



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“PRODUCCIÓN DE BIOINSUMOS A PARTIR DE DESECHOS DE GALLINAZA Y TABACO (*Nicotiana tabacum L.*) EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (CEID-UTC)”

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

Autor:

Villarroel Laverde Iván Alberto

Tutor:

Ortiz Bustamante Vladimir Marconi

LATACUNGA – ECUADOR Julio 2025

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

Villarroel Laverde Iván Alberto, con cédula de ciudadanía No. 0503183816, declaro ser el autor del presente proyecto de Investigación: **“PRODUCCIÓN DE BIOINSUMOS A PARTIR DE DESECHOS DE GALLINAZA Y TABACO (*Nicotiana tabacum L.*) EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (CEID-UTC)”**, siendo el Ingeniero Ph.D. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 25 de julio del 2025



Iván Alberto Villarroel Laverde
C.C.:0503183816
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **VILLARROEL LAVERDE IVÁN ALBERTO**, identificado con cédula de ciudadanía **0503183816** de estado civil soltero, a quién en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quién en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**PRODUCCIÓN DE BIOINSUMOS A PARTIR DE DESECHOS DE GALLINAZA Y TABACO (*Nicotiana tabacum L.*) EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (CEID-UTC)**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: abril 2021 – agosto 2021 Finalización

de la carrera: abril 2025 – agosto 2025

Tutor: Ing. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, Ph.D.

Tema: “**PRODUCCIÓN DE BIOINSUMOS A PARTIR DE DESECHOS DE GALLINAZA Y TABACO (*Nicotiana tabacum L.*) EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (CEID-UTC)**”

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

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

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

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

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

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 25 días del mes de julio del 2025.


Iván Alberto Villarroel Laverde
EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“PRODUCCIÓN DE BIOINSUMOS A PARTIR DE DESECHOS DE GALLINAZA Y TABACO (*Nicotiana tabacum L.*) EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (CEID-UTC)” de Villarroel Laverde Iván Alberto, de la carrera de Ingeniería Ambiental, considero que el presente trabajo de investigación es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, 25 de julio del 2025



Ing. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, Ph.D.
C.C: 0502188451

DOCENTE TUTOR

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Villarroel Laverde Iván Alberto, con el título del Proyecto de Investigación: **“PRODUCCIÓN DE BIOINSUMOS A PARTIR DE DESECHOS DE GALLINAZA Y TABACO (*Nicotiana tabacum L.*) EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (CEID-UTC)”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 25 de julio del 2025



Ing. Marco Rivera Moreno, M.Sc.
C.C: 0501518955
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. Benjamín Velastegui Tapia, Mg.
C.C:0502547649
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ledo. Patricio Clavijo Cevallos, Ph.D.
C.C: 0501444582
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, al personal administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, al personal docente de la carrera de Ingeniería Ambiental, quienes me formaron en mi erudición y me brindaron continuamente su apoyo, afecto y amistad, para conseguir mi título profesional, y; de manera muy especial a mi docente tutor Ph.D. Vladimir Ortiz, que con su orientación me supo guiar en el proyecto de titulación.

Iván Alberto Villarroel Laverde

DEDICATORIA

Para mi madre Alba, a mis abuelos Zoila y Alberto quienes desde el cielo guían con su luz mi camino. A mi padre Iván y a mi madre de corazón, mi tía Myrian, con su arduo trabajo han sido los pilares para el sustento de la familia y su amor incondicional hacia sus hijos. Y que son fortaleza y protección de nuestra existencia.

Iván Alberto Villarroel Laverde

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “PRODUCCIÓN DE BIOINSUMOS A PARTIR DE DESECHOS DE GALLINAZA Y TABACO (*Nicotiana tabacum L.*) EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (CEID-UTC)”.

Autor:

Villarroel Laverde Iván Alberto

RESUMEN

La falta de nutrientes esenciales, como nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), han llevado a una dependencia creciente de los fertilizantes sintéticos, que a la postre conllevan a que exista una alta concentración de compuestos químicos en el suelo. El proyecto de investigación tuvo como objetivo principal producir bioinsumos para la obtención de urea y tabaquina a partir de desechos de gallinaza y hojas de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*), en el Centro de Investigación y Desarrollo (CEID-UTC). La metodología se centró en la exploración, análisis de aspectos no numéricos, los instrumentos y materiales que fueron utilizados son dos tanques reservorio de polietileno, dos filtros de sedimentación, envases de alta presión y una válvula cinética donde se efectuaron los procesos anaeróbicos de los desechos para conseguir los biopreparados establecidos. Se trató de un diseño de investigación exploratorio-descriptivo, en el que se empleó el método experimental, con enfoque cualitativo que incluyó técnicas, como análisis de contenidos, trabajo de campo y revisión documental, que permitió recopilar información contextualizada, para las fases de elaboración de los insumos biológicos. La variable de estudio fue la cualitativa nominal, donde se determinó el color, composición orgánica y tipo de biol. Los resultados se efectuaron mediante análisis de laboratorio por el método Kjeldahl con lo que se obtuvo las concentraciones específicas de los macronutrientes. Siendo para el Nitrógeno (N) los valores: 0,03% tabaquina oriental, 0,04% tabaquina burley y 0,11% urea. Para el fósforo (P) fueron: 60,6 mg/l tabaquina oriental, 65,7 mg/l tabaquina burley y 1140 mg/l urea. Para el potasio (K) fueron: 330 mg/l tabaquina oriental, 825 mg/l tabaquina burley y 2980 mg/l urea. Análisis encontrados en sus componentes activos. La aplicación de mecanismos para el uso circular de la gallinaza y los residuos de tabaco, promueven la sostenibilidad ambiental, al transformar desechos en productos para obtener valores agregados.

Palabras clave: Abono, Avícola, Tabacalera, Suelos, Urea.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: ‘PRODUCTION OF BIOINSUMES FROM POULTRY AND TOBACCO RESIDUES (*Nicotiana tabacum L.*) IN THE RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER (CEID-UTC)’.

Author:

Villarroel Laverde Iván Alberto

ABSTRACT

The lack of essential nutrients, such as nitrogen, phosphorus, and potassium (NPK), has led to a growing dependence on synthetic fertilizers, which ultimately result in high concentrations of chemical compounds in the soil. The main objective of the research project was to produce bio-inputs for obtaining urea and tabaquina from chicken manure and tobacco leaves (*Nicotiana tabacum L.*) at the Research and Development Center (CEID-UTC). The methodology focused on exploration and analysis of non-numerical aspects. The instruments and materials used were two polyethylene storage tanks, two sedimentation filters, high-pressure containers, and a kinetic valve, where the anaerobic processes of the waste were carried out to obtain the established biopreparations. This was an exploratory-descriptive research design, using the experimental method with a qualitative approach that included techniques such as content analysis, fieldwork, and document review, which allowed for the collection of contextualized information for the phases of biological input production. The study variable was qualitative nominal, where color, organic composition, and type of biofertilizer were determined. The results were obtained through laboratory analysis using the Kjeldahl method, which yielded the specific concentrations of macronutrients. The values for nitrogen (N) were: 0.03% oriental tobacco, 0.04% burley tobacco, and 0.11% urea. For phosphorus (P), they were: 60.6 mg/l oriental tobacco, 65.7 mg/l burley tobacco, and 1140 mg/l urea. For potassium (K), the values were: 330 mg/l for Oriental tobacco, 825 mg/l for Burley tobacco, and 2980 mg/l for urea. Analysis found in their active components. The application of mechanisms for the circular use of chicken manure and tobacco waste promotes environmental sustainability by transforming waste into products to obtain added value.

Keywords: Fertilizer, Poultry, Tobacco, Soils, Urea.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii

RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	1
2. INTRODUCCIÓN	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.	4
4.1. Beneficiarios directos.	4
4.2. Beneficiarios indirectos.	5
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.	5
6. OBJETIVOS DEL PROYECTO.	7
6.1. Objetivo general.	7
6.2. Objetivos específicos.	7
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TEÓRICA	9
8.1. Desechos sólidos.	9
8.2. Producción avícola en ecuador	9
8.2.1. Producción de Huevos.	11
8.3. La gallinaza.	11
8.3.1. Producción.....	12

8.3.2.	Utilización.	.....
		... 13	
8.3.3.	Ventajas.	.....
		..... 14	
8.4.	El tabaco.	.....
		14	
8.4.1.	Producción de tabaco en Ecuador.....		14
8.4.2.	Detalles de la producción y las exportaciones en 2024.....		15
8.4.3.	Desechos de tabaco.	.....	16
8.4.4.	Aplicaciones y Beneficios del Tabaco (<i>Nicotiana tabacum L.</i>).	.....	16
9.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.	.....	17
10.	ÁREA DE ESTUDIO.	.....	17
11.	METODOLOGÍA.	.....	18
11.1.	Método cualitativo.	.....	18
11.1.	Gallinaza: Técnicas e Instrumentos de uso	.....	19
11.1.2.	Preparación de la gallinaza (urea).	.....	19
11.2.1.	Preparación de la tabaquina.	.....	21
11.3.	Materiales	.....	22
11.4.	Bioinsumos.	.....	24
11.5.	Macronutrientes presentes en los insumos orgánicos de tabaco y gallinaza.	.....	24
11.6.	LEY DE ECONOMÍA CIRCULAR.	.....	27
12.	RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.	.....	28
13.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	.....	30
13.1.	Mecanismos de uso circular para la producción de tabaquina (tabaco burley, oriental y urea).		30

