



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA EFECTIVIDAD DE LOS
CONTROLADORES BIÓLOGICOS EN EL CULTIVO DE
MAÍZ EN LA PARROQUIA COLONCHE**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autora: Dayanna Michelle Zambrano Intriago.

LA LIBERTAD, JULIO 2025



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA EFECTIVIDAD DE LOS
CONTROLADORES BIÓLOGICOS EN EL CULTIVO DE
MAÍZ EN LA PARROQUIA COLONCHE**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

Autora: Dayanna Michelle Zambrano Intriago.

Tutora: Ing. Agrop. Mercedes Solanda Santistevan Méndez, Ph.D.

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **DAYANNA MICHELLE ZAMBRANO INTRIAGO** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniera Agropecuaria de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 07/07/2025

Ing. Zoot. Verónica Andrade Yucailla,
Ph.D.
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Agrop. Mercedes Arzube
Mayorga, Mgtr.
**PROFESORA ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Agrop. Mercedes Santistevan
Méndez, Ph.D.
**PROFESORA TUTORA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Agr. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Com. Washington Perero Vera,
Mgtr.
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO
SECRETARIO**

AGRADECIMIENTOS

Extiendo un sincero agradecimiento a las instituciones que hicieron posible el desarrollo de este proyecto, a la Prefectura de Santa Elena y al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Colonche, por su valioso apoyo institucional y por facilitar los recursos y espacios necesarios para la ejecución de las actividades contempladas en el presente trabajo. Agradezco a Dios y a la Virgen, fuente de sabiduría y fortaleza, por guiarme en cada etapa de este proceso. A mis padres, por su incondicional respaldo emocional y motivación constante, pilares fundamentales que sostuvieron mi esfuerzo académico.

Asimismo, expreso un especial agradecimiento a Santiago, quien desempeñó un rol clave, puesto que su disposición, conocimiento técnico y apoyo continuo fueron determinantes para la finalización exitosa del presente estudio.

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen, porque sin su guía y bendición este camino no habría sido posible, a ellos les debo cada paso, cada logro y la fuerza para continuar incluso en los momentos más difíciles.

A mis abuelos Ruth, Elba y Ofrei, ustedes han sido inspiración y motivo de orgullo en esta etapa de mi vida, aunque Ofrei ya no está físicamente conmigo, sé que desde donde se encuentra celebra conmigo este logro. A Ruth y Elba, gracias por su amor incondicional y por seguir siendo luz en mi camino.

A mis padres, Ricardo y Jessenia, por ser seres extraordinarios, gracias por estar siempre, por confiar en mí, por impulsarme a seguir adelante y por brindarme todo su apoyo sin reservas. Su amor ha sido mi base.

A todos ustedes les dedico este trabajo, porque sin su presencia, su fe y su cariño este sueño no habría sido posible.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como finalidad analizar el impacto de la efectividad de los controladores biológicos en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, mediante la percepción de los agricultores que los han implementado. La investigación responde a la necesidad de encontrar alternativas sostenibles a uso de productos químicos frente a plagas como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo y diseño no experimental. Se aplicaron encuestas y una guía de observación a una muestra no probabilística de 60 productores de maíz, abordando aspectos sociales, económicos y productivos relacionados con el uso de controladores biológicos como *Trichogramma spp.* y *Telenomus remus*. Los resultados evidenciaron una alta aceptación por parte de los agricultores, destacando beneficios como la reducción significativa de plagas, el bajo costo de implementación, la mejora en el rendimiento del cultivo y la contribución a la sostenibilidad agrícola. Además, se observó una activa participación familiar en las labores agrícolas y una capacitación técnica adecuada, factores clave en la adopción de estas prácticas. Se concluye que el uso de controladores biológicos en el cultivo de maíz representa una estrategia viable, eficaz y sostenible para el manejo de plagas en zonas rurales, siendo una alternativa que promueve la seguridad alimentaria, reduce el impacto ambiental y mejora la rentabilidad agrícola.

Palabras clave: Encuestas, productores, plagas, *Trichogramma spp.*, *Telenomus remus*, sostenibilidad.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the impact of the effectiveness of biological control agents in maize (*Zea mays L.*) cultivation in Colonche parish, Santa Elena province, based on the perceptions of farmers who have implemented them. The research addresses the need for sustainable alternatives to chemical pesticides against pests such as the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). A qualitative, descriptive, and non-experimental approach was used. Surveys and an observation guide were applied to a non-probabilistic sample of 60 maize producers, focusing on social, economic, and productive aspects related to the use of biological controllers like *Trichogramma spp.* and *Telenomus remus*. The results showed high acceptance among farmers, highlighting benefits such as significant pest reduction, low implementation cost, improved crop yield, and contributions to agricultural sustainability. Active family participation and adequate technical training were also noted as key factors in the adoption of these practices. It is concluded that the use of biological controllers in maize cultivation is a viable, effective, and sustainable strategy for pest management in rural areas, promoting food security, reducing environmental impact, and improving agricultural profitability.

Keywords: Survey, producers, pests, *Trichogramma spp.*, *Telenomus remus*, sustainability.

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA EFECTIVIDAD DE LOS CONTROLADORES BIÓLOGICOS EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays L.*) EN LA PARROQUIA COLONCHE**” y elaborado por **Dayanna Michelle Zambrano Intriago**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico	2
Objetivos	2
Objetivo General:	2
Objetivos Específicos:	2
Hipótesis	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1.1 Cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>)	3
1.1.1 Taxonomía del maíz.....	3
1.1.2 Morfología del maíz.....	3
1.1.3 Información nutricional	4
1.1.4 Información hídrica.....	5
1.1.5 Principales plagas del maíz en Santa Elena	6
1.2 Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	6
1.2.1 Taxonomía	6
1.3 Control biológico de plagas	8
1.3.1 Factores que influyen en la adopción de tecnologías agrícolas	9
1.3.2 Tipos de controladores biológicos	10
1.4 <i>Trichogramma spp.</i> como controlador biológico	12
1.4.1 Taxonomía de <i>Trichogramma spp.</i>	12
1.4.2 Características morfológicas	12
1.4.3 Biología de <i>Trichogramma spp.</i>	13
1.5 Uso de <i>Trichogramma spp.</i> en el control biológico	13
1.5.1 Estrategias de ataque.....	13
1.5.2 Ventajas del uso	13
1.6 <i>Telenomus remus spp.</i> como controlador biológico	14
1.6.1 Taxonomía de <i>Telenomus remus</i>	14
1.6.2 Características morfológicas	14
1.6.3 Biología de <i>Telenomus remus</i>	14
1.7 Uso de <i>Telenomus remus</i> en el control biológico	15
1.7.1 Estrategias de ataque.....	15
1.7.2 Ventajas del uso	15
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	16
2.1 Caracterización del área	16
2.1.1 Ubicación	16
2.1.2 Clima.....	16
2.1.3 Suelo	16
2.2 Materiales y equipos	17
2.3 Tipo de investigación	17
2.4 Diseño de investigación	17
2.4.1 Diseño no experimental	17
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22

3.1	Área social	22
3.2	Área económica	27
3.3	Área productiva	33
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
	Conclusiones	40
	Recomendaciones	40
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	3
Tabla 2. Composición nutricional del maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	5
Tabla 3. Uso diario promedio de agua del maíz (ETc), uso de agua por etapa de crecimiento y uso acumulado de agua durante el transcurso de la temporada de crecimiento.	6
Tabla 4: Taxonomía del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	6
Tabla 5: Estadios del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	8
Tabla 6. Taxonomía de <i>Trichogramma spp.</i>	12
Tabla 7. Taxonomía de <i>Telenomus remus</i>	14
Tabla 8. Materiales y equipos.....	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Huevo de <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
Figura 2. Larva de <i>Spodoptera frugiperda</i>	7
Figura 3. Estado pupa y adulto de <i>Spodoptera frugiperda</i>	8
Figura 4. Avispa parasitoide.....	11
Figura 5. Insecto depredador de plagas	11
Figura 6. Hongo entomopatógeno	12
Figura 7. Ubicación del área de estudio	16
Figura 8. Sexo del responsable principal del cultivo.....	22
Figura 9. Edad del responsable del cultivo.....	23
Figura 10. Nivel académico.....	23
Figura 11. Número de personas que residen en el hogar.....	24
Figura 12. Servicios básicos	24
Figura 13. Movilización para la zona	25
Figura 14. Participación de la familia en la agricultura.....	25
Figura 15. Capacitación a productores de maíz (<i>Zea mays L.</i>)	26
Figura 15. Capacitación a productores de maíz (<i>Zea mays L.</i>)	26
Figura 16. Entidad donde recibió capacitación	27
Figura 17. Costo de inversión en controladores biológicos	28
Figura 18. Financiamiento para el uso de controladores biológicos	28
Figura 19. Cambios en el rendimiento que impacte directamente en los ingresos	29
Figura 20. Diferencia de costos entre controladores biológicos y pesticidas químicos convencionales.....	29
Figura 21. Acceso a créditos	30
Figura 22. Apoyo económico que le gustaría recibir	31
Figura 23. Costo de los controladores justificado	31
Figura 24. Viabilidad para seguir invirtiendo.....	32
Figura 25. Impacto esperado a largo plazo esperado en los ingresos.....	33
Figura 26. Periodo de utilización de controladores biológicos	33
Figura 27. Controladores biológicos utilizados.....	34
Figura 28. Efectividad de los controladores biológicos en comparación con controladores químicos convencionales.....	35
Figura 29. Plagas y enfermedades más comunes en el cultivo de maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	36
Figura 30. Cambios en la incidencia de plagas a partir del uso de controladores biológicos	36
Figura 31. Cambios en el rendimiento del maíz (<i>Zea mays L.</i>) al utilizar controladores biológicos	37
Figura 32. Beneficios económicos o sociales percibidos	37
Figura 33. Problemas o limitaciones encontrados al utilizar controladores biológicos	38
Figura 34. Decisión de continuar con el uso de controladores biológicos y sus motivos ..	39

Figura A 1. Encuestando a productores de maíz.....	7
Figura A 2. Encuestando a productores de maíz.....	7
Figura A 3. Encuestando a productores de maíz.....	7
Figura A 4. Encuestando a productores de maíz.....	7
Figura A 5. Encuestando a productores de maíz.....	7
Figura A 6. Encuestando a productores de maíz.....	7
Figura A 7. Encuestando a productores de maíz.....	8
Figura A 8. Encuestando a productores de maíz.....	8
Figura A 9. Encuestando a productores de maíz.....	8
Figura A 10. Encuestando a productores de maíz.....	8
Figura A 11. Encuestando a productores de maíz.....	8
Figura A 12. Encuestando a productores de maíz.....	8
Figura A 13. Encuestando a productores de maíz.....	9
Figura A 14. Encuestando a productores de maíz.....	9
Figura A 15. Cultivo de maíz con implementación de controladores biológicos.....	9
Figura A 16. Liberación de controladores biológicos.....	9
Figura A 17. Liberación de controladores biológicos.....	9
Figura A 18. Mazorca de maíz con control biológico.....	9
Figura A 19. Encuesta elaborada.....	10
Figura A 20. Encuesta elaborada.....	11
Figura A 21. Encuesta elaborada.....	12
Figura A 22. Encuesta elaborada.....	13
Figura A 23. Encuesta elaborada.....	14
Figura A 24. Encuesta elaborada.....	15
Figura A 25. Guía de observación.....	16

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Encuestando a los productores de maíz
- Anexo 2.** liberación de insectos encargados de realizar el control biológico
- Anexo 3.** Mazorca de maíz con control biológico
- Anexo 4.** Encuesta
- Anexo 5.** Guía de observación

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L*) es uno de los cultivos más importantes a nivel global, tanto por su relevancia económica como por su papel fundamental en la seguridad alimentaria. Este cereal, originario de América, se cultiva en una amplia variedad de climas y terrenos, y es una fuente crucial de alimento, forraje y materia prima para la industria. A nivel mundial, el maíz es esencial no solo para la alimentación humana, sino también para la producción de biocombustibles y productos industriales (Porto, 2021).

De acuerdo a lo que menciona Caviedes (2018) este cultivo ocupa un lugar fundamental en la dieta de los ecuatorianos, ya que su producción suministra insumos esenciales tanto para la agroindustria como para el consumo humano.

Según Drouet *et al*, (2021) el maíz es un producto agrícola muy importante para el consumo y su comercialización en el Ecuador, principalmente en el sector norte de la Península de Santa Elena, en la parroquia Colonche, donde este grano predomina como uno de los principales cultivos y de los cuales depende la agricultura familiar.

El cultivo de maíz representa una fuente de alimentación primordial en numerosos países, a pesar de que su producción enfrenta amenazas significativas por plagas, una de ellas es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), siendo una de las más dañinas a nivel global, lo cual ha sido de interés de estudio por la ciencia. En palabras de Porres y Cuxil (2024), una de las plagas altamente destructivas que afecta el cultivo de maíz en América Latina y a nivel mundial es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

El control biológico en cultivos de maíz es una estrategia esencial para el manejo de plagas que ofrece múltiples beneficios ambientales, económicos y sociales. Este método consiste en utilizar organismos vivos, como insectos, hongos, bacterias y nematodos, para controlar las poblaciones de plagas que afectan al maíz.

Una evaluación efectuada por Beltrán Gomez *et al*. (2022) demostraron que el uso de enemigos naturales como *Trichogramma sp* para controlar *Spodoptera frugiperda* en el maíz es una alternativa viable que reduce el impacto ambiental de los agrotóxicos. De manera similar a lo que ocurre con *Telenomus remus*, un parasitoide de huevos de *Spodoptera frugiperda* es criado y liberado como herramienta para el control biológico frente a estas plagas agrícolas, considerada la más relevante en el cultivo de maíz (Cave, 2012).

Problema Científico

¿Cuál es el impacto de la efectividad de los controladores biológicos en el cultivo de maíz en la parroquia Colonche, según la percepción de los agricultores que los han utilizado?

Objetivos

Objetivo General:

- ❖ Analizar el impacto de la efectividad de los controladores biológicos en el cultivo de maíz en la parroquia Colonche, a través de la percepción de los agricultores, con el fin de evaluar su adopción y beneficios en la producción agrícola.

Objetivos Específicos:

1. Identificar los tipos de controladores biológicos utilizados por los agricultores en el cultivo de maíz en la parroquia Colonche.
2. Evaluar la percepción de los agricultores sobre la efectividad de los controladores biológicos en la reducción de plagas del maíz.
3. Determinar los factores que influyen en la adopción o rechazo de los controladores biológicos por parte de los agricultores.

Hipótesis

El uso del control biológico de insectos utilizados por los agricultores de la parroquia Colonche es efectivo para el manejo de plagas y contribuye a la sostenibilidad agrícola.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

Dentro de los cereales, el maíz ocupa el segundo lugar en cuanto a superficie sembrada, superado solamente por trigo, sin embargo, posee el primer lugar en cuanto a la producción de grano entre todos los cereales cultivados. Es el cereal que posee un mayor rendimiento por unidad de superficie y mayor producción en carbohidratos por área (Ávila *et al.*, 2014). En los últimos 5 años, a nivel mundial, se ha sembrado en promedio 199 millones de hectáreas con una producción de 1,169.4 millones de toneladas (Cruz, 2017).

1.1.1 Taxonomía del maíz

Tabla 1. Taxonomía del maíz (*Zea mays L.*).

Reino	Vegetal
Subreino	Embriobionta
División	Angiospermae
Clase	Monocotyledoneae
Orden	Poales
Familia	Poaceae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>Mays</i>
Nombre científico	<i>Zea mays L.</i>

Fuente: (Vela 2021, p. 12).

1.1.2 Morfología del maíz

La planta de maíz se caracteriza por su altura, numerosas hojas y un sistema de raíces fibroso, generalmente presenta un único tallo con hasta 30 hojas. En ocasiones, e la parte superior de la planta, pueden formarse una o dos yemas laterales en las axilas de las hojas, las cuales dan origen a una inflorescencia femenina que se transforma en una mazorca rodeada por hojas protectoras. Esta mazorca es el órgano encargado de acumular las reservas de la planta (FAO, 2001).

