a la mazorca con 47% de daño grave, un 21% con daño poco y solo el 32% no presentaron daño a la mazorca.

**Tabla 22**

*Frecuencia relativa para la variable daño de la mazorca por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*

Daño de la mazorca	Tratamientos		
	1	2	3
Ninguno	82%	50%	32%
Poco	13%	25%	21%
Grave	5%	25%	47%

El tratamiento en el que se apreció mayor daño fue el T3 ya que presentó daños graves en un 47%; se considera a esta variedad de maíz como suave por lo que son más propensos a contraer pudrición de la mazorca cuando no hay ningún tratamiento, donde ingresan larvas de mosca y mariposa del choclo dejando abiertas las brácteas para que las esporas de *Fusarium* ingresen, y gracias a la entrada de la humedad el hongo comienza a desarrollarse en las mazorcas. Esto se debe a que las plantas del maíz suave son poco susceptibles a plagas y enfermedades (INIAP, 2011).

Los resultados obtenidos permitieron deducir que el uso de ambos tipos de bioles (cuy y porcino) tuvo un efecto favorable en la reducción del daño a la mazorca, ya que los tratamientos con aplicación de biol generalmente reportaron menos daño a la mazorca que el tratamiento testigo. En este sentido, los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento de biol con estiércol de cuy (T1), con un porcentaje de daño inferior al 5%, mientras que el tratamiento de biol con estiércol de cerdo (T2) alcanzó un daño del 25%.

Posiblemente, el estiércol de cuy administrado en el biol debido al notable resultado logrado en la variable daño a la mazorca, obtuvo un menor porcentaje de daño a la mazorca. La contribución es obvia. El aporte de NPK del biol de cuy influyó en esta variable, como describe Basaure (2006), la aplicación de biol puede estimular el crecimiento, mejorar la calidad del producto e incluso tener

algún efecto repelente de plagas. Asimismo, la presencia de fitohormonas en el biol de cuy regula importantes funciones que favorecen la elongación y la división celular, cuyo resultado es el crecimiento de la actividad de las plantas (Guanopatín, 2012).

Montes (2012) señala que, el estiércol de cuy tiene un alto contenido nutricional de NPK en comparación con los estiércoles de otros animales. El estiércol de cuy tiene niveles más altos de nitrógeno y fósforo que el estiércol de caballo, vacas y los cerdos.

#### 4.7 Incidencia de mazorcas enfermas

Los resultados del análisis de varianza, para la variable incidencia de mazorcas, muestran que existen diferencias estadísticas significativas ( $F=447.36$ ;  $gl=2,4$ ;  $p=<0.001$ ) entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 23).

**Tabla 23**

*Análisis de varianza de la variable incidencia de mazorcas en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

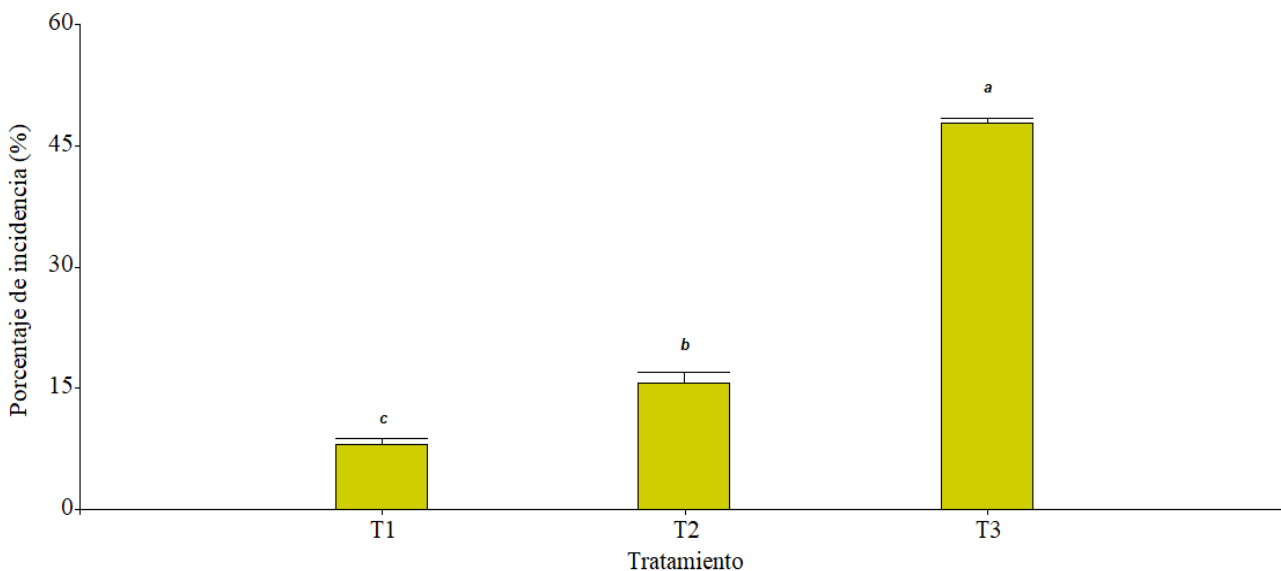
<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad F.V</b>	<b>Grados de libertad Error</b>	<b>F-value</b>	<b>p-value</b>
Tratamiento	2	4	447.36	<0.0001

A través de las pruebas de LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) se observa diferencias significativas para la incidencia de las mazorcas entre tratamientos. En donde el T3 reportó el porcentaje más alto en incidencia al resto de tratamientos con un promedio de 47.81% de incidencia. Además, que el T2 fue superior al T1 con 7.61% de incidencia causada por mazorcas enfermas, mientras que el T1 presentó un porcentaje menor al resto de los tratamientos con un promedio de 8.03% de incidencia de las mazorcas (Figura 47).



### Figura 47

Porcentaje de incidencia enfermas (%) en las mazorcas en el cultivo de maíz variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)



Los resultados muestran que el porcentaje de incidencia de mazorcas enfermas en el tratamiento testigo (T3) es altamente superior a los demás tratamientos. CIMMYT (2017) señala que la calidad sanitaria de la mazorca en el cultivo de maíz se deba a las condiciones ambientales adversas como altas temperaturas y estrés por sequía, pero también pueden surgir por deficiencias de nutrientes, daños por plagas o enfermedades. Además, cuando las mazorcas quedan expuestas es muy probable que proliferen enfermedades y daños causados por insectos y una de las más comunes está a pudrición de la mazorca, causada por el hongo *Fusarium* sp. y daños causados por el gusano cogollero en la planta. Estos datos permiten coincidir en la presente investigación, ya que se evidenció la presencia de plagas y enfermedades en los tres tratamientos T1, T2 y T3, siendo el T3 el más afectado con una incidencia de mazorcas enfermas de 47.81%, seguido del tratamiento intermedio T2 con una incidencia de 15.64% y el T1 con menor incidencia con 8.03%.

Hernández et al, (2016) evaluaron en una investigación en maíz la incidencia y severidad de mazorcas enfermas causadas por pudrición de mazorca *Fusarium* sp., en donde observaron que el híbrido convencional con control de plagas presentó una incidencia de 47.2% y 22.5% de severidad, mientras que el híbrido convencional (testigo absoluto) tuvo un mayor daño de

incidencia con 59.4% y 35.2%. Estos datos concuerdan con la presente investigación ya que demuestra que la aplicación de bioles a los tratamientos T1 y T2 confiere un beneficio adicional a la resistencia de plagas y enfermedades previniendo así tener una menor entrada de fitopatógenos en el cultivo de maíz.

Paliwal et al, (2001) en cambio, indican que la incidencia de las mazorcas en el cultivo de maíz se ha incrementado en los últimos años, debido en parte al efecto de la precipitación desde la formación de la espiga hasta la cosecha, y a la presencia de daño mecánico en la mazorca del grano provocado por el gusano elotero, gusano cogollero y otros insectos, los cuales atribuyen a la diseminación de las esporas de *Fusarium* sp. y los daños oscila entre 6 – 50% provocando pérdidas de rendimiento hasta 30% en el cultivo de maíz. Estos datos concuerdan con la presente investigación, donde el T3 fue el más afectado con una incidencia del 47.83% de mazorcas enfermas presentes en el cultivo de maíz.

Vera et al, (2020) determinaron que la calidad sanitaria del cultivo de maíz está definida mediante criterios agrícolas desde la caracterización del producto en este caso, los híbridos alcanzaron los mayores rendimientos. Además, concluyeron que la calidad sanitaria del cultivo de maíz muestra un rendimiento estrictamente relacionado con la sanidad y las condiciones agroclimáticas. En otra investigación, Díaz et al, (2009) aluden que en el Ecuador, las variedades o híbridos de maíz que actualmente se siembran han sido evaluados principalmente desde el punto de vista agronómico, y no desde la calidad de su grano. Por consiguiente, para recomendar variedades e híbridos de maíz es necesario considerar su adaptación a diferentes localidades considerando los parámetros de producción y calidad.

#### **4.8 Longitud del grano**

Los resultados del análisis de varianza, para la variable longitud del grano, muestran que existen diferencias estadísticas significativas ( $F=6.35$ ;  $gl=2$ , 85;  $p<0.0027$  entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 24).

**Tabla 24**

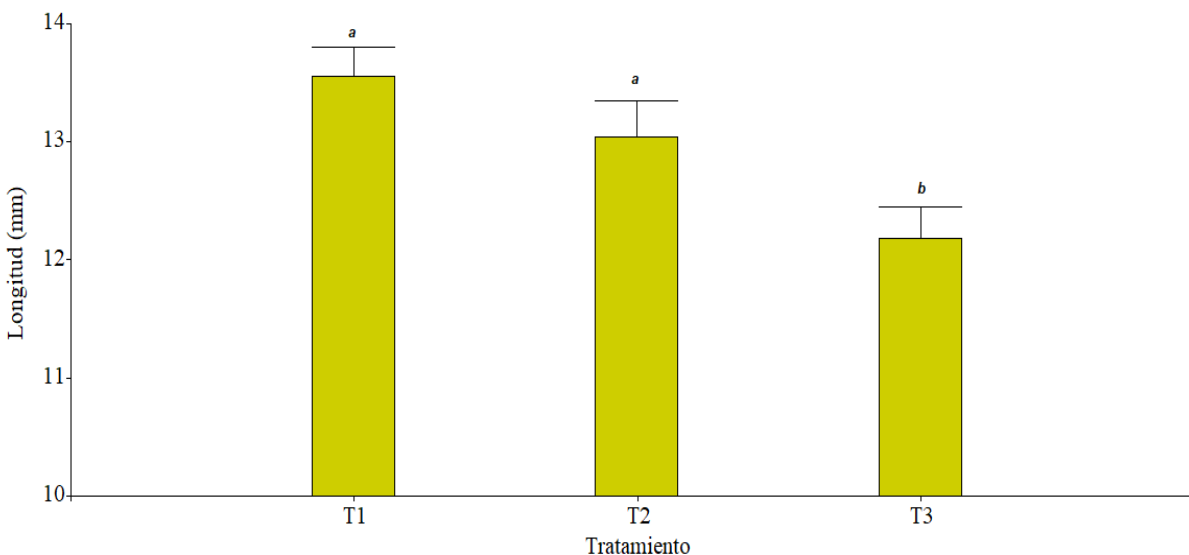
*Análisis de varianza de la variable longitud del grano (mm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad F.V</b>	<b>Grados de libertad Error</b>	<b>F-value</b>	<b>p-value</b>
Tratamiento	2	85	6.35	<0.0027

En la Figura 48 se indican los resultados de la prueba de LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) para la variable longitud del grano. Donde se muestra que el T1 y T2 son estadísticamente similares, presentando un promedio de 13.3 mm de longitud del grano con una diferencia de 3.98% sobre el T3, mientras que el T3 presentó una menor longitud del grano en relación al T1 y T2 con un promedio de 12.19 mm.

**Figura 48**

*Longitud del grano de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*



Los resultados muestran que al aplicar biol en los T1 y T2, durante todo el ciclo del cultivo, se obtuvieron granos más largos. Sin embargo, se debe agregar que las mazorcas en el T1 y T2 mostraron una similitud en el promedio con 13.3 mm siendo superiores al T3, lo que indica que el biol aplicado durante todo el ciclo del cultivo incremento la longitud del grano.

Andino (2011) en su investigación utilizó dos tipos de bioles (porcino y bovino) y un tratamiento (testigo) en el cultivo de frejol donde los tratamientos alternativos (porcino y bovino) alcanzaron una similitud en la longitud del grano con una media de 12.21 mm siendo los de mayor longitud sobre el tratamiento testigo que presentó un valor de 11.47 cm con una diferencia de 6.45% sobre el tratamiento testigo además menciona que el resultado se debe principalmente a la aportación de elemento potasio que contienen los bioles, que al combinarlos con sus dosis (5 cm<sup>3</sup>/lt, 10 cm<sup>3</sup>/lt y 15 cm<sup>3</sup>/lt, sus concentraciones se incrementan.

#### 4.9 Ancho del grano

Los resultados del análisis de varianza, para la variable ancho del grano, muestran que existen diferencias estadísticas significativas (F=14.70; gl=2, 85; p=<0.0001 entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 25).

**Tabla 25**

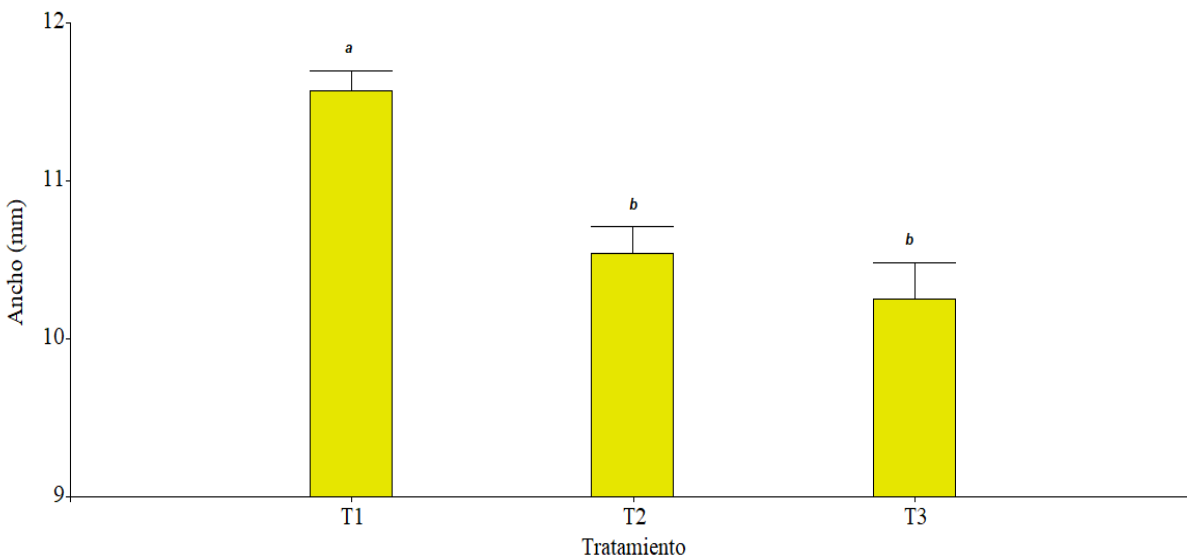
*Análisis de varianza de la variable ancho del grano (mm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad F.V</b>	<b>Grados de libertad Error</b>	<b>F-value</b>	<b>p-value</b>
Tratamiento	2	85	14.70	<0.0001

La Figura 49 nos muestra los resultados de la prueba de LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) donde se observa diferencias significativas en la variable ancho del grano entre tratamientos. En el cual se puede evidenciar que el T1 presentó el mayor promedio de ancho del grano con 11.57 mm con una diferencia de 1.13% sobre el T2 y T3, mientras que estos dos últimos son significativamente similares con un promedio de 10.39 mm de ancho del grano.

## Figura 49

Ancho del grano del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)



Los resultados muestran que la aplicación de biol en el T1 promovieron a tener semillas más anchas a excepción del T2 y T3 que fueron similares entre sí mostraron inferioridad sobre el T1, lo cual se debe a que la aplicación de biol durante todo el ciclo del cultivo aumenta el ancho del grano.

En una investigación en cultivo de frejol realizada por Lara et al, (2019) bajo la aplicación de dos bioles y un testigo, mencionan que el biol inoculado con hongos micorrízicos arbusculares + *Rhizobium* (T2) y el testigo (T3) muestran similitud en el ancho del grano de frejol con una media de 5.85 mm, mientras que el biol inoculado con hongos micorrízicos arbusculares + 50% (T1) muestra superioridad con un promedio de 6.43 mm en el ancho del grano de frejol con una diferencia de 3.34% sobre el T2 y T3.

### 4.10 Grosor del grano

Los resultados del análisis de varianza, para la variable grosor del grano, muestran que existen diferencias estadísticas significativas ( $F=14.70$ ;  $gl=2, 85$ ;  $p<0.0001$  entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 26).

**Tabla 26**

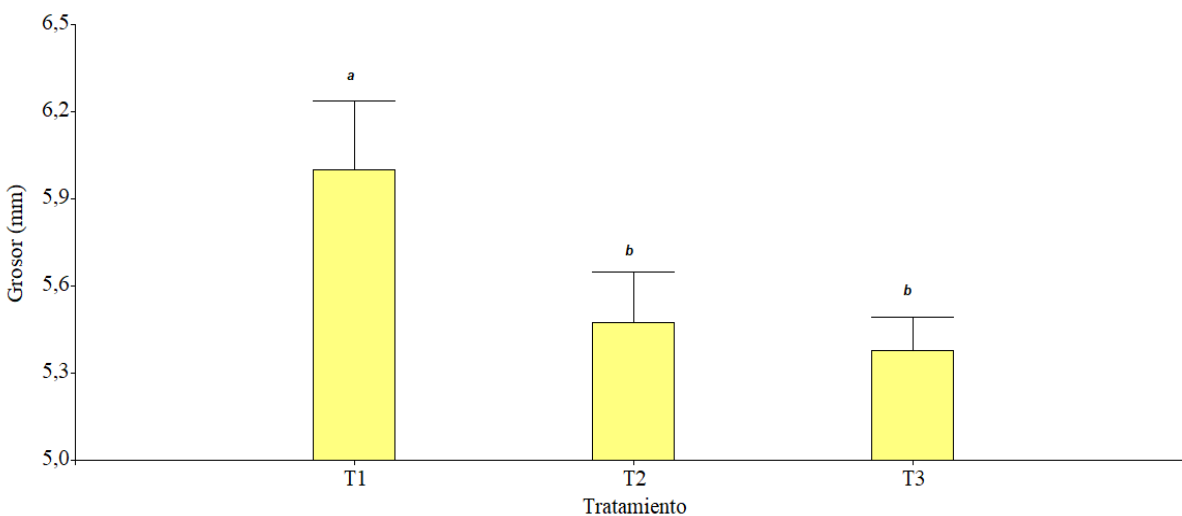
Análisis de varianza de la variable grosor del grano (mm) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	F-value	p-value
Tratamiento	2	85	3.57	<0.0325

A través de las pruebas de LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) se determinó que el grosor del grano fue mayor en el T1 con un promedio de 6 mm, mientras que el T2 y T3 son estadísticamente similares con un menor grosor del grano de 5.42 mm en promedio y con una diferencia de 1.07% sobre el T1 (Figura 50).

**Figura 50**

Grosor del grano de maíz suave variedad INIAP 122 -Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)



Los resultados muestran que al aplicar biol en el T1, durante todo el ciclo del cultivo, se obtuvo mayor grosor del grano a comparación del T2 y T3 que fueron inferiores mostrando similitud en el promedio del grosor del grano. Sin embargo, se debe agregar que las mazorcas en el T1 tuvieron un grosor superior al T2 y T3, lo que indica que el biol aplicado durante todo el ciclo del cultivo incrementa el grosor del grano.

Lara et al, (2019) en una investigación en cultivo de frejol bajo aplicación de biol inoculado con hongos micorrízicos arbusculares + 50% (T1) y biol inoculado con hongos micorrízicos arbusculares + *Rhizobium* (T2) y un testigo (T3) indican que el biol inoculado con hongos micorrízicos arbusculares + *Rhizobium* (T2) y el testigo (T3) muestran similitud con una media de 4.3 mm en el grosor del grano de frejol, mientras que el biol inoculado con hongos micorrízicos arbusculares + 50% (T1) muestra un promedio de 4.77 mm en el grosor del grano de frejol con una diferencia de 3.05% sobre el T2 y T3.

En cuanto a las variables de longitud, ancho y grosor del grano del cultivo de maíz se observó un efecto significativo entre los tratamientos, dando mejores resultados con los tratamientos con biol. Esto concuerda con Restrepo (2001), quien señala que a través de los ácidos orgánicos, hormonas de crecimiento, antibióticos, vitaminas, minerales, enzimas y coenzimas, carbohidratos, aminoácidos y azúcares complejos contenidos en los bioles; promueve las actividades fisiológicas, promueve el desarrollo de la planta, además sirve para las siguientes actividades agronómicas: acción sobre el follaje, acción sobre la floración, acción sobre el cuajado y activador de semillas y partes vegetativas. Estos datos concuerdan con la presente investigación, debido a la incorporación de los nutrimentos alimenticios por parte de los tratamientos con biol, ayudan a una mejor nutrición de la planta y por ende un menor desarrollo y crecimiento de las mismas.

#### 4.11 Peso en 100 granos

Los resultados del análisis de varianza, para la variable peso en 100 granos, muestran que existen diferencias estadísticas significativas ( $F=9.95$ ;  $gl=2, 4$ ;  $p<0.0280$  entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 27).