13.2.	Procedimientos para la producción de urea y tabaquina.	34
13.3.	Valoración de la composición y concentración de bioinsumos mediante análisis de laboratorio.....	37
13.4.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL BIOL DE GALLINAZA.	40
14.	CONCLUSIONES & RECOMENDACIONES.	42
14.1.	Conclusiones.....	42
14.2.	Recomendaciones.	42
15.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	4
Tabla 2	5
Tabla 3.	7
Tabla 4.	13
Tabla 5. Clasificación de los bioinsumos de acuerdo con la regulación expedida por Agrocalidad 2022.	23
Tabla 6. Clasificación de los Bioinsumos.	26
Tabla 7. Flujograma del ACV del proceso de elaboración de la tabaquina (tabaco Burley).	34
Tabla 8. Flujograma del ACV del proceso de elaboración de la tabaquina (tabaco Oriental). ...	35
Tabla 9. Flujograma del ACV del proceso de elaboración de la gallinaza (urea).	36
Tabla 10. Resultados de laboratorio (macro y micronutrientes) obtenidos de los tres ensayos de bioles.	38
Tabla 11. Resultados de laboratorio de la urea.	39
Tabla 12. Resultados de laboratorio de la nicotina en hojas de tabaco Burley.	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.....	10
Gráfico 2.....	11
Gráfico 3.....	17

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Título del Proyecto:

“Producción de bioinsumos a partir de desechos de gallinaza & tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) en el Centro de Investigación y Desarrollo (CEID-UTC)”.

Fecha de inicio:

Agosto 2024.

Fecha de finalización:

Julio 2025.

Lugar de ejecución:

Barrio Salache, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, zona 3, Universidad Técnica de Cotopaxi.

Facultad que auspicia:

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (C.A.R.E.N.).

Carrera que auspicia:

Ingeniería Ambiental.

Equipo de trabajo:

Tutor: Ing. Vladimir Marconi Ortiz Bustamante, PhD.

Lector 1 (presidente): Ing. Marco Antonio Rivera Moreno, M.Sc.

Lector 2 (miembro): Ing. Vincent Benjamín Velastegui Tapia, Mg.

Lector 3 (miembro): Lcdo. Manuel Patricio Clavijo Cevallos, PhD.

Coordinador del Proyecto:

Nombres y Apellidos: Iván Alberto Villarroel Laverde

Teléfono: 0992745541

Correo electrónico: ivan.villarroel3816@utc.edu.ec Área

de Conocimiento:

Conservación del Ambiente.

Línea de Investigación:

Conservación y gestión del ambiente y la biodiversidad local.

Línea de Vinculación:

Gestión de recursos naturales y economía circular para el desarrollo humano y social.

2. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con (Giler et al., 2023). La producción avícola en Ecuador está influenciada por factores como políticas comerciales, regulaciones sanitarias, demanda interna, y precios internacionales de insumos. Como plantea (CONAVE,2022). En el transcurso del año 2022 el sector avícola contó con la cría de 263 millones de pollos/gallinas ponedoras, dando un promedio anual de 3812 millones de huevos en producción, lo que es equivalente a un promedio diario de 10,4 millones a nivel país, cabe recalcar que, según las cifras expuestas, el ecuatoriano promedio consume una media de 212 huevos al año, estimado a unos 4 huevos por semana.

La recuperación de suelos en Ecuador es esencial para restaurar la productividad agrícola y preservar la biodiversidad. La degradación del suelo es causada por prácticas agrícolas insostenibles, afecta la seguridad alimentaria y el bienestar de las comunidades. Según un estudio de (Paredes et al., 2020), la rehabilitación de suelos degradados puede aumentar la capacidad de retención de agua y nutrientes, mejorando así la producción agrícola contribuye a mitigar el cambio climático al aumentar el secuestro de carbono (González & Torres, 2021). Por lo tanto, implementar estrategias de recuperación es crucial para un desarrollo sostenible en el país.

Actualmente existe el avance en tecnologías los cuales permiten manejar los residuos agropecuarios como compostaje, lagunas de oxidación y digestores anaerobios. Este último proceso convierte los residuos en productos energéticos como insumos agrícolas bioestimulantes y bio fungicidas, siendo una alternativa viable económica y ambiental al manejo de estos residuos (López & Martínez, 2021).

En el presente trabajo se plantea el proceso de procesamiento del biol obtenido del proceso de digestión de la gallinaza y el tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en tanques de tipo reservorio, para ello se realiza tres tipos de ensayo, tratamiento 1 (tabaco de hoja verde Oriental molido, ozono y agua de manantial 250 L), tratamiento 2 (tabaco de hoja Burley, ozono y agua de manantial), tratamiento 3 (gallinaza, ceniza, ozono y agua de manantial). En los 2 tratamientos del biol de hojas de tabaco el periodo de retención en los tanques será de 72 horas (3 días) aproximadamente, mientras que en el tratamiento 3, del biol de gallinaza el periodo de retención de la muestra para su fermentación será de 75 a 90 días.

Según (Pérez & Salazar, 2020), este tipo de abono orgánico, además de no contaminar los suelos, el agua, ni los frutos o flores de las plantas, es de bajo costo, y se puede elaborar de forma casera y con recursos locales. Puede fortalecer y mitigar los

impactos por el uso de compuestos sintéticos hasta un 30 % y en dependencia de los ingredientes que se empleen, en su aplicación.

3. JUSTIFICACIÓN

Desde el punto de vista de (Robles, 2024). La desertificación del suelo es uno de los aspectos ambientales más significativos que presentan las zonas áridas y semiáridas en el horizonte del cambio climático. Los Objetivos de desarrollo sostenible (ODS), en concreto con el objetivo **N°15: Proteger y restablecer los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y la pérdida de Biodiversidad.** (ONU,2015). El cual procura garantizar la recuperación de suelos y su biota, enfatizando la importancia de la gestión sostenible de los Recursos Naturales consiguiendo la neutralidad en la degradación de tierras (Land degradation Neutrality)”.

La producción de biol de desechos de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) y purín de gallina en la recuperación de suelos se presenta como una estrategia efectiva para mejorar la calidad del suelo y aumentar su fertilidad. Estos bioinsumos, ricos en nutrientes y microorganismos, promueve la actividad biológica y la retención de agua, favoreciendo así el crecimiento de cultivos (Cruz et al., 2021). Además, el biol de tabaco ayuda a incorporar y retener macronutrientes en el suelo, aportando un grado de factibilidad de nitrógeno lo que es crucial para la sostenibilidad agrícola y la salud del ecosistema (González et al., 2022). Estas prácticas contribuyen a la rehabilitación de suelos degradados, mejorando su productividad (Pérez et al., 2023).

Según el estudio efectuado por (López et al., 2021), la diversidad de climas y ecosistemas en Ecuador contribuye a una variabilidad en la calidad del suelo, lo que afecta directamente la producción. Además, la degradación del suelo por prácticas inadecuadas ha llevado a una disminución en la fertilidad, lo que resalta la necesidad de implementar técnicas de manejo sostenible (González & Pérez, 2022). La conservación y mejora de la fertilidad de la estructura edafológica son esenciales para garantizar la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible en el país.

Los procesos biogeoquímicos son fundamentales para la sostenibilidad ambiental en Ecuador, un país con una gran diversidad de ecosistemas. La interacción entre la biología del suelo y los nutrientes afecta la fertilidad y la salud del suelo, esenciales para la agricultura y la conservación de recursos (Vera et al., 2021). Además, estos procesos

son clave para el ciclo del carbono, ayudando a mitigar el cambio climático (Ceballos et al., 2022). La comprensión de estos mecanismos permite mejorar prácticas agrícolas y promover la conservación del suelo en un contexto de creciente presión ambiental (Martínez et al., 2023).

La aplicación de concentrados de origen natural, sobre suelos degradados tienen la particularidad de liberar nutrientes de manera gradual, lo cual garantiza un cierto suministro de nutrientes al terreno intervenido, favoreciendo la retención de agua, su nitrificación aerobia y el desarrollo folicular de las plantas.

Además, el estudio y fabricación de bioinsumos tiene el potencial de fortalecer la obtención de concentrados agrícolas en el área de influencia. Al mejorar su resistencia a enfermedades y pestes, los bioinsumos pueden aumentar la productividad de manera ecológica y factible de implementar.

Las autoridades de los GADs, conjuntamente con productores en los sectores rurales y la vinculación de la Academia deben trabajar en estrecha colaboración para desarrollar estrategias de mitigación de sustancias químicas en el suelo, Planes de Manejo que promuevan la implementación de fertilizantes orgánicos, los cuales aporten seguridad alimentaria, producción de calidad y la conservación del medio ambiente.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.

4.1. Beneficiarios directos.

Tabla 1

Beneficiarios Directos.

Población de la parroquia Eloy Alfaro	
Hombres	Mujeres
4.036	3.796
51,53%	48,47%
Total	7.832 personas.

Nota: Elaborado por el autor.

Fuente: (INEC,2010).