1.1.2.1 Sistema radicular

- Seminales
- Cauléropicas o adventicias

Golik *et al.* (2018).

1.1.2.2 Tallo

Falguembaum y Mouat (2021) explican que el maíz desarrolla un tallo principal que emerge sobre la superficie del suelo cuando alcanza la fase de la quinta hoja. Al comenzar

la sexta hoja, se observa un crecimiento acelerado del tallo de forma vertical, reflejada principalmente por la elongación de los internudos de la parte inferior.

1.1.2.3 Hoja

Las hojas del maíz tienen como características principales su considerable altura y tamaño, presentando una morfología lanceolada, el orden de manera alternada y venación paralela, además estas estructuras envuelven parcialmente el tallo y muestran vellosidades en la zona adaxial. También los ápices foliares son agudos y poseen una textura afilada (Villa, 2023).

1.1.2.4 Inflorescencia

El maíz es una especie diclino monoica que presenta dos tipo de inflorescencias: por un lado, la masculina denominada panoja o penacho, que se encuentra ubicada en el extremo superior de la planta y por el otro lado, una femenina, siendo la espiga o mazorca, que se desarrolla de una ramificación lateral en el tallo (Simón y Golik, 2016).

1.1.2.5 Mazorca

La mazorca representa una inflorescencia lateral que parte de la yema axilar de una hoja, la cual se conforma por 12 a 20 hileras de óvulos colocadas sobre un eje central de textura esponjosa llamada coronta, de cuyos extremos se visualizan estilos largos distinguidos como sedas, esta particularidad reproductiva se localiza envuelta y protegida por 10 a 20 brácteas, conocidas como chalas (SAG, 2014).

1.1.3 Información nutricional

Urango (2018) menciona que los granos de maíz cumplen la función de órganos de reserva que almacenan almidones, proteínas y micronutrientes esenciales para la planta, la integridad de estos granos y la calidad nutricional están determinadas por varios factores, entre los que se incluye la genética del cultivo, las condiciones ambientales y los procesos a los que se somete el grano, tales como métodos de cocción, nixtamalización y fermentación, estos procesos influyen significativamente en la disponibilidad y valor nutricional del maíz para el consumo humano.

Tabla 2. Composición nutricional del maíz (*Zea mays L.*)

Maíz (<i>Zea mays L.</i>)	(g/100g)
Humedad	11,3
Proteína	8,8
Lípidos	3,8
Carbohidratos disponibles	65,0
Fibra	9,8
Minerales	1,3

Fuente: (Gobbetti, 2014).

1.1.4 Información hídrica

1.1.4.1 Evaporación

Cuando inicia el ciclo de crecimiento, la mayor parte de la pérdida de agua del suelo sucede por evaporación directa desde la superficie, mediante el maíz va desarrollando mayor área foliar y el dosel vegetal proporciona sombra al suelo, la evaporación disminuye progresivamente y la transpiración de la planta se pasa a ser el principal mecanismo de pérdida hídrica. La presencia de residuos del cultivo sobre el suelo atribuye a minimizar aún más la evaporación, ya que estos materiales reflejan radiación solar y actúan como barrera frente al viento, durante la mitad de la temporada, cuando la cobertura foliar es predominante respecto a la superficie expuesta, la transpiración puede llegar a representar entre el 90 y el 98% de la evapotranspiración total (Archontoulis, *et al.*, 2017).

1.1.4.2 Transpiración

Durante la fase de transpiración, las plantas absorben agua del suelo y la dirigen hacia las hojas, donde el vapor de agua es liberado a la atmosfera a través de los estomas, favoreciendo al enfriamiento de la planta, la velocidad de este proceso está determinada por las condiciones climáticas, como la temperatura, la humedad y el viento (Irmak, 2014).

1.1.4.3 Evapotranspiración (ET)

Durante el ciclo de crecimiento del maíz, la evapotranspiración está compuesta por dos procesos principales: la evaporación y la transpiración, en términos generales, la evaporación suele representara entre el 20 y el 30% de la ET total, mientras que la transpiración contribuye con un aproximado del 70 al 80%. A lo largo de las etapas vegetativas, la evapotranspiración diaria aumenta constantemente, alcanzando su valor máximo en la fase de floración. Posteriormente, durante el llenado de granos, la demanda hídrica disminuye, es importante destacar que la ET total de la temporada está determinada tanto por las condiciones climáticas locales como por la madurez relativa del híbrido (Morábito, *et al.*, 2015).

Tabla 3. Uso diario promedio de agua del maíz (ETc), uso de agua por etapa de crecimiento y uso acumulado de agua durante el transcurso de la temporada de crecimiento.

Estadio de crecimiento	Diario	Por etapa	Acumulado
mm de agua			
Emergencia (VE)	2.03	20	20
4 hojas (V4)	2.54	46	66
8 hojas (V8)	4.57	74	140
12 hojas	6.6	46	186
Comienzo de floración (R1)	8.13	97	283
Fin de floración (R2)	8.89	104	387
Grano lechoso (R3)	8.13	48	435
Comienzo de dentado (R4)	6.1	97	532
Dentado (R5)	5.08	97	629
Madurez fisiológica (R6)	2.54	36	665

Fuente: (Irmak 2014).

1.1.5 Principales plagas del maíz en Santa Elena

En la provincia de Santa Elena, el cultivo de maíz enfrenta la amenaza de diferentes plagas, entre ellas:

- Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
- Barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*)
- Trips (*Frankliniella spp.*)
- Gorgojos (*Curculionidae*) (Cañarte y Navarrete, 2024).

1.2 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Drouet (2018) menciona que *Spodoptera frugiperda* es reconocido como la principal plaga que afecta al cultivo de maíz tanto en Ecuador como en otros países productores, las pérdidas económicas asociadas a esta plaga son considerables, ocasionando reducciones en el rendimiento de hasta 0,8 toneladas por hectárea de maíz seco, equivaliendo al 40% de la producción total.

1.2.1 Taxonomía

Tabla 4: Taxonomía del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Lepidóptera
Familia	Noctuidae
Género	Spodoptera
Especie	Frugiperda

Fuente: (Reyes, 2015).

1.2.1.1 Estadios del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Los estadios del gusano cogollero son clave para su identificación y control, especialmente en el cultivo de maíz, las distintas fases por las que atraviesa este insecto durante todo su ciclo de vida son:

1.2.1.2 Huevo

Es esférico, blanquecino, estriado, mide alrededor de 0.4 mm de diámetro y 0.3 mm de altura, la tonalidad cambia con el grado de madurez, al inicio es verde y antes de la eclosión se observa de color negruzco; la parte externa del corion tiene depresiones superficiales, mientras que la interna es completamente lisa (Martínez, 2019).



Figura 1. Huevo de *Spodoptera frugiperda*

1.2.1.3 Larva

Cuando ocurre el proceso de desarrollo, las larvas experimentan mudas ocasionadas por cambios hormonales que provocan conmutaciones en su tamaño, morfología y comportamiento. Para culminar su ciclo larval, se alimentan de 179,7 cm² en promedio de superficie foliar del maíz, el consumo cesa justo antes del último estadio larval, ellas suelen pasar desapercibidas hasta alcanzar entre 20 y 25 mm de longitud, momento en el cual se detectan por los daños visibles en las hojas, se presentan perforaciones al desplegarse (Lezaun, 2015).



Figura 2. Larva de *Spodoptera frugiperda*

1.2.1.4 Pupa y adulto

Las pupas son de color caoba y miden entre 14 y 17 mm de longitud, esta fase se desarrolla en el suelo y dura cerca de 8 a 10 días, posteriormente, emerge el adulto. Los adultos vuelan durante la noche, la palomilla es de coloración gris oscuro. Durante el día permanecen escondidas dentro de las hojarascas o entre la maleza, y son activas cuando llega la noche y llegan a trasladarse a muchos kilómetros de recorrido, por lo que se consideran plagas de hábitos migratorios. Los adultos se pueden encontrar en las plantas de maíz a partir de la etapa V6 cuando el cogollo ya está bien formado (Ramírez y Mena, 2019).

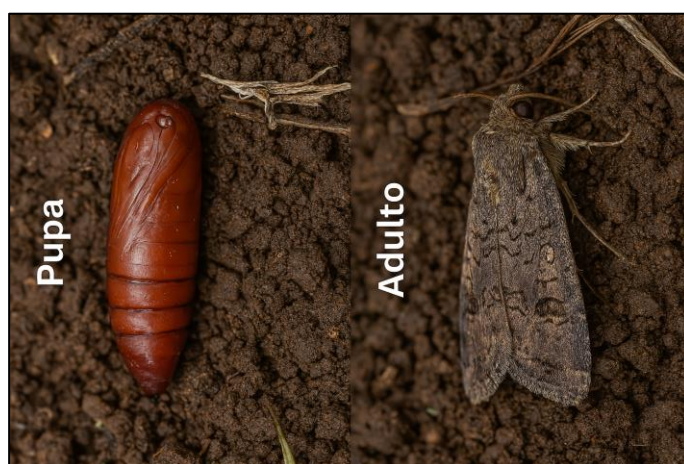


Figura 3. Estado pupa y adulto de *Spodoptera frugiperda*

Tabla 5: Estadios del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

Estadio	Duración aproximada	Características claves
Huevo	2-3 días	Se depositan en masas de 50-200 huevos.
Larva	14-22 días	Fase más destructiva para el cultivo
Pupa	8-30 días	Desarrollo en el suelo sin alimentarse
Adulto	Hasta 21 días	Las hembras adultas viven 10 días en promedio

Fuente: (FAO, 2021).

1.3 Control biológico de plagas

El uso excesivo e inadecuado de agroquímicos ha generado diversos impactos negativos, incluyendo la contaminación de los recursos edáficos e hídricos, como la resistencia en las poblaciones de plagas ante los activos empleados.

El cambio climático y otras transformaciones por las que atraviesa la agricultura, generaron hace décadas la aparición de la industria de insumos biológicos, que son productos amigables con el medio ambiente y la salud humana. Estos productos tienen características

y modos de acción que ayudan al control de plagas con menos riesgos que el uso de pesticidas (Viera *et al.*, 2020).

La seguridad alimentaria de la humanidad es afectada por diversos factores, entre ellos los insectos plaga, que actualmente son controlados mediante la aplicación de grandes dosis de insecticidas sintéticos, los cuales generan graves problemas en la salud humana, resistencia a plagas, residuos en alimentos, contaminación ambiental, brotes de plagas secundarias y reducción en las poblaciones de insectos benéficos. Ante este escenario mundial, esta problemática genera una mayor demanda de métodos de control de plagas que sean eficientes y amigables con el medioambiente (Zelaya *et al.*, 2022).

El control biológico consiste en la producción masiva y liberación organismos antagonistas, como depredadores y parasitoides, con el fin de acabar las poblaciones de insectos plaga de manera ambientalmente sostenible y respetuosa con el ecosistema (FAO, 2021).

1.3.1 Factores que influyen en la adopción de tecnologías agrícolas

Las evoluciones tecnológicas en el ámbito agrícola resultan fundamentales para optimizar la producción agropecuaria y fomentar el desarrollo económico, así como mejorar las condiciones de vida en zonas rurales, sin embargo, la adopción de estas innovaciones no es uniforme por parte de los agricultores, ya que está influenciada por múltiples variables socioeconómicas y demográficas, tales como la edad, el nivel educativo, el tamaño del núcleo familiar, entre otros factores no agrícolas (Chigbu, 2021).

Pérez *et al.* (2022) sostienen que “La percepción de utilidad del productor en relación con la facilidad de uso de las tecnologías influye directamente en la intención de adoptar esta nueva tecnología. De esta manera, mediante la utilidad percibida se determina la capacidad de prueba”.

1.3.1.1 Percepción del agricultor sobre el uso de controladores biológicos parasitoides

Un estudio realizado por Sornoza *et al.* (2020) demostró que el 40,74% de los agricultores utilizan preferentemente control químico y que existe un 60,61% de agricultores que manifiesta desacuerdo con la eficacia de los parasitoides como método de mitigación ambiental en comparación con el uso de plaguicidas químicos, siendo este último el método de control de plagas predominante.

1.3.1.2 Barreras y limitaciones en la adopción de controladores biológicos

Una barrera importante para la adopción es la necesidad de más educación sobre las ventajas del aumento biológico y cómo implementarlo con éxito. Es comprensible que los

agricultores estén más inclinados a apearse a lo que conocen, los pesticidas químicos, en lugar de probar algo nuevo. (Deiss, 2024).

Makepeace (2023) “Sus principales obstáculos incluyen la falta de conocimientos especializados en agricultura orgánica, obtener precios justos y el acceso limitado a mercados”.

No obstante, los datos demuestran que va en aumento, aunque con lentitud, especialmente en los países en desarrollo. Existen ejemplos de su aplicación eficaz en diversos sistemas de producción en distintas partes del mundo. Entre las limitaciones que existen para su adopción figura la falta de conocimientos. Para una aplicación satisfactoria, es preciso conocer bien los ecosistemas agrícolas seleccionados. La orientación sobre la aplicación del control biológico está mejorando, pero es necesario intensificar la investigación sobre las repercusiones de determinadas prácticas de gestión (FAO, 2021).

1.3.2 Tipos de controladores biológicos

La seguridad alimentaria mundial se ve perturbada por múltiples constituyentes, en ellos destacan los insectos plaga, en la actualidad su control se basa principalmente en la aplicación masiva de insecticidas químicos, lo que conlleva a impactos negativos como riesgos para la salud humana, desarrollo de resistencias a plagas, presencia de residuos químicos en los alimentos, contaminación del ambiente, proliferación de plagas secundarias y disminución de las poblaciones de insectos beneficiosos. Frente a esta problemática, existe una creciente necesidad de implementar estrategias de manejo de plagas que sean tanto eficaces como ambientales (Zelaya-Molina *et al.*, 2022).

Entre los distintos controladores biológicos que se utilizan para mitigar las plagas pueden clasificarse de la siguiente manera:

1.3.2.1 Parasitoides

Los parasitoides son insectos que, en su etapa larval, se desarrollan alimentándose dentro o sobre un invertebrado huésped, al cual finalmente causan la muerte, en su fase adulta, estos insectos llevan una vida libre y se nutren exclusivamente de agua o néctar (Díaz *et al.*, 2018).

El parasitoide inmaduro se desarrolla dentro o fuera del insecto plaga, alimentándose de sus fluidos corporales y de sus órganos. El parasitoide emerge para pupar o bien en estado adulto. El ciclo de vida del insecto plaga en general coincide con el del parasitoide. El adulto de una micro avispa pone un huevo dentro de un áfido adulto, y luego de este huevo emerge una larva que se alimenta internamente en el cuerpo del pulgón hasta provocarle la muerte.

El pulgón muerto queda en estado momificado y de él emerge un parasitoide adulto (Nicholls Estrada, 2016).



Figura 4. Avispa parasitoide

1.3.2.2 Depredadores

Ugalde (2015) “Son los que buscan y se alimentan libre y activamente de varias presas durante toda su vida, entre ellos se encuentran las mariquitas y las crisopas”.

Frecuentemente el depredador adulto se alimenta sobre la misma presa que su progenie, como ocurre en el caso de *Coccinellidae*. Sin embargo, en otros tipos de depredadores como los Neurópteros y los Dípteros, los adultos pueden tener fuentes de alimentos diferentes a las de los estados inmaduros (Sánchez *et al.*, 2015).



Figura 5. Insecto depredador de plagas

1.3.2.3 Entomopatógenos

El empleo de entomopatógenos ha demostrado ser capaz de controlar hasta el 65% de la población larval de *Spodoptera* en el cultivo de maíz, este potencial se basa en características clave que los posicionan como agentes efectivos de control biológico: presentan un amplio espectro de hospedadores y son capaces de inducir elevadas tasas de mortalidad, poseen un alto grado de seguridad ambiental, pueden ser producidos a distintas escalas mediante técnicas tanto in vivo como in vitro (Sánchez Broncano *et al.*, 2019).