**Tabla 27**

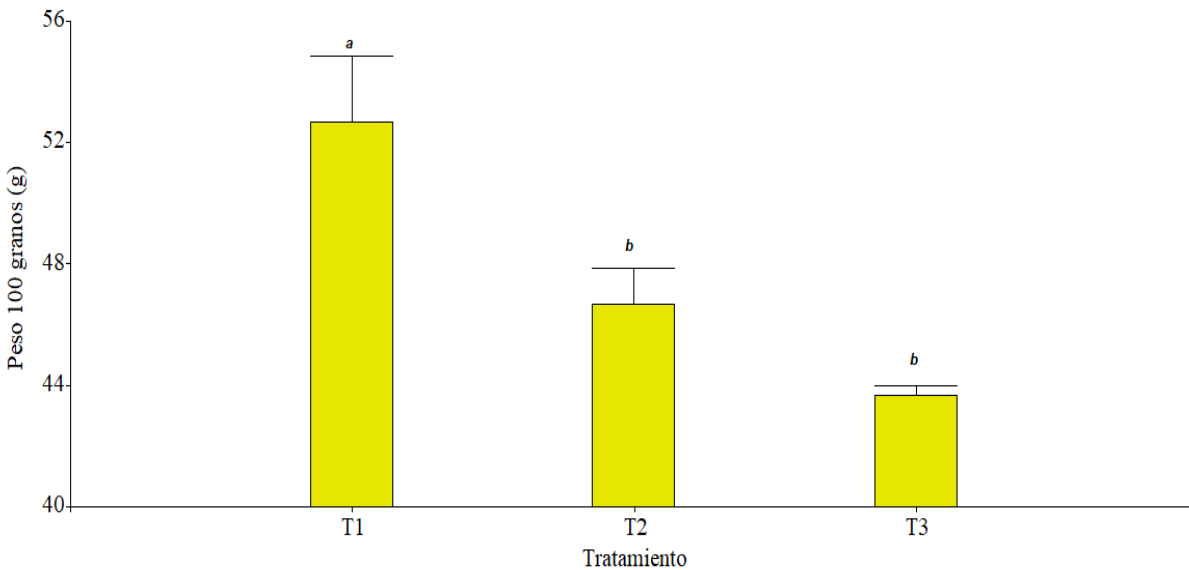
*Análisis de varianza de la variable peso en 100 granos (g) en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	F-value	p-value
Tratamiento	2	4	9.95	<0.0280

La Figura 52 indica que a través de las pruebas de LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) el peso en 100 granos fue mayor en el T1 con un promedio de 52.67 gramos, además que el T1 fue superior con 23% sobre el T3. Mientras que el T2 y T3 fueron estadísticamente similares, con un promedio de 45.17 gramos en el peso de 100 granos.

### Figura 51

*Peso de 100 granos de semillas de maíz, suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*



Vásquez (2012) menciona que el mayor promedio de peso de 100 granos en el cultivo de maíz fue el tratamiento con biol T1 (cada seis días de aplicación de biol) con 60.52 gramos, con una diferencia de 32.89% sobre el tratamiento testigo T2 (sin aplicación de biol) que alcanzó un promedio de 45.54 gramos.

Por otra parte, Romero et al, (2022) indican que el mayor peso en maíz morado fue con la aplicación de fertilizante orgánico + Bioinoculantes (T1) que obtuvo un peso de 44.10 gramos en comparación con el testigo (T2) que alcanzó un menor peso de 23.80 gramos con una diferencia entre ambos tratamientos con 8.52%. Estos resultados se asemejan con la investigación, donde se observó que el tratamiento con biol de estiércol de cuy (T1) presentó el mayor peso con un promedio de 115.08 gramos en y 106.75 gramos en T2 entre el tratamiento testigo que tuvo un promedio menor a 93.67 gramos con una diferencia de 22% en T1 y 13% en T2.



León (2015) al realizar un estudio en el efecto de biol más microorganismos eficientes (EM) en el cultivo de maíz con diferentes dosis de biol, T1 (0.5 l/20 lt + EM), T2 (1 l/20 lt + EM), T3 (1.5 l/20 lt+ EM) y T4 (testigo), obtuvo como resultado que el peso de 100 granos fue mayor en el T3 (1.5 l/20l + EM) con 41.34 gramos, siendo superior al T4 (testigo) con 40.16 gramos. Además, que el T3 (1.5 l/20 lt + EM) fue superior con 2.93% sobre el T4 (testigo). Otra investigación realizada por Susilawati y Purba (2021) mencionan que el mayor peso de 100 semillas en el cultivo de maíz se obtuvo en que el tratamiento con biol con una dosificación de (3 ton/ha + 50% de fertilizante químico) (T1) con 30.30 gramos mientras que el menor peso de 100 la semilla se obtuvo en el testigo (T2) con 27.10 gramos, siendo superior el T1 con una diferencia de 11.80% sobre el T2.

Analizando los resultados de la variable peso de 100 granos, se concluye que el biol con estiércol de cuy (T1) influyó positivamente en el peso de 100 granos con mayor peso, mientras que los tratamientos T2 y T3 que recibieron biol con estiércol de cerdo biol y fertilización química reportaron una similitud general en el peso de 100 granos. Al respecto, los mejores resultados se obtuvieron con la aplicación de biol con estiércol de cuy (T1), que el peso de 100 granos fue superior en un 23% al T3; esto nos permite concluir que la aplicación de biol con estiércol de cuy (T1) es el mejor tratamiento para lograr un mayor peso de 100 granos en cultivo de maíz.

Es posible que el biol, como biofertilizante y fuente de fitorreguladores cuya función en el interior de las plantas es activar el fortalecimiento del equilibrio nutricional como mecanismo de defensa que existe entre las plantas y la vida del suelo (Martín y Carrasco, 2005). Es claro que el aporte de NPK presente en el biol con estiércol de cuy (T1) tiene un efecto sobre esta variable, como lo demuestra el hecho de que la aplicación de biol estimula el crecimiento, mejora la calidad del producto e incluso tiene un efecto repelente de plagas (Basaure, 2006).

#### **4.12 Rendimiento kg/ha**

Los resultados del análisis de varianza, para la variable rendimiento kg/ha, muestran que existen diferencias estadísticas significativas ( $F=85.97$ ;  $gl=2, 4$ ;  $p<0.0005$ ) entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 28).

**Tabla 28**

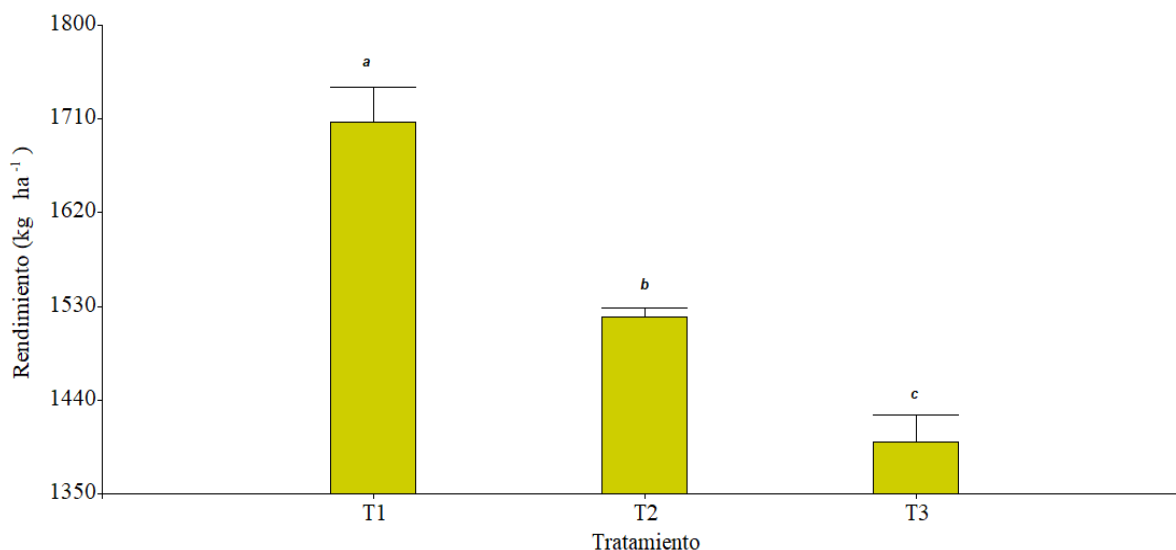
*Análisis de varianza de la variable rendimiento kg/ha en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	F-value	p-value
Tratamiento	2	4	85.97	<0.0005

Mediante la prueba de LSD Fisher ( $\alpha=0.05$ ) para la variable rendimiento kg/hectárea en el cultivo de maíz, en relación a los tratamientos, se pudo evidenciar que el tratamiento T1 es superior al T2 y T3 con un rendimiento de 1709.94 kg/ha y con una diferencia de 12.30% sobre el T2 y 21.92% en el T3, respectivamente. Además, el T2 mostró un rendimiento intermedio de 1519.91 kg/ha, siendo superior al T3 con una diferencia de 8.56%. Finalmente, el T3 presentó el menor porcentaje de rendimiento kg/ha sobre el T2 y T1 con un rendimiento de 1400.00 kg/ha (Figura 52).

**Figura 52**

*Rendimiento en grano seco kg/ha del maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*



Con los resultados expuestos, se puede observar que los tratamientos a base de biol, especialmente el T1 influyeron en el rendimiento del cultivo de maíz, ya que muestra mayor producción en

relación con el testigo. Loor (2011) comprobó que los tratamientos con biol en cultivo de maíz obtuvo un mejor rendimiento de 1170.00 kg/ha a comparación del testigo con 0630.00 kg/ha. Rodríguez (2014) demostró en su estudio en maíz que el tratamiento tratado con biol con una dosificación de (800 lt/ha) fue superior al tratamiento testigo con un rendimiento de 1466.00 kg/ha sobre el testigo con 0932.00 kg/ha. Lo que coincide en la presente investigación.

De la misma manera, Santin (2017), en su estudio en frejol obtuvo un efecto positivo en el rendimiento con biol alcanzando 3391 kg/ha, que fue un 30% superior al tratamiento testigo con 2113 kg/ha. Osorio (2005) en cambio señala que con aplicaciones de biol en diferentes niveles ha comprobado que el abono orgánico líquido incrementa la producción de diferentes cultivos, tal es el caso del fréjol con un 44% de incremento por hectárea, melón (*Cucumis melo* L.) con 56% en rendimiento y en brócoli (*Brassica oleracea* var.italica) hasta el 50% por hectárea.

Tello (2018), en el cultivo de frejol con aplicación de biol y un testigo, muestra que el mejor rendimiento se observó con la aplicación de biol con 2656 kg/ha mientras que el testigo alcanzó un menor rendimiento con 1649.40 kg/ha con una diferencia de 25%. De igual forma en otro estudio realizado por Islas et al, (2017) reportan que con aplicación de biol de estiércol de conejo en el cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.), mostraron que el rendimiento del grano fue mayor con el biol de estiércol de conejo con 3723.34 kg/ha a comparación del testigo con 2236.13 kg/ha. Debido a la presencia de compuestos como ácidos carboxílicos, fúlvicos y húmicos en los biofertilizantes, esto aumenta la absorción de nutrientes por parte de las plantas y ayuda en su producción. Lo que coincide con los resultados obtenidos en este estudio, ya que los tratamientos la aplicación de biol obtuvieron mejores resultados por encima del testigo.

Guanopatín (2012) menciona que el biol es un fertilizante líquido que nutre directamente las hojas de los diferentes cultivos, posee la máxima cantidad de macro y micronutrientes que necesitan las plantas, acelera el crecimiento de las plantas, mejora y aumenta el rendimiento de los diferentes cultivos. Además, en un estudio realizado por Chanca y Lulo (2018) obtuvieron en su estudio de maíz con aplicación de biol y un testigo, que el mejor rendimiento fue para el tratamiento con aplicación de biol con 2500.00 kg/ha a comparación del testigo que fue de menor rendimiento con 1300.00 kg/ha. Con base a la presente investigación se asemeja, ya que los tratamientos con biol el rendimiento es superior con respecto al testigo.

Pombaza et al, (2016), sugieren que las aplicaciones de biol pueden ser una importante alternativa ecológica para fertilizar cultivos ecológicos reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química y los costos de producción. Además, Armenta et al, (2010) mencionan que los biofertilizantes son preparados con microorganismos los mismos que tienen la capacidad de producir o generar reguladores de crecimiento (auxinas) mismos que son responsables del incremento del sistema radicular y por ende la absorción de más nutrientes y así incrementando significativamente la producción en los cultivos agrícolas.

Los resultados obtenidos en la variable rendimiento en seco (kg/ha) en el cultivo de maíz permiten corroborar que el uso de biol influye positivamente en el rendimiento, reportando el tratamiento con biol mucho mejor rendimiento que el tratamiento testigo. Donde los mejores resultados se obtuvieron usando biol con estiércol de cuy (T1) como biofertilizante, donde el rendimiento en grano seco fue mayor al tratamiento T2 y T3 con 12.30 y 21.92% de diferencia, lo que indica que el T1 es el mejor tratamiento para obtener mayor rendimiento en maíz. Los resultados obtenidos en el rendimiento en seco kg/ha en el cultivo de maíz, permite confirmar que la aplicación de biol, especialmente en el biol con estiércol de cuy (T1), tuvo un efecto positivo en el rendimiento, ya que reportó mejor rendimiento que el biol con estiércol de cerdo (T2) y fertilización química (T3), que fueron mucho menores en el rendimiento kg/ha. El tratamiento de biol con estiércol de cuy (T1) fue suficiente para lograr un mayor rendimiento en seco (kg/ha) en el cultivo de maíz, lo que se tradujo en mejor rendimiento.

Para Colque et al, (2005) la producción de biol es una técnica utilizada para aumentar y mejorar la calidad de las cosechas, el uso en pequeñas cantidades puede promover las actividades físicas y estimular el desarrollo de las plantas, ayudando en el enraizamiento, follaje, floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, coadyuvando en el aumento de las cosechas en los cultivos. Esto concuerda con la presente investigación, donde se podría decir que el biol con estiércol de cuy actuó mejor el biol con estiércol de cerdo, debido a que biol de estiércol de cuy presenta un recurso valioso con una carga de nutrientes impresionantes. Con su alto contenido en nutrientes esenciales y múltiples usos, este biol es una solución ecológica eficaz para mejorar la salud del suelo y de la planta.

Según Caviedes et al, (2022) mencionan que el rendimiento para maíz suave en seco en el Ecuador es de 1.63 ton/ha a 3.25 ton/ha. El resultado de la presente investigación concuerda con lo mencionado por Caviedes et al, (2022) en el rendimiento en seco (kg/ha) del cultivo de maíz donde el tratamiento con mayor rendimiento fue el tratamiento de biol con estiércol de cuy (T1) con 1.70 ton/ha en el cual está dentro del rango promedio de 3.25 ton/ha, mientras que el tratamiento de biol con estiércol de cerdo (T2) y testigo (T3) presentaron un rendimiento por debajo del rango promedio mencionado por (Caviedes et al, 2022) de 1.63 a 3.25 ton/ha con 1.51 ton/ha y 1.40 ton/ha, en el T2 y T3.

#### **4.13 Población de plagas**

##### **4.13.1 Número de gusanos cogolleros por planta**

La variable número de gusanos cogolleros por planta se obtuvo a través de la prueba de Friedman al 5% (Anexo 12) la cual dio como resultado que existe interacción ( $T^2=7.35$ ;  $p<0.0001$ ) entre los días después de la siembra y los tratamientos (bioles y fertilización química).

En la Figura 53 se observa que a los 30 dds (etapa de desarrollo vegetativo), el T3 supera en número de gusanos por planta al T2 y T1 en un rango de 0.01% y 0.02%, respectivamente. A su vez, en estos días de evaluación, el T2 supera en número de gusano por planta al T1 en un rango de 0.01%. Desde los 45 hasta los 60 dds (etapa de desarrollo vegetativo) se observa que hay una disminución progresiva en el número de gusanos por planta en el T3, T2 y T1 con un porcentaje de 0%. Para el ultimo día 75 dds (etapa de desarrollo vegetativo), el T1 y T2 mantuvieron el número de gusano por planta en 0%, pero a la vez el T3 mostró un aumento de 0.1% y fue el tratamiento que presentó más población de gusanos cogolleros hasta la etapa correspondiente a desarrollo vegetativo; T1 y T2 por su parte finalizaron con ningún incremento en su población en el día 75.

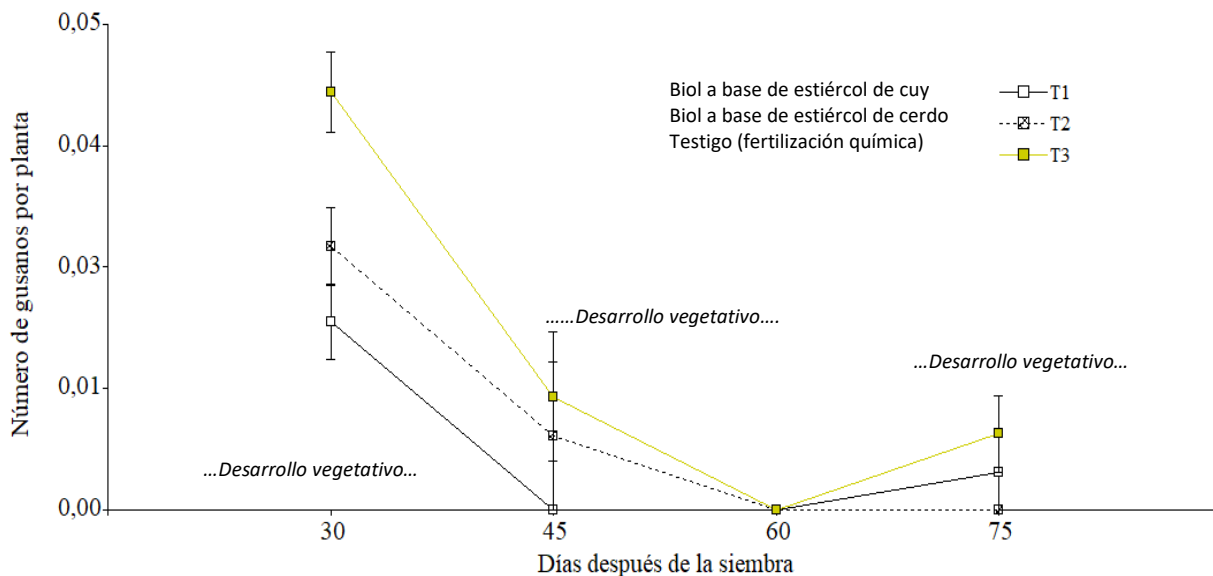
Por otro lado, en la Figura 54 se nota que el número de gusano por planta en el T1 incrementa 0.02% en el día 30. A partir de los 45 dds, el número de gusano por planta decrece paulatinamente hasta llegar a 0% a los 75 dds. Posteriormente este número de gusanos por planta se conserva hasta los 75 dds. Por otra parte, el número de gusano por planta del T2 incrementa 0.03% a los 30 dds y

a partir de los 45 hasta los 75 dds, el número de gusanos por planta decrece paulatinamente hasta llegar a 0% a los 75 dds. Posteriormente, este número de gusanos por planta se conserva hasta los 135 dds. En el T3, el número de gusanos por planta incrementa 0.04% a los 30 dds y se consolida hasta los 75 dds con un promedio de 0.015%.

El tratamiento que alcanzó el menor porcentaje de número de gusano por planta durante la etapa del desarrollo vegetativo del cultivo de maíz fue el T1 con 0% en el día 75 (etapa de desarrollo vegetativo). Por su parte, el T2 es el tratamiento intermedio que alcanza un 0.01% en el día 75 (etapa de desarrollo vegetativo). Finalmente, el tratamiento de mayor presencia de números de gusanos por planta fue el T3; donde se evidencia que alcanzó 0.015% correspondiente al día 75 (etapa de desarrollo vegetativo).

### Figura 53

*Número de gusanos cogolleros por planta en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado en la etapa vegetativa por tratamientos T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*



A partir de los resultados encontrados, se observa que el número de gusanos cogolleros por planta en la etapa de desarrollo vegetativo en el cultivo de maíz fue de baja infestación en los tratamientos T1, T2 y T3 alcanzó un 0% en los tratamientos con biol (T1 y T2) en los 75 dds (etapa de desarrollo

vegetativo), mientras que el T3 en el mismo día alcanzó un número de gusano de 0.01%. En una investigación realizada por Garcés (2021) en cultivo de maíz con aplicaciones de bioles y un testigo, uno a base de estiércol de bovino (T1) y otro a base de estiércol de gallinaza (T2) y un testigo (T3), mostró que los tres tratamientos presentaron baja presencia de larvas en la etapa de desarrollo vegetativo. El tratamiento de biol de bovino y biol de gallinaza mostraron un 0.04 y 0.06% de número de gusanos por planta con comparación al testigo con 0.08%. Estos datos concuerdan con la presente investigación, ya que el número de gusanos cogolleros fue superior a lo encontrado por (Garcés, 2021).

Por otro lado, en una investigación de Herrera (2021) menciona que el número de larvas de *Spodoptera frugiperda* durante la fase de desarrollo vegetativo en el maíz (hasta los 56 días), el tratamiento testigo alcanzó el mayor número de *Spodoptera frugiperda* con 0.11% siendo un tratamiento desfavorable en cuanto al control de larvas de *Spodoptera frugiperda*, mientras que el tratamiento con biol alcanzó 0.06%. Ezeta et al, (2018) en cambio, evaluó el número de gusano cogollero en maíz con aplicación de biol y un testigo, donde demostró que el número de larvas de *Spodoptera frugiperda* con aplicación de biol fue menor con 0.18%, mientras que el testigo alcanzó un mayor número de *Spodoptera frugiperda* con 1.20%.