Los beneficiarios directos destacan a la población existente en la parroquia Eloy Alfaro del cantón Latacunga, misma que cuenta con un índice directo de 7.832 habitantes (INEC,2010).

4.2. Beneficiarios indirectos.

Tabla 2

Beneficiarios Indirectos.

Población Zona 3 de la provincia de Cotopaxi	
Hombres	Mujeres
231.258	245.169
48,54%	51,46%
Total:	476.428 habitantes.

Nota: Elaborado por el autor.

Fuente: (INEC,2022).

Los beneficiarios indirectos destacan a los habitantes de la zona 3 correspondiente a la provincia de Cotopaxi a partir del último censo de población y vivienda 2022.

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

La baja fertilidad de los suelos en terrenos de producción agrícola y el uso excesivo de los agroquímicos son inconvenientes comunes que requieren atención pertinente por parte de las personas que se dedican a actividades agrícolas y ganaderas. Según un estudio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020), la desertificación afecta aproximadamente al 30% de las tierras agrícolas en Ecuador, lo que pone en riesgo la producción y seguridad alimentaria del país.

La pérdida de cobertura vegetal y la erosión han llevado a una disminución significativa de la fertilidad de las parcelas en la región interandina ecuatoriana. El estudio realizado por (Córdova et al., 2021) destaca que la degradación de la tierra en las regiones andinas ha resultado en un índice del 50% en la productividad agrícola en las últimas décadas. Esta situación se agrava por el uso estimulantes químicos, que, aunque pueden aumentar temporalmente los rendimientos, a largo plazo contribuyen a la erosión y la contaminación de los recursos tanto hídricos como la alteración de la estructura edafológica del suelo.

Citando a (López & Martínez, 2021). La producción de biofertilizantes en el territorio ecuatoriano, requiere instalaciones adecuadas y equipos específicos para la fermentación y el procesamiento de los desechos que se vayan a transformar en inoculantes microbianos. Según la investigación efectuada por (López & Martínez, 2021). En muchos sectores (parroquias) rurales establecidas en la región de la zona 3

perteneciente a la provincia de Cotopaxi, la infraestructura o mecanismos necesarios para la elaboración de extractos naturales considerados para el presente estudio son de poco conocimiento.

Existe una falta de conocimiento y capacitación entre las comunidades sobre los beneficios y la producción inoculantes orgánicos, limita su adhesión y uso en la agricultura o para fines de restauración ecológica. Políticas públicas que fomenten la producción y el uso de biofertilizantes también son un limitante actual en las prácticas de gestión ambiental. Sin incentivos adecuados, las personas no suelen encontrarse motivadas para efectuar una transición ecológica en sus prácticas de cuidado y uso efectivo de recursos naturales.

La deficiencia de nutrientes esenciales, como el nitrógeno, el fósforo y el potasio, ha llevado a una dependencia creciente de fertilizantes químicos, (García et al.,2023). La aplicación excesiva de fertilizantes con alta demanda de químicos sintéticos ha resultado en la eutrofización de cuerpos de agua (acuíferos), afectando su calidad y la contaminación indirecta hacia los suelos productivos.

El uso de agrotóxicos en Ecuador ha aumentado su uso considerablemente, impulsado por la demanda de productos agrícolas en el mercado nacional y productos que son exportados, considerando que la economía ecuatoriana tiene a tener dependencia hacia el comercio exterior a través de la exportación de materia prima de carácter alimenticio. Según un informe de la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA, 2022), el país ha registrado un incremento del 25% en la importación de pesticidas en los últimos cinco años. Este uso intensivo de químicos no solo afecta la salud del suelo, sino que también tiene repercusiones en la salud humana y la biodiversidad.

De acuerdo al análisis efectuado por López et al., (2022), encontró que, el 40% de los agricultores encuestados en su estudio, reportaron síntomas de intoxicación relacionados con el uso de pesticidas, lo que subraya la necesidad urgente de implementar prácticas agrícolas más seguras y sostenibles, para salvaguardar la salud de la población que se encuentran relativamente afectada por este circunstancial y reducir la dependencia a los compuestos artificiales (fosfatos).

6. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

6.1. Objetivo general.

Producir bioinsumos para la obtención de urea y tabaquina a partir de los desechos de gallinaza y tabaco (*Nicotiana tabacum L.*), en el Centro de Investigación y Desarrollo (CEID-UTC).

6.2. Objetivos específicos.

Establecer mecanismos de uso circular de la gallinaza y residuos de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) para la producción de bioinsumos.

Determinar el procedimiento para la producción de tabaquina y urea, en procesos de digestión.

Valorar la composición y concentración de bioinsumos mediante análisis de laboratorio.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN DE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 3.

Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos específicos planteados.

Objetivos	Metodología	Actividad	Resultados esperados
<p>Establecer mecanismos de uso circular de la gallinaza y residuos de tabaco (<i>Nicotiana tabacum L.</i>) para la producción de bioinsumos.</p>	<p>desechos de gallinaza y hojas de tabaco.</p>	<p>Establecer bases metodológicas, procedimientos y técnicas para la producción de urea y tabaquina.</p>	<p>usos en la producción de insumos biológicos.</p>
<p>Determinar el procedimiento y mecanismos para la obtención de productos alternativos a partir de</p>	<p>Analizar artículos académicos y revistas que consideren el aprovechamiento de los residuos de la gallinaza y hojas de tabaco, para obtener registros bibliográficos del tema de estudio.</p>	<p>Determinación del método cualitativo, para caracterizar la utilidad de los desechos de gallinaza y hojas de tabaco para</p>	<p>Procesamiento de las materias primas de forma artesanal. Con el apoyo de contingente humano, para el filtrado, envasado y almacenamiento de los fermentados. Obtención de una base teórica, de los procesos de usos sostenibles de</p>

los desechos orgánicos que se están analizando. Obtención de urea y nicotina de las hojas de tabaco (Oriental y (bioles), mediante la fermentación Burley) molidos y de gallinaza

8

Valorar la composición y concentración de bioinsumos mediante análisis de laboratorio.

Efectuar análisis de laboratorio mediante el método Kjeldahl y así determinar concentraciones específicas de los macronutrientes.

Envío de muestras de los tres ensayos de bioles para su respectivo análisis de laboratorio.

respectivamente, en los tiempos establecidos. Análisis de la composición y concentración (macro y micronutrientes) de los bioles enviados a análisis de laboratorio.

Nota: *Elaboración propia del autor.*

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TEÓRICA

8.1. Desechos sólidos.

El manejo de los desechos sólidos a nivel mundial tiene una estrecha relación con la salud de sus habitantes, se han presentado tres situaciones principales: la primera referida a la transmisión de enfermedades a causa de bacterias y parásitos tanto por agentes patógenos como por vectores que se alimentan y se reproducen en los desechos. En segundo lugar, el riesgo de infecciones y lesiones ocasionadas por los cuerpos punzo cortantes que se encuentran en los materiales desechados, esta condición pone en alto riesgo la salud de las personas que realizan recolección y de quienes recuperan materiales en los botaderos. En tercer lugar, la contaminación a causan de la quema de materiales de combustión, la cual afecta el sistema respiratorio de la población (Contreras, 2008).

Son varias las anomalías a causa de los patógenos que perjudican los campos que se desarrollan por la acumulación de basura, sobre todo cuando entran en contacto con el agua para consumo humano o alimentos. Es por ello que, los desechos sólidos se deben manejar de manera adecuada y eliminarla sanitariamente (RJE Toledo, 2014). Otro de los entornos que afecta de manera directa el manejo de los residuos es la relación con el ambiente, la afectación de los residuos sobre la tierra, el agua y el aire. La acumulación de residuos inutiliza las tierras para otros usos. Además, genera un riesgo para quienes viven cerca de los vertederos y acumulaciones de desechos, debido a los gases que se originan durante el proceso de descomposición. Así mismo, las aguas freáticas se contaminan con nitratos y metales pesados los cuales se filtran a través de los residuos, se contaminan las aguas de lluvia y las aguas superficiales, la acumulación indiscriminada de residuos puede convertir el agua en no apta para el consumo humano y el desarrollo de la vida acuática, la quema de residuos sólidos deteriora el aire conjuntamente con los gases tóxicos generados por la quema de materiales plásticos así como el metano producido por la descomposición de los desechos (Benavides & Acosta, 2019).

8.2. Producción avícola en Ecuador

Según datos de (CONAVE, 2024). En 2024, la producción avícola en Ecuador mostró un crecimiento en comparación con el año anterior. La producción de huevos se

elevó a 3.815 millones de unidades, mientras que se espera que la producción de carne de pavo alcance las 19.500 toneladas.

La producción avícola es una de las actividades agrícolas más relevantes en Ecuador, debido a su contribución significativa a la seguridad alimentaria, la economía y el empleo en el país (FAO, 2022). La avicultura en Ecuador ha experimentado un crecimiento sostenido en las últimas décadas, impulsado por la demanda interna y las exportaciones, principalmente de pollo y huevos (INEC, 2023).