Figura 6. Hongo entomopatógeno

1.4 *Trichogramma* spp. como controlador biológico

Los himenópteros del género *Trichogramma* representan el grupo de parasitoides más empleados en estrategias de control inundativo a escala global, abarcado más del 80% del mercado y de la superficie agrícola protegida mediante este método. A diferencia del control biológico clásico, el enfoque inundativo con estos himenópteros implica liberaciones recurrentes según la dinámica especializada, como insectarios o empresas biotecnológicas, para garantizar la producción masiva, comercialización y suministro continuo de estos agentes de control (Devotto y Salas, 2016).

1.4.1 Taxonomía de *Trichogramma* spp.

Tabla 6. Taxonomía de *Trichogramma* spp.

Reino	Animal
Phylum	Artrópoda
Clase	Insecta
Orden	Hymenóptera
Familia	<i>Trichogrammatidae</i>
Género	<i>Trichogramma</i>
Especie	<i>Trichogramma</i> spp.

Fuente: Corporación AMA (2021).

1.4.2 Características morfológicas

Trichogramma pertenece a la familia Trichogrammatidae, la cual está compuesta por aproximadamente 80 géneros, los integrantes de esta familia son parásitos especializados en huevos de insectos y presentan un tamaño diminuto que oscila entre 0.2 y 1.5 mm. La identificación taxonómica de estos organismos resulta compleja debido a la uniformidad en su tamaño y características morfológicas, lo que dificulta su diferencia precisa (Nagarkatti, 2015).

1.4.3 Biología de *Trichogramma* spp.

Las especies de *Trichogramma* experimentan una metamorfosis completa, que incluye cuatro etapas de vida: huevo, larva, pupa y adulto.

El desarrollo de todas las especies de *Trichogramma* es muy similar, el huevo con 0,1 mm de longitud se inserta en el huésped y duplica su tamaño antes de eclosionar.

La larva, que se reduce a un saco digestivo provisto de dos ganchos (mandíbulas) que enmarcan la boca, se alimenta de la masa vitelina o embrión del huésped, en este último caso el embrión siendo destruido por un proceso de lisis. Hay tres estadios larvarios, todos sacciforme. A estos les sigue una prepupa, cuando se forman los caracteres adultos y una pupa. Al comienzo del tercer estadio larvario, el huevo huésped gira negro debido a la deposición de gránulos negros en la superficie interna del corion, un carácter diagnóstico invaluable para los huevos parasitados (Goswami *et al.*, 2017).

1.5 Uso de *Trichogramma* spp. en el control biológico

1.5.1 Estrategias de ataque

La hembra de este género parasita los huevos del huésped y entre dos a cuatro días después de la parasitación los huevos comienzan a oscurecerse, adquiriendo un color casi negro, alrededor del octavo día, las larvas se desarrollan hasta alcanzar la etapa adulta, emergiendo a través de orificios característicos en el corion, posteriormente, las hembras continúan su actividad parasitaria atacando los huevos de otras plagas, contribuyendo así al control biológico de estas poblaciones (Tomás y Piqueras, 2020).

Trichogramma es una avispa que parasita los huevos del insecto plaga, solo actúa cuando estos huevecillos se encuentran presentes en el cultivo. Cuando las avispas son liberadas en el campo las hembras buscan el huevo de la plaga para parasitarlo, de esta manera las avispas *Trichogramma* evitan que de los huevos de la plaga emerjan pequeñas larvas que ataquen el cultivo, dando origen a la reproducción de nuevas avispitas (Vargas, 2020).

1.5.2 Ventajas del uso

Según Corporación AMA (2021), estas son las ventajas:

- Es compatible con otras medidas de control y no contaminan el medio ambiente.
- No es tóxico en humanos, animales y plantas, no afectan a los enemigos naturales no específicos.
- No hay riesgo de intoxicación de los aplicadores.

- Reduce los costos de producción por la no utilización de insecticidas químicos.
- Ayuda a obtener productos sin trazas residuos químicos
- Puede usarse en la agricultura convencional, orgánica, biodinámica.
- Tienen especificidad por un rango de hospederos.

1.6 *Telenomus remus* spp. como controlador biológico

Telenomus remus es una avispa parasitoide la cual no hace nidos, sino que viven dentro de otros insectos y los matan. Vive internamente en el cogollero, pone su huevo dentro del huevo del lepidóptero. La cría de la avispa nace y come el huevo del cogollero, hasta matarlo. Cuando *Telenomus remus* llega a ser adulta, este individuo emerge rompiendo el cascarón del huevo del cogollero y posteriormente se desplaza en busca de más huevos de esta plaga (Montenegro, 2014).

1.6.1 Taxonomía de *Telenomus remus*

Tabla 7. Taxonomía de *Telenomus remus*

Reino	Animal
Phylum	Artrópoda
Clase	Insecta
Orden	Hymenóptera
Familia	Scelionidae
Género	Telenomus
Especie	Telenomus remus

Fuente: (González y Contreras, 2023).

1.6.2 Características morfológicas

Las hembras tienen un tamaño entre 0.5 y 0.6 mm de longitud, presentan antenas con una clava compuesta de cuatro segmentos, además de fémures y tibias de color oscuro, a diferencia de los machos, son de tonalidad más pálida, con antenas moniliformes que cuentan con 11 a 12 segmentos, y fémures y tibias claras, las alas de ambos sexos se caracterizan por tener venas cortas y márgenes casi paralelos (Farro, 2014).

1.6.3 Biología de *Telenomus remus*

Telenomus remus es un insecto holometábolo cuyo ciclo de vida comprende las fases de huevo, larva, pupa y adulto. La larva atraviesa dos estadios: el primero es no segmentado, con un par de mandíbulas delgadas y dos espinas caudales; el segundo estadio es segmentado, presenta mandíbulas cortas y rectas, y carece de espinas caudales. Una vez que la larva agota los nutrientes del huésped, se transforma en pupa, inicialmente de color gris opaco que luego cambia a negro metálico, el adulto emerge perforando el corion del huevo

huésped mediante un pequeño orificio que realiza con sus mandíbulas (González y Contreras, 2023).

1.7 Uso de *Telenomus remus* en el control biológico

1.7.1 Estrategias de ataque

En palabras de Delgado (2016) “Se realizan 4 liberaciones para un total de 6000 – 8000 avispidas/ha. Realizar la liberación al final de la tarde y en caso de aplicación de insecticida esperar 4 días luego de la aplicación”.

1.7.2 Ventajas del uso

Entre los beneficios de emplear este controlador biológico se encuentra la disminución de los niveles de infestación de plagas hasta un punto en el que no representen pérdidas económicas, así como la reducción del espectro de acción, evitando, además, la contaminación ambiental. Su eficacia está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas, la fase de desarrollo del cultivo y la interacción entre las plagas y el hospedero (Hernández-Trejo *et al.*, 2019).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del área

2.1.1 Ubicación

El estudio se realizó en la parroquia Colonche perteneciente al cantón Santa Elena, se localiza en la zona centro-norte de la provincia de Santa Elena y abarca un área de 1.137,2 kilómetros cuadrados. Según el Censo de Población realizado en 2022, la parroquia cuenta con 40.058 habitantes por kilómetro cuadrado. Además, es la parroquia más extensa de la provincia, abarcando el 30.45% de la superficie total del territorio provincial (INEC, 2022).

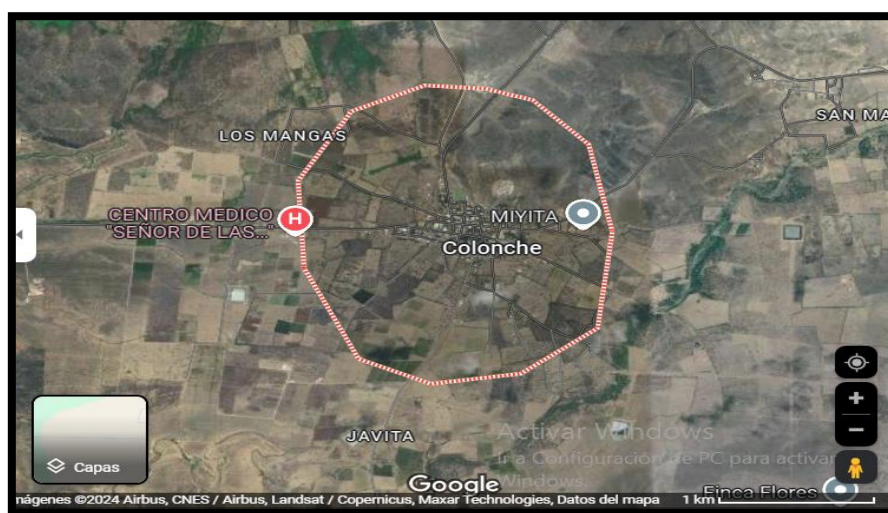


Figura 7. Ubicación del área de estudio

2.1.2 Clima

La parroquia Colonche, situada en una zona tropical, presenta dos estaciones: seca y lluviosa. Este clima está influenciado por la corriente de Humbolt, que afecta a las costas ecuatorianas con aguas frías. La temperatura media anual se sitúa alrededor de 26°C, mientras que las precipitaciones son escasas, ubicando a Colonche como una de las parroquias con menor pluviosidad en la provincia de Santa Elena, su humedad relativa se acerca al 80% durante el invierno, que se manifiesta con lluvias ligeras y neblinas, lo cual no hace un efecto significativo en la vegetación (GADPR Colonche, 2023).

2.1.3 Suelo

La mayoría de los suelos de la cordillera Chongón Colonche poseen rocas sedimentarias antiguas donde predominan los relieves abruptos y poco profundos. Los suelos en la parte alta son molisoles, predominando los de texturas finas (arcillosas y franco arcillosas), que asociados a las fuertes pendientes, los hacen susceptibles a la

erosión. En las áreas secas predominan suelos arcillosos, susceptibles a la erosión eólica y escurrimiento superficial debido a la falta de cobertura vegetal (GADP Colonche, 2017).

2.2 Materiales y equipos

La selección de los materiales y herramientas se realizó en función de los objetivos del proyecto, buscando garantizar la calidad de los procesos y optimizar los recursos disponibles. A continuación, se detallan los principales materiales utilizados durante la ejecución del presente trabajo:

Tabla 8. Materiales y equipos.

Materiales	Equipos e instrumentos
Material bibliográfico	Encuestas y guía de observación
Computadora	Cámara fotográfica
Softwares (Excel, Word)	Grabadora de voz
Contactos de agricultores	Google Maps
Cuaderno y bolígrafos	Transporte

2.3 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se aplicó fue el método descriptivo, según Guevara Albán *et al.* (2020) este método se encarga de puntualizar las características de la población que está estudiando, el autor lo define como “registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual y la composición o procesos de los fenómenos”.

El cual fue optimo para trabajar en la investigacion porque proporcionó una herramienta efectiva para descomponer y comprender a profundidad el estudio, facilitando la identificacion de las causas y efectos de manera sistematica la opinion del agricultor sobre el control biologico de plagas.

2.4 Diseño de investigación

El presente estudio adoptó un enfoque de diseño no experimental cualitativo. En palabras de Arias (2021) “Este diseño se caracteriza por la observación y el análisis; los sujetos del estudio son evaluados en su contexto natural sin alterar ninguna situación; así mismo, no se manipulan las variables del estudio por parte del investigador”.

2.4.1 *Diseño no experimental*

Se buscó describir de manera detallada el impacto derivado de la efectividad del uso de los controladores biológicos en el cultivo de maíz, mediante la recopilación de datos obtenidos a través de encuestas dirigidas a los agricultores y productores involucrados en el

proceso productivo. Este enfoque metodológico posibilita una comprensión profunda de las percepciones, experiencias y resultados observados en el campo, proporcionando una visión integral y contextualizada del fenómeno analizado.

2.4.1.1 Población

La población de ese trabajo investigativo estuvo conformada por los habitantes de la parroquia Colonche, ubicada en la provincia de Santa Elena. Según datos disponibles del Censo Ecuador (2020), la parroquia cuenta con 40,058 habitantes. No obstante, para efectos de este estudio, se consideró como población objetivo a los productores agrícolas de las diferentes comunidades de la parroquia que implementaron controladores biológicos en sus cultivos de maíz (*Zea mays L.*) como estrategia para el manejo de plagas. De acuerdo con los datos recopilados, se identificaron 60 productores que utilizan este tipo de control, constituyendo así la población específica para el estudio.

2.4.1.2 Muestra

Debido al tamaño reducido de la población objetivo, la cual son 60 agricultores, se trabajó con una muestra no probabilística por conveniencia, que en palabras de Hernández González (2021) en este método la muestra se realiza conforme a la conveniencia del investigador, lo que le otorga la facultad de determinar de forma discrecional la cantidad de participantes incluidos en el estudio, tomando en cuenta a los productores que estuvieron disponibles y dispuestos a participar en el estudio. Esta muestra permitió recopilar información cualitativa relevante para el análisis del impacto del uso de los controladores biológicos en el desarrollo del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en la parroquia Colonche.

2.4.1.3 Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron permitieron una recolección de datos completa y multifacética, lo que proporcionó una comprensión profunda y detallada de las prácticas de control biológico en las comunas estudiadas. Los instrumentos de estudio incluyeron:

- **Encuesta**

La encuesta fue diseñada como la herramienta principal para la obtención de datos de los agricultores, enfocándose en su percepción respecto al uso de agentes de control biológico en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en las diversas comunas de la parroquia Colonche. El instrumento de recolección se estructuró en tres temáticas: área social, económica y productiva, con el propósito de obtener una visión integral sobre las condiciones de los productores y su interacción con estas prácticas agrícolas sostenibles.

En el área social, se evaluaron variables tales como el género, la edad, el nivel educativo, las condiciones básicas del hogar, el acceso a servicios y programas de

capacitación así como la composición familiar involucrada en las actividades agrícolas. Por otro lado, en el aspecto económico, las preguntas se enfocaron en el costo asociado a la inversión en agentes de control biológico, la comparación de costos frente a los agroquímicos convencionales, el efecto sobre los ingresos familiares, el acceso a financiamiento o subsidio y la percepción acerca de la sostenibilidad económica de estas prácticas.

En el ámbito productivo, se analizaron aspectos técnicos y agronómicos tales como el tipo de controlador biológico utilizado, la duración de periodo de aplicación, la eficacia observada, la presencia de plagas, las variaciones en el rendimiento del cultivo, la calidad del grano, así como las ventajas y limitaciones identificadas por los productores. Este instrumento permitió no solo la recopilación de datos cuantitativos, sino también la indagación en percepciones, expectativas y conocimientos de los agricultores, lo cual fue fundamental para evaluar de manera integral el impacto real de los parasitoides en el contexto investigado.

- **Guía de observación**

La guía de observación fue diseñada como un recurso adicional a la encuesta, con la finalidad de documentar de forma directa y sistemática las condiciones del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) y la eficacia de la aplicación de controladores biológicos en los diferentes cultivos de maíz de la parroquia Colonche. Este instrumento facilitó la recolección de pruebas empíricas mediante la observación en terreno, tomando en cuenta categorías fundamentales vinculadas con la condición de salud del cultivo, las técnicas de gestión agronómica y los rendimientos de producción.

La guía se estructuró en cinco categorías principales: plagas identificadas, controladores biológicos parasitoides aplicados, eficacia del control, condiciones y manejo del cultivo, y rendimiento del mismo. Cada categoría incluía indicadores específicos que fueron observados directamente en los cultivos evaluados, por ejemplo, en la categoría de plagas se documentó la presencia de gusanos cogolleros, pulgones y trips; mientras que en la evaluación de la efectividad se consideraron aspectos como la reducción de la población de plagas, la persistencia con disminución parcial y la frecuencia de reinfestación.

De igual manera, se evaluaron las condiciones del cultivo como lesiones en hojas, tallos o mazorca, y la implementación de prácticas complementarias como la rotación de cultivos, el manejo integrado de plagas y las trampas ecológicas. Por último, se evaluó el desempeño en términos generales, determinando si fue bajo, medio o alto, en función del

número de aplicaciones de controladores biológicos efectuadas. El uso de la guía permitió corroborar en territorio los datos obtenidos en las encuestas, contrastando percepciones con observaciones auténticas, lo cual reforzó la validez del análisis general del estudio.