En efecto, Garcés (2021) sugiere que la aplicación de bioles pueden actuar como repelentes de *Spodoptera frugiperda* durante la etapa de desarrollo vegetativo en el cultivo de maíz. En este contexto, varias investigaciones muestran que el número de gusanos cogolleros mantiene las más altas poblaciones durante la etapa de desarrollo vegetativo, explicándose así a lo encontrado por Hernández y Williams (2023) donde mencionan que las plantas de maíz son susceptibles de ser dañadas por el gusano cogollero durante la mayor parte de su desarrollo vegetativo, de la emergencia y hasta el final de la fase de desarrollo vegetativo cuando no se aplica ningún control biológico o químico en el cultivo de maíz.

Además, Martínez (2016), indica que el follaje succulento y de tejido tierno resulta atractivo y es un medio adecuado para el desarrollo del gusano cogollero ya que se alimenta principalmente de brotes y hojas tiernas, por lo cual un control preventivo durante la etapa vegetativa es importante para reducir la presencia y evitar daños si sobrepasa el umbral económico lo que representaría grados elevados de afectación de la planta durante su desarrollo.

Los tratamientos con biol lograron una menor población de gusano cogollero, posiblemente debido a su inducción de la síntesis de ácido jasmónico. Zhang et al, (2015) dedujeron que la defensa inducida por las plantas contra los herbívoros está regulada por la vía de señalización del ácido jasmónico. En el estudio actual, es probable que al aplicarse biol, se estimularía la síntesis de ácido jasmónico como promotor de las defensas.

Así mismo Ziegler et, (2001) mencionan que el ácido jasmónico juega un papel regulador clave en los mecanismos de respuesta de defensa de las plantas. Mediante esta investigación se observó que el número de gusanos cogolleros en la planta fue menor después de la aplicación de biol en comparación con el testigo, que presentó un número superior de 0.01% en el 75 dds (etapa de desarrollo vegetativo) de número de gusanos cogolleros.

#### 4.13.2 Número de gusanos de la mosca del choclo

Los resultados del análisis de varianza, para la variable número de gusanos de la mosca del choclo, muestran que existen diferencias estadísticas significativas ( $F=387.67$ ;  $gl=2,4$ ;  $p<0.0002$ ) entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 29).

**Tabla 29**

*Análisis de varianza de la variable número de gusanos de mosca del choclo en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol a base de cerdo) y T3 (químico)*

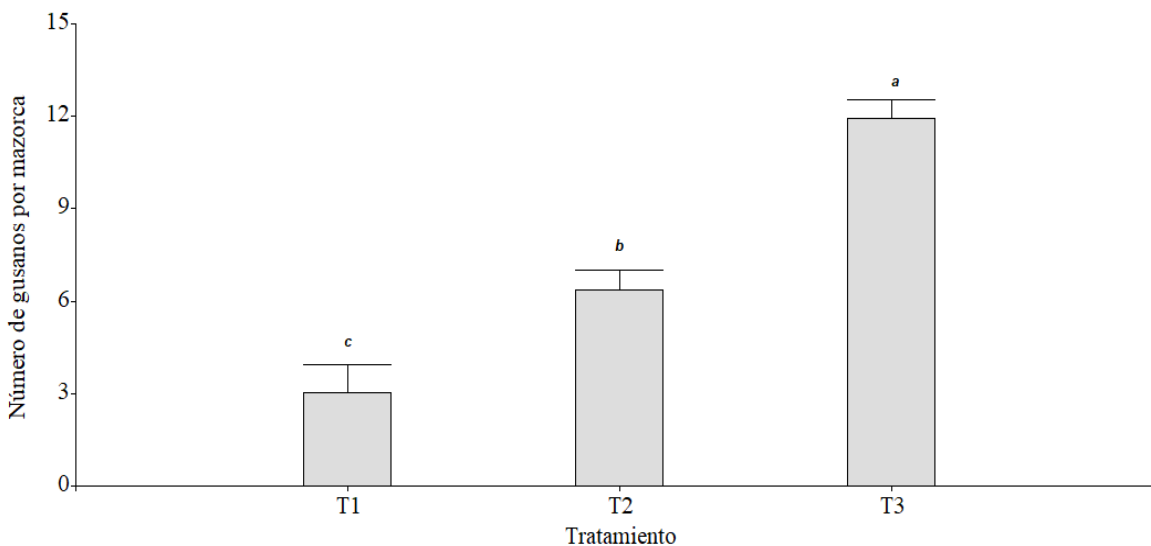
<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad F.V</b>	<b>Grados de libertad Error</b>	<b>F-value</b>	<b>p-value</b>
Tratamiento	2	4	387.67	<0.0002

En la Figura 54, se muestran los resultados de la prueba de Fisher al 5%, en donde se puede observar que, en la etapa de cosecha el T3 presentó el mayor número de gusanos de la mosca del choclo con 11.92%, siendo superior al T2 con una diferencia de 8.74% y 29.60% en T1, respectivamente. A su vez, se puede evidenciar que el tratamiento intermedio T2 presentó un promedio de números de gusanos de la mosca del choclo de 6.36% y con una diferencia 11.12% sobre el T1. Finalmente, el T1 presentó el menor número de gusanos de la mosca del choclo con 3.01 %.



## Figura 54

Número de gusanos de la mosca del choclo en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)



De acuerdo con la Figura 54 de la variable número de gusanos por mazorca en la etapa de cosecha del cultivo de maíz, los tres tratamientos muestran diferencias significativas. En donde, los tratamientos a base de biol T1 y T2, muestran los más bajos porcentajes con 3.01% y 6.36% del número de gusanos por mazorcas, mientras que el tratamiento químico fue superior con 11.92% de porcentaje del número de gusanos por mazorcas. Sin embargo, el T1 presentó un porcentaje de 3% y 8% inferior a los T2 y T3, mientras que el T2 presentó un porcentaje inferior de 5% sobre el T3.

Corroborando con la investigación del número de gusanos por mazorca en el cultivo de maíz realizado por Cerezo (2021) menciona que el número de gusanos por mazorca en el tratamiento testigo presentó un índice de porcentaje de 4.07%, mientras que los tratamientos a base de biol, estiércol de bovino al 15% y estiércol de gallina al 15% muestran bajos porcentajes con 1.70% y 1.40% del número de gusanos por mazorca. Estos resultados permiten mencionar que los tratamientos con biol presentaron un efecto positivo en la disminución de gusanos por mazorca ya que los daños presentados en la investigación son muy superiores con 8% y 5% a lo encontrado por Cerezo (2021).

Garcés (2021) en cambio, evaluó el número de *Heliothis* sp. en maíz con aplicación de biol y un testigo convencional en la etapa de cosecha del cultivo, donde el biol con estiércol bovino con una concentración del 10% (T1) y estiércol de gallinaza con una concentración del 10 (T2) mostraron menor porcentaje con 3.20 y 5.28% en el número de *Heliothis* sp. mientras que el testigo convencional alcanzó el mayor número de *Heliothis* sp. con 10.20%.

Curis et al, (2015) observaron en su investigación que el número de *Heliothis* sp. en maíz con aplicación de fertilización química con una dosificación de 100%, el resultado de la investigación fue que el número de *Heliothis* sp. con aplicación de fertilización química (100%) alcanzó 11.3% en la etapa de cosecha. Estos datos concuerdan con la presente investigación, donde se menciona que el T3 (fertilización química) alcanzó 11.92% en el número de *Heliothis* sp. En este caso, varias investigaciones han demostrado que las poblaciones de gusano de la mosca del maíz siguen siendo más altas durante la fase de maduración-cosecha, lo que explica los hallazgos de Oses (2019) donde menciona que la plaga *Heliothis* sp. afecta la calidad de la mazorca en el maíz al consumir el grano del mismo, donde la actividad alimenticia de las larvas provoca daño directo e indirecto, principalmente al consumir el grano en la parte alta de la mazorca (tercio superior), mientras que el daño indirecto favorece el ingreso de los patógenos y de otros insectos.

Según Cruz et al, (2011) indica que el maíz dulce o suave, los daños que ocasiona *Heliothis* sp. son significativos incluso con aplicaciones de insecticidas llegando a un 30% el número de *Heliothis* sp. en la etapa de cosecha del cultivo. Tal es el caso de Arenillo (2017) donde menciona en su investigación en maíz usando fertilización química completa al 100% el número de *Heliothis* sp. alcanzó 17.18% en la etapa de cosecha del cultivo de maíz.

Garcés (2021) señala que los tratamientos con biol en los cultivos agrícola actúan como biofertilizantes, promoviendo la más rápida y eficiente absorción de nutrientes por parte de las plantas sin dejar residuos tóxicos como los fertilizantes químicos. Además de esto, se pueden utilizar plantas repelentes que contienen metabolitos secundarios (Alomonas) en los bioles que actúan como repelente contra ciertas plagas. De esta manera, se puede ver que la aplicación de los dos tipos de bioles empleados en la investigación, por sus componentes en él, puedan a tener una disminución en la población de plagas presentes en el cultivo de maíz.

## **4.14 Incidencia de plagas**

### **4.14.1 Incidencia del gusano cogollero**

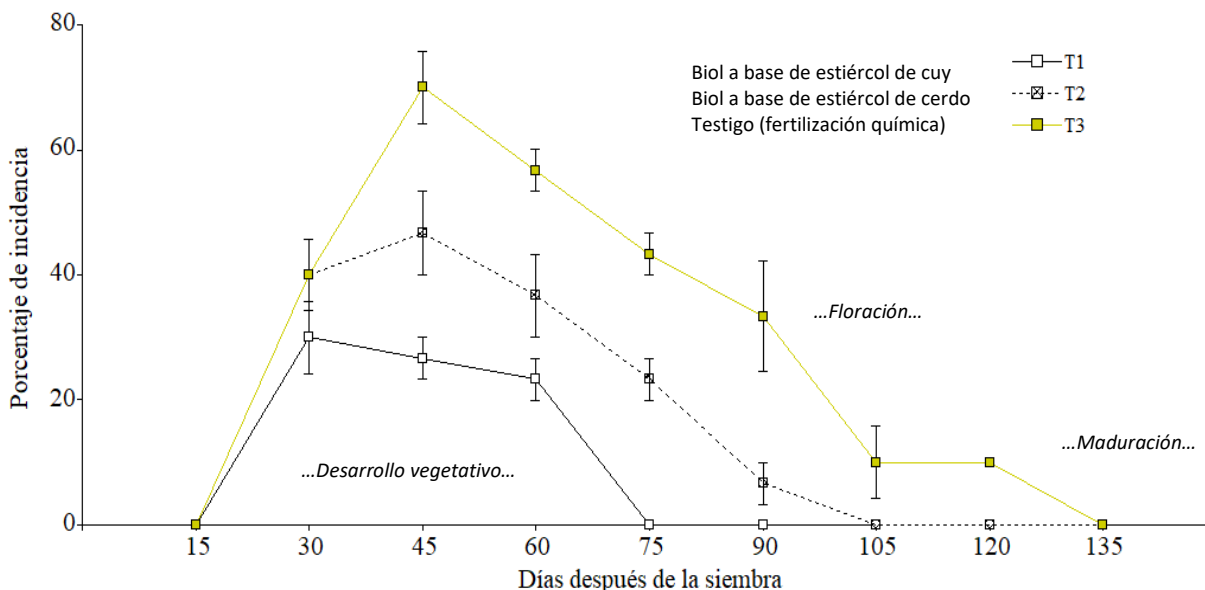
La variable incidencia del gusano cogollero se obtuvo a través de la prueba de Friedman (Anexo 12) de datos no paramétricos, la cual dio como resultado que existe interacción ( $T^2=42.76$ ;  $p<0.0001$ ) entre los días después de la siembra y los tratamientos (bioles y fertilización química).

En la Figura 55 se observa que a los 15 dds (etapa de desarrollo vegetativo) en todos los tratamientos no hay presencia de gusano cogollero. A los 30 dds (etapa de desarrollo vegetativo) los tratamientos presentaron una similar incidencia de gusano cogollero, mostrando una media de 36.6 gusanos por planta. Desde los 45 hasta los 90 dds (etapa de desarrollo vegetativo), se observa que T3 supera en incidencia a T2 y T1 en rangos que van desde 20 a 26.66% y 23.33 a 43.33%, respectivamente. A su vez, en estos días de evaluación, T2 supera en incidencia a T1 en un rango de 6.67 a 23.33%. A los 105 y 120 dds (etapa de floración), T3 supera en 10% de incidencia a T2 y T1. En estas mismas fechas T2 y T1 no presentaron incidencia de gusano cogollero. Finalmente, a los 135 dds (etapa de maduración), todos los tratamientos no presentaron incidencia de este gusano.

Por otro lado, en la Figura 55 se nota que la incidencia de este gusano en el T1 incrementa 30% en el día 30 y se mantiene hasta el día 60 con un porcentaje promedio de 26.66%. A los 75 dds, este porcentaje se reduce a 0% y se mantiene así hasta los 135 dds. Por otra parte, la incidencia del T2 incrementa 40% a los 30 dds y se estabiliza hasta los 60 dds con una incidencia promedio de 41.11%. A partir de los 75 dds, esta incidencia decrece paulatinamente hasta llegar a 0% a los 105 dds. Posteriormente, esta incidencia se conserva hasta los 135 dds. En el T3, la incidencia de este gusano incrementa un 40% a los 30 dds y se consolida hasta los 90 dds con una incidencia promedio de 48.66%. A partir de los 105 dds, este porcentaje se reduce paulatinamente hasta llegar a un 10% y el mismo porcentaje se mantiene hasta los 120 dds. Y es así, que a los 135 dds este porcentaje se reduce a 0%.

**Figura 55**

*Porcentaje de incidencia del gusano cogollero en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*



#### 4.14.2 Severidad del gusano cogollero

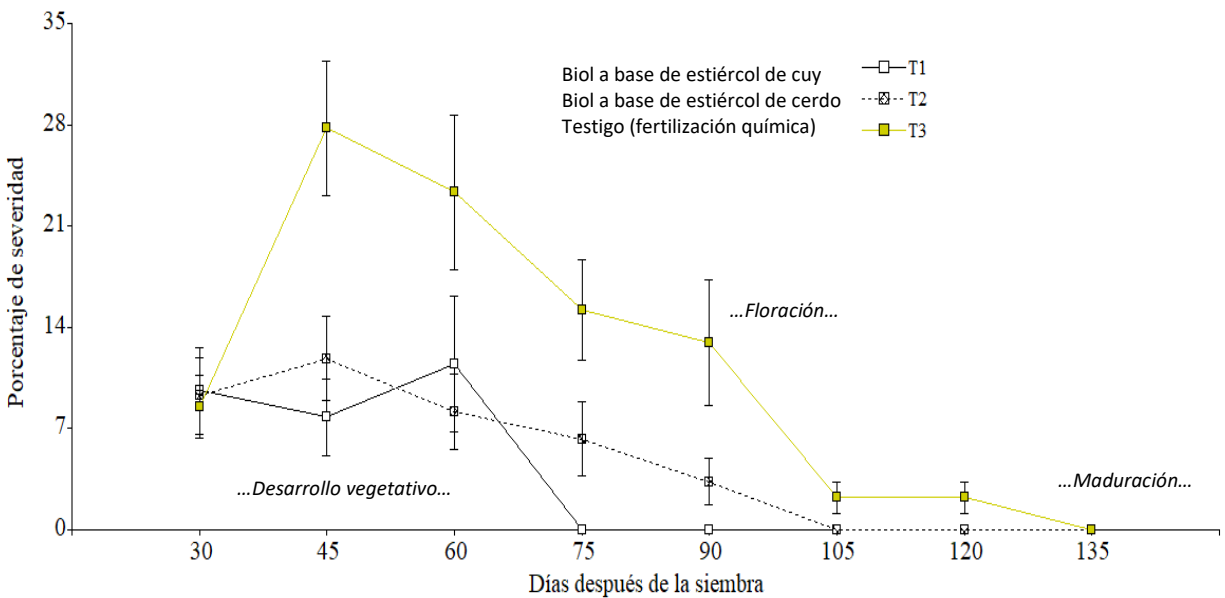
La variable severidad del gusano cogollero se obtuvo a través de la prueba de Friedman (Anexo 13) de datos no paramétricos, la cual dio como resultado que existe interacción ( $T^2=11.17$ ;  $p<0.0001$ ) entre los días después de la siembra y los tratamientos (bioles y fertilización química).

En la Figura 56 se puede observar que a los 30 dds (etapa de desarrollo vegetativo), la severidad del gusano cogollero empieza en el T1; mostrando superioridad sobre el T2 y T3, con una diferencia de 0.89 y 0.82% de severidad ocasionado por la plaga del gusano cogollero. Y es así que, desde los 45 días hasta los 90 dds (etapa de desarrollo vegetativo), se observa que el T3 supera en severidad al T2 y T1 en rangos que van desde 8.89 a 15.93% y 11.85 a 20%, respectivamente. A su vez, en estos días de evaluación, T2 supera en incidencia a T1 en un rango de 3.33 a 6.3%. A los 105 y 120 dds (etapa de floración), el T3 supera en 2.22% de incidencia al T2 y T1. En estas mismas fechas T2 y T1 no presentaron severidad de gusano cogollero. Finalmente, a los 135 dds (etapa de maduración), todos los tratamientos no presentaron severidad de este gusano.

Así mismo, en la Figura 56 se observa que la severidad del gusano cogollero en la planta del cultivo de maíz; el T1 incrementa un 9.63% en el día 30 y se mantiene hasta el día 60 con el mismo porcentaje de la fecha anterior. A los 75 dds, este porcentaje se reduce a 0% y se mantiene así hasta los 135 dds. Por consiguiente, la severidad del T2 incrementa a 9.26% a los 30 dds y se consolida hasta los 60 dds con una severidad promedio de 10%. A partir de los 75 dds, la severidad ocasionada por el gusano cogollero en el cultivo de maíz decrece paulatinamente hasta llegar a 0% a los 105 dds. Posteriormente, esta severidad se conserva hasta los 135 dds. En el T3, la severidad incrementa un 8.52% a los 30 dds y se consolida hasta los 90 dds con una severidad promedio de 19.81%. A partir de los 105 dds, este porcentaje se reduce paulatinamente hasta llegar a un 2.22% de severidad y el mismo porcentaje de la fecha anterior se mantiene hasta los 120 dds. Finalmente, a los 135 dds este porcentaje se reduce a 0% de severidad.

**Figura 56**

*Porcentaje de severidad del gusano cogollero en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*



Mediante los resultados obtenidos en las Figuras 55 y 56 sobre la incidencia y severidad de *Spodoptera frugiperda*, el tratamiento T1 presentó los mejores resultados en control de la plaga, en la etapa de desarrollo vegetativo (75 días), mientras que el tratamiento T2 alcanzó resultados intermedios en el control de plaga, en la etapa de inicio de floración (105 días); cabe mencionar

que, para el control de esta plaga en los dos T1 y T2, a partir de los 30 dds (etapa de desarrollo vegetativo), se realizaba aplicaciones foliares quincenalmente con biol a una dosis del 10% v/v y aplicaciones al suelo con biol a una dosis del 50/50, a la vez se realizaron 11 aplicaciones de biol durante todo el cultivo en los tratamientos T1 y T2 (Anexo 14). Con respecto al tratamiento T3, éste mostro el mayor nivel de incidencia y severidad de *Spodoptera frugiperda*, en las etapas de desarrollo vegetativo, floración y maduración. Cabe indicar que, para el control del gusano cogollero en el T3, no se realizó ningún control fitosanitario, a pesar de esto la plaga cada quincena iba incrementando la incidencia y severidad en el cultivo de maíz.

Braudron et al, (2019) en una investigación señalan que la presencia de gusano cogollero en un cultivo no tratado pueden dañar las mazorcas de maíz, dejando las plantas completamente incapacitadas y atrofiadas; por lo tanto, conduce a la falta de frutos muy pequeños que no tienen valor comercial. Así mismo, la producción y rendimiento se ven afectados por diversos factores como: riego, genética, fertilización, clima, cantidad de grano, peso de grano y presencia de plagas. La severidad del daño a los cultivos por gusano cogollero sin ningún tratamiento se ha asociado con rendimientos más bajos en los cultivos de maíz; generalmente, cuando se daña la parte superior de las plantas, se reduce el área fotosintética y el rendimiento del grano (Baudrom et al, 2019).

Además, que los tratamientos con biol en esta investigación obtuvieron una mayor reducción en el porcentaje de incidencia y severidad de gusano cogollero en el cultivo de maíz, porque es posible que este contenga ácido jasmónico o precursores del mismo. Ozawa et al, (2004) mencionan que la alimentación del gusano cogollero en el cultivo de maíz provoca en la planta respuestas de defensa reguladas por fitohormonas, entre ellas el ácido jasmónico. En el presente estudio es posible que aplicaciones frecuentes de biol induzcan la producción de ácido jasmónico como promotor de defensa.

Por otra parte, Zavala (2010) alude que el ácido jasmónico se sintetiza y transporta al citoplasma donde activa los sistemas de degradación de proteínas y actúa como activador de genes de defensa. El compuesto se probó usando plantas mutantes que no pudieron producir el compuesto y demostraron ser invulnerables al ataque de la plaga. Cuando se aplicó el compuesto, se demostró que afectaba el sistema inmunológico de la planta.

Al mismo tiempo, Malook et al, (2021) realizaron un estudio donde el gusano cogollero en el cultivo de maíz influye en la actividad de obtención de secreciones orales de los insectos y anula la supresión de las defensas de las plantas por parte de los herbívoros, obteniendo como resultado la reducción por parte por el gusano cogollero.