Ecuador cuenta con una biodiversidad climática y geográfica que favorece la cría de diferentes especies de aves, permitiendo la producción durante todo el año y adaptándose a distintas condiciones de mercado

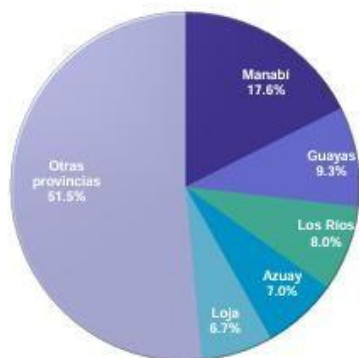
Uno de los principales desafíos en la producción avícola en Ecuador es el control de enfermedades, como la bronquitis infecciosa y la influenza aviar, que pueden afectar la productividad y generar pérdidas económicas significativas (FAO, 2022). Para mitigar estos riesgos, se ha fortalecido la bioseguridad en las granjas y se ha promovido la capacitación de los productores (MINAGRI, 2023).

La producción avícola en Ecuador en 2024 continúa siendo un sector estratégico para el desarrollo económico y social del país, enfrentando desafíos, pero también aprovechando oportunidades para innovar y mejorar su competitividad a nivel regional y global. (Martínez & Ramírez, 2022). Además, las políticas gubernamentales y los programas de apoyo técnico han sido clave para fortalecer la cadena productiva y promover la competitividad del sector avícola ecuatoriano (SEPA, 2023).

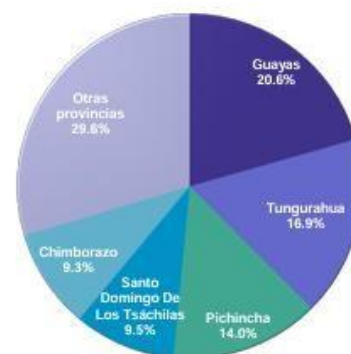
Gráfico 1.

Producción avícola en el Ecuador (2024)

Participación # de gallos, gallinas y pollos criados en el campo por provincia, año 2022



Participación # de gallos, gallinas y pollos criados en planteles avícolas por provincia, año 2022



Fuente: INEC – SPAC 2022

8.2.1. Producción de Huevos.

En 2024, la producción de huevos en Ecuador experimentó un aumento notable, alcanzando un total de 3,815 millones de unidades. Esto representó un crecimiento respecto al año anterior, 2023, cuando se registraron 3,646 millones de huevos.

Gráfico 2.

Crianza de gallinas y pollos en el Ecuador



Fuente: CONAVE.

8.3. La gallinaza.

De acuerdo con los estudios de Rodríguez et al., (2020), la gallinaza es el excremento o estiércol de las gallinas, a menudo mezclado con plumas, residuos de alimento y material absorbente (como viruta o cascarilla) en explotaciones avícolas. Se utiliza como abono orgánico, especialmente en la agricultura, para enriquecer el suelo con nutrientes. Las de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de

huevo o bien durante periodos de desarrollo de este tipo de aves, mezclado con desperdicios de alimento y plumas.

La gallinaza en Ecuador se refiere a los desechos orgánicos provenientes de las aves de corral, principalmente gallinas, que se utilizan como fertilizante en la agricultura debido a su alto contenido de nutrientes. Es una fuente importante de materia orgánica y nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, que pueden mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento de cultivos (Rodríguez & Pérez.,2022).

El excremento de aves es sometido a varias transformaciones como es la fase mesófila, termófila, enfriamiento y maduración las cuales permiten utilizar el desecho y generar un valor agregado y a su vez minimizar el impacto ambiental que ocasionaría el no realizar esta actividad (Mullo, 2012).

El ácido úrico se excreta en más del 50% del N en las aves, para lo cual una táctica para reducir la contaminación ambiental sería el inhibir su conversión de amoníaco, asimismo de las variadas combinaciones de manejo nutricional, métodos de alojamiento, iniciativas de tratamientos, almacenaje y disposición de residuales (López, 2016).

La indagación de metodologías factibles para el uso de estos residuos es un desafío mayor, debido al ineludible incremento de la producción de excretas. No obstante, durante años se han manejado, principalmente, como fertilizantes e ingredientes de las dietas para animales de granja (Mórales, 2018).

La gallinaza, que es el excremento de las aves, especialmente de gallinas, es una fuente rica en nutrientes, incluyendo nitrógeno, fósforo y potasio. La conversión de la gallinaza en urea se basa en procesos biológicos y químicos que permiten la transformación de compuestos nitrogenados presentes en la gallinaza en formas más utilizables, como la urea.

8.3.1. Producción.

La calidad de la gallinaza depende de diversos factores, una de ellas es la edad del ave. Las gallinas jóvenes producen menos excretas, debido a su bajo consumo de alimento en sus primeras etapas de vida.

En cuanto a la línea de producción en pollos de engorde, la situación es compleja debido a que la cantidad de gallinaza producida es una mezcla de defecación y del material utilizado como cama.

Por lo que, desde otro punto de vista, hay que tener en cuenta que por cada kilo de alimento consumido los pollos producen alrededor de 1.1 a 1.2 kg de excrementos frescos, con el 70 –80% de humedad. En deyecciones totalmente secas ello supondría unos 0.2 – 0.3 kg por ave y por kilo de alimento consumido³. La cantidad de material utilizado como cama, en el caso de la viruta, varía entre 5 a 8 kg de cama/ m^2 de superficie del galpón, lo que a una densidad de 15 pollos / m^2 , supone de 0.3 – 0.5 kg/pollo. La producción de gallinaza pura y seca, al final (Rodríguez & Pérez.,2022).

En dicho contexto la producción de gallinaza pura, al final del periodo, depende del peso vivo y de su consumo total, pudiéndose estimar entre 20 y 28 kg/ave. Con respecto a la producción de gallinaza de aves ponedoras. Sin embargo, la circunstancia de existir diversos sistemas de recogida de deyecciones (en función de su periodicidad y/o si se dispone de un pre secado o no), hace que la humedad (70 a 80%) de éstas varíe considerablemente, lo que afecta a su producción (Rodríguez & Pérez.,2022).

Tabla 4.

Estimación de la producción de excretas de las aves ponedoras.

Tipo de gallina	Consumo de alimento (gr/ave/día)	Digestibilidad del alimento (%)	Materia seca deyecciones (gr/ave/día)
Liviana	100 - 110	75 - 80	20 – 27
Semi pesada	110 – 120	75 - 80	22 – 30

Fuente: Selecciones avícolas 2000.

8.3.2. Utilización.

Se utiliza como abono orgánico para fertilizar cultivos, mejorar la calidad del suelo y retener la humedad.

Por lo expuesto, su preparación para mejorar su calidad y facilidad de manejo, la gallinaza se suele secar (curar) o fermentar (biol) en tanques de polietileno, proceso que transforma los nutrientes en una forma más asimilable para las plantas.

Los mecanismos de utilidad de la gallinaza se refieren a las diferentes formas en que este residuo orgánico puede ser aprovechado para beneficiar la agricultura y el medio ambiente. Entre estos mecanismos se encuentran su uso como fertilizante orgánico, en la

producción de biogás, y en la mejora de la calidad del suelo mediante la incorporación de materia orgánica y nutrientes. La gallinaza, al ser sometida a procesos como el compostaje o la digestión anaeróbica, puede liberar nutrientes de manera controlada, reducir la contaminación y promover prácticas agrícolas sostenibles (Martínez & Gómez, 2021).

Para el presente trabajo de investigación se toma a la gallinaza con las siguientes consideraciones de uso:

Fertilizante orgánico: La gallinaza se puede compostar y usar como fertilizante natural, aportando nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio para mejorar la fertilidad del suelo y promover el crecimiento de cultivos (Martínez & Gómez, 2021).

Mejora de la estructura del suelo: La incorporación de gallinaza en el suelo ayuda a aumentar la materia orgánica, mejorando su estructura, retención de agua y actividad biológica, lo que favorece un ambiente más saludable para las plantas (Rodríguez & López, 2020).

8.3.3. Ventajas.

Es una fuente de nutrientes natural y económica para el suelo, contribuyendo a la sostenibilidad agrícola.

En el contexto ecuatoriano, la gestión de la gallinaza ha cobrado relevancia por su potencial para reducir la dependencia de fertilizantes químicos y promover prácticas agrícolas sostenibles, además de abordar los residuos generados por la avicultura.

8.4.El tabaco.

El tabaco, perteneciente al género *Nicotiana* y a la familia *Solanaceae*, es una planta herbácea anual o perenne que ha sido cultivada por sus hojas con fines comerciales y culturales desde hace siglos (FAO, 2021). La composición química del tabaco es compleja, destacando por su contenido en alcaloides, principalmente la nicotina, que es el principal componente psicoactivo y adictivo (WHO, 2020). Además, sus hojas contienen compuestos como taninos, azúcares, ácidos y compuestos fenólicos, que influyen en el sabor, aroma y propiedades químicas del producto final (García et al., 2022).

Las propiedades del tabaco varían según la variedad, el método de cultivo y el proceso de curado, pero en general, sus hojas son valoradas por su capacidad para producir

efectos estimulantes y relajantes. Además de su uso en la producción de cigarrillos, el tabaco tiene aplicaciones en la industria farmacéutica, en la elaboración de productos de nicotina para sustitución y en ciertos usos tradicionales y religiosos en diversas culturas (Díaz & Pérez, 2021).