2.4.1.4 Validación de instrumentos

En el contexto de esta investigación titulada “Análisis del impacto de la efectividad de los controladores biológicos en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en la parroquia Colonche”, se crearon dos herramientas de recopilación de datos: una encuesta y una guía de observación. Previo a su uso, fue imprescindible verificar ambos instrumentos con el objetivo de garantizar su relevancia, claridad y congruencia con los objetivos de la investigación.

2.4.1.4.1 Definición del objetivo de la encuesta y la guía de observación

Se establecieron objetivos específicos de cada instrumento:

- **Encuestas:** Recolectar información acerca de los factores sociales, económicos y productivos relacionados con el uso de controladores biológicos en el cultivo de maíz de los diferentes productores de la parroquia Colonche.

- **Guía de observación:** Documentar directamente la condición del cultivo, la existencia de plagas y la efectividad de los controladores biológicos detectada en el campo.

2.4.1.4.2 Revisión de literatura

Se analizaron investigaciones previas, publicaciones académicas y guías metodológicas relacionadas con el uso de control biológico, técnicas de observación de terreno y encuestas agroproductivas. Tomando las palabras de Vincent (2020) “Una encuesta es una forma en la que puedes obtener datos, es la manera en la que puedes investigar y recopilar datos para un proyecto investigativo, como lo puede ser una tesis, por medio de una lista de preguntas”.

El concepto plantea de manera sencilla que una encuesta es una herramienta para obtener datos mediante una lista de preguntas y eso se refleja en el presente trabajo de investigación, a través de la encuesta se logró recopilar información clave directamente de los productores de maíz (*Zea mays L.*) sobre sus prácticas, percepciones y experiencias con el uso de los controladores biológicos en sus cultivos. Este instrumento no solo sirvió para realizar preguntas, sino también para entender la realidad del campo desde la voz de quienes lo trabajan.

Pérez y Merino (2021) mencionan que una guía de observación es un documento que permite procesar la acción de observar ciertos fenómenos, frecuentemente se organiza a

través de columnas que favorecen la distribución de los datos recogidos, lo que permite que se haga uso de ella en múltiples áreas y por parte de un gran número de personas.

Este criterio resalta una idea muy acertada sobre la utilidad de una guía de observación, en el caso del presente trabajo investigativo, esa definición cobra mucho sentido ya que la guía de observación aplicada en las parcelas de maíz (*Zea mays L.*) de la parroquia Colonche permitió registrar información clave sobre la persistencia de plaga, el uso de controladores biológicos y el estado general del cultivo.

Gracias a su estructura en columnas en columnas, fue posible organizar los datos de manera clara, facilitando tanto la observación en campo como el análisis posterior. Este instrumento demuestra ser muy efectivo cuando se requiere recolectar datos directos y visuales en entornos productivos reales como los que se abordaron en esta investigación.

2.4.1.4.3 Revisión del tutor académico

Se presentó un primer borrador de los instrumentos al tutor académico previo a la realización del trabajo de campo, para obtener observaciones sobre la redacción, el enfoque de las preguntas y la coherencia con los objetivos del estudio. Se realizaron ajustes a partir de esta revisión.

2.4.1.4.4 Análisis de fiabilidad

Se realizó una prueba piloto a un grupo reducido de agricultores con características parecidas a la muestra, en ella se observaron dificultades de comprensión y algo de confusión con respecto a algunas preguntas, lo que permitió realizar correcciones antes de su aplicación definitiva.

2.4.1.4.5 Validación de constructo y criterio

Se verificó que las preguntas midieran correctamente las variables teóricas propuestas en el estudio, como la efectividad, percepción del agricultor, rendimiento y manejo del cultivo. Al mismo tiempo se contrastaron los resultados esperados con evidencia empírica previa, se analizó la capacidad de los instrumentos para relacionar variables como la efectividad del control biológico con la percepción del agricultor.

2.4.1.4.6 Revisión y ajuste final

A partir de todas las validaciones anteriores, se llevó a cabo la mejora de la redacción, la eliminación de preguntas innecesarias, y reforzar y agregar aquellas preguntas que proporcionaban información valiosa. Los instrumentos se ajustaron para adaptarse al lenguaje, contexto y nivel educativo de la población objetivo.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Área social

- **Sexo del responsable principal del cultivo**

La gráfica 1 permite observar que del 100% de los encuestados el 78% son varones y solo el 22% representan a la mujer.

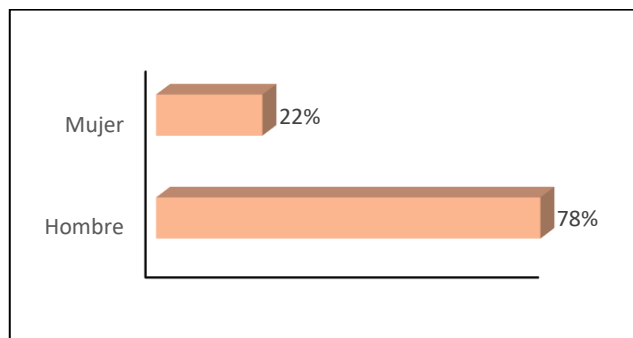


Figura 8. Sexo del responsable principal del cultivo.

Este resultado coincide con investigaciones anteriores que evidencian la baja participación de las mujeres en las labores agrícolas, especialmente en las zonas rurales de América Latina, donde persisten obstáculos relacionados con el acceso a recursos productivos y la participación en toma de decisiones (FAO, 2021). Los datos obtenidos en este estudio confirman la necesidad de implementar políticas y programas que promuevan la participación y equitativa de las mujeres en la agricultura, garantizando su acceso a recursos, formación y espacios de decisión, para avanzar hacia sistemas agrícolas más inclusivos y sostenibles.

- **Edad del responsable del cultivo**

El gráfico 2 refleja que el grupo de edad predominante se encuentra entre los 30 y 45 años, representando el 48% de los encuestados, le sigue el grupo de 46 a 60 años con un 22% mientras que los agricultores de mayor edad tienen una participación más limitada, con un 12%, siendo de edades de 61 años en adelante.

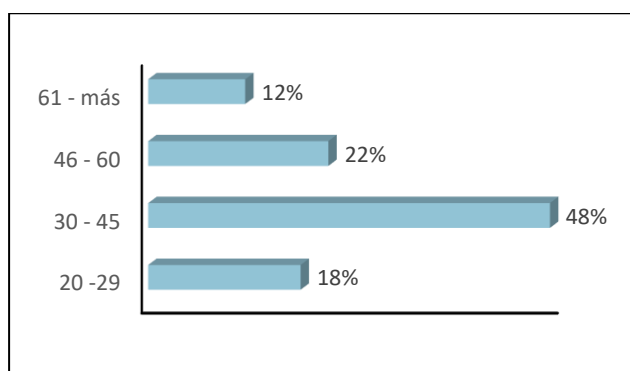


Figura 9. Edad del responsable del cultivo.

A partir de estos datos, se puede observar que la administración de las fincas está mayoritariamente en manos de personas de mediana edad. Esta tendencia ya ha sido evidenciada en estudios previos realizados en Ecuador, por ejemplo, según información del INEC, el 45,9% de los productores tienen entre 45 y 64 años (INEC, 2024). Esta distribución etaria indica que una parte considerable de los agricultores se encuentra en etapas productivas de la vida, aunque la escasa participación de personas mayores de 61 años podría representar desafíos a futuro en cuanto al revelo generacional.

- **Nivel de instrucción académica**

El gráfico muestra que la mayoría de los agricultores tienen un nivel de instrucción secundaria con el 48%, seguido por un 38% con nivel primario, solo el 12% cuenta con estudios universitarios mientras que un 2% no posee ningún tipo de instrucción formal. Aunque la mayoría de los productores ha alcanzado un nivel educativo completo, todavía se identifica un grupo considerable con menor formación académica.

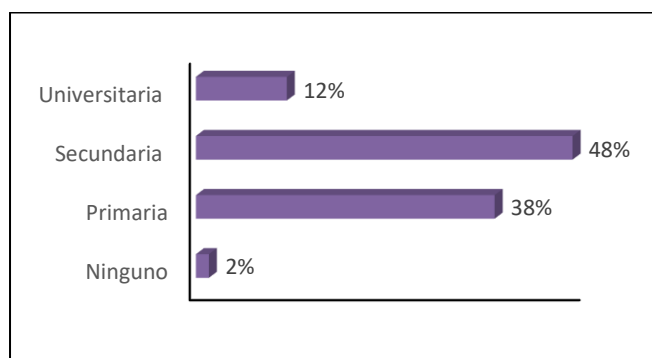


Figura 10. Nivel académico

En este sentido Calderón (2015) señala que aún existe parcialmente pocos programas con énfasis en la temática rural en la educación, puesto que las políticas planteadas hasta la actualidad que son en su mayoría de carácter nacional no profundizan en los diferentes problemas estructurales que inciden en la persistencia de las diferencias urbanas y rurales. Esta carencia podría obstaculizar el desarrollo de capacidades técnicas y limitar la adopción de prácticas modernas y sostenibles en el sector agrícola.

- **Número total de personas que residen en el hogar**

Los datos demuestran que el 72% de los agricultores viven en hogares conformados por 4 a 6 personas, el 18% convive con 2 a 3 personas, mientras que un 8% indicó tener entre 7 y 8 miembros en su hogar, solo un 2% manifestó pertenecer a núcleos familiares de más de 9 personas.

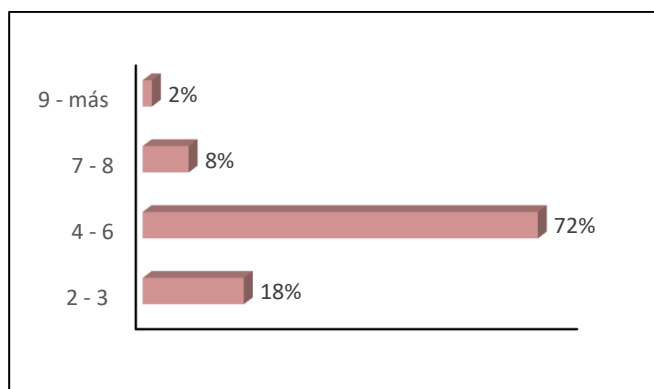


Figura 11. Número de personas que residen en el hogar

Estos datos coinciden con el Censo de Población y Vivienda en el 2022 realizado por INEC, en la provincia de Santa Elena las familias de los sectores rurales cuentan con un promedio de 3,6 miembros por hogar (INEC, 2022). Esta estructura familiar, común en sectores rurales, puede afectar significativamente en la organización del trabajo agrícola como la distribución interna de los recursos en el hogar.

- **Servicios básicos disponibles en el hogar**

En relación con los servicios básicos, se observa que el 100% de los hogares de los agricultores encuestados cuenta con servicios de energía eléctrica y telefonía celular. En cuanto a aspectos como agua potable o el desagüe, no se reflejan en los porcentajes principales.

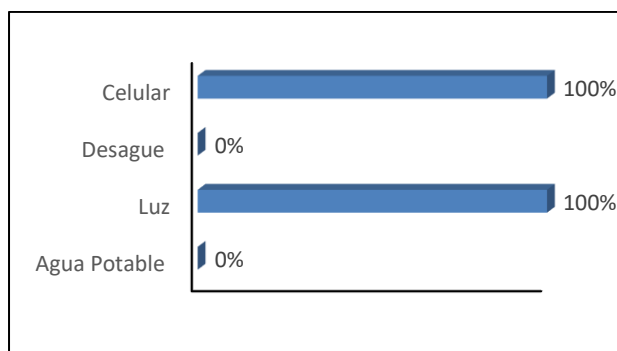


Figura 12. Servicios básicos

Este panorama pone de manifiesto un problema de mayor envergadura en las zonas rurales de provincias como Santa Elena. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe reconoce que, en promedio el 15% de la población rural latinoamericana no tiene acceso a algunos de los servicios básicos como agua potable (CEPAL, 2022).

Estas deficiencias resaltan la importancia de establecer políticas públicas orientadas a mejorar y asegurar una distribución equitativa de los servicios básicos en las zonas rurales.

- **Mobilización para la zona**

El siguiente gráfico muestra que el 93% de los agricultores manifestó contar con algún medio de transporte propio, como motocicleta para movilizarse dentro de la zona, solo un 7% indicó no disponer de este recurso.

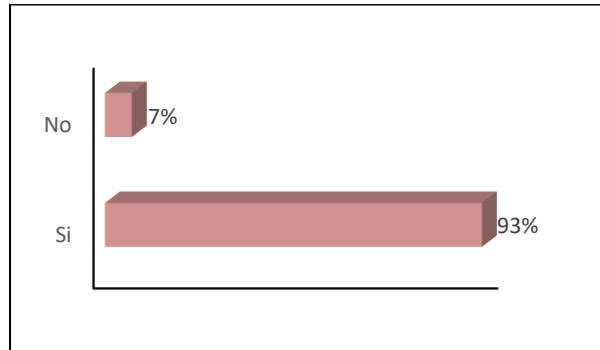


Figura 13. Movilización para la zona

La FAO menciona que el transporte permite a las poblaciones rurales desplazarse y beneficiarse de las interacciones sociales, agroproductivas, educativas y atención médica (FAO, 2025). Estas condiciones reducen los costos de movilización de insumos y cosechas, minimiza pérdidas postcosecha y favorece la resiliencia de los productores pequeños

- **Participación de la familia en la actividad agrícola**

Los resultados demuestran que el 50% de los encuestados indicó que entre cuatro y cinco miembros de su familia participan en las labores del campo, un 33% señaló que dos o tres personas se dedican a estas actividades, el 17% afirmó que toda la familia se involucra en el trabajo agrícola. No se registraron hogares donde ningún integrante participe en la actividad.

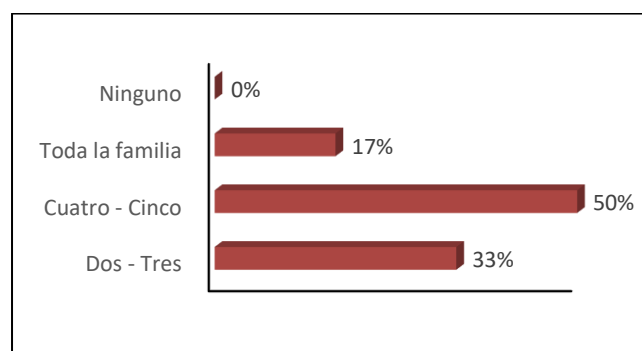


Figura 14. Participación de la familia en la agricultura

Estos resultados coinciden con las palabras de Morales y Mideros (2021) quienes aportan que existe un equilibrio entre la familia y el trabajo de campo porque poseen el control de los recursos como tierras, maquinaria y la experiencia; y la ganancia por las actividades realizadas se vuelve a invertir en la unidad productiva. Esto evidencia que la

agricultura familiar en áreas rurales conserva una sólida cohesión entre los integrantes del hogar, quienes se involucran de manera activa en las actividades agrícolas.

- **Capacitación acerca de los controladores biológicos y su uso en la agricultura**

El siguiente grafico muestra que el 92% de los agricultores recibió instrucción específica acerca del uso de controladores biológicos en la agricultura, mientras que el 8% no recibió capacitación formal. Sin embargo, este pequeño porcentaje de productores que no participó en programas de capacitación corresponde a personas con formación académica previa, quienes ya poseían conocimientos sobre el tema antes de iniciar su implementación en el cultivo de maíz.

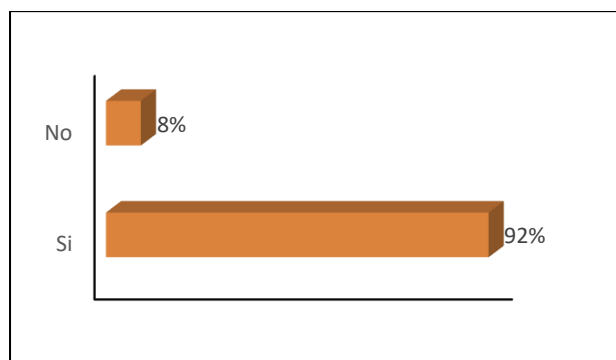


Figura 15. Capacitación a productores de maíz (*Zea mays L.*)

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias destaca que las capacitaciones son una herramienta importante para fortalecer el uso del biocontrol en la agricultura en Ecuador, en especial sobre metodologías de aplicación (Castillo C., 2021). El alto porcentaje de agricultores capacitados refleja un avance significativo en la adopción de tecnologías limpias, mientras que la preparación previa de quienes no fueron parte de los programas formales demuestra que existe una base técnica en el uso del control biológico en Ecuador.