En cambio, Shivaji et al, (2010) en una comparación de dos genotipos de maíz Mp708 y Tx601; Mp708 tenía niveles constitutivamente altos de ácido jasmónico y la síntesis de jasmónico se indujo en Tx601 solo en respuesta a la alimentación de insectos; por el contrario, los niveles de ácido salicílico fueron más bajos en ambos animales infestados de insectos y plantas Mp708 no infestadas que plantas Tx601. Esto sugiere que el ácido jasmónico y salicílico tienen efectos antagónicos en las respuestas defensivas a los insectos en estas plantas. Aunque se desconocen los mecanismos moleculares que regulan la acumulación constitutiva de ácido jasmónico en Mp708.

Merino et al, (2019) manifiestan que en investigaciones realizadas en Ecuador, el gusano cogollero causa grandes pérdidas del cultivo; se estima que ataques severos de este lepidóptero (sobre el 30% de infestación). En esta investigación los niveles de daño en cuanto a la severidad los más altos fueron a los 45 dds que corresponde a la etapa desarrollo vegetativo, el T3 presentó el mayor nivel de daño a los 45 dds (27.78%), seguido del T1 con un (7.78%) y un (11.85%) para el T2.

En cuanto a Benigno et al, (2012) mencionan que en el cultivo de maíz los ataques más severos se presentan durante la fase vegetativa inicial del desarrollo de las plantas y su presencia puede llegar a ocasionar pérdidas en la rentabilidad del cultivo al depender de aplicaciones químicas para su control. Este hecho coincide con la presente investigación, en cuanto a la incidencia; debido que la plaga se presentó en mayor presencia en la etapa de desarrollo vegetativo (75 días) en los tres tratamientos, presentando niveles de incidencia de 26.67 y 46,67% en el T1 y T2 y 70% en el T3, a diferencia de los niveles de severidad que ningún tratamiento supera del 27.78%, es decir no es perjudicial para el cultivo debido que no se encontraron efectos desfavorables en el rendimiento en los tratamientos con biol pero si en el tratamiento testigo (T3), donde alcanzó el menor rendimiento con 1400.00 kg/ha con una diferencia de 17.98% sobre el T1 y 7.88% en T2 y la mayor incidencia y severidad con 70% y 27.78% en la etapa de desarrollo vegetativo (45 días después de la siembra).

Con estos datos podemos corroborar que este insecto estuvo presente en todas de las etapas del desarrollo del cultivo de maíz, siendo la más afectada la etapa de desarrollo vegetativo (hasta los 75 días), seguido de la etapa de floración (hasta 120 días) y finalmente la etapa de maduración (hasta los 135 días).

Lezaun (2015) afirma que el ataque más severo del gusano cogollero en el cultivo de maíz ocurre durante la etapa vegetativa inicial del desarrollo de la planta, de la emergencia y hasta 55-60 días después de dicha fase. Por otro lado, la Secretaría de Agricultura y Ganadería [SIG] (1998) en cambio, indica que el daño del gusano cogollero en los cultivos de maíz puede ocurrir hasta una semana después de la germinación, hasta que el grano formado pasa de un color blanco lechoso a un estado seco. Durante la etapa de formación de flores, el gusano cogollero causa daño a los granos de la mazorca y flores masculinas, reduciendo el contenido de polen. En etapas más avanzadas (maduración y cosecha), también puede dañar las flores y los granos de la mazorca.

Pionner (2015) nombra que el umbral económico del gusano cogollero en el cultivo de maíz oscila el 20% y la herramienta más efectiva para el control oportuno de gusano cogollero es la prevención y el monitoreo. En la presente investigación, el umbral económico del gusano cogollero sobre el 20% estimado, comprende los tratamientos tratados con bio; el T1 con 8.88%, 17.03% en T2. Sin embargo, el T3 presentó superioridad en el umbral económico sobrepasando el 20% reportado por Pionner (2015) donde se obtuvo 29.35% de umbral económico. A la vez, el T3 es el tratamiento óptimo para buscar alternativas para el control del gusano cogollero.

## **4.15 Mosca del choclo**

### **4.15.1 Incidencia de la Mosca del choclo**

Los resultados del análisis de varianza, para la variable incidencia de la mosca del choclo, muestran que existen diferencias estadísticas significativas ( $F=29.29$ ;  $gl=2,4$ ;  $p<0.0041$ ) entre tratamientos (bioles y fertilización química) (Tabla 30).



**Tabla 30**

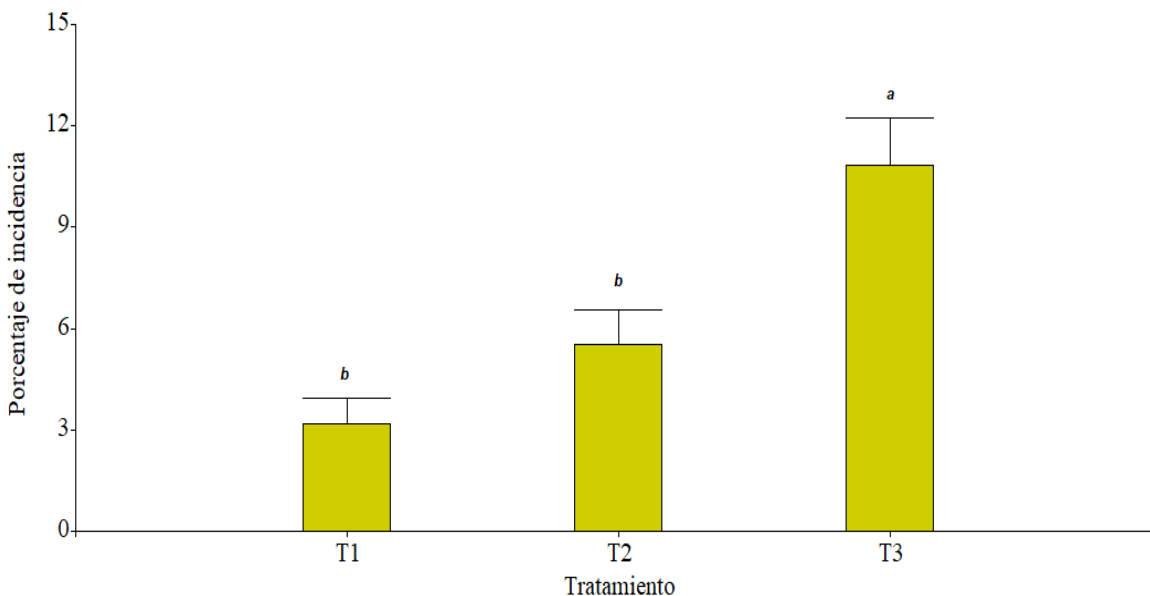
*Análisis de varianza de la variable incidencia de la mosca del choclo en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad F.V</b>	<b>Grados de libertad Error</b>	<b>F-value</b>	<b>p-value</b>
Tratamiento	2	4	29.29	<0.0041

En la Figura 57, se muestran los resultados de la prueba de Fisher al 5%, en donde se puede apreciar que la incidencia de la mosca del choclo en la etapa de maduración-cosecha en el cultivo de maíz fue mayor en el T3 con 10.84% en comparación a los demás tratamientos. Además, el T3 fue superior con 0.34% en el T1. Mientras que el T2 y T1 fueron estadísticamente similares con un promedio de 4.36% de incidencia causada por la mosca del cholo.

**Figura 57**

*Incidencia de la mosca del choclo en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado en etapa de maduración por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*



Según los resultados obtenidos en la Figura 57 de incidencia de la mosca del choclo, los tres tratamientos muestran un efecto que varía durante la etapa de maduración del cultivo, presentando los porcentajes más elevados en el T3 con 10.84% de incidencia. Sin embargo, los tratamientos a

base de biol (T1 y T2) muestran menores porcentajes con 3.18 y 5.55% de incidencia, y expresan una tendencia similar entre ambos tratamientos. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Bertolaccini et al., (2010), quienes encontraron en su investigación en maíz suave con aplicación completa de fertilizante químico (100%), la presencia de *Euxesta eluta* en la etapa de maduración del cultivo, cuya especie se presentó con una incidencia del 50%.

Cruz et al, (2011) indican que en el maíz suave, los daños que ocasiona (*Euxesta eluta* Loew) en la etapa de maduración son significativos incluso con aplicaciones de insecticidas alcanzando una incidencia de 30 al 50% en el cultivo de maíz suave. Estos resultados permiten mencionar que los tratamientos con biol presentaron un efecto positivo en la reducción de incidencia del gusano del choclo ya que los daños presentados son muy inferiores (3.18% en T1 y 5.55% en T2) a lo encontrado por Cruz et al, (2011) y Bertolaccini et al, (2010).

Por otro lado, Arenillo (2017), en una investigación en maíz señala, que el daño ocasionado por *Euxesta eluta* fue de 17,96% de incidencia en la etapa de maduración del cultivo. Éstos resultados se asemejan con los obtenidos en ésta investigación, ya que podemos corroborar que esta plaga alcanzó su mayor porcentaje de incidencia en el tratamiento T3 con 10.84% en la etapa de maduración del cultivo de maíz.

Cortez et al, (2009) aluden que la mosca del choclo provoca daños significativos en la producción y calidad del grano (etapa de maduración del cultivo), lo que en ocasiones se asocia a pudriciones del grano que contienen algún tipo de patógeno, posiblemente *Fusarium* spp. También se siente atraído por el daño que hace el gusano cogollero cuando afecta al fruto, así como el gusano del choclo. En conjunto, estas plagas se han convertido en las principales plagas de importancia económica en el maíz durante el ciclo agrícola primavera-verano; el daño que provocan estos insectos en general conduce a la pudrición severa, afectando la calidad y el rendimiento de grano del maíz (García, 2010).

Por otra parte, se obtuvo una menor incidencia de mosca del choclo con los tratamientos con biol (T1 y T2) debido a la inducción de la síntesis de ácido jasmónico por parte del biol. Zhang (2015) dedujeron que las defensas inducidas por las plantas contra los herbívoros están reguladas a través de la vía de señalización del ácido jasmónico. En este estudio, cuando se aplicó biol,

probablemente estimuló la síntesis de ácido jasmónico como potenciador de las defensas contra los patógenos. Ziegler, (2001) implicaron al ácido jasmónico como un regulador clave en los mecanismos de respuesta de defensa de las plantas. A través de esta investigación se puede observar que la incidencia de la mosca del choclo fue la más baja después de la aplicación de biol en comparación con el testigo que tuvo una mayor incidencia, y la incidencia de mosca del choclo fue 24.08% mayor en comparación con los tratamientos con biol (T1 y T2).

#### 4.16 Incidencia y severidad de enfermedades

##### 4.16.1 Incidencia de la Mancha de asfalto

El análisis de varianza para la variable incidencia de la Mancha de asfalto, muestran que existe interacción ( $F= 4$ ;  $gl= 16$ ;  $2.37$ ;  $p<0.0458$ ) entre los días después de la siembra y los tratamientos evaluados (bioles y fertilización química) (Tabla 31).

**Tabla 31**

*Análisis de ADEVA para la variable incidencia de la Mancha de asfalto en el cultivo de maíz, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	F-value	p-value
Días después de la siembra	2	16	8.27	<0.0034
Tratamiento	2	16	145.46	<0.0001
Dds:Tratamiento	4	16	2.37	<0.0458

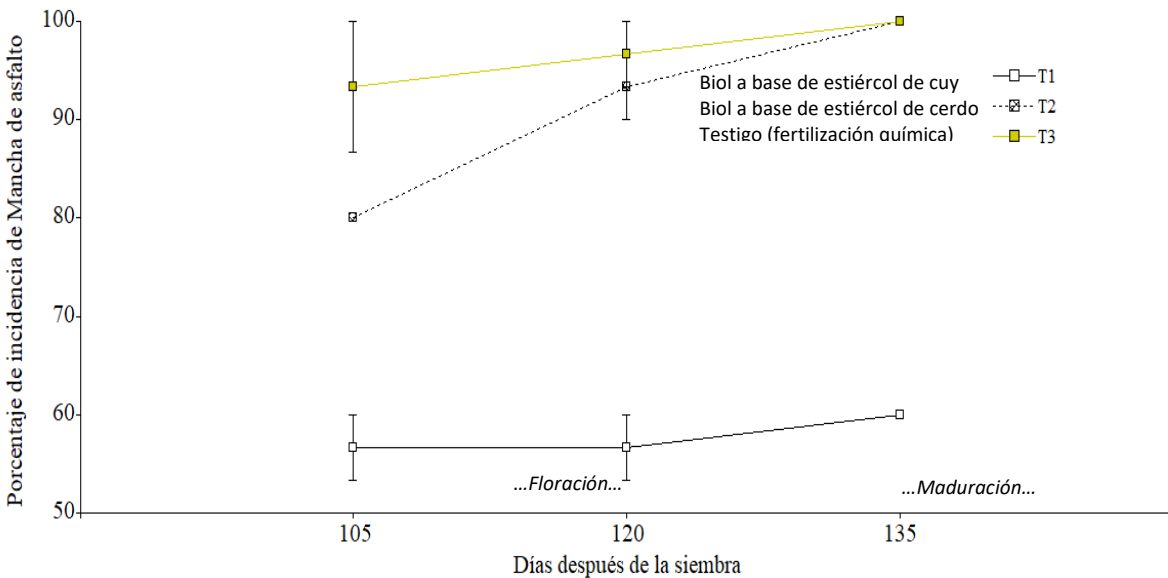
En la Figura 58 se puede observar que en los 105 dds (etapa de floración), el T3 supera en incidencia de mancha de asfalto al T2 y T1 en un rango de 13.66 a 36.66%, respectivamente. A su vez, en este día de evaluación, el T2 supera en incidencia al T1 en un rango de 23.33%. A los 120 dds (etapa de maduración) los tres tratamientos presentaron una similar incidencia de mancha de asfalto, mostrando una media de 82.22%. Así mismo, a los 135 dds (etapa de maduración), los tres tratamientos mantuvieron una similar incidencia de mancha de asfalto con la fecha anterior, con una media de 86.66%.

Por otro lado, en la Figura 59 se nota que la incidencia de la mancha de asfalto en el T1 incrementa 56.67% en el día 105 (etapa de floración) y se mantiene con el mismo porcentaje de incidencia hasta el día 120 (etapa de floración). A partir del día 135 (etapa de maduración) la incidencia aumenta y se mantiene hasta fecha en un porcentaje de 60% de incidencia de mancha de asfalto. Por otra parte, la incidencia del T2 incrementa 80% a los 105 dds y se consolida hasta los 135 dds (etapa de maduración) con una incidencia promedio de 96.66%. En el T3, la incidencia de la mancha de asfalto incrementa a 93.33% a los 105 dds, (etapa de floración) y de igual forma se consolida la incidencia con un promedio de 98.33% hasta los 135 dds (etapa de maduración).

Cuando el cultivo llegó a 135 días de la etapa de madurez fisiológica los tres tratamientos alcanzaron el nivel más alto de incidencia. El T1 alcanzó un 60% de incidencia, mientras que el T2 y T3 alcanzaron al pico máximo de incidencia de la mancha de asfalto con 100%.

**Figura 58**

*Porcentaje de incidencia de Mancha de asfalto en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*



#### 4.16.2 Severidad de la Mancha de asfalto

El análisis de varianza para la variable severidad de Mancha de asfalto, muestran que existe interacción ( $F=0.37$ ;  $gl=4,259$ ;  $p:<0.0403$ ) entre los días después de la siembra y los tratamientos evaluados (bioles y fertilización química) (Tabla 32).

**Tabla 32**

*Análisis de ADEVA para la variable severidad de la Mancha de asfalto en el cultivo de maíz suave, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	F-value	p-value
Dds	2	259	39.40	<0.0001
Tratamiento	2	259	33.38	<0.0001
Dds: Tratamiento	4	259	0.37	<0.0403

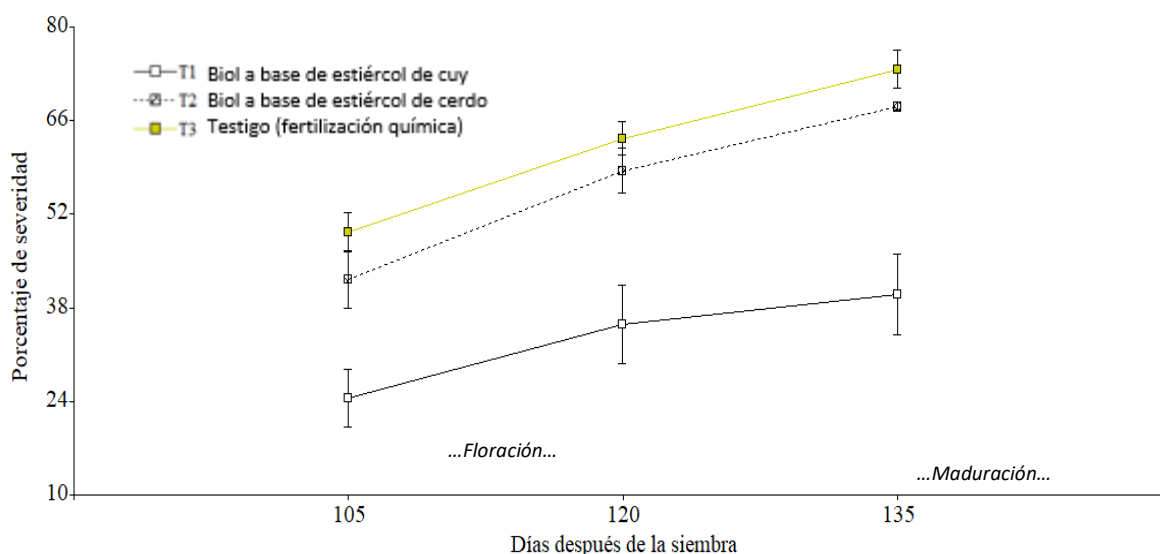
La Figura 59 muestra la severidad de mancha de asfalto en la planta a los 105 dds (etapa de floración); en donde, el T3 en esta fecha muestra superioridad sobre el T2 y T1 con una diferencia de 16.67 y 10.15% de severidad en el T2 y T1, respectivamente. A su vez, desde los 120 hasta 135 dds (etapa de floración y maduración), se observa que el T3 supera en severidad al T2 y T1 en rangos que van desde 4.81 a 5.55 y 27.77 a 33.7%, respectivamente. Así mismo, en estos días de evaluación, T2 supera en incidencia a T1 en un rango de 22.96 a 28.15%.

Así mismo, en la Figura 59 se observa que la severidad de la mancha de asfalto en la planta, en el T1 incrementa un 24.44% en el día 105 (etapa de floración). Desde los 120 hasta los 135 dds, (etapa de floración y maduración), este porcentaje incrementa con un promedio de 17.78%. En el T2, la severidad de la mancha de asfalto en la planta incrementa 42.22% a los 105 dds (etapa de floración) y se mantiene la severidad hasta el día 135 dds (etapa de maduración) con un porcentaje promedio de 63.33% de severidad. Por otra parte, la severidad en el T3 incrementa 49.26% en el día 105 (etapa de floración) y se consolida el aumento de severidad hasta el día 135 dds (etapa de maduración) con un porcentaje promedio de 68.51% de severidad.

Cuando el cultivo llegó a 135 días de la etapa de madurez fisiológica, el T3 alcanzó el nivel más alto de severidad con un promedio de 73.7%. Mientras que el tratamiento intermedio T2 alcanzó una severidad de 68.15%. Y el tratamiento con menor porcentaje de severidad fue el T1 con 40%.

### Figura 59

Porcentaje de severidad de Mancha de asfalto en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)



Mediante los resultados obtenidos en las Figuras 58 y 59, sobre la incidencia y severidad en *Phyllachora maydis* Maubl, los tres tratamientos tuvieron un comportamiento diferente al inicio de la enfermedad. La presencia de los síntomas de la enfermedad en este estudio se observó en el día 105 (etapa de floración). Cabe recalcar que, el tratamiento T3 presentó el mayor porcentaje de incidencia y severidad de *Phyllachora maydis* Maubl en el cultivo de maíz en las etapas de floración 105 días hasta maduración 135 días).

Con respecto a los tratamientos con biol, mostraron el menor nivel de incidencia y severidad en *Phyllachora maydis* Maubl, en las etapas de inicio de floración y maduración. Cabe indicar que, para el control de la enfermedad, no se realizó ningún control fitosanitario, solo se cubrió con las aplicaciones quincenales de bioles que se aplicaron a partir de los 30 dds (etapa de desarrollo vegetativo) hasta el final del ciclo del cultivo (235 dds), donde se realizaba aplicaciones foliares y al suelo quincenalmente con biol a una dosis del 10% v/v y 50% v/v cada quincena (Anexo 14),

la enfermedad se presentó al inicio de la etapa de floración hasta la etapa de maduración (135 días).

Jaramillo (2012) señala que la enfermedad mancha de asfalto puede ser muy grave y reducir significativamente el rendimiento de los cultivos. El período inadecuado de siembra y el monocultivo son factores que pueden exacerbar el problema. Además, en las zonas más frías y durante los meses de mayor precipitación pluvial, que coincide con el llenado del grano, pueden producirse enfermedades fúngicas que provocan la pudrición de la mazorca. Lo que muestra un mayor nivel de daño en el tratamiento T2 y T3 y menor daño en el T1.

González et al, (2008) manifiestan que la enfermedad *Phyllachora maydis* Maubl tiende a aparecer después de la floración, pero en condiciones de lluvia persistente, también puede presentarse antes de la floración, provocando pérdidas del 30% al 100%. Cuando la infección es grave durante la etapa de incrustación o la floración, el rendimiento del grano puede perderse gravemente y, si la enfermedad ocurre después de la floración, el rendimiento puede caer hasta en un 50%, debido principalmente porque el grano no puede completar su desarrollo. El resultado tiende a un peso más bajo.