8.4.1. Producción de tabaco en Ecuador

Ecuador cuenta con una tradición agrícola significativa en el cultivo de tabaco, destacando por la calidad de sus hojas, especialmente en las regiones de Guayas, Los Ríos y Manabí (INEC, 2023). La producción se ha centrado en variedades de alta calidad, adaptadas a las condiciones climáticas locales y con técnicas tradicionales y modernas de cultivo y curado (FAO, 2021).

El sector tabacalero en Ecuador ha enfrentado desafíos relacionados con la competencia internacional, cambios en las políticas agrícolas y variaciones en la demanda mundial. Sin embargo, la producción interna sigue siendo relevante para la economía del país, tanto por su valor agregado como por su potencial de exportación (Paredes & Ramírez, 2022).

8.4.2. Detalles de la producción y las exportaciones en 2024

Aumento inicial en las ventas: En los primeros meses de 2024, existió un incremento en las ventas de tabaco en Ecuador, atribuible a una mayor demanda interna y a su producción en tabacaleras (Banco Central del Ecuador, 2024). Este auge reflejaba una tendencia positiva en la exportación de tabaco en bruto, consolidando la posición de Ecuador como un proveedor de materia prima de calidad (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2024).

Exportaciones: A pesar de las fluctuaciones en la producción interna, Ecuador exportó tabaco en bruto por un valor aproximado de 93 millones de dólares en 2024 (Banco Central del Ecuador, 2024). La mayor parte de estas exportaciones fue dirigida a mercados en Europa y América del Norte, donde la demanda de materia prima de alta calidad sigue siendo significativa (OEA, 2023).

No producción de tabaco (cigarrillos): Desde hace varios años, Ecuador no produce tabaco (cigarrillos) a nivel industrial, a pesar de contar con materia prima de buena calidad (INEC, 2023). La importación de tabaco ha aumentado, principalmente

desde países asiáticos, debido a la falta de una infraestructura local y normas regulatorias para su fabricación y/o producción (Paredes & Ramírez, 2022).

Motivos de la no producción de tabaco (cigarrillos): La industria del tabaco (cigarrillo) en Ecuador ha sido afectada por altos impuestos y regulaciones estrictas que encarecen la producción local, haciendo menos competitivos los productos nacionales frente a las importaciones, que muchas veces provienen de mercados con costos de producción más bajos y menor regulación (WHO, 2020). Además, el mercado ilegal y el contrabando desde Asia han desplazado en parte a la producción nacional, dificultando la viabilidad de una industria local para la manufactura de este insumo (SECOM, 2024).

8.4.3. Desechos de tabaco.

En Cuba, uno de los plaguicidas botánicos más estudiados es la tabaquina, la cual es empleada por los agricultores de esa zona para el control de plagas en diferentes cultivos de interés agrícola, este insumo natural se elabora con el residuo de la industria tabacalera de este país y tiene como principio activo la nicotina. Que es uno de los doce alcaloides que se extraen de las hojas del tabaco (González Vázquez et al., 2019).

También es un biol rico en macronutrientes como el nitrógeno (N), que permite una mayor fijación del nutriente en los suelos degradados por los cultivos.

Es una sustancia tóxica que se ha formulado como sulfato de nicotina 40 %. Su estructura química le permite mimetizar algunos de los efectos biológicos producidos neurotransmisor llamado acetilcolina.

La utilización de la tabaquina permite disminuir los niveles poblacionales de las plagas a niveles que dejen un espacio para la actuación de los medios biológicos con los que se debe aplicar en forma combinada (agua/biol) o cualquier otro solvente de origen biológico.

8.4.4. Aplicaciones y Beneficios del Tabaco (*Nicotiana tabacum L.*).

El tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) ha sido utilizado tradicionalmente en la agricultura como una fuente de compuestos naturales con propiedades pesticidas, principalmente debido a su contenido en nicotina, un alcaloide con efectos insecticidas y acaricidas. En los últimos años, se ha investigado su uso en forma de extractos o infusiones como bio insecticidas y bio fungicidas en cultivos orgánicos, promoviendo una

alternativa más sostenible y menos dañina para el medio ambiente en comparación con los plaguicidas sintéticos (García et al., 2021).

De acuerdo con (López et al., 2022). Los extractos de tabaco han demostrado ser efectivos contra diferentes plagas agrícolas, como áfidos, moscas blancas y plagas comunes en cultivos de tomates y hortalizas, reduciendo significativamente las poblaciones de estos insectos sin afectar los organismos benéficos.

Además, su uso en la agricultura orgánica está respaldado por las regulaciones que permiten la utilización de productos naturales derivados de plantas, siempre que sean aplicados de manera adecuada y en concentraciones controladas (FAO, 2020).

El método de preparación para el presente trabajo implica la maceración de hojas de tabaco en agua, creando extractos (concentrados) que se aplican mediante aspersión en las hojas o suelos afectados por agrotóxicos, sequías severas o suelos con retención de humedad. Sin embargo, se recomienda precaución en su uso para evitar provocar alteraciones en las propiedades geoquímicas del suelo, la biota de insectos benéficos y la posible resistencia de plagas a la reacción de la tabaquina (Martínez et al., 2021).

9. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

¿Los mecanismos de uso circular de la gallinaza y residuos de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) permiten generar alternativas sostenibles para la producción de insumos biológicos?

10. ÁREA DE ESTUDIO.

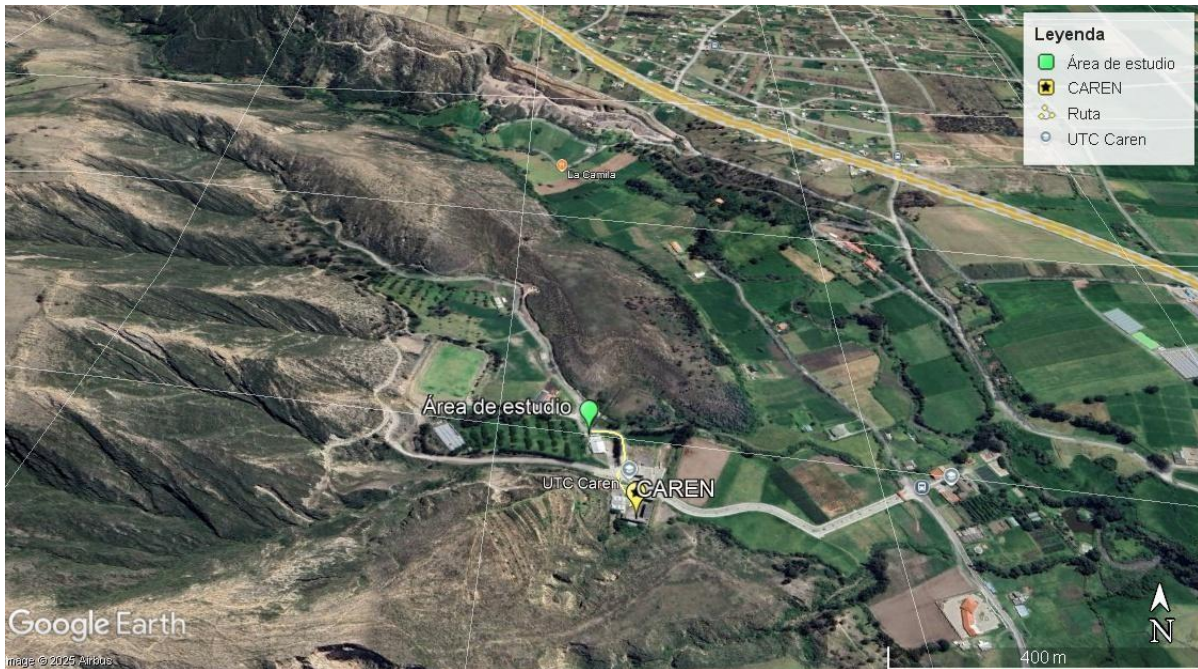
El área de estudio delimitado se encuentra establecido en la parte media del Centro de Investigación & Desarrollo (CEID-UTC).

El mismo que se encuentra localizado a una latitud de **0°59'52.45''S** y a **78°37'22.31''O** de longitud, con una elevación de **2740 m.s.n.m.** Situada en un área geográfica compartida entre los cantones de Pujilí, Latacunga y Salcedo.

El campus universitario, perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi se halla a 1.9 km de la vía E-35 en el barrio Salache bajo en la parroquia Eloy Alfaro y a 11,9 Km desde la ciudad de Latacunga. Dentro de la zona ecológica el clima es seco y templado, la pluviosidad es de 250 – 500mm y existe una temperatura oscilante de 13°C (INAMHI, 2022).

Gráfico 3.

Delimitación del área de estudio



Fuente: Google Earth 2025

Nota: *Elaboración propia del autor.*

11. METODOLOGÍA.

11.1. Método cualitativo.

El método cualitativo para la elaboración de bioinsumos se centró en la comprensión profunda de los procesos, prácticas y percepciones relacionadas con la producción de insumos biológicos para la agricultura. En el presente enfoque se incluyó diversas técnicas, como el análisis de contenidos, la delimitación del área de implantación, experimentación en campo, asesoramiento técnico, mediante la revisión y análisis de investigaciones previas, que permitieron recopilar información fundamental y contextualizada.