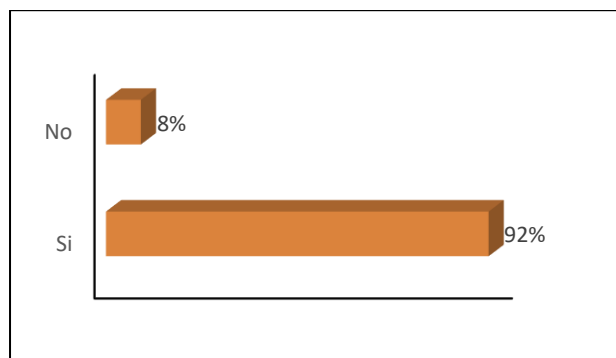


Figura 16. Capacitación a productores de maíz (*Zea mays L.*)

- **Entidad donde recibió capacitación**

Los resultados muestran que el 65% de los agricultores encuestados recibió preparación por parte de la Prefectura, un 18% recibió capacitación a través de una organización no gubernamental (ONG), mientras que un 10% fue capacitado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Por otro lado, el 7% corresponde a productores que no recibieron capacitación formal, debido a que ya contaban con conocimientos previos adquiridos a través de su formación académica.

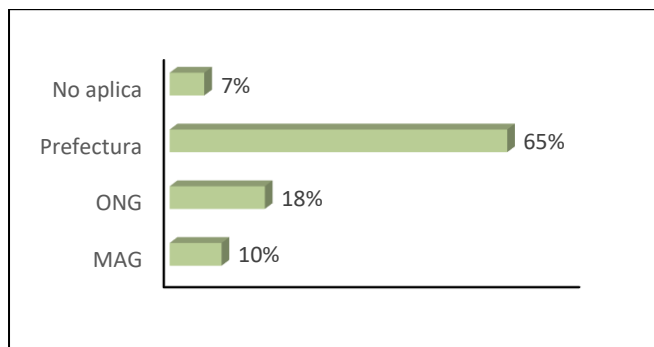


Figura 17. Entidad donde recibió capacitación

La Prefectura de Manabí destaca que los procesos de capacitación agrícola constituyen un eje fundamental para la modernización de los sistemas productivos, donde la diversificación de actores formativos refleja dinámicas de transferencia de tecnología (Ochoa, 2025). Estos resultados evidencian que la Prefectura desempeña un rol clave en la capacitación agrícola, al ser responsable de 65% de la formación recibida por los agricultores, lo que resalta su liderazgo en la promoción de prácticas agrícolas sostenibles.

3.2 Área económica

- **Costo de inversión en controladores biológicos**

La siguiente gráfica muestra que el 100% de los agricultores encuestados indicó que su gasto se encuentra en el rango de \$0 a \$20. Esta baja inversión no se debe a la falta de interés por parte de los productores, sino que los insumos fueron entregados sin costo por parte de la Prefectura de Santa Elena, permitiendo reducir la inversión en controladores biológicos.

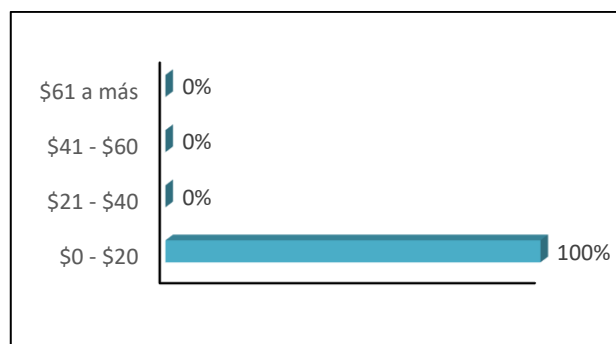


Figura 18. Costo de inversión en controladores biológicos

Parsa *et al.* (2014) señalan que uno de los desafíos más significativos para la implementación del control biológico en diversos países radica en la limitada disponibilidad y el elevado costo de los insumos biológicos. En el contexto de la parroquia Colonche, la intervención gubernamental ha intervenido de manera temporal en esta limitación, sin embargo, a mediano y largo plazo resulta imprescindible consolidar estrategias que aseguren un acceso sostenido y económicamente viable, con el fin de garantizar la continuidad de estas prácticas de control.

- **Financiamiento para el uso de controladores biológicos**

El grafico muestra que el 100% de los agricultores encuestados señaló que cuenta con financiamiento completo para esta actividad.

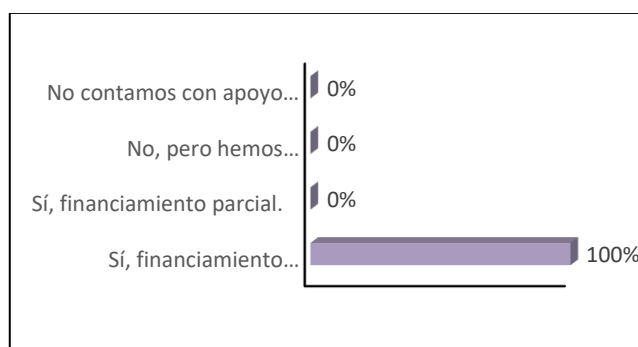


Figura 19. Financiamiento para el uso de controladores biológicos

Iniciativas como el proyecto de Financiamiento para la Reducción y Gestión de Agroquímicos (FARM), liderado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) junto con el ministerio de Agricultura (MAG), han sido fundamentales para proporcionar recursos financieros y técnicos que facilitan la adopción de bioinsumos por parte de los productores (MAG, 2022). El hecho de que el 100% de los agricultores encuestados cuente con financiamiento completo para el uso de controladores biológicos refleja el impacto positivo de las políticas públicas orientadas a la agricultura sostenible.

- **Cambios en el rendimiento que impacte directamente en los ingresos**

El siguiente grafico describe que el 57% de los agricultores indicó que el rendimiento en sus cultivos ha aumentado ligeramente, mientras que el 42% afirmó que el aumento ha sido notable, solo un 2% de los productores señaló que no ha observado cambios en el rendimiento, y ningún agricultor reportó una disminución en la producción del maíz.

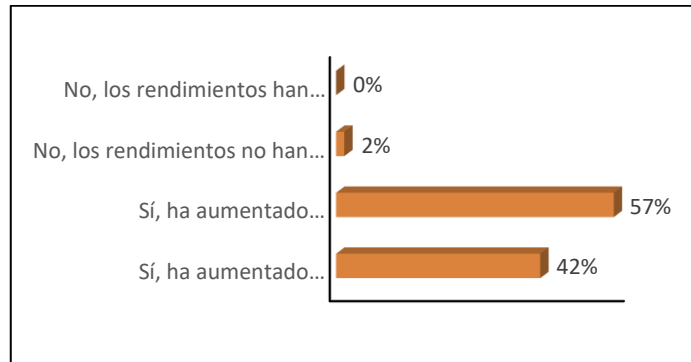


Figura 20. Cambios en el rendimiento que impacte directamente en los ingresos

En la comuna Manantial de Guangala, la implementación de agentes de control biológico evidenció un aumento significativo en el rendimiento del maíz (*Zea mays L.*), atribuible a un incremento en el número de semillas por mazorca y a un mayor diámetro en ellas (Borbor *et al.*, 2025). Estos resultados ayudan a determinar que el control biológico constituye no solo una alternativa sostenible, sino también una estrategia rentable y efectiva para optimizar la producción agrícola en áreas rurales.

- **Diferencia de costos entre controladores biológicos y pesticidas químicos convencionales**

El grafico muestra que el 100% de los agricultores encuestados perciben una diferencia de costos de entre \$201 y \$250 a favor de los controladores biológicos en comparación con los plaguicidas químicos convencionales.

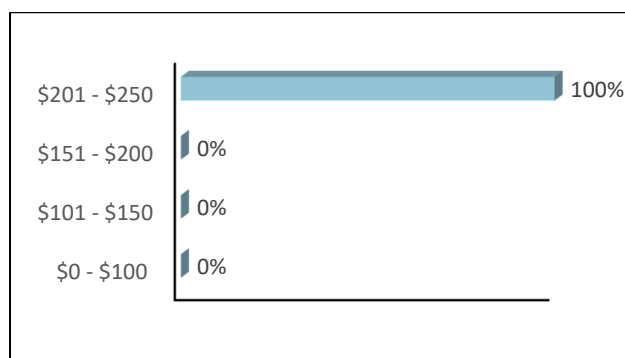


Figura 21. Diferencia de costos entre controladores biológicos y pesticidas químicos convencionales

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en Argentina ha demostrado que el control biológico puede alcanzar rendimientos similares a los obtenidos con plaguicidas

químicos, pero con tres veces menos de componentes activos y un costo reducido, estas evidencias sugieren que la adopción de controladores biológicos no solo es una alternativa sostenible, sino también económicamente viable para los agricultores (INTA, 2019). Relacionándolo con la implementación de controladores biológicos en la agricultura ecuatoriana no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también ofrece beneficios económicos tangibles para los productores, al reducir los costos asociados al uso de plaguicidas químicos y mejorar la rentabilidad de los cultivos.

- **Acceso a créditos**

El 80% de los agricultores encuestados manifestó no contar actualmente con acceso a crédito que faciliten la compra de estos productos. Un 15% indicó que no cuentan con acceso a créditos, pero se encuentran en proceso de conseguirlo, solo el 5% señaló disponer de crédito disponible para esta finalidad, y no se registraron casos de acceso a crédito con intereses elevados.

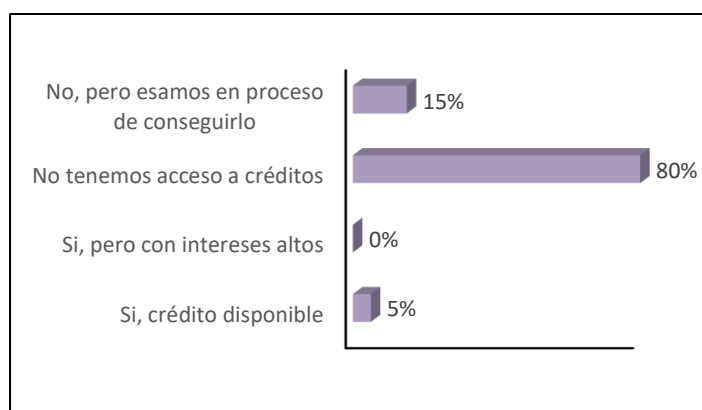


Figura 22. Acceso a créditos

Esta realidad es coherente con los datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), ya que apenas el 4,2% de los productores agropecuarios financian sus actividades a través de la banca pública o privada, mientras que el 94,1% depende de ingresos propios. Esta dependencia de recursos propios limita la adopción de insumos innovadores comprometiendo la productividad a largo plazo y evidenciando la necesidad de políticas públicas que mejoren el acceso al crédito rural.

- **Apoyo económico que le gustaría recibir**

El gráfico refleja que el 50% de los agricultores indicó que preferiría subsidios directos para la compra de estos productos como apoyo, el 32% manifestó interés en acceder a créditos a bajo interés para la compra de estos controladores, mientras que el 18%

consideró importante recibir capacitaciones y asesoramiento gratuito. No se registraron respuestas en la opción de no requerir apoyo adicional.

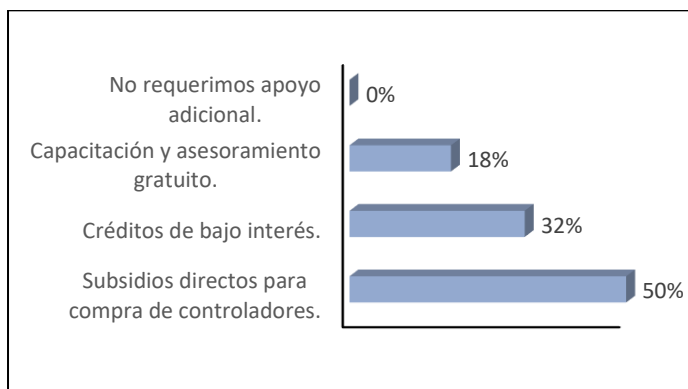


Figura 23. Apoyo económico que le gustaría recibir

En Ecuador, la inversión en subsidios destinados a incrementar la productividad del sector agrícola es considerablemente inferior en comparación con otros sectores. Según un informe de El Productor, en 2024 se proyectaron \$32,68 millones en subsidios directos para el seguro agrícola y programas de fomento productivo, mientras que el gasto en subsidios a los combustibles fue 98 veces mayor (Caicedo, 2024). Esto refleja una asignación de recursos que no favorece el desarrollo sostenible del sector agrícola, limitando su potencial de crecimiento y competitividad.

- **Costo de los controladores justificado**

El siguiente gráfico muestra que el 93% de los productores de maíz encuestados consideró que el precio de estos productos está totalmente justificado en relación con los beneficios que ofrecen en el cultivo. Solo un 7% indicó que aún no ha evaluado este aspecto, mientras que no se registraron respuestas en las opciones que consideraban el costo demasiado alto o aceptable pero costoso.

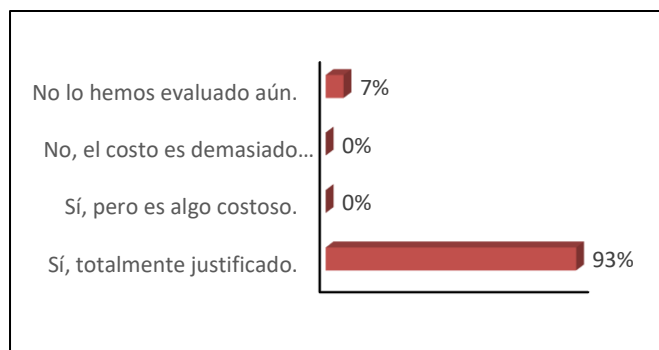


Figura 24. Costo de los controladores justificado

Gómez Torres (2020), asesora científica del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca señala que el uso de métodos biológicos en el manejo integrado de

plagas en maíz puede reducir el costo de producción por hectárea de aproximadamente \$1.200 a \$900, representando un ahorro significativo para los agricultores, además, la implementación de controladores biológicos contribuye a establecer un equilibrio ecológico entre las plagas, sus enemigos naturales y el agroecosistema, mejorando la salud del cultivo. Esto demuestra que los agricultores no solo valoran la eficiencia económica, sino también la sustentabilidad ambiental de sus prácticas agrícolas, cada vez son más conscientes del impacto que los insumos químicos generan, por lo que reconocen en los controladores biológicos una alternativa viable que contribuye a la conservación de los recursos naturales.

- **Viabilidad para seguir invirtiendo**

El 70% de los agricultores indicó que continuarían utilizando estos productos siempre que el aumento sea moderado, el 13% manifestó que seguiría invirtiendo incluso con aumentos de precios considerables, por otro lado, el 10% consideró que no sería viable seguir haciendo uso de este producto si los precios se elevan significativamente, mientras que un 7% señaló que su decisión dependería de los resultados que se observe en el rendimiento de su cultivo.

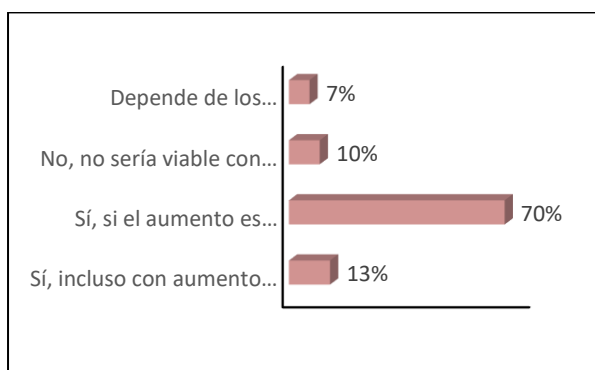


Figura 25. Viabilidad para seguir invirtiendo

Un estudio realizado por Sangoquiza *et al.* (2022) del cual evaluaron la aplicación de un biofertilizante basado en bacterias promotoras del crecimiento vegetal, reportando una reducción promedio del 25% en los costos de producción y un incremento en el rendimiento del cultivo. Estos resultados respaldan la percepción favorable de los agricultores respecto a la relación costo-beneficio de los controladores biológicos y enfatizan la necesidad de impulsar su adopción a través de políticas públicas que fomenten la capacitación, faciliten el acceso a financiamiento y establezcan una regulación adecuada para estos insumos.