Así mismo, Hernández y Sandoval (2015) mencionan que la incidencia de mancha de asfalto en el cultivo de maíz provoca severas pérdidas en rendimiento y deteriora la calidad del forraje, el cual obtuvieron en su investigación una incidencia de 50% causada por la enfermedad mancha de asfalto y una severidad de 69.8%. Estos datos de las investigaciones coinciden con la presente investigación, debido que la enfermedad se presentó desde la etapa de floración hasta la etapa de maduración en los tres tratamientos, presentando niveles de incidencia de 56.67% hasta el 100%, a diferencia de los niveles de severidad que alcanzaron de un 40% a 73.70% en los tres tratamientos. En esta investigación los niveles de daño más altos fueron a los 135 dds que corresponde a la etapa de maduración, el T3 presentó el mayor nivel de daño con 73.70%, seguido del T2 con un 68.15% y un 40% en el T1.

Con respecto a los tratamientos con biol utilizados en la presente investigación, el T1 es el único que mostró el menor nivel de incidencia y severidad de *Phyllachora maydis* Maubl en los 135 dds (etapa de maduración) con 60% y 40%. Y el T2 alcanzó una incidencia y severidad de 100% y

68.15%. Es probable que el biol en el T1 contenga microorganismos benéficos que producen hormonas vegetales que inducen resistencia al ataque de enfermedades. En el caso del ácido linolénico, antecesor del ácido jasmónico, que se libera de las membranas celulares dañadas por el ataque de patógenos necrotrogénicos (Creelman y Salmonete, 1997) como protector de las plantas contra *Phyllachora maydis* Maubl (Laredo E. et al., 2017). La enfermedad se descubrió de forma independiente en el estudio actual, lo que puede ser confirmado por los autores mencionados.

#### 4.16.3 Incidencia del Tizón foliar

El análisis de varianza para la variable incidencia del Tizón foliar, muestran que existe interacción ( $F= 4$ ;  $gl= 16$ ;  $3.45$ ;  $p=<0.0326$ ) entre los días después de la siembra y los tratamientos evaluados (bioles y fertilización química) (Tabla 33).

**Tabla 33**

*Análisis de ADEVA para la variable incidencia del Tizón foliar en el cultivo de maíz suave, variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado, bajo tres tratamientos: T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo) y T3 (químico)*

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	F-value	p-value
Días después de la siembra	2	16	37.05	<0.0001
Tratamiento	2	16	33.41	<0.0001
Dds:Tratamiento	4	16	3.45	<0.0326

En la Figura 60 se observa que a los 105 dds (etapa de floración), el T3 fue superior al T2 y T1 con una diferencia de 38.88 y 31.16% de incidencia del tizón foliar, respectivamente. Desde los 120 hasta los 135 dds (etapa de floración y maduración), se observa que el T3 supera en incidencia al T2 y T1 en rangos que van desde 6.67 a 16.67% y 16.67 a 53.34%, respectivamente. A su vez, en estos días de evaluación, el T2 supera en incidencia a T1 en un rango de 10 a 36.67%.

Por otro lado, en la Figura 60 se nota que la incidencia del tizón foliar en el T1 incrementa 20% en el día 105 (etapa de floración) y a partir de los días 120 hasta 135 dds (etapa de floración y maduración) se reduce la incidencia con un porcentaje promedio de 6.66%, respectivamente. Por otra parte, la incidencia en el T2 en los días 105 hasta 135 dds (etapa de floración y maduración)

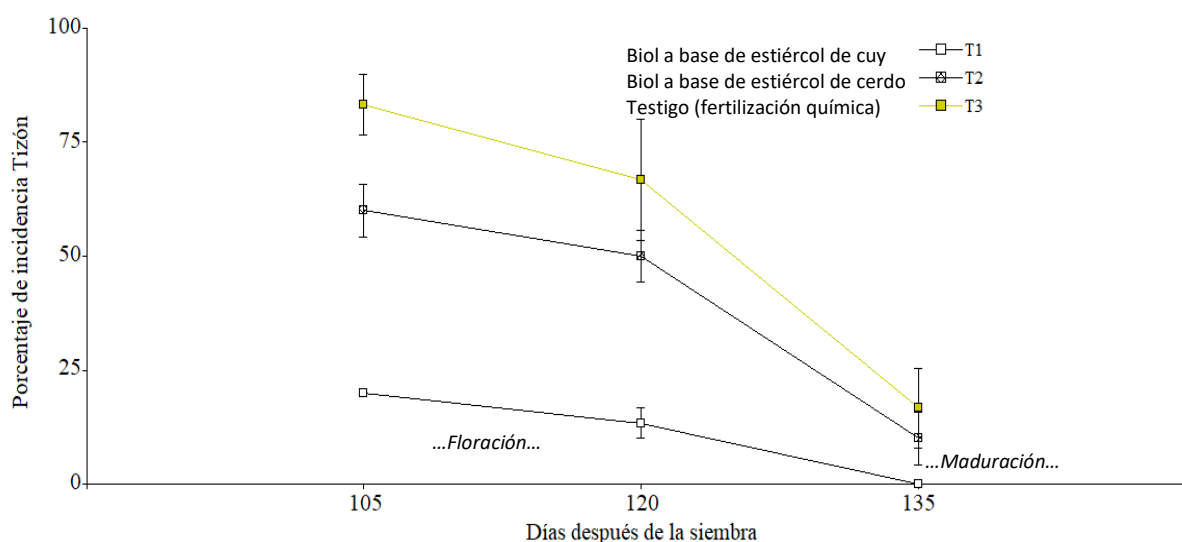


son similares entre sí, mostrando una media de 40% de incidencia. En el T3, la incidencia del tizón foliar incrementa 83.33% a los 105 dds (etapa de floración). A partir de los 120 hasta 135 dds (etapa de floración y maduración) la incidencia se reduce con un porcentaje promedio de 41.67%.

Finalmente, el T1 a los 135 días que corresponde a la etapa de maduración no muestra incidencia en la planta llegando a tener un porcentaje de 0%. Mientras que el T2 y T3 presentaron una disminución de 10 y 16.67%, respectivamente. Siendo el T3, el de mayor incidencia de tizón foliar con 16.67%.

### Figura 60

Porcentaje de incidencia del Tizón foliar en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)



#### 4.16.4 Severidad del Tizón foliar

La variable severidad de la enfermedad Tizón foliar se obtuvo a través de la prueba de Friedman al 5% (Anexo 14) la cual dio como resultado que existe si interacción ( $T^2=18.34$ ;  $p<0.0001$ ) entre los días después de la siembra y los tratamientos (bioles y fertilización química).

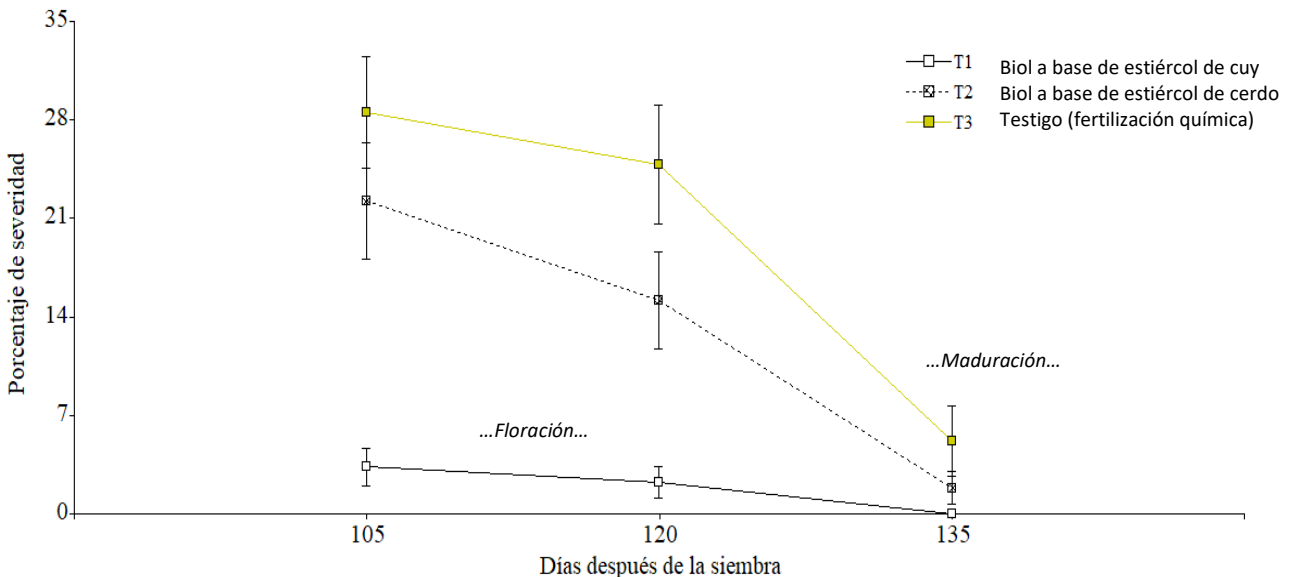
En la Figura 61, se puede observar el porcentaje de severidad del tizón foliar empezó a los 105 dds (etapa de floración). En donde el T3, mostró el mayor porcentaje de severidad en la planta con un 28.52%, siendo mayor al T2 y T1 con una diferencia de 28.35 y 7.56% respectivamente. En lo que

corresponde a los 120 hasta los 135 dds (etapa de floración y maduración), se observa que el T3 supera en severidad al T2 y T1 en rangos que van desde 3.34 a 9.62% y 5.19 a 22.59%, respectivamente. A su vez, en estos días de evaluación, T2 supera en incidencia a T1 en un rango de 1.85 a 12.97%.

Por consiguiente, en la Figura 61 se evidencia que la severidad del tizón foliar en el T1 incrementa 3.33% en el día 105 (etapa de floración) y a partir del día 120 hasta el 135 dds (etapa de floración y maduración) se reduce la severidad con un porcentaje promedio de 1.11%, respectivamente. Por otra parte, la severidad del T2 incrementa 22.22% en día 105 dds (etapa de floración) y reduce su severidad entre los días 120 hasta 135 dds (etapa de floración y maduración) con un porcentaje promedio de 8.52% de severidad. En el T3, la severidad del tizón foliar incrementa 28.52% en el día 105 dds (etapa de floración). Y en los días 120 hasta 135 dds (etapa de floración y maduración), la severidad del tizón foliar disminuye notablemente con un porcentaje promedio de 15% de severidad.

### Figura 61

*Porcentaje de severidad del Tizón foliar en el cultivo de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado por tratamiento T1 (biol de cuy); T2 (biol de cerdo); T3 (químico)*



Mediante los resultados obtenidos en las Figuras 60 y 61 sobre la incidencia y severidad de *Helminthosporium maidis*, el tratamiento con biol T1 presentó los mejores resultados en control de la enfermedad, en las etapas de floración y maduración, llegando a esta última etapa con una incidencia y severidad de 0%. Así mismo, el T2 mostró un nivel intermedio de incidencia y severidad en *Helminthosporium maidis* en las etapas de floración y maduración con 10% y 1.85%. Cabe indicar que, para el control de la enfermedad en los T1 y T2, no se realizó ningún control fitosanitario, solo se cubrió con las aplicaciones quincenales de bioles que se aplicaron a partir de los 30 dds (etapa de desarrollo vegetativo) hasta el final del ciclo del cultivo (235 dds), donde se realizaba aplicaciones foliares y al suelo quincenalmente con biol a una dosis del 10% v/v y 50% v/v cada quincena (Anexo 14), la enfermedad se presencié al inicio de la etapa de floración hasta la etapa de maduración (135 días). Mientras que el T3 fue superior a los tratamientos con biol, alcanzando una incidencia y severidad en los 135 dds (etapa de maduración) mayor al resto de tratamientos con 16.67% y 5.19%. En este último no se aplicó ningún producto químico u orgánico para contrarrestar la enfermedad de *Helminthosporium maidis*.

La presencia de síntomas de esta enfermedad *Helminthosporium maidis* se observó en este estudio en la etapa de floración y maduración. Este resultado corresponde al criterio de Avilés y Piedra (2016), que establecen que la presencia de *Helminthosporium maidis* depende del estado fenológico del cultivo y generalmente está presente durante la floración, cuando las plantas aumentan la cantidad de follaje y las hojas inferiores comienzan a agrandarse y se desarrolla el patógeno.

Pionner (2015) alude que el tizón foliar se manifiesta en diversos grados de severidad e incidencia. Dependiendo de las condiciones ambientales y del nivel de susceptibilidad de los híbridos, puede causar una reducción significativa en el rendimiento del cultivo. La disminución de la producción en el cultivo de maíz se debe a una reducción del área fotosintética, que afecta principalmente a la producción del grano. La enfermedad se manifiesta antes de la floración y puede causar una disminución del 50% en la producción de grano. Si la infección es leve o tarda hasta seis semanas en manifestarse, la reducción esperada en la producción será significativamente menor.

Mayorga et al, (2017) manifiestan que en investigaciones realizadas en diferentes partes del litoral en Ecuador se observó que la principal enfermedad que afecta al follaje, en el cultivo de maíz, es *Helminthosporium maidis*, la cual genera pérdidas del cultivo con una incidencia del 9.33% hasta 29.30%. Así mismo, Torrent (2018) manifiesta que el tizón foliar puede provocar pérdidas de rendimiento en el cultivo de maíz, disminución en la calidad del grano y una mayor predisposición a pudriciones de tallo, logrando una incidencia de 10 a 60% al final del ciclo de cultivo. Estos datos concuerdan a la presente investigación. En donde los niveles de daño más altos fueron a los 135 dds que corresponde a la etapa de maduración, el T3 presentó el mayor nivel de daño (5.19%), seguido del T2 con un 1.85% y un 0% para el T1. Lo que muestra un bajo nivel de daño en el tratamiento T1 y T2.

Montenegro (2018) en cambio en una investigación en cultivo de papa bajo la aplicación de dos bioles, biol estándar (T1), biol estándar + lodos lácteos (T2) y fertilización química (T3), muestra que la incidencia de *Helminthosporium maidis* en los tratamientos con biol en la etapa de desarrollo alcanzaron un porcentaje de 82.5%, siendo superior al tratamiento químico en un 78.5%, y en la etapa de madurez fisiológica los tres tratamientos alcanzaron una similitud en incidencia con 99.6%. Mientras que la severidad de *Helminthosporium maidis* en etapa fin de floración-tuberización el T3 obtuvo el mayor nivel de daño con un 16.6% siendo superior a los tratamientos T1 y T2 con un 3.1% y 6.43% respectivamente. Estos datos se asemejan a la presente investigación, en donde los tratamientos con biol en la etapa de maduración (135 dds) alcanzaron una severidad de 0% en T1 y 1.85% en T2, mientras que el T3 alcanzó 5.19%.

#### **4.17 Análisis económico**

Para el análisis económico, se empleó el método de Perrin et al. (1983) para lo cual se determinaron los costos producción para cada tratamiento. Además, se calculó en primer lugar los costos de producción del cultivo de maíz con manejo de fertilización química (Tabla 34). Estos valores muestran los costos de producción convencional sin tomar en cuenta los costos de la aplicación de biol.

Dentro de los costos de producción, se consideró la readecuación del terreno, la preparación del terreno, actividades de siembra, labores culturales y cosecha, los insumos utilizados como

fertilizantes químicos, bioles de cuy y cerdo, y la depreciación de los costos indirectos (Anexo 16 y Anexo 17).

**Tabla 34**

*Costos de producción del cultivo de maíz en el tratamiento con fertilización química en un área de 576 m<sup>2</sup>*

<b>Concepto</b>	<b>Valor total (US)</b>
<b>A. Costos directos</b>	
1. Preparación del suelo	200
2. Mano de obra	315
3. Insumos	25.40
4. Fertilización química	119
<b>B. Costos indirectos</b>	222.50
<b>Subtotal</b>	881.90
<b>Imprevisto 10%</b>	88.90
<b>Total</b>	793.71

Por otra parte, la Tabla 35 se muestra los costos de producción para la elaboración del biol a base de estiércol de cuy y cerdo del mismo modo, sin considerar el costo de producción con fertilización química.

**Tabla 35**

*Costo de producción para la elaboración del biol a base de estiércol de cuy y cerdo en el cultivo de maíz*

<b>Concepto</b>	<b>Valor total (USD)</b>
<b>A. Costos directos</b>	
1. Biol	120
2. Mano de obra	120
3. Insumos	205
<b>B. Costos indirectos</b>	
1. Materiales	208.25
<b>Subtotal</b>	653.25
<b>Imprevisto 10%</b>	65.32
<b>Total</b>	587.93

En la Tabla 36, se puede observar los ingresos totales del ensayo por cada tratamiento. Los ingresos se calcularon de acuerdo al rendimiento total de cada tratamiento, en el cual se considera el precio por cada kilogramo de maíz suave variedad INIAP 122 con un valor de \$1.20 según INIAP (2014).

**Tabla 36**

*Ingresos totales de acuerdo al precio y el rendimiento del ensayo por cada tratamiento*

<b>Tratamiento</b>	<b>Rendimiento kg/ha</b>	<b>Precio de 1 kg de maíz suave variedad INIAP 122 - Chaucho mejorado</b>	<b>Ingresos USD</b>
T1	1706.94	1.20	2048.32
T2	1519.91	1.20	1823.89
T3	1400.00	1.20	1680.00

#### **4.17.1 Relación beneficio costo (B/C)**

En la Tabla 37 se observa el análisis económico de los tratamientos, en donde se muestran los costos de producción, ingreso total y la relación beneficio (B/C), en la producción de cultivo de maíz.

**Tabla 37**

*Relación beneficio costo del cultivo de maíz para cada tratamiento*

<b>Tratamientos</b>	<b>Indicadores</b>			
	<b>Costos de producción USD</b>	<b>Ingresos por ventas USD</b>	<b>Utilidad Bruta</b>	<b>B/C</b>
T1 (biol a base de estiércol de cuy)	587.93	2048.32	1460.39	3.48
T2 (biol a base de estiércol de cerdo)	587.93	1823.89	1235.96	3.10
T3 (fertilización química)	793.71	1680.00	886.29	2.11

Los resultados de la Tabla 37 muestran que los tres tratamientos produjeron réditos económicos porque la relación costo-beneficio fue mayor a uno (1), es decir que por cada dólar invertido se recuperó y generó una ganancia (Luna, 2017). En este estudio, el T1 y T2, que corresponden al biol con estiércol de cuy y cerdo presentaron mayor rentabilidad con un valor de 3.48 USD y 3.10 USD, estableciendo que por cada dólar invertido se ganó \$2.48 y \$2.10. Mientras que para el tratamiento T3 correspondiente a fertilización química, se obtuvo ganancias de \$1.11.

Concluyendo que la producción de maíz con aplicación tanto de biol como fertilización química (testigo) es económicamente rentable.

Martínez et al, (2018) indica que con la aplicación de biofertilizantes (*Azospirillum brasilense* + *Chromobacterium violaceum* + fertilización química 160-46-30) se obtiene un resultado de costo de producción de 5.894 USD en comparación con la aplicación de fertilizante químico (80-23-15) con 5.319 USD. Esto significa que el agricultor puede cultivar maíz utilizando biofertilizantes y productos químicos para satisfacer las necesidades de los consumidores, brindando beneficios sociales, ambientales y económicos ya que ahorrará \$575 en costos de producción.

A pesar de las diferencias en el impacto de los tres tratamientos, la aplicación de biol tanto de cuyo como de cerdo resultaron en mayores beneficios económicos al realizar la relación beneficio-costos. Esto sugiere que la aplicación de biol podría ser una opción para mejorar y restaurar la fertilidad del suelo en los agroecosistemas de tierras secas, así como para reducir la dosis de nitrógeno inorgánico necesaria para aumentar los rendimientos en los cultivos. Además, el reemplazo parcial de fertilizantes inorgánicos por fertilizantes orgánicos puede reducir significativamente la contaminación ambiental, la degradación del suelo y la contaminación de las aguas subterráneas.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- El efecto del biol con estiércol de cuy tuvo influencia en el rendimiento con 1709.94 kg/ha siendo superior al tratamiento con fertilización química con 1400.00 kg/ha, además con una diferencia del 21.92%. Este resultado se debe a la obtención de mayor peso en la mazorca en el biol con estiércol de cuy con una diferencia del 22.85% sobre el tratamiento químico.
- En incidencia y severidad en *Spodoptera frugiperda*, los tres tratamientos fueron atacados por esta plaga. Sin embargo, el tratamiento de biol con estiércol de cuy mostró el menor porcentaje de incidencia y severidad en la etapa final del desarrollo vegetativo (75 dds) llegando al 0%, mientras que el tratamiento con fertilización química alcanzó un porcentaje de incidencia y severidad del 43.33% y 15.19% en dicha etapa del cultivo, incluso fue hasta la etapa de maduración (135 dds) donde el tratamiento con fertilización química llegó a tener una incidencia y severidad del 0%.
- En cuanto a la población de la mosca del choclo fue menor en los tratamientos con biol con estiércol de cuy y cerdo con 3.01% y 6.36% en la etapa de maduración a diferencia del tratamiento con fertilización química que mostró superioridad con 11.92%. Para la población de gusano cogollero en el tratamiento químico presentó mayor población en relación a los tratamientos con biol.
- La producción de maíz utilizando fertilizantes orgánicos y químicos resultó ser rentable tanto en los tratamientos con biol como con fertilización química. De tal manera que en el biol de cuy y cerdo se obtuvo una ganancia de \$2.48 y \$2.10, mientras que, el tratamiento con fertilización química fue de \$1.11. Por lo tanto, estos tres tratamientos tuvieron efectos positivos sobre la productividad del maíz. Esto significa que el agricultor puede cultivar maíz combinando bioles con fertilización química para satisfacer las necesidades de los consumidores, brindando beneficios sociales, ambientales y económicos.