El enfoque cualitativo, permitió comprender en profundidad los procesos, percepciones y trabajo de campo relacionados con la producción de bioinsumos utilizando desechos de gallinaza y hojas de tabaco. La metodología se centra en la exploración y análisis de aspectos no numéricos, como las prácticas tradicionales, aplicación técnica, y las características cualitativas de los materiales en los procesos involucrados.

Diseño de la investigación: Se adoptó un enfoque exploratorio-descriptivo el cual permitió determinar la composición de los macronutrientes de la gallinaza y los desechos de las hojas de tabaco, de la misma manera su textura, color y tipo de biol (si es bioestimulante y biofungicida.)

Trabajo en Campo: En el mismo se delimitó el área de implantación del proyecto, con la colocación de dos tanques de polietileno en el terreno de la parte sur de las oficinas de granos andinos, los mismos que fueron adecuados con dos filtros sedimentadores, conexiones para filtración y envasado, y una válvula cinética para la liberación del gas metano que llegase a acumularse en el tanque donde se elaboró la gallinaza.

Análisis Documental: Mediante la revisión documental se obtuvo información relevante mediante investigaciones previas de artículos de investigación con temas relacionados a la producción de insumos agrícolas, beneficios, alternativas sostenibles, procesos de producción y de economía circular, para el desarrollo de la fundamentación científica teórica.

Validez: Se logró mediante procesos anaerobios, la obtención de los concentrados de biol de tabaco (250 L de tabaquina) y biol de gallinaza (900 L de urea). Para su posterior envasado en botellas de alta presión, obteniendo un total de 1.100 litros de biol, en total de su producción, los mismos fueron almacenados en condiciones óptimas, para que no exista alteraciones en su composición orgánica es sugerible que los bioles se mantengan a temperatura ambiente y no expuestos al sol.

11.1. Gallinaza: Técnicas e Instrumentos de uso

11.1.2. Preparación de la gallinaza (urea).

La obtención de urea a partir de la gallinaza en Ecuador es un proceso que ha ganado interés en la comunidad científica debido a su potencial impacto positivo en la agricultura sostenible y la gestión de residuos. Según estudios recientes, la gallinaza, que es rica en nitrógeno, puede ser tratada para obtener urea, un fertilizante de liberación lenta y alta eficiencia en la nutrición de los cultivos (Gutiérrez & Cevallos, 2018).

La conversión de nitrógeno orgánico presente en la gallinaza en urea se logra a través de procesos de hidrólisis enzimática. La enzima ureasa desempeña un papel crucial en la transformación de los compuestos nitrogenados de la gallinaza en urea pura, la cual

puede ser utilizada como fuente de nitrógeno de liberación gradual en diferentes cultivos agrícolas (Sánchez et al., 2020).

Además, se ha demostrado que la producción de urea a partir de la gallinaza no solo contribuye a la mejora de la fertilidad del suelo, sino que también reduce la dependencia de fertilizantes químicos y minimiza el impacto ambiental asociado con la acumulación de desechos orgánicos. Este enfoque integrado de gestión de residuos y nutrición vegetal refleja un compromiso con la sostenibilidad y la economía circular en el sector agrícola (López & Mendoza, 2019).

Los bioles se obtienen mediante la fermentación anaeróbica o aeróbica de la gallinaza. Para ello, se pueden seguir los siguientes pasos:

Para el proceso de extracción de la urea de gallinaza se adquirió 184 kilogramos de purín de gallinaza fresca, 4 kilogramos de hidrato de calcio (cal), 900 L de agua de manantial. Y un tanque reservorio de 1300 L. Dando una relación de 20 kilogramos por cada 100 litros de agua. El cual se dejó macerarla gallinaza en el interior del tanque durante 75 días.

Recolección y Mezcla: Se recolectó la gallinaza (200 Kg), que se mezcla en proporciones adecuadas. La relación entre estos materiales puede variar, pero se recomienda una mezcla que favorezca la actividad microbiana, entre la relación soluto/solvente (López et al., 2018).

Fermentación: La mezcla de gallinaza se coloca en un recipiente cerrado (tanque de poliestireno de 1300 L), donde, se colocaron 20 Kg de residuos de gallinaza por cada 100 litros de agua; adicionalmente se corrigió su pH alcalino (12), con 2 kilogramos de clorhidrato de calcio por cada 100 litros de concentrado del bioinsumo líquido, con lo cual permite la fermentación durante un período de tiempo determinado (generalmente de 60 a 90 días). Durante este proceso, los microorganismos descomponen la materia orgánica, liberando nitrógeno en forma de amoníaco, que posteriormente se convierte en urea (Bañuelos et al., 2019).

Filtración y Recolección: Una vez finalizada la fermentación, el líquido resultante, conocido como biol, se filtra para eliminar sólidos, y se aplicó una dosis de 45 mg/ L de ozono para eliminar las bacterias presentes en el concentrado, para su posterior envase y conservación dentro de un máximo de seis meses a partir del sellado del envase.

Aplicación: Se sugiere aplicar un litro de biol de gallinaza por cada 10 litros de agua pura (manantial), para su correcta absorción en el suelo.

11.2. Tabaquina: Técnicas e Instrumentos de uso.

11.2.1. Preparación de la tabaquina.

La tabaquina, un alcaloide presente en las hojas de tabaco (*Nicotiana tabacum*), se obtiene a través de un proceso que involucra la extracción y purificación de las hojas. Este proceso se basa en la química de los compuestos presentes en el tabaco, donde la tabaquina se encuentra en concentraciones variables dependiendo de la variedad de la planta y las condiciones de cultivo.

La extracción de la tabaquina generalmente se realiza mediante métodos solventes, donde se utilizó agua en el presente caso de estudio, para obtener el componente activo del tabaco (nicotina). Según un estudio reciente, la eficiencia de la extracción puede verse influenciada por factores como la temperatura (32°C a 40°C), el tiempo de extracción y la relación entre el disolvente y la materia vegetal (González et al., 2021).

Una vez extraído su componente activo, la tabaquina puede ser purificada utilizando técnicas como la ozonificación, que permite eliminar microorganismos presentes en la fermentación del tabaco los diferentes compuestos presentes en la mezcla. La aplicación de ozono en productos orgánicos, es una de las técnicas más utilizadas para este propósito, ya que proporciona una alta resolución y pureza del compuesto final (Martínez & López, 2022).

Para el secado y molienda de las hojas de tabaco, hoja madura o marrón, (*Nicotiana tabacum* L). se utilizó 40 kilogramos de hojas, las cuales se dejaron secar durante dos semanas (14 días), a una temperatura oscilante de entre los 13°C a 18°C para luego proceder con la molienda de las mismas.

Una vez realizado el proceso, se adquirió un tanque reservorio de polietileno de 250 L, de capacidad, a donde se llenó 200 L de agua de manantial conjuntamente con 20 kilogramos de tabaco molido de hoja Burley. Y se dejó en reposo durante 72 horas (3 días), previo a su respectivo envasado.

El mismo procedimiento sucedió con la hoja de tabaco oriental (hoja verde). Para el secado y molienda de las hojas de tabaco, (*Nicotiana tabacum* L). se utilizó 40

kilogramos de hojas, las cuales se dejaron secar durante 2 semanas (14 días), a una temperatura oscilante de entre los 13°C a 18°C para luego proceder con la molienda de las mismas.

Con el procedimiento efectuado, se adquirió un tanque reservorio de polietileno de 250 L, de capacidad, donde se llenó 200 L de agua de manantial conjuntamente con 20 kilogramos de tabaco molido de hoja Burley. Y se dejó en reposo durante 72 horas (3 días), previo a su respectivo envasado.

Filtración y Recolección: Una vez finalizada la fermentación, el líquido resultante, conocido como biol, se filtra para eliminar sólidos, y se aplicó una dosis de 45 mg/ L de ozono para eliminar las bacterias presentes en el concentrado, para su posterior envase y conservación dentro de un periodo de cuatro a seis meses a partir del sellado del envase.

Aplicación: Como insecticida para aplicación foliar, Se lo dispone a hojas o flores, se recomienda por motivo de que la nicotina es un componente demasiado fuerte para un suministro directo. Aplicar una dosis de un litro de biol de tabaco por cada 10 litros de agua pura (manantial), para su correcta adhesión.

11.3. Materiales

- Un tanque reservorio de polietileno de 1300 L.
- Un tanque reservorio de polietileno de 250 L.
- Paleta de madera.
- 184 kg de gallinaza.
- 13, 2 kg de desechos de hojas de tabaco.
- 6 kg de hidróxido de calcio (cal).
- 1100 litros de agua de manantial.
- Un ozonificador.
- EPP.
- GPS.
- Termómetro • Válvula cinemática.
- Jarras.
- Embudos y envases.

Tabla 5. Clasificación de los bioinsumos de acuerdo con la regulación expedida por Agrocalidad 2022.

BIOINSUMOS

Plaguicidas biológicos y afines

(Resolución 143 de 2019)

Agentes de control biológico

Extractos vegetales

Semioquímicos

Preparados minerales

Agentes microbianos: entomopatógenos y antagonistas.

Parásitos y depredadores.

Feromonas.

Alelos químicos

Atrayentes alimenticios

Fertilizantes

(Resolución 148 de 2022)

Fertilizantes

Enmiendas de suelos

Productos afines

Orgánicos.

Inorgánicos.

Orgánicos.