- **Impacto esperado a largo plazo esperado en los ingresos**

El 83% expresó que espera un aumento constante en sus ingresos, por otro lado, el 12% indicó que no ha proyectado aun el posible impacto a largo plazo, el 5% señaló que

seguiría trabajando con controladores biológicos si el incremento de los precios es moderado. No se registró respuestas en la opción de no esperar ningún cambio.

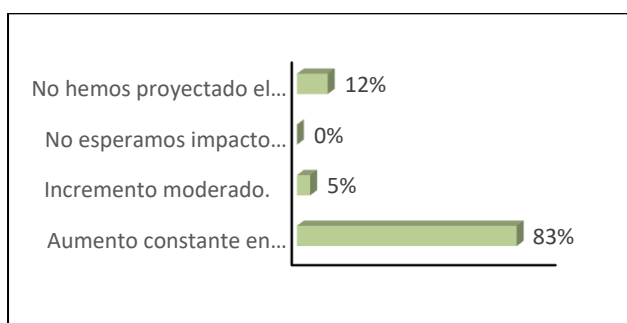


Figura 26. Impacto esperado a largo plazo esperado en los ingresos

Un estudio publicado en la revista “Ecuador es Calidad” evaluó la efectividad de formulados botánicos sobre plagas de maíz, encontrando que estos productos no solo controlan eficazmente las plagas, sino que también contribuyen a la reducción de costos de producción y al aumento del rendimiento del cultivo (Suarez, 2023). Esta investigación respalda la confianza de los agricultores sobre el impacto positivo de los controladores biológicos en sus ingresos a largo plazo, lo que refuerza la necesidad de impulsar su implementación.

3.3 Área productiva

- **Periodo de utilización de controladores biológicos**

El uso de los controladores biológicos en el cultivo de maíz por parte de los agricultores encuestados arroja los siguientes datos: el 55% los ha usado durante un ciclo, seguido por un 37% que reconoce hacerlos empleado en dos ciclos. Solo un 7% indicó haberlos usado durante tres ciclos y apenas y 2% mencionó cuatro o más ciclos de aplicación.

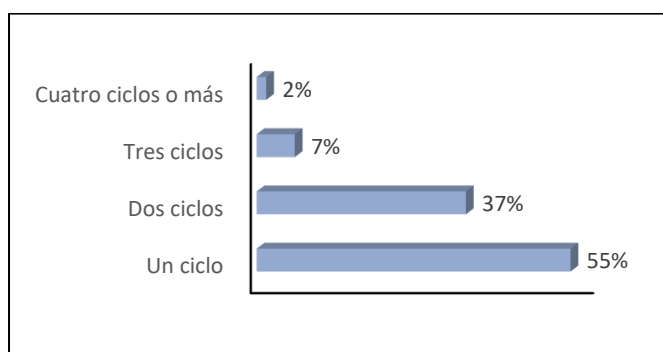


Figura 27. Periodo de utilización de controladores biológicos

La adopción sostenida de controladores biológicos enfrenta desafíos similares en otros cultivos, por ejemplo, en un estudio realizado en el cultivo de mora en Ecuador, sobre

el uso de microorganismos, se encontró que el 81% de los productos aplicaban estos agentes biológicos dos veces al año, el 16% lo hacía tres veces al año y solo el 3% una vez al año, esto refleja una tendencia generalizada de uso intermitente, posiblemente a factores como la disponibilidad de productos, la capacitación técnica y la percepción de eficacia (Viera-Arroyo *et al.*, 2020). Por lo tanto, para fomentar una adopción más amplia y sostenida de controladores biológicos en el cultivo de maíz, es esencial implementar políticas públicas que promueven la capacitación continua, faciliten el acceso a estos insumos y proporcionen evidencia clara de sus beneficios económicos y agronómicos.

- **Controladores biológicos utilizados**

El 100% indicó haber trabajado con *Trichogramma spp.* y *Telenomus remus*, según los datos registrados por la Prefectura, cabe recalcar que los agricultores no identificaron directamente los nombres científicos de los organismos utilizados, ya que su conocimiento sobre el tema es mayormente empírico y se basa en la experiencia práctica, más que en terminología técnica. No se registró el uso de otros controladores parasitoides.

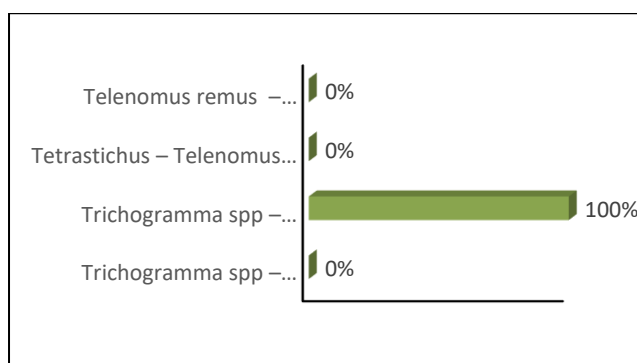


Figura 28. Controladores biológicos utilizados

Estudios recientes realizados en Ecuador han demostrado la efectividad de biocontroladores en *Spodoptera frugiperda*, una de las principales plagas del cultivo de maíz (*Zea mays L.*). En la provincia de Santa Elena se llevó a cabo una investigación donde se evidenció que *Telenomus remus* logró parasitar hasta el 90% de esta plaga, lo que resalta su potencial como agente biológico para el control integrado de este insecto (Valdivia *et al.*, 2025). Así mismo, se ha documentado la presencia de *Trichogramma spp.* en cultivos de maíz en la misma provincia, destacando su importancia como parasitoide de huevos de lepidópteros y su contribución al control de plagas (Mazzini *et al.*, 2025). Con base en los resultados obtenidos, se evidencia que el uso de ambos controladores está generalizado entre los agricultores, aunque su conocimiento se limita principalmente a la aplicación práctica más que a la identificación científica. Este panorama resalta la importancia de fortalecer los

programas de capacitación técnica, dado que un conocimiento más profundo sobre los organismos empleados puede mejorar significativamente la eficacia de su aplicación.

- **Efectividad de los controladores biológicos en comparación con controladores químicos convencionales**

El gráfico muestra que el 48% de los agricultores encuestados consideró que los biológicos son más efectivos, mientras que el 47% opinó que son igual de efectivos, pero representan una opción más sostenible. Solo un 5% mencionó que son menos efectivos en algunos casos específicos y ningún agricultor indicó que no sean efectivos.

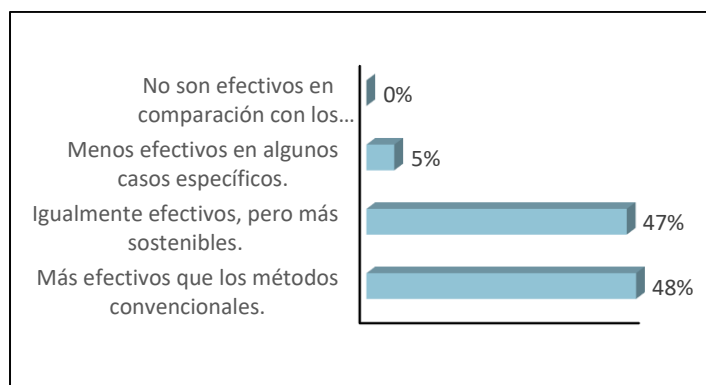


Figura 29. Efectividad de los controladores biológicos en comparación con controladores químicos convencionales

Esta opinión se respalda en estudios realizados anteriormente, como en la provincia de Santa Elena, se ha documentado que *Telenomus remus* logró parasitar el 90% de los huevos de *Spodoptera frugiperda*, evidenciando su alta eficacia (Valdivia *et al.*, 2025). De manera similar a *Trichogramma spp.*, *T. remus* ha dado a conocer que es un parasitoide de resultados positivos en la parasitación de huevos de lepidópteros, ayudando significativamente al control de plagas en cultivos de maíz (Borbor *et al.*, 2025). Estos resultados indican que hay una alta aceptación por parte de los agricultores hacia estos dos controladores biológicos parasitoides, el hecho de que el 95% de los encuestados los considere igual o más efectivos que los químicos convencionales destaca no solo su funcionalidad en campo, sino también una creciente conciencia sobre prácticas sostenibles.

- **Plagas y enfermedades más comunes en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*)**

El siguiente gráfico muestra que el 83% de los agricultores identificó a *Spodoptera frugiperda* como el principal problema fitosanitario, sigue los pulgones con el 12% y un 5% reportó enfermedades foliares como la roya o manchas en las hojas. No se registraron respuestas en la categoría de “otros”.

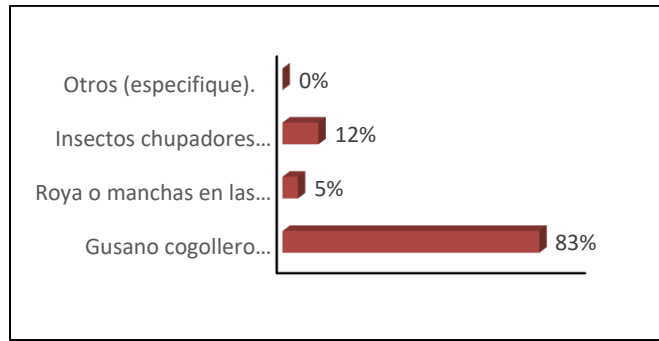


Figura 30. Plagas y enfermedades más comunes en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*)

Estos resultados coinciden con estudios científicos que destacan la importancia de esta plaga en Ecuador. Suarez (2023) destaca que *Spodoptera frugiperda* es considerada una de las mayores limitantes para la producción de maíz en el país, alimentándose del follaje de la planta ocasionando daños notables en ella. Esta información evidencia una convergencia entre la percepción de los agricultores y la evidencia científica, tal como señala el autor, esta especie representa una amenaza considerable para el rendimiento del cultivo.

- **Cambios en la incidencia de plagas a partir del uso de controladores biológicos**

El 82% de los agricultores indicó que la incidencia de plagas ha disminuido ligeramente, el 18% afirmó que la disminución ha sido significativa. No se registraron respuestas en las opciones que indicaban que la presencia de plagas ha aumentado o que no ha cambiado.

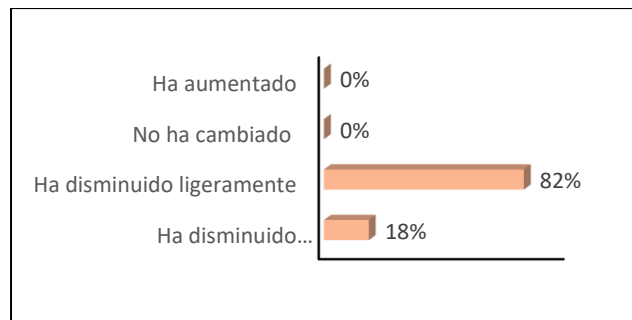


Figura 31. Cambios en la incidencia de plagas a partir del uso de controladores biológicos

Omprakash *et al.* (2023) estudiaron la calidad y biología de *Trichogramma* spp. aplicada a huevos de *Spodoptera frugiperda* en el marco de programas de control biológico aumentativo. Estos hallazgos consolidan la viabilidad del control biológico como una estrategia eficiente y sostenible en comparación con métodos tradicionales, al ofrecer un manejo adecuado de plagas y disminuir los riesgos asociados para la salud humana.

- **Cambios en el rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) al utilizar controladores biológicos**

El 88% de los agricultores señalaron que el rendimiento ha aumentado ligeramente, el 10% indicó que ha aumentado significativamente, solo el 2% expresó que no ha notado cambios y ningún encuestado reportó que el rendimiento disminuyó.

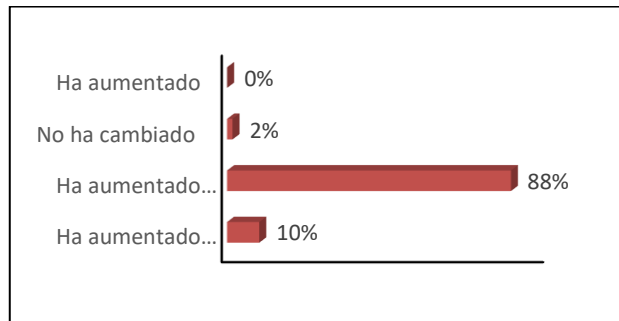


Figura 32. Cambios en el rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) al utilizar controladores biológicos

Estudios recientes corroboran esta tendencia, Borbor *et al.* (2025) evidenciaron que la aplicación de agentes de control biológico redujo significativamente la incidencia de plagas como *Spodoptera frugiperda*. Esto demuestra que el control biológico puede traducirse en beneficios productivos concretos, siendo una alternativa viable frente al uso continuo de agroquímicos que, si bien efectivos, generan impactos negativos sobre el ambiente y la salud humana.

- **Beneficios económicos o sociales percibidos**

El siguiente gráfico señala cuales fueron los beneficios económicos o sociales que los agricultores han percibido al utilizar controladores biológicos, el 48% de los agricultores manifestó que el ahorro en los costos de insumos fue uno de los principales beneficios, mientras que otro 48% señaló la reducción del riesgo para la salud de los trabajadores y de sus familias. Solo un 3% mencionó una mejor aceptación del producto en el mercado, y ninguno indicó no haber percibido beneficios.

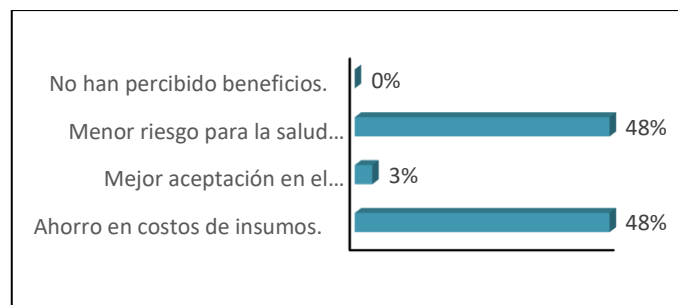


Figura 33. Beneficios económicos o sociales percibidos

Venegas *et al.* (2015) señalan que el uso de agroquímicos ha causado una serie de efectos adversos en la salud de los trabajadores agrícolas, y que la implementación de medidas preventivas, como el uso de controladores biológicos, puede mejorar la calidad de

vida de los trabajadores. Estos resultados ponen en evidencia no solo la funcionalidad técnica de estos métodos, sino también su impacto en el bienestar social y económico de las comunidades agrícolas, en ese sentido, los autores antes mencionados advierten que los agroquímicos tradicionales pueden generar efectos adversos en la salud de los trabajadores del campo, lo que refuerza la importancia de adoptar estrategias más seguras como el control biológico.

- **Problemas o limitaciones encontrados al utilizar controladores biológicos**

El 83% de los agricultores manifestó no haber enfrentado inconvenientes significativos, no obstante, un 8% mencionó la falta de disponibilidad constante de estos productos, y otro 8% señaló dificultades en su manejo y aplicación en campo. No se reportaron respuestas relacionadas con una alta inversión inicial.

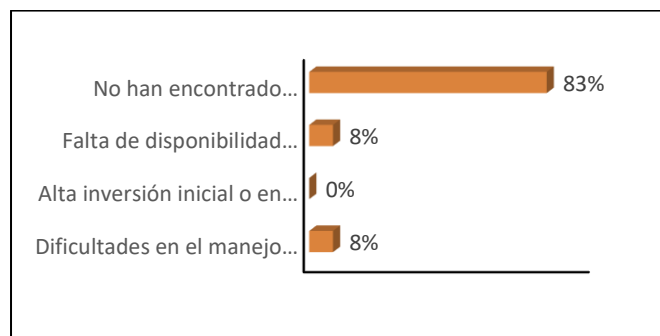


Figura 34. Problemas o limitaciones encontrados al utilizar controladores biológicos

Gamundi (2019) destacó numerosas ventajas de las estrategias de control, mencionando que no tiene ningún efecto colateral sobre otros enemigos naturales, no genera resistencia, evita la aparición de plagas secundarias o su resurgimiento, algo que suele suceder con los manejos tradicionales. Los datos indican una percepción mayoritariamente favorable hacia el uso de controladores biológicos, dado que el 83% de los agricultores no reportó inconvenientes significativos, lo que refleja una adecuada adaptación a estas prácticas de campo, en consonancia con lo señalado por el autor citado, el control biológico presenta ventajas destacadas frente a métodos tradicionales, tales como la ausencia de efectos adversos sobre enemigos naturales y la reducción de brotes secundarios, no obstante, para consolidar su adopción es fundamental fortalecer la cadena de suministros de bioinsumos y proporcionar capacitación adecuada a los productores en su manejo.