- De acuerdo en los resultados estadísticos obtenidos, al presentarse diferencias entre tratamientos se acepta la hipótesis alternativa, donde se afirma que el biol si influye en la incidencia y severidad de las plagas de importancia económica en el cultivo de maíz.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Utilizar la dosis de biol de estiércol de cuy como una alternativa de fertilización ya que presentó el mejor rendimiento en ton/ha y el mayor beneficio/costo. Además de seguir investigando sobre el mismo tema para demostrar si los resultados se mantienen en el tiempo y si la fertilización química iguala o supera los rendimientos obtenidos en esta investigación.
- Realizar un análisis hormonal de cada tipo de biol antes y después de su aplicación al cultivo de maíz para visualizar los tipos de hormonas que se presentan en el biol y ver si el ácido jasmónico o sus precursores ayudarían a las plantas a mitigar el ataque de patógenos.
- Utilizar técnicas de aplicación de biol de menor costo para que económicamente el biol sobrepase a la aplicación de fertilizantes sintéticos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación: El maíz en Cuba. *Cultivos tropicales*, 30(2), 113-120. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215047017.pdf>
- Aguirre, J., y Gutiérrez, R. (2018). *Fertilización con biol y completo y su efecto en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3708/1/tnf04a284f.pdf>
- Albán, M., Caviedes, G., y Zambrano, J. (2021). Memorias del I Simposio Ecuatoriano del Maíz. *Archivos Académicos USFQ*, 38, 1-54. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5809/1/Producci%C3%B3n%20de%20sevilla%20b%C3%A1sica%20de%20ma%C3%ADz.pdf>
- Alcantara, J., Acero, J., y Sánchez, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. *Nova*, (17), 32. <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v17n32/1794-2470-nova-17-32-109.pdf>
- Andino, W. (2011). *Evaluación de tres tipos de bioles en la producción de fréjol (Phaseolus vulgaris Var Calima)*, [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio institucional. <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/785/1/13T0707%20.pdf>
- Apáez, P., Salvador, J., Estrada, E., Sosa, E., Apáez, M., Rodríguez, M., y Raya, Y. (2016). Producción y calidad nutrimental de vaina del frijol chino, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, en función de arreglo topológico y tipo de fertilización. *Uncuyo*, 48(2), 31-42. [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/8475/cp03-apez.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/8475/cp03-apez.pdf)
- Arana, S. (2011). *Manual de elaboración de biol*. [https://issuu.com/frederys1712doc/docs/manual\\_de\\_elaboracion\\_del\\_biol\\_-\\_so](https://issuu.com/frederys1712doc/docs/manual_de_elaboracion_del_biol_-_so)
- Arenillo, R. (2017). *Evaluación de daños producidos por Euxesta spp. (Diptera: Ulidiidae) en la mazorca de maíz suave* [Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas]. Repositorio institucional. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13585/1/T-IASA%20I-005359.pdf>
- Armenta, A., Dagoberto, A., García, C., Camacho, J., Apodaca, M., Montoya, G., y Nava, E. (2010). *Ra Ximhai*, 6(1), 51-56. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46112896007.pdf>

- Avilés, J., y Piedra, R. (2016). *Manual del cultivo de papa en Costa Rica: Solanum tuberosum L. IICA*. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/3145>
- Baca, L. (2016). *La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relación con la soberanía alimentaria* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio institucional. [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12652/La producción de maíz amarillo en el Ecuador y su relación con la soberanía alimentaria - Luis Al.pdf?sequence=1](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/12652/La%20producci3n%20de%20ma3z%20amarillo%20en%20el%20Ecuador%20y%20su%20relaci3n%20con%20la%20soberan3a%20alimentaria%20-%20Luis%20Al.pdf?sequence=1)
- Basantes, E. (2015). *Manejo de cultivos andinos en Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad de las Fuerzas Armadas]. Repositorio institucional. <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10163/4/Manejo%20Cultivos%20Ecuador.pdf>
- Basaure, M. (2006). *Abono líquido*. CEPAC. <http://www.cepac.org.bo/moduloscafe/.../Conf%20Biofermentadores.pdf>
- Baudron, F., Zaman, M., Chaipa, I., Chari, N., y Chinwada, P. (2019). Understanding the factors influencing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) damage in African smallholder maize fields and quantifying its impact on yield. A case study in Eastern Zimbabwe. *Crop Protection*, 120, 141-150. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.01.028>
- Bejarano, F. (2017). *Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México*. <https://www.rapam.org/wp-content/uploads/2017/09/Libro-Plaguicidas-Final-14-agst-2017sin-portada.pdf>
- Beltrán, M y Bernal, A. (2022). Biofertilizantes: alternativa biotecnológica para los agroecosistemas. *Mutis*, 12(1). <https://doi.org/10.21789/22561498.1771https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/mutis/article/view/Biofertilizantes-alternativa-biotecnologica-para-agroecosistemas/1858>
- Benigno, J., Soto, F., Osuna, T., y Báez, M. (2012). Modelos de predicción fenológica para maíz blanco (*Zea mays* L.) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). *Agrociencia*, 46(4). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952012000400007#:~:text=Seg%C3%BAa%20codificaci%C3%B3n%20de%20las,instar%2C%207\)%20larva%205to](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000400007#:~:text=Seg%C3%BAa%20codificaci%C3%B3n%20de%20las,instar%2C%207)%20larva%205to)

- Bermúdez, Y., Álvarez, M., y Luna, G. (2011). Efectividad de un biofertilizante foliar sobre el cultivo de frijol común (*Phaseolus Vulgaris*). *Ciencia e interculturalidad*, 8(1), 128-140. <https://www.lamjol.info/index.php/RCI/article/viewFile/568/393>
- Bernardino, H. T., Sánchez, G., Reyes, L., y Zapién, A. (2019). Uso de plaguicidas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en zonas rurales del Estado de Oaxaca, México. *Salud ambient*, 19(1), 23-31. <https://www.ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/viewFile/926/929>
- Bert, F., y Satorre, E. (2014). Maíz; monitoreo y control de enfermedades foliares. <https://www.manualfitosanitario.com/noticias/738>
- Bertolaccini, I., Bouzo, C., Larsen, N., y Favaro, J. (2010). Especies del género *Euxesta* Loew (Diptera: Ulidiidae (=Otitidae) plagas de maíces dulces. *Soc.Entomol*, 69(1-2). [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0373-56802010000100012](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0373-56802010000100012)
- Bertolaccini, I., Curis, M., Lutz, A., Favaro, J., Bollati, L., y Gallardo, F. (2018). Effect of *Euxestophaga argentinensis* (Hymenoptera, figitidae) on corn-silk fly larvae *Euxesta* sp. in two sweet corn planting dates. *Agro-Ciencia*, 34(3), 185-190. <https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/844/1447>
- Bizzozero, F. (2006). *Biofertilizantes: Nutriendo cultivos sanos*. [https://www.ciaorganico.net/documypublic/822\\_Biofertilizantes-\\_cultivos\\_sanos.pdf](https://www.ciaorganico.net/documypublic/822_Biofertilizantes-_cultivos_sanos.pdf)
- Blanco, C., Pellagaud, J., Camberos, U., Lugo, D., Vega, P., Coello, J., y Vargas, J. (2016). Maize pests in Mexico and challenges for the adoption of integrated pest management programs. *Journal of Integrated Pest Management*, 5 (4), 1-9. <https://doi.org/10.1603/IPM14006>
- Boyd, M., Bailey, y Wayne. (2005). *Gusano de la mazorca de maíz en Missouri*. <https://extension.missouri.edu/publications/g7110>
- Camarena, G., y De la Torre, R. (2007). Resistencia sistémica adquirida en plantas: estado actual. *Chapingo*, 13(2), 157-162. <https://www.redalyc.org/pdf/629/62913209.pdf>
- Carvalhais, L., Dennis, P., Badri, D., Tyson, G., Vivanco, J., y Schenk, P. (2013). Activation of the Jasmonic Acid Plant Defence Pathway Alters the Composition of Rhizosphere Bacterial Communities. *PLoS ONE* 8(2). <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0056457&type=printable>.

- Casanova, D., y León, D. (2021). Evaluación de la composición fisicoquímica y bioquímica de biol enriquecido con diferentes concentraciones de alperujo. *Arnaldoa*, 28(2). [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2413-32992021000200409](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992021000200409)
- Castro, P., Quillay, N., y Bravo, C. (2019). Identificación molecular por PCR del gusano cogollero en el Sur del Ecuador. *Maskana*, 10(1),41-45. <https://doi.org/10.18537/mskn.10.01.06>
- Caviedes, M., Carvajal, F., y Zambrano, J. (2022). Tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en el Ecuador. *Aci*, 14(1). <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/download/2588/2987/>
- Cerezo, N. (2022). *Aplicación de bioles enriquecidos para el manejo de insectos plagas en maíz (Zea mays L.), durante las etapas vegetativas* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CEREZO%20PILOZO%20NESTOR%20HUMBERTO.pdf>
- Chanca, W., y Lulo, P. (2018). *Efecto de 05 dosis del biol para el rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) variedad blanca, en condiciones agroecológicas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Huancavelica]. Repositorio institucional. <https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/60c90617-4281-471b-9fbb-6a497a68f4e3/content>
- CIMMYT. (2004). *Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo*. CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/812/94349.pdf>
- CIMMYT. (2017). *¿Qué es la calidad del granode maíz?.* CIMMYT. <https://idp.cimmyt.org/ques-la-calidad-del-grano-de-maiz/>
- CIMMYT. (2021). *Estrategia para el manejo agroecológico del gusano cogollero*. CIMMYT. <https://idp.cimmyt.org/estrategia-para-el-manejo-agroecologico-del-gusano-cogollero/>
- Cipriano, G., González, M., y Cortez, E. (2012). Uso de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra Ximhai*, 8(b), 57.70. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46125177007.pdf>
- Cisne, J., y Laguna, R. (2004). *Estudio comparativo de la producción orgánica y tradicional de papa (Solanum tuberosum L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria Nacional]. Repositorio institucional. <https://cenida.una.edu.ni/ppperiodicas/ppf08c579.pdf>

- Colque, T., Rodríguez, D., Mujica, Á., Canahua, A., Apaza, V., y Jacobsen, S. (2005). Producción de biol abono líquido natural y ecológico. Producción de biol: abono líquido natural y ecológico. INIA.
- COCACYT. (2019). *Maíz*. COCACYT. <https://conacyt.mx/cibiogem/index.php/maiz>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Cordero, I. (2010). *Aplicación de biol a partir de residuos: ganaderos, de cuy y gallinaza, en cultivos de Raph Anus Sativus L para determinar su incidencia en la calidad del suelo para agricultura* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio institucional. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1505/13/UPS-CT002009.pdf>
- Corrales, L., Caycedo, L., Gómez, A., Ramos, S., y Rodríguez, J. (2016). Bacillus spp: una alternativa para la promoción vegetal por dos caminos enzimáticos. *Nova*, 15(27), 45-65. <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v15n27/1794-2470-nova-15-27-00046.pdf>
- Cortez, M., Camacho, B., y Meza, G. (2009). Enemigos naturales de las moscas de los estigmas del maíz: *Euxesta stigmatias* (Loew), *Chaetopsis massyla* (Walker) y *Eumecosomyia nubila* (Wiedemann). *Ra Ximhai*, 8(3), 71-77. <http://uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-25barticulosPDF/7%20CAMACHO-BAEZ.pdf>
- Creelman, R., y Salmonete, J. (1997). Biosíntesis y acción de los jasmonatos en las plantas. *Revisión anual de fisiología vegetal y biología molecular vegetal*, 48, 355-381. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.48.1.355>
- Cruz, I., Braga, R., Correa, M., Penteadó, A., Laboissière, M., y Stephen, G. (2011). Survey of ear flies (Diptera, Ulidiidae) in maize (*Zea mays* L.) and a new record of *Euxesta mazorca* Steyskal in Brazil. *Rev.Bras*, 55(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0085-56262011000100016>
- Curis, M., Re, M., Favaro, J., y Sánchez, D. (2015). *Euxesta* spp. Nueva plaga en *Zea mays* L. variedad rugosa: Asociación con ataques de *Heliothis zea* en siembras de primavera y verano. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 18(3), 251-257. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93944043016.pdf>
- Del Puerto, A., Suárez, S., y Palacio, D. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387 <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n3/hig10314.pdf>

- Días, P., Hidalgo, E., Cabrejo, C., y Valdés, O. (2022). Respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a la aplicación foliar de abonos orgánicos líquidos. *Agro-Ciencia*, 38(2), 144-153. <https://revistas.udec.cl/index.php/chjaas/article/view/7261/7571>
- Díaz, G., Sabando, F., Zambrano, S., y Vásconez, G. (2009). *Evaluación productiva y calidad del grano de cinco híbridos de maíz (Zea mays L.)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio institucional. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4053227.pdf>
- Eghball, B., y Ginting, D. (2004). Efectos residuales de las aplicaciones de estiércol y compost sobre la producción de maíz y las propiedades del suelo. *Agronomy Journal*. 92(2). [https://www.researchgate.net/publication/43260300\\_Residual\\_Effects\\_of\\_Manure\\_and\\_Compost\\_Applications\\_on\\_Corn\\_Production\\_and\\_Soil\\_Properties](https://www.researchgate.net/publication/43260300_Residual_Effects_of_Manure_and_Compost_Applications_on_Corn_Production_and_Soil_Properties)
- Eng, F. (2008). Jasmonatos: compuestos de alto valor para la agricultura. Parte I. Actividad biológica y ruta biosintética del ácido jasmónico en plantas. *Revista ICIDCA*, 42(1-3).5 1-59. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120667008.pdf>
- Esmeralda, A. (2017). *Influencia de dos dosis de abonos orgánicos sobre el comportamiento agronómico y productivo en la asociación maíz (Zea mays) fréjol (Phaseolus vulgaris L.)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3291/1/T-UTEQ-0125.pdf>
- Estrada, M. (2021). Principales enfermedades del maíz (*Zea mays* L.) en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), 53-59. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/download/469/446/>
- Ezeta, J., García, O., y Gordillo, F. (2018). Evaluación del control biológico de *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz. *Revista Ciencia e Investigación*, 3(11), 18-23.
- Fabara, J. (2011). *Plagas y enfermedades de los cultivos de papa, maíz y alfalfa en el área e influencia del canal de riego*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional. <http://dedi.uta.edu.ec/investigacion/libros/plagasyenfermedades.pdf>
- Fernández, J. (2023). *Efecto de dos bioles como fuente de fertilización orgánica sobre el rendimiento de tomate de riñón (Solanum lycopersicum L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional.

- <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26199/1/Juan%20Pablo%20Fern%20c3%a1ndez%20Cuenca.pdf>
- FONAG. (2011). *Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana*. [http://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf)
- GAD Municipal de Antonio Ante. (2022). *Chaltura*. <https://antonioante.gob.ec/AntonioAnte/chaltura/>
- Garcés, A. (2021). Efecto insecticida de plantas aromáticas en combinación con dos tipos de biol en algunas plagas del cultivo de maíz. *Manglar*, 18(4), 381-388. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2021.049>
- García, C. (2010). *Control biológico de la mosca de los estigmas del maíz*. CIIDIR. <https://www.fps.org.mx/portal/index.php/component/phocadownload/category/30-granos-y-flores?download=46:control-biologico-de-la-mosca-del-estigmas-del-maiz>
- García, E., Díaz, P., Hidalgo, E., y Aguirre, O. (2020). Respuesta del cultivo de maíz a concentraciones de estiércol bovino digerido en clima tropical húmedo. *Manglar*, 17(3). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2020.030>
- García, J., Bolaños, L., y Annichiarico, N. (2020). Producción sostenible de maíz integrando biofertilizantes EM como estrategia de conservación de suelos en el CAA. *Siembra CBA*, 2. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/Revsiembracba/article/view/3619/4083>
- González, M., Gómez, N., Pereyda, J., y Muñiz, J. (2008). Híbridos de maíz elotero tolerantes al complejo “Mancha de asfalto” en el estado de Guerrero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <https://www.compucampo.com/tecnicos/hibridos-maizelotero-manchaasfalto-gro.pdf>
- Guanopatín, M. (2012). *Aplicación de violen el cultivo establecido de alfalfa (Medicago sativa)* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional. [https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis\\_009agr.pdf](https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/969/1/Tesis_009agr.pdf)
- Hernández, A., Aguirre, L., Flores, M., Cerna, E., Landeros, J., Ochoa, Y., y Frías, G. (2016). Incidencia y severidad de pudrición de mazorcas de maíz genéticamente modificado y convencional en Sinaloa, México. *Rev.Mex.Cienc.Agr*, 7(6). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342016000601477#:~:text=La%20incidencia%20de%20pudrici%C3%B3n%20se,Bod die\)%2C%20gusano%20cogollero%20Spodoptera%20frugiperda](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000601477#:~:text=La%20incidencia%20de%20pudrici%C3%B3n%20se,Bod die)%2C%20gusano%20cogollero%20Spodoptera%20frugiperda)



- Hernández, A., Benigno, E., Rodríguez, R., García, J., Patiño, S., y Osorio, E. (2019). Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). *Rev.Mex.Cienc.Agri*, 10(4). <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v10n4/2007-0934-remexca-10-04-803.pdf>
- Hernández, L., y Sandoval, J. (2015). Escala diagramática de severidad para el complejo mancha de asfalto del maíz. *Fitopatol*, 33(1). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-33092015000100095#:~:text=El%20complejo%20mancha%20de%20asfalto%20del%20ma%C3%ADz%2C%20inducido%20por%20los,provoca%20severas%20p%C3%A9rdidas%20en%20rendimiento.](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-33092015000100095#:~:text=El%20complejo%20mancha%20de%20asfalto%20del%20ma%C3%ADz%2C%20inducido%20por%20los,provoca%20severas%20p%C3%A9rdidas%20en%20rendimiento.)
- Hernández, L., y Willians, T. (2023). *El gusano cogollero del maíz, una plaga que viaja por el mundo*. CONAHCYT. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1194-el-gusano-cogollero-del-maiz-una-plaga-que-viaja-por-el-mundo>
- Herrera, J. (2021). *Efectos de los controladores biológicos sobre Spodoptera frugiperda en el cultivo de maíz (Zea mays L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/HERRERA%20SALAZAR%20JOSE%20EDUARDO.pdf>
- INIAP. (2011). *Pudrición mazorca*. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/maizs/pudricionmazorca1.pdf>
- INIAP. (2013). *INIAP 122 “Chaucho mejorado”*. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2408/4/iniapsc333.pdf>
- INIAP. (2014). *Gusano del choclo*. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/maizs/gusanochoclo1.pdf>
- INIAP. (2014). *Establecimiento del cultivo*. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/maizs/costograno.pdf>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2008). *Producción y uso del biol*. [http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/115/1/Uso\\_Biol\\_Lima\\_2008.pdf](http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/115/1/Uso_Biol_Lima_2008.pdf)
- Islas, S., Constantino, C., Beltrán, R., y Gómez, R. (2017). Effectiveness of rabbit manure biofertilizer in barley crop yield. *Investigación de Ciencias Ambientales y Contaminación*,

- 24(33), 25731-25740. <https://doi.org/https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-015-5665-2>
- Jaramillo, M. (2012). *Evaluación del rendimiento de tres variedades de maíz (Zea mays L.), con dos distancias de siembra* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5488/1/Jaramillo%20Amari%20Manuel.pdf>
- Lara, L., Hernández, L., Reyes, J., Preciado, P., y Zulueta, R. (2019). Respuesta agronómica de *Phaseolus vulgaris* a la biofertilización en campo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(5). <https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1842/1/PUB-ARTICULO-4457.PDF>
- Laredo, E., Martínez, J., Iliana, A., Guillen, L., y Hernández, F. (2017). Aplicación de ácido jasmónico como inductor de resistencia vegetal frente a patógenos. *Rev. Mex. Cienc. Agríc*, 8(3). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342017000300673](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000300673)
- Larios, R., García, L., Ríos, M., Avalos, C., y Castro, J. (2021). Pérdidas de nitrógeno por volatilización a partir de dos fuentes nitrogenadas y dos métodos de aplicación. *Siembra*, 8(2). <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/2475>
- Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semilla y Fomento de Agricultura. *Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semilla y Fomento de Agricultura*. LOASFAS. (2017). <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Ley-Organica-Agrobiodiversidad-Semillas-y-Fomento-de-Agricultura.pdf>
- Lezaun, J. (2015). *Gusano cogollero: una plaga de alto impacto*. <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero>
- Loor, R. (2011). *Aplicación de dosis de biol en el cultivo de maíz (Zea mays L.) bajo riego* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio institucional. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/475/1/ECU-AGROP-2011-22.pdf>
- López, C., Salazar, O., y Dax, R. (2011). *Reconocimiento en campo de la Mancha de Asfalto en el cultivo de maíz*. <http://repiica.iica.int/docs/b3473e/b3473e.pdf>