Inorgánicos.

Bioestimulantes.

Reguladores de crecimiento de origen natural.

Inoculantes biológicos.

Floculantes del suelo.

Coadyuvantes

(Resolución 218 de 2018)

Surfactantes o tensoactivos

Adherentes.

Penetrantes.

Anti deriva.

Emulsificantes o agentes de compatibilidad.

Nota: Elaboración propia del autor.

Fuente: Resolución 143 de 2019, Resolución 218 de 2018, Resolución 148 de 2022.

11.4. Bioinsumos.

Se define como bioinsumo a los productos de origen, animal, microbiano y/o vegetal, capaces de ser transformados a abonos orgánicos, para mejorar la productividad, calidad y sanidad de los cultivos vegetales y recuperar nutrientes del suelo (Bullor et al., 2023).

Un estudio relevante sobre los bioinsumos producidos en el Ecuador es el realizado por (Rosero et al., 2018), quienes analizaron la efectividad de los biofertilizantes en el cultivo de maíz en la región. En su investigación, encontraron que el uso de biofertilizantes mejoró significativamente el rendimiento del maíz (*Zea mays*), reduciendo la dependencia de agroquímicos e incentivando la sostenibilidad en la agricultura.

Además, (Segura & García, 2019) examinaron la aplicación de biopesticidas en el control de plagas en cultivos de tomate en el Ecuador. Encontraron que los biopesticidas a base de microorganismos y extractos botánicos fueron efectivos para el control de plagas, reduciendo la necesidad de pesticidas químicos y minimizando el impacto ambiental.

Las presentes investigaciones demuestran relevancia y el potencial de los bioinsumos que pueden llegar a ser producidos en el Ecuador para mejorar la productividad agrícola de manera sostenible. La incorporación de bioinsumos en la agricultura puede contribuir a la reducción de la contaminación ambiental y al fomento de prácticas agrícolas más respetuosas con el entorno.

11.5. Macronutrientes presentes en los insumos orgánicos de tabaco y gallinaza.

Nitrógeno (N).

Desempeña un papel crucial en la síntesis de aminoácidos, los bloques de construcción de las proteínas, y también es un componente clave de la clorofila y los ácidos nucleicos. Fomenta el crecimiento de tallos y hojas, así como la producción de proteínas en frutas y granos, lo que mejora la capacidad de la planta para absorber otros nutrientes como el fósforo y el potasio.

Si se presenta una deficiencia por nitrógeno, los primeros síntomas se manifiestan en las hojas maduras, ya que el nitrógeno es altamente móvil dentro de la planta. Estos síntomas incluyen falta de turgencia y cambios en el color de las hojas, que primero se vuelven verde claro, luego muestran clorosis y finalmente mueren. Además, se puede observar una disminución en el crecimiento de los sistemas radiculares (12). El nitrógeno debe convertirse en formas accesibles para las plantas y otros organismos antes de poder ser utilizado. Esto se logra a través del ciclo del nitrógeno, un conjunto de procesos biogeoquímicos que involucra la fijación de nitrógeno atmosférico, la nitrificación, la desnitrificación y la asimilación de nitrógeno por parte de los seres vivos (Imata & Tarqui 2024).

Fosforo (P).

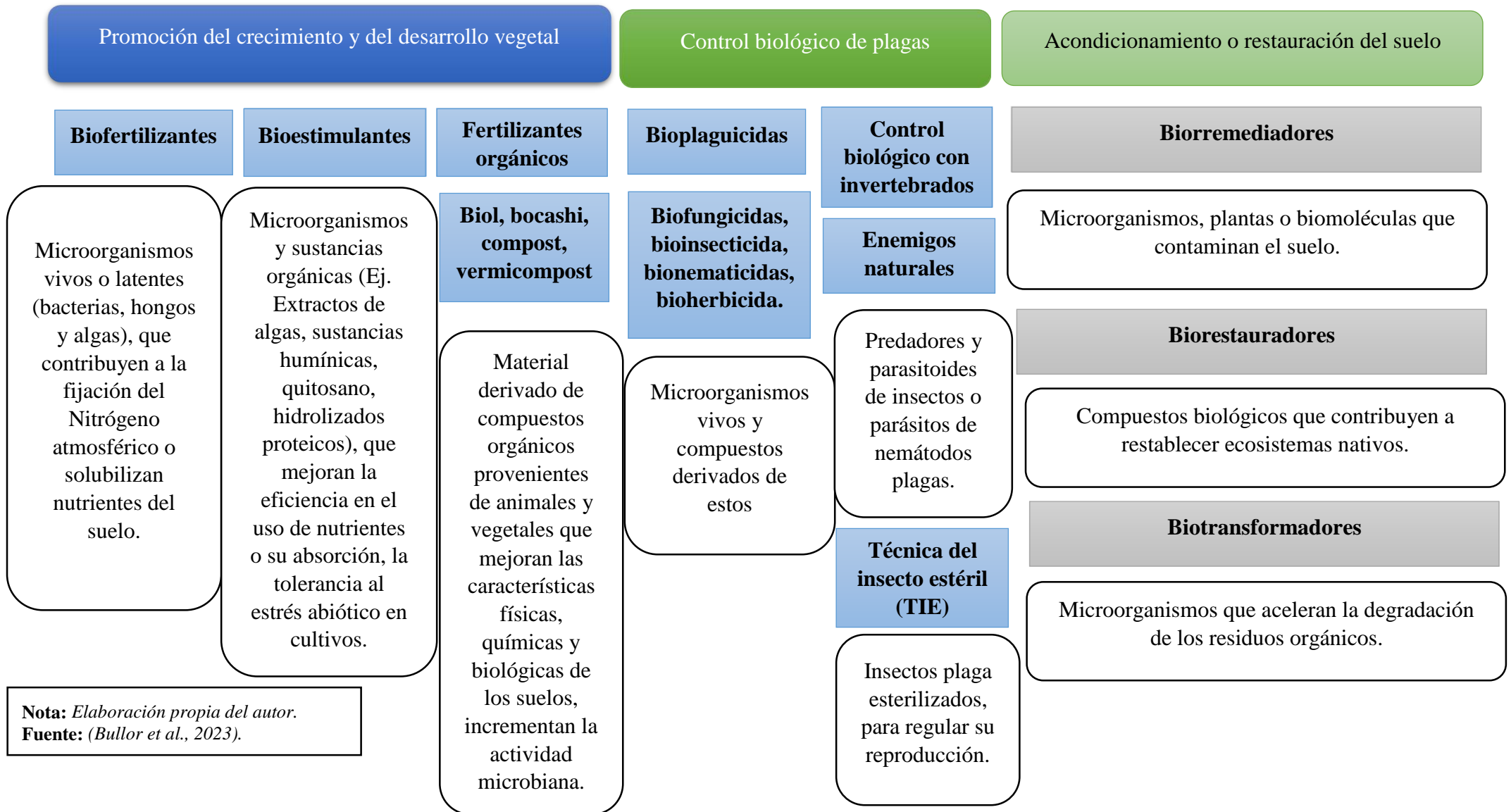
Desempeña un papel esencial en la formación de coenzimas, ácidos nucleicos y varios sustratos metabólicos, siendo un componente crucial del ATP, la molécula principal de energía en las células. Además, favorece el crecimiento de las raíces y fortalece la resistencia contra enfermedades vivos (Imata & Tarqui 2024).

Potasio (K).

Es un electrolito que participa en la regulación del equilibrio de agua y electrolitos, el potasio es esencial para diversas funciones cruciales en las plantas, como la fotosíntesis, el transporte de carbohidratos y la síntesis de proteínas. Además, actúa como catalizador o activador de enzimas, contribuye a la osmorregulación y es vital para mantener el potencial de membrana (Imata & Tarqui 2024).

La carencia de potasio en el suelo se manifiesta primero en las hojas maduras, presentando síntomas como clorosis marginal e intervenal, enrollamiento, arrugas en las hojas y brotes muy cortos. En general, las plantas con deficiencia de potasio muestran debilidad, con un sistema de raíces poco desarrollado y una baja resistencia al estrés y las enfermedades. También puede reducir las tasas de transpiración y el intercambio de gases a través de las estomas (Imata & Tarqui 2024).

Tabla 6. Clasificación de los Bioinsumos.



Nota: *Elaboración propia del autor.*
Fuente: (Bullor et al., 2023).

11.6. LEY DE ECONOMÍA CIRCULAR.

Su objetivo principal es mantener el valor de los productos, materiales y recursos en el ciclo económico lo más largo posible, minimizando la generación de residuos y el consumo de materias primas vírgenes.

De acuerdo con (Paredes & Ramírez, 2022). Ecuador busca promover un modelo de gestión de residuos y recursos que fomente la reutilización, el reciclaje y la valorización de materiales orgánicos e inorgánicos, con el fin de reducir el impacto ambiental y potenciar la producción sostenible de bioinsumos. Esta Ley impulsa a la transformación de residuos agrícolas, ganaderos y urbanos en insumos para la agricultura, como fertilizantes orgánicos, biopesticidas y otros productos biológicos, alineándose con los principios de economía circular y sostenibilidad ambiental en el país.