- **Decisión de continuar con el uso de controladores biológicos y sus motivos**

El gráfico muestra que el 82% respondió afirmativamente, señalando que los buenos resultados obtenidos en el cultivo con motivo suficiente para seguir aplicándolos, un 13%

también indicó que si los volviese a utilizar porque se trata de una práctica sostenible a largo plazo. Por otro lado, el 5% manifestó que aún se encuentra evaluando su efectividad, mientras que ningún agricultor rechazó su uso por razones de costo o baja efectividad.

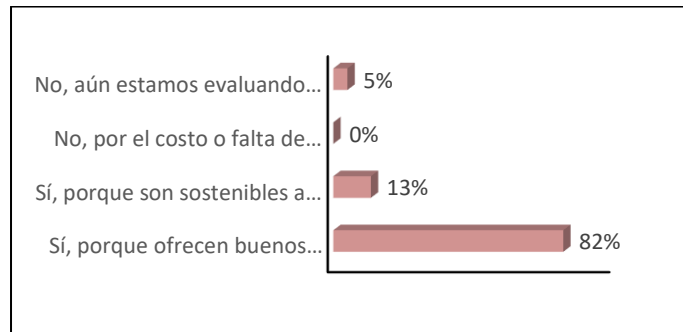


Figura 35. Decisión de continuar con el uso de controladores biológicos y sus motivos

Esos resultados se alinean con los hallazgos reportados por Contino *et al.* (2018), en dicho trabajo se documenta una adopción completa de prácticas agroecológicas, entre ellas el control biológico, sustentada en procesos de capacitación y en percepción positiva de los productores sobre la efectividad y sostenibilidad de estas técnicas. Esta congruencia evidencia que la adaptación y continuidad en el uso de los controladores biológicos no solo dependen de sus resultados inmediatos en el rendimiento, sino también en una valoración integral de su contribución a la sostenibilidad ambiental y económica del sistema productivo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En la parroquia Colonche, se detectó la utilización de los controladores biológicos *Trichogramma spp.* y *Telenomus remus*, suministrados mayoritariamente por la Prefectura de Santa Elena, la aplicación de estos agentes de control ha demostrado eficacia en la disminución de *Spodoptera frugiperda*, siendo esta la plaga principal en el cultivo de maíz.
- La mayoría de los productores de maíz dieron a conocer una opinión positiva respecto a la efectividad de los controladores biológicos, con un 99% que reportó una reducción significativa en la incidencia de plagas y mejoras en el rendimiento del cultivo, demostrando que los agentes biológicos empleados han tenido un impacto favorable tanto en la productividad como en la salud del cultivo.
- La incorporación de controladores biológicos se encuentra favorecida por factores como el suministro gratuito de insumos, la capacitación técnica proporcionada por organismos del estado y los bajos costos asociados a su implementación, no obstante, existen limitaciones persistentes, como la falta de acceso a financiamiento y la dependencia de conocimientos empíricos, factores que podrían comprometer la sostenibilidad a largo plazo de estas prácticas si no se refuerzan los mecanismos de apoyo institucional.

Recomendaciones

- Fortalecer la capacitación técnica continua, que las instituciones competentes implementen programas permanentes de formación técnica y prácticas demostrativas que permitan a los agricultores ampliar su conocimiento sobre la aplicación, monitoreo y manejo integrado de los controladores biológicos.
- Implementar mecanismos de financiamiento rural, como créditos con tasas de bajo interés o subsidios parciales, que permitan a los agricultores adquirir bioinsumos y adoptar tecnologías sostenibles, especialmente para aquellos que carecen de respaldo económico externo.
- Se recomienda promover la creación de biofábricas comunitarias o establecer alianzas público-privadas que garanticen la disponibilidad continua de controladores biológicos, disminuyendo la dependencia a proveedores externos y fortalecer la autonomía productiva de las comunidades agrícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Archontoulis, S., Licht, M. y Raziel, A. (2017) ¿Qué tan rápido y profundo crecen las raíces del maíz en Iowa?, *Integrated Crop Management*. Disponible en: <https://crops.extension.iastate.edu/cropnews/2017/06/how-fast-and-deep-do-corn-roots-grow-iowa>. Consultado: 1/4/2025.
- Arias, J.L. (2021) ‘Capítulo VI Tipos, Alcances y Diseños de Investigación’, in *Diseño y Metodología de la Investigación*. Primera. Perú: Enfoques Consulting (1), pp. 67–79.
- Ávila, José *et al.* (2014) ‘El Cultivo de Maíz: Generalidades y Sistemas de Producción en el Noroeste’. Departamento de Agricultura y Ganadería.
- Beltrán, A. *et al.* (2022) ‘Efecto de la densidad y tiempo de liberación de *Trichogramma sp* sobre *Spodoptera frugiperda* en el cultivo de maíz en la comuna San Marcos’, *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 9(1), pp. 10–17.
- Borbor, A. *et al.* (2025) ‘Impacto del control biológico en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en la Comuna Manantial de Guangala’, *ResearchGate*, 7(3), pp. 69–83.
- Caicedo, C. (2024) ‘Ecuador gasta 98 veces más en subsidio a los combustibles que en subsidios para mejorar la productividad del sector agrícola | El Productor’, *El Productor*. Disponible en: <https://elproductor.com/2024/06/ecuador-gasta-98-veces-mas-en-subsidio-a-los-combustibles-que-en-subsidios-para-mejorar-la-productividad-del-sector-agricola/>. Consultado: 22/5/2025.
- Calderón, A. (2015) Situación de la Educación Rural en Ecuador. Informes de Asistencia Técnica 5. Guayaquil: FIDA, pp. 1–51. Disponible en: <https://siteal.iiep.unesco.org/investigacion/1602/situacion-educacion-rural-ecuador>. Consultado: 20/5/2025.
- Cañarte, E. y Navarrete, B. (2024) ‘Insectos-plaga del maíz duro y alternativas para su manejo integrado en el Litoral ecuatoriano’. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Castillo C., C. (2021) ‘Curso de entrenamiento “Control biológico y la producción de artrópodos como enemigos naturales para el manejo de plagas en agricultura’. Available at: <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5818>. Consultado: 23/5/2025.
- Cave, R.D. (1999) ‘*Telenomus remus Nixon*: un parasitoide en el control biológico del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda (Smith)*’, *CEIBA*, 40(2), pp. 215–227.
- Caviedes, M. (2018) ‘Vista de Producción de semilla de maíz en el Ecuador: retos y oportunidades | ACI Avances en Ciencias e Ingenierías’, *ACI: Avances en ciencia y tecnología*, noviembre. Disponible en: <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/1100/2561>. Consultado: 26/3/2025.
- Censo Ecuador (2020) ‘Censo Poblacional Ecuador 2020’. Censo Ecuador Cuenta Conmigo.
- CEPAL (2022) Los servicios básicos de agua potable y electricidad como sectores clave para la recuperación transformadora en América Latina y el Caribe | Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/enfoques/servicios-basicos-agua-potable-electricidad-como-sectores-clave-la-recuperacion>. Consultado: 20/5/2025.

- Chigbu, U. (2021) 'Factores que influyen en la adopción de tecnologías agrícolas proambientales por parte de los agricultores en China: metaanálisis', *Land Use Policy*, 109, p. 105622.
- Contino, Y. *et al.* (2018) 'Adopción de nuevas prácticas agroecológicas en tres unidades básicas de producción cooperativa', *Pastos y Forrajes*, 41(1), pp. 56–63.
- Corporación AMA (2021) 'Ficha técnica del *Trichogramma spp.*' Disponible en: <https://corporacionama.com/wp-content/uploads/2021/04/Ficha-Tecnica-Trichogramma-sp.pdf>.
- Cruz, O. (2017) 'Tercera Edición. Segunda reimpresión Tegucigalpa M.D.C. febrero 2017'.
- Deiss, F. (2024) Control biológico aumentativo: el poder de mejorar los ecosistemas, BioProtection Portal. Disponible en: <https://bioprotectionportal.com/es/resources/augmentative-biological-control-the-power-of-enhancing-ecosystems>. Consultado: 8/4/2025.
- Delgado, O. (2016) 'Control biológico'. Departamento de Zoología Agrícola Fundamentos del Manejo Integrado de Insectos Plaga.
- Devotto, L. y Salas, C. (2016) 'Control biológico de polillas-plaga con parasitoides de huevos'. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Díaz, M. *et al.* (2018) 'Uso de parasitoides en el control biológico de insectos plaga en Colombia', in Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros: agentes de control biológico. Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) (Serie técnica: Manejo integrado, 10), pp. 489–532.
- Drouet, A. (2018) 'Efecto de la aplicación de *Bacillus thuringiensis* en el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith) del híbrido de Maíz (*Zea mays*) INIAP H-551 en la comuna Río Verde, provincia de Santa Elena', Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador, 5(1), pp. 47–56.
- Drouet, A., Pérez, T. y Cruz, O. (2021) 'Los sistemas de producción agrícola de las parroquias del norte de la provincia Santa Elena, Ecuador', Instituto Nacional De Ciencias Agrícolas (INCA), April.
- Falguembaum, H. y Mouat, P. (2021) 'Biología de los Cultivos'. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal.
- FAO (2021a) 'Ciclo biológico del gusano cogollero del maíz (En América Latina)'. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO (2021b) La situación de las mujeres en los sistemas agroalimentarios, La situación de las mujeres en los sistemas agroalimentarios. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cc0471en>.
- FAO (2021c) 'Utilización sostenible y conservación de los agentes de control biológico microbianos e invertebrados y de los bioestimulantes'. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO (2025) El transporte rural como servicio | Mecanización Agrícola Sostenible | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Disponible en: <https://www.fao.org/sustainable-agricultural->

mechanization/hireservicesasabusiness/ruraltransportasaservice/es/?utm_source=chatgpt.com. Consultado: 20/5/2025.

- FAO, R. (2001) 'EL MAÍZ EN LOS TRÓPICOS: Mejoramiento y producción'. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Farro, R. (2014) Morfología y Diferenciación Sexual Del Adulto de *Telenomus Remus*. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/453072789/Morfologia-y-diferenciacion-sexual-del-adulto-de-Telenomus-remus>. Consultado: 8/4/2025.
- GAD | GADPR Colonche | (2023). Disponible en: <https://gadcolonche.gob.ec/page/clima/> Consultado: 20/3/2025.
- GADP Colonche (2017) 'Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2015-2019'. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Colonche.
- Gamundi, J.C. (2019) 'Control biológico, una estrategia tan sostenible como rentable', Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA. Disponible en: https://www.engormix.com/agricultura/produccion-biologicos/control-biologico-estrategia-tan_n24952/. Consultado: 23/5/2025.
- Gobbetti, G. (2014) 'Composición nutricional del maíz'.
- Golik, S. *et al.* (2018) 'Maíz: Importancia, origen, sistemática, morfología y composición química', in Cereales de Verano. La Plata, Argentina: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/162758>. Consultado: 27/5/2025.
- Gómez, M. (2020) 'Insectos y bacterias controlan plagas en el maíz'. El Productor.
- Gonzalez, J. y Contreras, Y. (2023) *Telenomus remus* parasitoide de huevo del gusano cogollero. Ficha técnica. Tecmán: Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria, Dirección General de Sanidad Vegetal, SENASICA, p. 6.
- Goswami, T. *et al.* (2017) '*Trichogramma*: un huevo parasitoide en plagas de insectos gestión', en Manejo de plagas de insectos. India: Department of Agricultural Entomology, pp. 242–266.
- Guevara, G.P., Verdesoto, A. y Castro, N.E. (2020) 'Metodologías de Investigación Educativa (Descriptivas, Experimentales, Participativas, y de Investigación-Acción)', Recimundo: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento, 4(3), pp. 163–173.
- Hernández, O. (2021) 'Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen', Revista Cubana de Medicina General Integral, 37(3).
- Hernández, A. *et al.* (2019) 'Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays L.*)', Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(4), pp. 803–813.
- INEC (2022) ECUADOR CRECIÓ EN 2.5 MILLONES DE PERSONAS ENTRE 2010 Y 2022 – Instituto Nacional de Estadística y Censos, El Nuevo Ecuador. Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/ecuador-crecio-en-2-5-millones-de-personas-entre-2010-y-2022/> Consultado: 20/5/2025.
- INEC (2024) 'Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua'. ESPAC.
- INTA (2019) Control biológico, una estrategia tan sostenible como rentable | Contexto Ganadero, Contexto ganadero. Disponible en:

https://www.contextoganadero.com/reportaje/control-biologico-una-estrategia-tan-sostenible-como-rentable?utm_source=chatgpt.com. Consultado: 22/5/2025.

- Irmak, S. (2014) ‘Suelo de maíz: extracción de agua y profundidad de enraizamiento efectiva en un suelo franco-limoso’. NebGuide.
- Lezaun, J. (2015) Gusano cogollero del maíz: Ciclo de vida, insecticidas y opciones de control biológico - CropLife Latin America, Croplifela.org. Disponible en: <https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero>. Consultado: 4/4/2025.
- MAG (2022) Proyecto Financiamiento para la Reducción y Gestión de Agroquímicos en Ecuador – Ministerio de Agricultura y Ganadería. Disponible en: https://www.agricultura.gob.ec/proyecto-financiamiento-para-la-reduccion-y-gestion-de-agroquimicos-en-ecuador/?utm_source=chatgpt.com. Consultado: 22/5/2025).
- Makepeace, D. (2023) ‘Agricultura orgánica, desafíos y perspectivas para su adopción en el municipio de San Marcos’, Revista de Investigación Proyección Científica, 5(1), pp. 51–66.
- Martinez, M. (2019) ‘Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)’. Dirección general de sanidad vegetal centro nacional de referencia fitosanitaria.
- Mazzini, P.R. *et al.* (2025) ‘Identificación de ecotipos de *Trichogramma spp*, como biocontrolador en cultivos de maíz de la provincia de Santa Elena’, Revista Multidisciplinaria de Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista., 7(1), pp. 17–17.
- Montenegro, J. (2014) Control biológico del cogollero: *Telenomus remus*; *Spodoptera frugiperda*, PlantWisePlus. Disponible en: <https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/10.1079/pwkb.20137804507> Consultado: 8/4/2025.
- Morábito, J., Salatino, S. y Hernández, R. (2015) ‘Requerimientos Hídricos e Incremento de la Productividad de los Cultivos Bajo Riego ante Escenarios de Cambio Climático en el Noreste de Argentina’, in. V Congreso Nacional – IV Congreso Iberoamericano de Riego y Drenaje, Perú: Instituto Nacional del Agua, pp. 1–18.
- Morales, M. y Mideros, A. (2021) ‘Análisis de la pobreza multidimensional en los hogares de la agricultura familiar campesina en el Ecuador, 2009- 2019’, Revista Economía, 73(118), pp. 7–21.
- Nagarkatti, N. (2015) Control biológico - *Trichogramma*, Control Bio ‘Volviendo a la naturaleza’. Disponible en: <https://www.controlbiologico.info/index.php/es/organismos-de-control-biologico/ocb-comerciales-enemigos-naturales/trichogramma-achaeae> Consultado: 8/4/2025.
- Nicholls Estrada, C.I. (2016) ‘Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico’, in Ciencia y Tecnología. Primera edición. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia (632.7 cd 21 ed.), p. 228.
- Ochoa, L. (2025) ‘Escuelas del Productor continúa fortaleciendo los conocimientos agrícolas en Manabí’, Prefectura de Manabí. Disponible en:

<https://www.manabi.gob.ec/index.php/escuelas-del-productor-continua-fortaleciendo-los-conocimientos-agricolas-en-manabi-2/>. Consultado: 22/5/2025.