- López, J., Vásquez, C., Salazar, E., Zúñiga, R., y Trejo, H. (2010). Sistemas de labranza y fertilización en la producción de maíz forrajero. Oyton. <http://www.scielo.org.ar/pdf/phyton/v79n1/v79n1a08.pdf>
- Maldonado, N. (2022). *Evaluación de la incidencia y severidad de plagas en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad superchola, mediante el uso de biol* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio institucional. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13170/2/03%20AGP%20340%20TRA%20BAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Malook, S., Liu, X., Liu, W., Jinfeng, Q., y Zhou, S. (2021). The race goes on: A fall armyworm-resistant maize inbred line influences insect oral secretion elicitation activity and nullifies herbivore suppression of plant defense. *BioRxiv*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1101/2021.05.17.444416>
- Martín, F., y Carrasco, I. (2005). La fertilización mineral en agricultura ecológica. *Fruticultura profesional*, 143-145. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=762895>
- Martínez, L., Aguilar, C., Galdámez, J., Morales, J., Martínez, F., Llaven, J., y Gómez, E. (2018). Biofertilización y fertilización química en maíz (*Zea mays L.*) . *Siembra*, 5(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v5i1.1425>
- Mayorga, R., Peñaherra, S., Terrero, P., Solís, K., Vera, D., y Wuellins, D. (2017). *Incidencia de enfermedades foliares en el cultivo de maíz (Zea mays L.) en tres provincias del Litoral Ecuatoriano* [INIAP]. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4686>
- Mejía, J. (2011). *Evaluación del uso de biol, fertilización foliar y mineral en el desarrollo de maíz (Zea mays L.) en una zona agropecuaria* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja]. Repositorio institucional. [https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2240/3/UTPL\\_Mej%c3%ada\\_Jacome\\_Jacqueline\\_del\\_Rosario\\_1030647.pdf](https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2240/3/UTPL_Mej%c3%ada_Jacome_Jacqueline_del_Rosario_1030647.pdf)
- Mejía, Y., Álvarez, M., y Luna, G. (2011). Efectividad de un biofertilizante foliar sobre el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris*). *Ciencia e Interculturalidad*, 8(1),128-140. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/rci.v8i1.568>
- Mena, I., y López, D. (2022). *Uso de biol, urea y combinados en la respuesta agronomica y económica del cultivo de maíz (Zea mays L.), HR-101* [Tesis de pregrado, Universidad

- Nacional Agraria]. Repositorio institucional.  
<https://repositorio.una.edu.ni/4533/1/tnf04m534u.pdf>
- Métraux, J. (2001). Systemic Acquired Resistance And Salicylic Acid: Current State Of Knowledge. *Patología vegetal*, 107, 13-18.  
<https://doi.org/https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008763817367>
- Monsalve, J., Escobar, R., Acevedo, M., Sánchez, M., y Coopman, R. (2009). Efecto de la concentración de nitrógeno sobre atributos morfológicos , potencial, de crecimiento radical y estatus nutricional en plantas de *Eucalyptus globulus* producidas a raíz cubierta. *Bosque valdivia*, 30(2), 88-94. [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-92002009000200004](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002009000200004)
- Montenegro, V. (2018). Efecto de la aplicación de dos tipos de bioles en la incidencia y severidad de enfermedades en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) variedad superchola [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio institucional.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9871/2/03%20AGP%20253%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Nava, E., García, C., Camacho, J., y Vásquez, E. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas: *Ra Ximhai*, 8(b), 17-29.  
<https://www.redalyc.org/pdf/461/46125177003.pdf>
- Ortigoza, J., López, C., y Gonzalez, J. (2019). *Guía técnica: Cultivo de maíz*.  
[https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_04.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf)
- Oses, N. (2019). Comportamiento de *Helicoverpa zea* (ex *Heliothis*) en cultivos de maíz [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de La Pampa]. Repositorio institucional.  
[https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/1595/a\\_osecom404.pdf?sequence=1](https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/1595/a_osecom404.pdf?sequence=1)
- Osorio, L. (2005). Energía en la finca. *Revista de agroecología*, 21(1). <https://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol21n1.pdf>
- Ozawa, R., Shiojiri, K., Sabelis, M., Arimura, G., Nishioka, T., y Takabayashi, J. (2004). Corn plants treated with jasmonic acid attract more specialist parasitoids, thereby increasing parasitization of the common armyworm. *Revista de ecología química*, 30, 1797-1808.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1023/b:joec.0000042402.04012.c7>
- Paliwal, R., Granados, G., Lafitte, H., y Violic, A. (2001). *El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción*. FAO. <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s00.htm>

- Paredes, M. (2013). *Fijación biológica de nitrógeno en leguminosas y gramíneas* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Argentina]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/393/1/doc.pdf>
- Parra, Y., y Cuevas, F. (2002). Potencialidades de Azospirillum como inoculante para la agricultura, *Cultivos tropicales*, 23(3), 31-41. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193218120004.pdf>
- Peñaherrera, D. (2011). *Manejo integrado del cultivo de maíz de altura*. INIAP. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3302/1/iniapscpm190.pdf>
- Perdomo, C., y Barbázan, M. (2001). *Nitrógeno* [Universidad de la República]. <http://www.fagro.edu.uy/fertilidad/publica/Tomo%20N.pdf>
- Pereyda, J., Sandoval, J., Aranda, S., De León, C., y Gómez, N. (2009). Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl.) del maíz. *Agrociencia*, 43(5). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952009000500006](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952009000500006)
- Pérez, M., Peña, E., Lago, A., Batista, Y., & Hechavarría, A. (2017). Producción de biol y determinación de sus características físico-químicas [Universidad de Las Tunas]. Repositorio institucional. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6105592.pdf>
- Perrín, R., Winkelmann, D., Moscardi, E., y Anderson, J. (1983). *Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/3816/22246.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pionner. (2015). *Manejo de gusano cogollero en cultivos de maíz*. PIONNER. [https://www.pioneer.com/cmroot/international/argentina\\_intl/agronomia/manejo\\_de\\_gusano\\_cogollero\\_en\\_maiz.pdf](https://www.pioneer.com/cmroot/international/argentina_intl/agronomia/manejo_de_gusano_cogollero_en_maiz.pdf)
- Pionner. (2015). *Tizón del maíz - Revisión 1*. PIONNER. [https://www.pioneer.com/CMRoot/international%5Cargentina\\_intl%5CAGRONOMIA%5Ccon\\_agric\\_inv\\_lotes%5Cboletinetizon.pdf](https://www.pioneer.com/CMRoot/international%5Cargentina_intl%5CAGRONOMIA%5Ccon_agric_inv_lotes%5Cboletinetizon.pdf)
- Plan de Creación de Oportunidades . (2021). *Plan Nacional de Desarrollo 2021 - 2025*. <http://www.eeq.com.ec:8080/documents/10180/36483282/PLAN+NACIONAL+DE+DESARROLLO+2021-2025/2c63ede8-4341-4d13-8497->

6b7809561baf#:~:text=El%20Plan%20de%20Creaci%C3%B3n%20de,Integral%2C%20  
Transici%C3%B3n%20Ecol%C3%B3gica%20e%20Institucional.

- Porta, H., y Jiménez, G. (2019). Papel de las hormonas vegetales en la regulación de la autofagia en plantas. *Ciencias químico-biológicas*, 22, 1-22.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/tip/v22/1405-888X-tip-22-e160.pdf>
- Pule, B. (2020). *Fluctuación de precios del maíz suave (Zea mays L.) en las provincias de Imbabura y Carchi comercializado en el mercado mayorista "Comercibarra"* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio institucional.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10591/2/03%20AGN%20073%20TRA%20BAJO%20GRADO.pdf>
- Pumisacho, M., y Chanataxi, M. (2016). Respuesta del cultivo de maíz dulce var.Bandit a la aplicación de niveles de calcio, boro y azufre bajo invernadero [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional.  
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7945/1/T-UCE-0004-10.pdf>
- Quiroja, R., Garrido, E., Rosales, M., y Salazar, W. (2015). *Informe de proyecto de investigación año 2014: "Identificar/Optimizar estrategias para el manejo sustentable del Complejo Mancha de Asfalto (CMA) del Maíz en América Central y Colombia"*.  
<https://www.cimmyt.org/es/>
- Restrepo, J. (2001). *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares* [Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA].  
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6568/BVE18039763e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes, F., y Martínez, A. (2018). *Efecto del biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (Zea mays L.) Cv.NB-9043* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional. <https://repositorio.una.edu.ni/3800/1/tnf04r457b.pdf>
- Ríos, P. (2015). *Efecto de la aplicación de abonos orgánicos líquidos en el cultivo de maíz (Zea mays L.), Híbrido INIAP 551* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio institucional.  
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/13947/1/TESIS%20FINAL%20PATRICIA.pdf>

- Rizos, E., Ntzani, E., Bika, E., Kostapanos, M., y Elisaf, M. (2012). Association between omega-3 fatty acid supplementation and risk of major cardiovascular disease events: a systematic review and meta-analysis. *Jama*, *308*(10), 1024-1033. <https://doi.org/https://doi.org/10.1001/2012.jama.11374>
- Rodríguez, A. (2014). *Influencia de tres dosis de biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz forrajero (Zea mays L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio institucional. [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/865/1/REP\\_ING.AGRON\\_ANTHONY.RODR% c3% 8dGUEZ\\_INFLUENCIA.TRES.DOSIS.BIOL.CRECIMIENTO.RENDIMIENTO.CULTIVO.MA% c3% 8dZ.FORRAJERO.ZEA.MAYS.L.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/865/1/REP_ING.AGRON_ANTHONY.RODR%c3%8dGUEZ_INFLUENCIA.TRES.DOSIS.BIOL.CRECIMIENTO.RENDIMIENTO.CULTIVO.MA%c3%8dZ.FORRAJERO.ZEA.MAYS.L.pdf)
- Rogelio, S., Cao, A., Butrón, A., López, A., Rodríguez, V., Sandoya, G., y Malvar, R. (2017). Cambios defensivos en las hojas de maíz inducidos por la alimentación de larvas del barrenador mediterráneo del maíz. *Biología vegetal BMC*, *17*(44). <https://link.springer.com/article/10.1186/s12870-017-0991-9>
- Romero, T., Tamayo, L., Morales, M., Aparicio, J., Pérez, V., Peralta, M., y Cuervo, J. (2022). Growth and Yield of Purple Kculli Corn Plants under Different Fertilization Schemes. *J. Hongos*, *8*(5). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jof8050433>
- Rosero, M. (2018). *Evaluación de las incidencia y severidad de nematodos y artrópodos plga en el cultivo de rosas (Rosa spp.) variedad freedom* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio institucional. [http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7990/1/03% 20AGP% 20226% 20TRAB AJO% 20DE% 20GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7990/1/03%20AGP%20226%20TRAB AJO%20DE%20GRADO.pdf)
- Ruíz, G., y Victorino, L. (2015). Respuesta del policultivo jamaica-frijol-maíz a tratamientos de fertilización. *Agrociencia*, *49*(5). [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952015000500006&lng=es&nrm=iso](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952015000500006&lng=es&nrm=iso)
- SAG. (1998). *Manejo integrado del gusano cogollero. Secretaria de Agricultura y Ganadería*. <https://dicta.gob.hn/files/1998-Manejo-Integrado-Gusano-Cogollero.pdf>
- Sahlström, L., Bagge, E., Emmoth, E., Holmqvist, A., y Danielsson, M. (2008). A laboratory study of survival of selected microorganisms after heat treatment of biowaste used in biogas

- plants. *Tecnología bioambiental*, 99(16).  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.09.071>
- Salazar, B., y Montoya, O. (2003). Importancia de los probióticos y prebióticos en la salud humana, *Vitae*, 10(2), 20-26. <https://www.redalyc.org/pdf/1698/169817981002.pdf>
- Santin, E. (2017). *Efecto de la aplicación de biol en el cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.) variedades Amadeus 77 y Dehoro* [Tesis de pregrado, Universidad de Zamorano]. Repositorio institucional. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/0d3df01c-a24a-42b9-9aa9-1dade095f1f1/content>
- Shivaji, R., Camas, A., Ankala, A., Engelberth, J., Tumlinson, W. W., Wilkinson, J., y Luthe, D. (2010). Plants on constant alert: elevated levels of jasmonic acid and jasmonate-induced transcripts in caterpillar resistant maize. *Revista de ecología química*, 36, 179-191. <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=231700>
- Silva, E., Dobronsky, J., y Heredia, J. (1997). *Información técnica de la variedad de maíz INIAP -122 "Chaucho mejorado", para la provincia de Imbabura [INIAP]*. Repositorio institucional. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2471/1/iniapscFTMa%C3%ADzINIAP122%20a.v.pdf>
- Solís, M., Reyes, D., Solís, A., Pérez, H., y Gil, J. (2015). Evaluación económica del cultivo de acelga (*Beta Vulgaris* var. Cicla) usando biol como fertilizante orgánico. *Revista multilinguaje*, 3(2). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15640/imjcr.v3n2a5>
- Susilawati, P., y Purba, R. (2021). Combination of Organic Fertilizer, Anorganic Fertilizer and Bio-Fertilizer in Maize Cultivation. *E3S Web de Conferencias*, 316. <https://doi.org/https://doi.org/10.1051/e3sconf/202131603012>
- Tello, B. (2018). *Evaluación del rendimiento de dos variedades de frijol al aplicar diferentes concentraciones de biol de cerdo como fertilizante orgánico* [Tesis de pregrado, Universidad de Zamorano]. Repositorio institucional. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e11b1e23-e395-4d27-bfa5-73a2037d4e63/content>
- Tooker, J. (2009). *Identificación y control de insectos*. <https://extension.psu.edu/gusano-cortador-grasiento>



- Torrent, I. (2018). *Caracterización fenotípica y genética de líneas de maíz templado (Zea mays L.) para el comportamiento frente al tizón común (Exserohilum turcicum)* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Rosario]. Repositorio institucional. <https://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/19013/TORRENT.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Valarezo, O., Cañarte, E., Navarrete, B., y Muñoz, X. (2010). *Manejo integrado de las principales plagas de maíz . Departamento Nacional de Protección vegetal-Entomología.* <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1277/1/INIAP%20Plegable%20Divulgativo%20389.pdf>
- Vásquez, A. (2021). *Respuesta a la aplicación de dos biobonos en el cultivo de maíz (Zea mays L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio institucional. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VASQUEZ%20CABEZAS%20ANA%20MARIA.pdf>
- Vásquez, I. (2012). *Frecuencia de aplicación de biol y su efecto en el rendimiento del maíz (Zea mays L.) variedad M28-T* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/1861/T-631.816-V32F.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vélez, V., y Zambrano, M. (2019). *Análisis de diferentes preparaciones de biol en la producción del cultivo de maíz (Zea mays L.)* [Tesis de pregrado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. Repositorio institucional. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/2297/1/ULEAM-AGRO-0051.pdf>
- Vera, D., Comte, E., Guamán, R., y Mora, J. (2020). *Calidad del cultivo de maíz en la provincia de Santa Elena: Rendimiento, sanidad y condiciones agroclimáticas* [Tesis de pregrado, Universidad del Zulia]. Repositorio institucional. <https://doi.org/https://doi.org/10.37960/rvg.v25i3.33376>
- Yáñez, C., Zambrano, J., Caicedo, M., y Heredia, J. (2013). *Guía de producción de maíz de altura.* Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz. (Guía no. 96). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2435>
- Yassen, A., Abou Seeda, M., Nour, A. E., Sahar, M., y Abo Seedera, S. (2019). *Response of Maize Plant to Bio, Chemical Fertilizers and Their Combination on Growth, Yield and Some*

- Nutrient Contents. *Middle East Journal of Agriculture Research*. 8(2), 561-568.  
<https://www.curreweb.com/mejar/mejar/2019/561-568.pdf>
- Zabala, J. (2010). *Respuestas inmunológicas de las plantas frente al ataque de insectos* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Argentina]. Repositorio institucional.  
[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/60850/CONICET\\_Digital\\_Nro.e3c16c71-5422-4bdf-a382-b469ba1f6cb2\\_A.pdf?sequence=2](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/60850/CONICET_Digital_Nro.e3c16c71-5422-4bdf-a382-b469ba1f6cb2_A.pdf?sequence=2)
- Zagoya, J. (2014). *Análisis económico en la producción de maíz utilizando abono líquido fermentado de elaboración local* [Tesis de pregrado, Universidad del Desarrollo del Estado de Puebla]. Repositorio institucional.  
<https://www.eumed.net/rev/delos/21/maiz.html>
- Zagoya, J., Ocampo, J., Ocampo, I., Macías, A., y De La Rosa, P. (2015). Caracterización fisicoquímica de biofermentados elaborados artesanalmente, *Biotecnia*, 18(1), 14-19.  
<https://biotecnia.unison.mx/index.php/biotecnia/article/download/9/8/15>
- Zambrano, J., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Sangoquiza, C., Cartagena, Y., Villacrés, E., y Garcés, S. (2021). Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana. INIAP, Manual No. 122. Quito, Ecuador.  
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5796/1/GUIA%20CULTIVO%20DE%20MAIZ%202021-1.pdf>
- Zambrano, J., Yáñez, C., y Sangoquiza, C. (2019). Situación del cultivo de maíz en Ecuador: investigación y desarrollo de tecnologías en el Iniap [Resumen]. Ponencia presentada en XXIII Reunión Latinoamericana del Maíz y IV Congreso de Semillas (p. 30-31). Mosquera, Colombia: AGROSAVIA. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5457>
- Zepita, G. (2016). *Efecto del fertilizante biol y densidades de siembra en arveja china (Pisum sativum L.) bajo ambiente protegido* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio institucional.  
<https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/7628/T-2246.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Zhang, P., Huang, C., Zhang, J., Wei, J., y Lu, Y. (2015). La cochinilla *Phenacoccus solenopsis* suprime las respuestas de defensa de las plantas mediante la manipulación de la diafonía JA-SA. *Informes científicos*, 5(9354). <https://www.nature.com/articles/srep09354>

Ziegler, J., Keinänen, M., y Baldwin, I. (2001). Herbivore-induced allene oxide synthase transcripts and jasmonic acid in *Nicotiana attenuata*. *Fitoquímica*, 58(5), 729-738.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(01\)00284-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0031-9422(01)00284-9)

## ANEXOS

### Anexo 1

*Cálculo de fuentes de nutrientes del biol de cuy para el cultivo de maíz (Zea mays L.)*

Cantida d tratamie nto Cuy	Canti dad por parcel a	Canti dad (kg) o (l de biol)	Fuentes	dosis en kg por hectárea						
				N 128.86- 193.86	N- NO3	N- NH4	P2O 5 0- 73.5 1	K2O 206.98- 457.64	S 16.38- 31.98	C l 0
5	1.8	500	Ecoabonaza	0	16	8	15.5	0	0	13.5
			Biol de cuy	0.50	36.4 9	0	0	0	0	0
0	0	0	Biol de cerdo	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	Nitrato de amonio	0	0	0	0	0	0	0
2	0.7	183	Nitrato de potasio	23.8	0	0	84.2	0	0	0
2	0.6	175	Sulfato de potasio	0	0	0	87.5	31.5	0	0
0	0	0	Mureato de potasio	0	0	0	0	0	0	0
22	7.2	2000	Carbonato de calcio	0	0	0	0	0	0	800
1	0.2	53	Urea	0	24.2	0	0	0	0	0
2	0.7	200	Fosfato mono amónico	0	20	60	20	0	0	0
4	1.4	400	Nitrato de calcio	64	0	0	0	0	0	80
0	0	0	Super fosfato simple	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	Súper fosfato triple	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	Roca fosfórica	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	Sulfato de amonio	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>				<b>88.3</b>	<b>80.7</b>	<b>68</b>	<b>207.2</b>	<b>31.5</b>	<b>0</b>	<b>893.5</b>
				<b>185.0</b>						

## Anexo 2

*Cálculo de fuentes de nutrientes del biol de cerdo para el cultivo de maíz (Zea mays L.)*

Cantida d por tratamie nto Cerdo	Cantid ad por parcel a	Cantid ad (kg) o (l de biol)	Fuentes	dosis en kg por hectárea						
				N	P2O5	K2O	S	C l	Ca	
				<b>128.86- 193.86</b>	<b>0- 73.51</b>	<b>206.98- 457.64</b>	<b>16.38- 31.98</b>	<b>0</b>	<b>504.4 - 2064.4</b>	
				N- NO3	N- NH4					
5.4	1.8	500	Ecoabonaza	0	16	8	15.5	0	0	13.5
0	0		Biol de cuy	0	0	0	0	0	0	0
975.9	325.3	90360	Biol de cerdo	0.68	36.3	0	0	0	0	0
0	0	0	Nitrato de amonio	0	0	0	0	0	0	0
2	0.7	183	Nitrato de potasio	23.79	0	0	84.18	0	0	0
1.9	0.6	175	Sulfato de potasio	0	0	0	87.5	31.5	0	0
0	0	0	Mureato de potasio	0	0	0	0	0	0	0
21.6	7.2	2000	Carbonato de calcio	0	0	0	0	0	0	800
0.6	0.2	53	Urea	0	24.2	0	0	0	0	0
2.2	0.7	200	Fosfato mono amónico	0	20	60	20	0	0	0
4.3	1.4	400	Nitrato de calcio	64	0	0	0	0	0	80
0.0	0	0	Super fosfato simple	0	0	0	0	0	0	0
0.0	0	0	Súper fosfato triple	0	0	0	0	0	0	0
0.0	0	0	Roca fosfórica	0	0	0	0	0	0	0
0.0	0	0	Sulfato de amonio	0	0	0	0	0	0	0
		<b>Total</b>		<b>88.5</b>	<b>80.5</b>	<b>68.0</b>	<b>207.2</b>	<b>31.5</b>	<b>0</b>	<b>893.5</b>

### Anexo 3

Resultados de análisis de suelo del cultivo de maíz antes de la siembra

#### RESULTADOS

Código Agrarprojekt:

UTN-051121

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra:	Suelo
Cultivo:	Maíz
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Lote 1