- Omprakash, N., Yogesh, Y. and Santosh C., K. (2023) ‘Control biológico del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) mediante parasitoides de huevos, especies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae): una revisión’, Revista egipcia de control biológico de plagas.
- Parsa, S. *et al.* (2014) ‘Obstáculos para la adopción de la gestión integrada de plagas en los países en desarrollo’, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 111(10), pp. 3889–3894.
- Pérez, D., Bolaños, F. y Marco da Silva, A. (2022) ‘Variables que influyen en la aplicación de la agricultura de precisión en Colombia: revisión de estudios’, Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 23(1).
- Pérez, J. y Merino, M. (2021) Guía de observación - Qué es, utilidad, definición y concepto, Definición.DE. Disponible en: <https://definicion.de/guia-de-observacion/> Consultado: 22/4/2025.
- Porres, V. y Cuxil, D. (2024) Gusano Cogollero Del Maíz: Qué Es Y Sus Características | Blog, Cambiagro. Disponible en: <https://blog.cambiagro.com/maiz/plagas-del-maiz/gusano-cogollero-del-maiz/>. Consultado: 28/3/2025.
- Porto, M. (2021) El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción, Organización de las Naciones Unidas para l Alimentación y la Agricultura (FAO). Disponible en: <https://www.fao.org/4/x7650s/x7650s02.htm#TopOfPage>. Consultado: 26/3/2025.
- Ramírez, N. y Mena, J. (2019) ‘Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) JE Smith en Zacatecas’, Centro de Investigación Regional Norte Centro, p. 58.
- Reyes, C. (2015) Gusano cogollero – Información – Panorama Agropecuario, Panorama Agro.com. Disponible en: <https://panorama-agro.com/?p=505>. Consultad: 4/4/2025.
- SAG (2014) Morfología y órganos reproductores, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Disponible en: <https://www.sag.gob.cl/curso-de-semillas/2-morfologia-y-organos-reproductores>. Consultado: 30/3/2025.
- Sánchez Broncano, J. *et al.* (2019) ‘Control biológico de *Spodoptera frugiperda* en cultivo de *Zea mays*: Uso de nematodos entomopatógenos’, Scientia Agropecuaria, 10(4), pp. 551–557.
- Sánchez, M. *et al.* (2015) ‘El uso de insectos depredadores en el control biológico aplicado’, in Los Artrópodos y el hombre. Madrid (Bol. SEA, 20), pp. 141–149.
- Sangoquiza, C. *et al.* (2022) ‘Impacto de bacterias promotoras de crecimiento sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la Sierra del Ecuador’, Memorias de la XXIV Reunión Latinoamericana del Maíz, pp. 164–176.
- Simón, M. y Golik, S. (2016) ‘Maíz: Importancia, origen, sistemática, morfología y composición química.’, in Cereales de Verano. Editorial de la Universidad de La Plata. La Plata, Argentina (Libros de Cátedra, 1), pp. 10–25.
- Sornoza, D. *et al.* (2020) ‘Percepción de los agricultores sobre la eficacia de parasitoides en el control de plagas y en la sostenibilidad agroecológica del limonero, Rio Chico. Portoviejo, Ecuador’, Helminología neotropical, 14(1), pp. 75–84.

- Suarez, V. (2023) 'Efectividad de formulados botánicos sobre algunas plagas del maíz', Ecuador es calidad, 10(1).
- Tomás, C. y Piqueras, P. (2020) 'Influencia del tipo de alimento aportado a los adultos de *Trichogramma corbubensis* Vargas y Cabello y *T.sp.p buesi* (Hym. Trichogrammatidae) sobre su potencial biológico', Biología Plagas, 11(3), pp. 243–249.
- Ugalde, J. (2015) 'Conocimiento e integración al MIP para la reducción del uso de plaguicidas'. Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Jalisco.
- Urango, L. (2018) 'Componentes del maíz en la nutrición humana', Revistas UdeA, pp. 185–208.
- Valdivia, E.O. et al. (2025) 'Ecotipos zonales de *Telenomus remus* Nixon, como alternativa de biocontrolador de *Spodoptera frugiperda* en productores de maíz, Santa Elena', Revista Multidisciplinaria de Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista., 7(1), pp. 8–8.
- Vargas, Y. (2020) 'Control biológico con avispas *Trichogramma*'. Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA.
- Vela, E. (2021) 'Taxonomía y botánica del maíz', Arqueología Mexicana, 4 August, pp. 12–13.
- Venegas, C.E.V., Cortés, S.G.L. y Baltazar, R.G. (2015) 'Agroquímicos y afectaciones a la salud de trabajadores agrícolas: Una revisión sistemática: Una Revisión Sistemática.', Revista Colombiana de Salud Ocupacional, 5(1), pp. 35–37.
- Viera, W.F. et al. (2020) 'Control Biológico: Una herramienta para una agricultura sustentable, un punto de vista de sus beneficios en Ecuador', Journal of the Selva Andina Biosphere, 8(2), pp. 128–149.
- Villa, F. (2023) Biología del Maíz, Gobierno de México. Disponible en: <https://secihti.mx/cibiogem/index.php/maiz>. Consultado: 30/3/2025.
- Vincent, J. (2020) 'Tipos de encuestas: ¿Cuál utilizar? | Encuesta.com', Encuestas.com, 14 August. Disponible en: <https://encuesta.com/blog/tipos-de-encuestas-cual-utilizar/>. Consultado: 22/4/2025.
- Zelaya, L.X. et al. (2022) 'Control biológico de plagas en la agricultura mexicana', Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, (27), pp. 69–79.

ANEXOS

Anexo 1. Encuestando a los productores de maíz



Figura A 1. Encuestando a productores de maíz



Figura A 2. Encuestando a productores de maíz



Figura A 3. Encuestando a productores de maíz



Figura A 4. Encuestando a productores de maíz



Figura A 5. Encuestando a productores de maíz



Figura A 6. Encuestando a productores de maíz



Figura A 7. Encuestando a productores de maíz



Figura A 8. Encuestando a productores de maíz



Figura A 9. Encuestando a productores de maíz



Figura A 10. Encuestando a productores de maíz



Figura A 11. Encuestando a productores de maíz



Figura A 12. Encuestando a productores de maíz



Figura A 13. Encuestando a productores de maíz



Figura A 14. Encuestando a productores de maíz

Anexo 2. liberación de insectos encargados de realizar el control biológico



Figura A 15. Cultivo de maíz con implementación de controladores biológicos



Figura A 16. Liberación de controladores biológicos



Figura A 17. Liberación de controladores biológicos



Figura A 18. Mazorca de maíz con control biológico

Anexo 3. Mazorca de maíz con control biológico

Anexo 4. Encuesta

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROPECUARIA

Tema de tesis: ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA EFECTIVIDAD DE LOS CONTROLADORES BIOLÓGICOS EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN LA PARROQUIA COLONCHE.

ENCUESTA

I. Datos Generales			
Nombre del responsable de la encuesta:			
Nombre y Apellido del agricultor/a:			
Nombre del Lugar: Cantón:	Parroquia:	Recinto:	

1- AREA SOCIAL

1 ¿Podría indicar el sexo del responsable principal de la parcela?
Hombre () Mujer ()

2 ¿Cuál es la edad del responsable de la parcela?
• _____ años

3 ¿Nivel de instrucción del responsable de la parcela?
a) Ninguno ()
b) Primaria ()
c) Secundaria ()
d) Técnico ()
e) Universitario ()

4 ¿Cuántas personas residen actualmente en su hogar? Incluya a todos los miembros de la familia y otras personas que vivan en la casa.
• _____ personas

5 En su casa usted tiene:
a) Agua potable ()
b) Luz ()
c) Desagüe ()
d) Teléfono convencional ()
e) Celular ()

6 ¿Cuenta con movilidad en la zona?
Si () No ()

9 ¿Ha recibido capacitación?

Figura A 19. Encuesta elaborada

Si () No ()

10 ¿De quién recibe capacitación?

- a) MAGAP ()
- b) ONG ()
- c) Asociación de productores ()
- d) Institución educativa ()
- e) Otros ()

11 ¿Cuántos miembros de la familia se dedican a la actividad agrícola?

- a) Uno. ()
- b) Dos - tres. ()
- c) Cuatro – Cinco. ()
- d) Toda la familia. ()
- e) Ninguno. ()

2.- AREA ECONOMICA

1 ¿Cuánto invierten aproximadamente en controladores biológicos por hectárea de maíz?

- a) \$0 - \$20 ()
- b) \$21 - \$40 ()
- c) \$41 - \$60 ()
- d) \$61 a más ()

2 ¿Qué diferencia de costos han observado entre el uso de controladores biológicos y pesticidas químicos convencionales?

- a) \$0 - \$100 ()
- b) \$101 - \$150 ()
- c) \$151 - \$200 ()
- d) \$201 - \$250 ()

Figura A 20. Encuesta elaborada

3 ¿Han notado un cambio en los rendimientos de maíz que impacte directamente en los ingresos desde que utilizan controladores biológicos?

- a) Sí, ha aumentado notablemente. ()
- b) Sí, ha aumentado ligeramente. ()
- c) No, los rendimientos no han cambiado. ()
- d) No, los rendimientos han disminuido. ()

4 ¿Existen mercados específicos o compradores interesados en el maíz producido con controladores biológicos? ¿Cuáles?

- a) Sí, mercados locales interesados. ()
- b) Sí, compradores internacionales interesados. ()
- c) No, no hemos encontrado interés específico. ()
- d) No lo sabemos, no hemos investigado. ()

5 ¿Reciben algún tipo de financiamiento o subsidio gubernamental para el uso de controladores biológicos?

- a) Sí, financiamiento completo. ()
- b) Sí, financiamiento parcial. ()
- c) No, pero hemos solicitado apoyo. ()
- d) No, no contamos con apoyo gubernamental. ()

6 ¿Qué apoyo económico les gustaría recibir para facilitar la adopción y uso de controladores biológicos?

- a) Subsidios directos para compra de controladores. ()
- b) Créditos de bajo interés. ()
- c) Capacitación y asesoramiento gratuito. ()
- d) No requerimos apoyo adicional. ()

7 ¿Tienen acceso a créditos o fondos que faciliten la compra de estos productos?

- a) Sí, crédito disponible. ()
- b) Sí, pero con altos intereses. ()
- c) No, no tenemos acceso a crédito. ()
- d) No, pero estamos en proceso de conseguirlo. ()

Figura A 21. Encuesta elaborada

8 ¿Consideran que el costo de los controladores biológicos está justificado por los beneficios que ofrecen en términos de salud del cultivo y calidad del producto?

- a) Sí, totalmente justificado. ()
- b) Sí, pero es algo costoso. ()
- c) No, el costo es demasiado alto. ()
- d) No lo hemos evaluado aún. ()

9 ¿Ven viable seguir invirtiendo en controladores biológicos en el futuro si los precios de estos productos cambian?

- a) Sí, incluso con aumento de precios. ()
- b) Sí, si el aumento es moderado. ()
- c) No, no sería viable con precios altos. ()
- d) Depende de los resultados en rendimiento. ()

10 ¿Qué impacto a largo plazo esperan en sus ingresos si continúan utilizando estos métodos de control?

- a) Aumento constante en ingresos. ()
- b) Incremento moderado. ()
- c) No esperamos impacto en ingresos. ()
- d) No hemos proyectado el impacto a largo plazo. ()

3.- PRODUCTIVA

1 ¿Qué controladores biológicos han utilizado en sus cultivos de matriz?

- a) Trichogramma spp – ~~Tetrastichus~~ ()
- b) Trichogramma spp – Telenomus remus ()
- c) ~~Tetrastichus~~ – Telenomus remus ()
- d) Telenomus ~~remus~~ – ~~Chelonus insularis~~ ()

2 ¿Cuánto tiempo lleva utilizando controladores biológicos en sus parcelas?

- a) Un semestre ()
- b) Dos semestres ()
- c) Tres semestres ()
- d) Cuatro semestres o más ()

Figura A 22. Encuesta elaborada

3 ¿Qué tan efectivos consideran que son los controladores biológicos en comparación con los métodos convencionales de control de plagas?

- a) Más efectivos que los métodos convencionales. ()
- b) Igualmente efectivos, pero más sostenibles. ()
- c) Menos efectivos en algunos casos específicos. ()
- d) No son efectivos en comparación con los métodos convencionales. ()

4 ¿Cuáles son las plagas o enfermedades más comunes que afectan sus cultivos de maíz?

- a) Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). ()
- b) Roya o manchas en las hojas. ()
- c) Insectos chupadores (como pulgones). ()
- d) Otros (especifique). ()

5 ¿Cómo ha cambiado la incidencia de plagas desde que usan controladores biológicos?

- a) Ha disminuido significativamente. ()
- b) Ha disminuido ligeramente. ()
- c) No ha cambiado. ()
- d) Ha aumentado. ()

6 ¿Han observado algún cambio en el rendimiento del maíz al usar controladores biológicos?

- a) Sí, ha aumentado notablemente. ()
- b) Ha aumentado ligeramente. ()
- c) No ha cambiado. ()
- d) Ha disminuido. ()

7 ¿Los cultivos tratados con estos controladores muestran diferencias en tamaño, calidad o cantidad de grano?

- a) Sí, han mejorado en calidad y cantidad.

Figura A 23. Encuesta elaborada

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGROPECUARIA

- b) Solo han mejorado en calidad. ()
- c) No hay diferencia notable. ()
- d) Han disminuido en tamaño o cantidad. ()

8 ¿Qué beneficios económicos o sociales han percibido a partir del uso de estos controladores? ()

- a) Ahorro en costos de insumos. ()
- b) Mejor aceptación en el mercado. ()
- c) Menor riesgo para la salud de la familia y trabajadores. ()
- d) No han percibido beneficios. ()

9 ¿Han percibido cambios en la biodiversidad de insectos en la parcela? ()

- a) Sí, se ha incrementado la variedad de insectos benéficos. ()
- b) Se ha incrementado la cantidad de insectos no dañinos. ()
- c) No ha habido cambios en la biodiversidad. ()
- d) Han disminuido los insectos benéficos. ()

10 ¿Qué problemas o limitaciones han encontrado al utilizar controladores biológicos?

- a) Dificultades en el manejo o aplicación. ()
- b) Alta inversión inicial o en equipo. ()
- c) Falta de disponibilidad constante de los controladores. ()
- d) No han encontrado problemas. ()

11 ¿Planean continuar usando controladores biológicos en el futuro? ¿Por qué?

- a) Sí, porque ofrecen buenos resultados en el cultivo. ()
- b) Sí, porque son sostenibles a largo plazo. ()
- c) No, por el costo o falta de efectividad. ()
- d) No, aún estamos evaluando su efectividad. ()

Figura A 24. Encuesta elaborada

Anexo 5. Guía de observación

Tema de tesis: ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA EFECTIVIDAD DE LOS CONTROLADORES BIOLÓGICOS EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN LA PARROQUIA COLONCHE.

Guía de observación

Categoría	Indicadores de observación	Porcentaje %
Plagas identificadas	Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	60%
	Pulgonos (<i>Aphididae</i>)	15%
	Trips (<i>Thysanoptera</i>)	15%
Controladores biológicos usados	<i>Trichogramma spp.</i>	50%
	<i>Telenomus remus</i>	50%
	<i>Tetrastichus</i>	0%
Efectividad del control biológico	Disminución significativa de plagas	95%
	Persistencia de plagas con reducción parcial	30%
	Reinfestaciones frecuentes	0%
Condiciones del Cultivo	Plantas con buen desarrollo y sin daños visibles	
	Daño en hojas	
	Daño en tallo o mazorca	
Manejo del cultivo	Rotación de cultivos	0%
	Manejo integrado de cultivo	30%
	Trampas ecológicas	60%
	Ninguna práctica adicional	
Rendimiento	Baja	
	Media	
	Alta	90%

De nueve a 10 aplicaciones por cultivo

Figura A 25. Guía de observación