Contenido de macro- y microelementos en mg / kg de suelo seco

	Análisis	Unidades	*Método de Extracción	*Niveles Óptimos para Maíz - Cultivo Intensivo	Resultado
Características del Suelo	Materia Orgánica	%	-	3 - 12	3,8
	Conductividad (CE)	mS/cm	Vol. 1:2	0,3 - 0,5	0,16
	pH (en H <sub>2</sub> O)	-	Vol 1:2	-	7,9
	pH (en KCl)	-	Vol 1:2	5,8 - 7,0	6,8
Macronutrientes	Nitrato (NO <sub>3</sub> -N)	mg/kg	Extracto Agua	-	9,6
	Amonio (NH <sub>4</sub> -N)	mg/kg	NaCl 0,05 M	-	6,8
	(NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> )-N	mg/kg	-	30 - 55	16,4
	Fósforo (P)	mg/kg	NaHCO <sub>3</sub> 0,5M	20 - 30	24,2
	Potasio (K)	mg/kg	NaCl 0,05 M	160 - 240	125
	Magnesio (Mg)	mg/kg	NaCl 0,05 M	75 - 140	158
	Calcio (Ca)	mg/kg	NaCl 0,05 M	600 - 1200	406
	Azufre (SO <sub>4</sub> -S)	mg/kg	Extracto Agua	9 - 15	2,7
Micronutrientes	Hierro (Fe)	mg/kg	DTPA/CaCl <sub>2</sub>	20 - 50	25,4
	Manganeso ( Mn)	mg/kg	DTPA/CaCl <sub>2</sub>	6 - 30	22,1
	Cobre (Cu)	mg/kg	DTPA/CaCl <sub>2</sub>	1,0 - 4,0	2,8
	Zinc (Zn)	mg/kg	DTPA/CaCl <sub>2</sub>	1,2 - 6,0	0,96
	Boro (B)	mg/kg	Extracto Agua	0,15 - 0,60	0,28
Peligro de Salinidad	Sodio (Na)	mg/kg	Extracto Agua	< 140	18,0
	Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/kg	Extracto Agua	< 210	13,4
	Sales Totales	mg/kg	Extracto Agua	< 2000	131

#### Anexo 4

*Cálculo de la cantidad de biol de cuy para la aplicación en el cultivo de maíz (Zea mays L.)*

##### **Biol cuy**

**Biol cosechado** => 351 litros

**Aplicaciones** => 11 c/15 días

**Cantidad de biol por aplicación** =

$$\frac{351 \text{ lt}}{11 \text{ aplicaciones}} = 31.90 \text{ litros de biol}$$

**Cantidad de biol por parcela** =

$$\frac{31.90 \text{ lt biol}}{3 \text{ parcelas}} = 10.63 \text{ litros de biol/parcela}$$

**Cantidad de biol por surcos** =

$$\frac{10.63 \text{ lt biol/parcela}}{7 \text{ surcos}} = 1.51 \text{ litros de biol/surco}$$

#### Anexo 5

*Cálculo de la cantidad de biol de cerdo para la aplicación en el cultivo de maíz (Zea mays L.)*

##### **Biol cerdo**

**Biol cosechado** = 975 litros

**Aplicaciones:** 11 c/15 días

**Cantidad de biol por aplicación** =

$$\frac{975 \text{ lt}}{11 \text{ aplicaciones}} = 88.63 \text{ litros de biol}$$

**Cantidad de biol por parcela** =

$$\frac{88.63 \text{ lt biol}}{3 \text{ parcelas}} = 29.54 \text{ litros de biol/parcela}$$

**Cantidad de biol por surco** =

$$\frac{29.54 \text{ lt biol/parcela}}{7 \text{ surcos}} = 4.22 \text{ litros de biol/surco}$$

## Anexo 6

*Cálculo de fuentes de nutrientes del fertilizante químico para el cultivo de maíz (Zea mays L.)*

Cantida d por tratami ento testigo	Canti dad por parcel a	Canti dad (kg) o (l de biol)	Fuentes	dosis en kg por hectárea							
				N	N- NO3	N- NH4	P2O 5	K2O	S	C l	Ca
				<b>128.86- 193.86</b>			<b>0- 73.5 1</b>	<b>206.98- 457.64</b>	<b>16.38- 31.98</b>	<b>0</b>	<b>504.4 - 2064.4</b>
5.4	1.8	500	Ecoabonaza	0	16	8	15.5	0	0	13.5	
0	0		Biol de cuy	0							
0	0		Biol de cerdo	0	0	0	0	0	0	0	
2	0.658 8	183	nitrato de potasio	23.7 9	0	0	84.18	0	0	0	
1.9	0.63	175	Sulfato de potasio	0	0	0	87,5	31.5	0	0	
21.6	7.2	2000	Carbonato de calcio	0	0	0	0	0	0	800	
1.4	0.478 8	133	urea	0	61.18	0	0	0	0	0	
2.2	0.72	200	fosfato mono amónico	0	20	60	20	0	0	0	
4.3	1.44	400	Nitrato de calcio	64	0	0	0	0	0	80	
			<b>Total</b>	<b>87.8</b>	<b>81.2</b>	<b>68</b>	<b>207.2</b>	<b>31.5</b>	<b>0</b>	<b>893.5</b>	
				<b>185</b>							

## Anexo 7

*Cálculo de cantidad de fertilizantes químicos a comprar para cada tratamiento el cultivo de maíz (Zea mays L.) a la siembra y aporque*

Fuentes	Cantidad por tratamiento Cuy	Cantidad por tratamiento Cerdo	Cantidad por tratamiento testigo	TOTAL A COMPRAR	
Ecoabonaza	5.4	5.4	5.4	16.2	kg
Nitrato de potasio	3.24	3.24	3.24	9.72	l
Sulfato de potasio	1.89	1.89	1.89	5.67	l
Carbonato de calcio	21.6	21.6	21.6	64.8	kg
Urea	0.2106	0.2106	1.08	1.5012	kg



Fosfato mono amónico	2.16	2.16	2.16	6.48	kg
Nitrato de calcio	4.32	4.32	4.32	12.96	kg

## Anexo 8

*Dosis de fertilizantes químicos para cada tratamiento el cultivo de maíz (Zea mays L.) al momento de la siembra con un 1/3 de N y aporque el 2/3 restante de N*

Testigo: siembra 1/3	Bioles: siembra 1/3	Testigo: aporque 2/3	Bioles: aporque 2/3
<b>Carbonato de calcio =&gt; 2000 kg</b> x=> 64.8 kg/3 bloques x=> 21.6 kg/3 parcelas x=> 7.2 kg/7 surcos x=> 1.028 kg/surco	<b>Carbonato de calcio =&gt; 2000 kg</b> x=> 64.8 kg/3 bloques x=> 21.6 kg/3 parcelas x=> 7.2 kg/7 surcos x=> 1.028 kg/surco	<b>Nitrato de potasio=&gt;</b> x=> 0.30 kg/7 surcos x=> 0.0428 kg/surco <b>Nitrato de calcio=&gt;</b> x=> 1.15 kg/7 surcos x=> 0.1642 kg/surco <b>Urea=&gt;</b> x=> 0.36 kg/7 surcos x=> 0.051 kg/surco	<b>Nitrato de potasio=&gt;</b> x=> 0.47 kg/7 surcos x=> 0.067 kg/surco <b>Nitrato de calcio=&gt;</b> x=> 1.29 kg/7 surcos x=> 0.184 kg/surco <b>Urea=&gt;</b> x=> 0.07 kg/7 surcos x=> 0.01 kg/surco
<b>Ecoabonaza=&gt; 500 kg</b> x=> 16.2 kg/3 bloques x=> 5.4 kg/3 parcelas x=> 1.8 kg/7 surcos x=> 0.257 kg/surco	<b>Ecoabonaza=&gt; 500 kg</b> x=> 16.2 kg/3 bloques x=> 5.4 kg/3 parcelas x=> 1.8 kg/7 surcos x=> 0.257 kg/surco		
<b>Fosfato mono amónico=&gt; 200 kg</b> x=> 6.48 kg/3 bloques x=> 2.16 kg/3 parcelas x=> 0.72 kg/7 surcos x=> 0.102 kg/surco	<b>Fosfato mono amónico=&gt; 200 kg</b> x=> 6.48 kg/3 bloques x=> 2.16 kg/3 parcelas x=> 0.72 kg/7 surcos x=> 0.102 kg/surco		
<b>Nitrato de potasio=&gt; 98.46 kg</b> x=> 1.05 kg/3 parcelas x=> 0.35 kg/7 surcos x=> 0.050 kg/surco	<b>Nitrato de potasio=&gt; 41.65 kg</b> x=> 0.9 kg/3 parcelas x=> 0.15 kg/7 surcos x=> 0.021 kg/surco		
<b>Nitrato de calcio=&gt; 80 kg</b> x=> 0.84 kg/3 parcelas x=> 0.28 kg/7 surcos x=> 0.0411 kg/surco	<b>Nitrato de calcio=&gt; 41.65 kg</b> x=> 0.9 kg/3 parcelas x=> 0.15 kg/7 surcos x=> 0.021 kg/surco		
<b>Sulfato de potasio=&gt; 5.67 kg</b> x=> 5.67 kg/3 bloques x=> 1.89/3 parcelas	<b>Sulfato de potasio=&gt; 5.67 kg</b> x=> 5.67 kg/3 bloques x=> 1.89/3 parcelas		

x=> 0.63kg/7 surcos	x=> 0.63kg/7 surcos		
x=> 0.09 kg/surco	x=> 0.09 kg/surco		

## Anexo 9

Resultados de análisis de contenido de macro y micronutrientes en el Abono Líquido (Biol de cuy)

### RESULTADOS

Código Agrarprojeckt:

UTN-051121

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS	
Tipo de Muestra:	Abono Orgánico Líquido
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Lote 1 - Estiércol de Cuy

Contenido de macro- y micronutrientes en mg / litro (respectivamente ppm) en el Abono Líquido – Nutrientes en solución, disponibles para la planta

Análisis	Unidades	Resultado
pH	-	6,4
Conductividad (CE)	mS/cm	25,5
Nitrato (NO <sub>3</sub> ) NO <sub>3</sub> - N	mg/l	68,8 15,5
Amonio (NH <sub>4</sub> ) NH <sub>4</sub> - N	mg/l	1446 1122
(NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> ) – N	mg/l	1138
Fosfato (PO <sub>4</sub> ) PO <sub>4</sub> -P	mg/l	816 266
Potasio (K)	mg/l	4980
Magnesio (Mg)	mg/l	1310
Calcio (Ca)	mg/l	1888
Sulfato (SO <sub>4</sub> ) SO <sub>4</sub> -S	mg/l	568 190
Sodio (Na)	mg/l	1158
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	2300
Hierro (Fe)	mg/l	42,4
Manganeso (Mn)	mg/l	16,9
Cobre (Cu)	mg/l	0,68
Zinc (Zn)	mg/l	2,7
Boro (B)	mg/l	7,1

## Anexo 10

Resultados de análisis de contenido de macro y micronutrientes en el Abono Líquido (Biol de cerdo)

### RESULTADOS

Código Agrarprojeckt:

UTN-241121

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LAS MUESTRAS	
Tipo de Muestra:	Abono Orgánico Líquido
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Muestra de Abono Orgánico Líquido (Biol Estiércol Cerdo)

Contenido de macro- y micronutrientes en mg / litro (respectivamente ppm) en el Biol – Nutrientes en solución, disponibles para la planta

Análisis	Unidades	Resultado
pH	-	6,6
Conductividad (CE)	mS/cm	16,9
Nitrato (NO <sub>3</sub> ) NO <sub>3</sub> - N	mg/l	33,2 7,5
Amonio (NH <sub>4</sub> ) NH <sub>4</sub> - N	mg/l	518 402
(NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> ) – N	mg/l	409
Fosfato (PO <sub>4</sub> ) PO <sub>4</sub> -P	mg/l	433 141
Potasio (K)	mg/l	2540
Magnesio (Mg)	mg/l	866
Calcio (Ca)	mg/l	741
Sulfato (SO <sub>4</sub> ) SO <sub>4</sub> -S	mg/l	560 187
Sodio (Na)	mg/l	900
Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	1100
Hierro (Fe)	mg/l	6,9
Manganeso (Mn)	mg/l	16,8
Cobre (Cu)	mg/l	0,17
Zinc (Zn)	mg/l	0,31
Boro (B)	mg/l	2,5

## Anexo 11

Resultados de análisis de suelo del cultivo de maíz después de la cosecha

### RESULTADOS

Código Agrarproje: UTN-220722

Pág 2/2

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra:	Suelo
Cultivo:	Maíz
Número de Muestra:	# 1
Información Proporcionada por el Cliente:	Muestra de Suelo

Contenido de macro- y microelementos en mg / kg de suelo seco

	Análisis	Unidad	*Método de Extracción	*Niveles Óptimos para Maíz - Cultivo Intensivo	Resultado
Características del Suelo	Materia Orgánica	%	-	3 - 12	6,1
	Conductividad (CE)	mS/cm	Vol. 1:2	0,3 - 0,5	0,23
	pH (en H <sub>2</sub> O)	-	Vol 1:2	-	8,4
	pH (en KCl)	-	Vol 1:2	5,8 - 7,0	7,1
Macronutrientes	Nitrato (NO <sub>3</sub> -N)	mg/kg	Extracto Agua	-	6,4
	Amonio (NH <sub>4</sub> -N)	mg/kg	NaCl 0,05 M	-	7,3
	(NO <sub>3</sub> +NH <sub>4</sub> )-N	mg/kg	-	30 - 55	13,7
	Fósforo (P)	mg/kg	NaHCO <sub>3</sub> 0,5M	20 - 30	43,2
	Potasio (K)	mg/kg	NaCl 0,05 M	160 - 240	179
	Magnesio (Mg)	mg/kg	NaCl 0,05 M	75 - 140	108
	Calcio (Ca)	mg/kg	NaCl 0,05 M	600 - 1200	360
	Azufre (SO <sub>4</sub> -S)	mg/kg	Extracto Agua	10 - 15	4,8
Micronutrientes	Hierro (Fe)	mg/kg	DTPA/CaCl <sub>2</sub>	20 - 50	16,6
	Manganeso (Mn)	mg/kg	DTPA/CaCl <sub>2</sub>	6 - 30	9,8
	Cobre (Cu)	mg/kg	DTPA/CaCl <sub>2</sub>	1,0 - 4,0	2,3
	Zinc (Zn)	mg/kg	DTPA/CaCl <sub>2</sub>	1,2 - 6,0	1,3
	Boro (B)	mg/kg	Extracto Agua	0,15 - 0,60	0,33
Peligro de Salinidad	Sodio (Na)	mg/kg	Extracto Agua	< 140	18,5
	Cloruro (Cl <sup>-</sup> )	mg/kg	Extracto Agua	< 210	12,5
	Sales Totales	mg/kg	Extracto Agua	< 2000	192

\* Fuente: Soil Science Society of America Inc. (Ed.). 2001. Methods of Soil Analysis. 1390 pp. ■

## Anexo 12

### *Incidencia del gusano cogollero*

<b>Dds</b>	<b>nivel</b>	<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Error experimental</b>
15	1	porc	0	0
15	2	porc	0	0
15	3	porc	0	0
30	1	porc	30	5,77
30	2	porc	40	5,77
30	3	porc	40	5,77
45	1	porc	26,67	3,33
45	2	porc	46,67	6,67
45	3	porc	70	5,77
60	1	porc	23,33	3,33
60	2	porc	36,67	6,67
60	3	porc	56,67	3,33
75	1	porc	0	0
75	2	porc	23,33	3,33
75	3	porc	43,33	3,33
90	1	porc	0	0
90	2	porc	6,67	3,33
90	3	porc	33,33	8,82
105	1	porc	0	0
105	2	porc	0	0
105	3	porc	10	5,77
120	1	porc	0	0
120	2	porc	0	0
120	3	porc	10	0
135	1	porc	0	0
135	2	porc	0	0
135	3	porc	0	0

### Anexo 13

#### *Severidad del gusano cogollero*

<b>dds</b>	<b>nivel</b>	<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Error experimental</b>
30	1	sev	9,63	3
30	2	sev	9,26	2,67
30	3	sev	8,52	2,18
45	1	sev	7,78	2,62
45	2	sev	11,85	2,91
45	3	sev	27,78	4,64
60	1	sev	11,48	4,69
60	2	sev	8,15	2,61
60	3	sev	23,33	5,34
75	1	sev	0	0
75	2	sev	6,3	2,54
75	3	sev	15,19	3,47
90	1	sev	0	0
90	2	sev	3,33	1,61
90	3	sev	12,96	4,33
105	1	sev	0	0
105	2	sev	0	0
105	3	sev	2,22	1,12
120	1	sev	0	0
120	2	sev	0	0
120	3	sev	2,22	1,12
135	1	sev	0	0
135	2	sev	0	0
135	3	sev	0	0

### Anexo 14

#### *Número de gusanos cogolleros por planta*

<b>dds</b>	<b>nivel</b>	<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Error experimental</b>
30	1	ngupl	0,02	4,10E-03
30	2	ngupl	0,03	4,20E-03
30	3	ngupl	0,04	4,30E-03
45	1	ngupl	0	0
45	2	ngupl	0,01	0,01
45	3	ngupl	0,01	0,01
60	1	ngupl	0	0

60	2	ngupl	0	0
60	3	ngupl	0	0
75	1	ngupl	4,00E-03	4,00E-03
75	2	ngupl	0	0
75	3	ngupl	0,01	4,10E-03

## Anexo 15

### *Severidad del Tizón foliar*

dds	nivel	Variable	Media	E.E.
105	1	porsevtiz	3,33	1,32
105	2	porsevtiz	22,22	4,13
105	3	porsevtiz	28,52	3,98
120	1	porsevtiz	2,22	1,12
120	2	porsevtiz	15,19	3,47
120	3	porsevtiz	24,81	4,25
135	1	porsevtiz	0	0
135	2	porsevtiz	1,85	1,2
135	3	porsevtiz	5,19	2,48

## Anexo 16

### *Costos de producción del cultivo de maíz en el tratamiento con fertilización química en un área de 576 m<sup>2</sup>*

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
<b>A. Costos directos</b>				
<b>1. Preparación del suelo</b>				
Análisis de suelo	Muestra	2	60.00	120.00
Arado	Tractor	1	30.00	30.00
Rastrado	Tractor	1	25.00	25.00
Surcado	Tractor	1	25.00	25.00
<b>2. Mano de obra</b>				
Adecuación del terreno	Jornal	3	15.00	45.00
Siembra	Jornal	3	15.00	45.00
Fertilización	Jornal	3	15.00	45.00
Deshierbe	Jornal	3	15.00	45.00
Aporque	Jornal	3	15.00	45.00
Riego	Jornal	3	15.00	45.00
Cosecha	Jornal	3	15.00	45.00
<b>3. Insumos</b>				

Semillas de maíz suave INIAP 122 “Chaucho mejorado”	Kg	2	1.20	2.40
Estacas	Unidad	40	0.20	8.00
Letreros	Unidad	9	1.00	9.00
Piola	Rollo	2	3.00	6.00
<b>4. Fertilización química</b>				
Nitrato de potasio	Saco de 25 kg	1	15.00	15.00
Sulfato de potasio	Saco de 20 kg	1	15.00	15.00
Carbonato de calcio	Saco de 25 kg	3	15.00	45.00
Urea	5 kg	1	5.00	5.00
Fosfato mono amónico	Saco de 25 kg	1	16.00	16.00
Nitrato de calcio	Saco de 25 kg	1	14.00	14.00
Ecoabonaza	Saco de 25 kg	1	9.00	9.00
<b>B. Costos indirectos</b>				
Administración (arriendo terreno)	Jornal	1	30.00	30.00
Cinta de medir	Unidad	1	4.50	4.50
Pala	Unidad	3	7.00	21.00
Azadón	Unidad	3	8.00	24.00
Machete	Unidad	3	7.00	21.00
Balanza gramera	Unidad	1	20.00	20.00
Balanza digital	Unidad	1	48.00	48.00
Calibrador vernier digital	Unidad	1	39.00	39.00
Transporte de fertilización	Unidad	1	15.00	15.00
<b>Subtotal</b>				881.90
<b>Imprevisto 10%</b>				88.19
<b>Total</b>				793.71



## Anexo 17

*Costo de producción para la elaboración del biol a base de estiércol de cuy y cerdo en el cultivo de maíz*

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
<b>A. Costos directos</b>				
1. Biol				
Análisis de biol	Unidad	2	60.00	120.00
<b>2. Mano de obra</b>				
Preparación de biol	Jornal	3	15.00	45.00
Cosecha de biol	Jornal	3	15.00	45.00
Aplicación de biol	Jornal	2	15.00	30.00
<b>3. Insumos</b>				
Estiércol de cuy	Saco de 50 kg	11	5.00	55.00
Estiércol de cerdo	Saco de 50 kg	11	10.00	110.00
Melaza	Galón de 20 lt	2	10.00	20.00
Ceniza	Saco de 50 kg	2	10.00	20.00
Agua	Lt	0	0.00	0.00
<b>B. Costos indirectos</b>				
1. Materiales				
Manguera plástica de ½	Rollo de 5 metros	1	7.50	7.50
Botellas plásticas	Unidad	22	0.20	4.40
Baldes plásticos 20 litros	Unidad	4	3.00	12.00
Malla de polipropileno	Rollo de 5 metros	1	6.00	6.00
Bomba de mochila de 20 litros	Unidad	1	45.00	45.00
Grifo de PEAD para bidones	Unidad	5	3.15	15.75
Salida de estanque hermético	Unidad	9	1.40	12.60
Canecas de 20 litros	Unidad	10	5.00	50.00
Transporte de biol	Unidad	11	5.00	55.00
<b>Subtotal</b>				653.25
<b>Imprevisto 10%</b>				65.32
<b>Total</b>				718.57