La legislación ecuatoriana relacionada con la economía circular y la gestión de residuos ha sido fortalecida mediante normativas que fomentan la valorización de residuos y la producción de bioinsumos, promoviendo la innovación y el desarrollo de tecnologías limpias. La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Ley No. 118, 2016) establece las bases para la gestión sostenible de residuos, incentivando la recuperación y reutilización de materiales orgánicos para la producción de bioinsumos agrícolas (MAATE, 2016).

Además, el país ha avanzado en la regulación y promoción de bioinsumos a través de políticas que apoyan la investigación y el uso de productos biológicos en la agricultura, en línea con los objetivos de la economía circular, que busca cerrar los ciclos de materiales y reducir la dependencia de insumos químicos.

La mencionada ley incluye nueve ejes de acción, como a continuación se detallan:

- i. Aprovechamiento e industrialización de residuos;
- ii. Ecodiseño;
- iii. Vinculación con la academia;
- iv. Producción limpia;
- v. Infraestructura sostenible y resiliente;
- vi. Educación;
- vii. Negocios sustentables;
- viii. Sustitución progresiva; ix. Indicadores. (SENPLADES, 2020).

Los presentes ejes buscan promover la reutilización y transformación de residuos en nuevos productos o materias primas, reduciendo así la cantidad de desechos y fomentando una economía circular. Diseñar productos pensando en su impacto ambiental a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la producción hasta la disposición final, para minimizar su huella ecológica, el cual se encuentre vinculado a la Academia, con la participación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental y así promover prácticas y tecnologías que reduzcan el uso de recursos y la generación de contaminantes durante los procesos productivos; buscando una rentabilidad más eficiente y amigable con el medio ambiente. Incentivando la creación y fortalecimiento de proyectos que integren criterios ambientales, sociales y económicos en su modelo de negocio, promoviendo un desarrollo económico responsable.

12. RESPUESTA A LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.

Al aprovechar estos residuos de manera adecuada, se puede determinar que, tanto la producción de bioles de tabaco como la urea de gallinaza en fertilizantes orgánicos o en insumos para la producción de microorganismos beneficiosos, como biofertilizantes, mejoran la salud del suelo y reducen la dependencia de insumos químicos.

Por otro lado, los residuos de tabaco, que contienen compuestos bioactivos, pueden ser utilizados en la elaboración de bioestimulantes y/o biocontroladores, contribuyendo a prácticas agro sostenibles y de menor impacto con el ambiente.

La producción de insumos biológicos a partir de los residuos orgánicos ricos en macro nutrientes, repotencian a conseguir una mejor calidad del suelo y su uso viable como sustratos.

Los valores analíticos ricos en macronutrientes para nitrógeno (N) son 0,03% en el biol de tabaco Oriental 0,04% en el biol de tabaco Burley y 0,11% en el biol de gallinaza. Siendo, la muestra de biol de urea el cual tiene un contenido más alto de nitrógeno total, lo que puede favorecer el crecimiento vegetal.

Los resultados en la composición de fósforo (P) son 60,6 mg/l en el biol de tabaco Oriental, 65,7 mg/l en el biol de tabaco Burley y 1140 mg/l en el biol de gallinaza. Los mismos indican que, el biol de Gallinaza tiene un contenido de fosfato extremadamente alto, lo que puede ser muy beneficioso para el desarrollo de raíces y la floración.

Los niveles de potasio son 330 mg/l tabaco Oriental, 825 mg/l tabaco Burley y 2980 mg/l del biol urea. El nivel más alto lo tiene el biol de gallinaza, el cual permite la absorción de agua y nutrientes.

En conclusión, los mecanismos de uso circular de la gallinaza y residuos de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*) tienen un gran potencial para generar alternativas sostenibles en la producción de insumos biológicos.

13. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

13.1. Mecanismos de uso circular para la producción de tabaquina (tabaco burley, oriental y urea).

Valor agregado a los residuos orgánicos: Uno de los principios de la economía circular es la valorización de los desechos de hojas de tabaco. En lugar de desechar los subproductos del cultivo de tabaco (hojas no aptas para el mercado, tallos, etc.), estos se transforman en un insumo útil para convertirlos en abono orgánico líquido Kirchherr et al. (2017).

Obtención de materia prima: Los datos primarios fueron obtenidos a través de información semiestructurada con mediante trabajo de campo consiguiendo los procesos productivos en la plantas avícola donde se obtuvo el purín de gallinaza y en la tabacalera a donde se consiguió las hojas de tabaco (*Nicotiana tabacum L*), así como también la preparación in situ para la transformación de las materias primas en los insumos biológicos, determinando los pasos para elaborar las operaciones y registrar los inputs (materias primas, energía, agua, etc.) y outputs (productos, emisiones, residuos, etc.)

Procesos de maceración: Para llevar a cabo el análisis del proceso productivo de la producción de urea y tabaquina, se adoptó el proceso de secado y molienda de las hojas del tabaco, para su posterior envasado en telas filtro y así llevar al proceso de maceración y obtención del concentrado de los bioles de tabaco Burley y Oriental durante tres días, ya que por el alto contenido de nicotina que tiene, es esencial llevar un control riguroso para la liberación de su componente activo y la eficacia del mismo en condiciones normales.

Procesos de digestión anaerobia: Para cumplir con los procesos de elaboración del biol de gallinaza para la posterior extracción de su componente activo (urea), se efectuaron procesos de digestión anaerobia, la cual favoreció una mayor concentración de macronutrientes esenciales (Nitrógeno fósforo y potasio), en el tanque de fermentación, destinado para el presente análisis, con lo que respecta a la generación de biogás, esta fue controlada con una válvula cinética, para esparcir los vapores generados y mantener la concentración del compuesto.

Sustitución de insumos químicos: La tabaquina, conformado por nutrientes esenciales y sus compuestos activos, pueden sustituir parcial o totalmente a los fertilizantes y pesticidas sintéticos, favoreciendo a la reducción de la huella ecológica en los sistemas productivos agrarios aprovechando al máximo la recirculación de los residuos (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Fomento para la agroindustria: Elaborar tabaquina puede resultar en aspectos innovadores para el desarrollo local de una comunidad, en el marco de una producción más limpia en la cosecha de alimentos orgánicos, cumpliendo con estándares de calidad e incentivando la soberanía alimentaria de los pueblos campesinos, por lo que detalla en su estudio (Valenzuela Cobos, 2023), en los últimos años la economía circular en el Ecuador se está desarrollando como una estrategia elemental para la sostenibilidad, buscando minimizar residuos y maximizar la eficiencia en el uso de recursos que mayoritariamente son desechados como basura.

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que la implementación de mecanismos de uso circular en la producción de tabaquina representa una estrategia clave para mejorar la sostenibilidad y eficiencia de la elaboración de los abonos orgánicos. En esta investigación se evaluaron prácticas circulares aplicadas a la indagación y procesamiento de los dos tipos de tabaco Burley y Oriental, junto con el aprovechamiento de la urea de gallinaza como fuente de nitrógeno.

Uno de los hallazgos más relevantes es la reducción en el uso de fertilizantes sintéticos y pesticidas químicos, debido a la capacidad de la tabaquina para actuar como bioestimulante y repelente natural, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y regeneración de suelos propuestos por la economía circular (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Recalcar que, durante la fase de desarrollo del ensayo testigo se pudo comprobar que la aplicación de la tabaquina permitió cerrar parcialmente el ciclo de nutrientes, al reincorporar materia orgánica y compuestos nitrogenados al suelo. Este mecanismo favoreció la recuperación de suelos degradados, mejorando su estructura y capacidad de retención hídrica, lo cual fue corroborado mediante el análisis de las propiedades físicoquímicas del suelo antes y después del tratamiento.

Partiendo de un enfoque social y económico, en la preparación de la tabaquina también se logró conseguir impactos positivos, al tratarse de un producto de elaboración local con materiales de bajo costo, dinamizando la economía rural mediante la creación de valor agregado a los residuos agrícolas; lo cual se relaciona directamente con el principio de desarrollo territorial sostenible, promovido en la Estrategia Nacional de Economía Circular del Ecuador (MAATE, 2021).

En comparación con modelos convencionales de uso de fertilizantes, el enfoque circular permitió identificar una mayor eficiencia en la aplicación de los recursos, promoviendo la regeneración de ecosistemas afectados por la sequía o baja de nutrientes, reduciendo de esta manera los flujos de desechos. Tal como señalan Kirchherr et al. (2017), este tipo de prácticas encarna una verdadera transición hacia un modelo regenerativo, que busca restaurar los sistemas naturales.

Finalmente, la experiencia con la tabaquina refuerza la necesidad de integrar principios de economía circular en políticas agrícolas y programas de extensión rural, como una vía efectiva para lograr sistemas agro productivos más resilientes, competitivos y sostenibles.

Este modelo de mecanismo de uso circular, busca minimizar la generación de residuos por desechos de gallinaza que pueden incidir en el impacto de contaminación ambiental o la desmedida generación de desechos producidas por la producción del tabaco en la región, considerando que sus componentes son altamente tóxicos en condiciones de temperaturas relativas o expuestas a fuentes fijas de suministro de servicios ambientales.

La fabricación y conversión del estiércol las gallinas a un biol con una alta concentración de macronutrientes, representa una estrategia altamente efectiva dentro de los principios de la economía circular aplicadas a la agricultura. La gallinaza, como subproducto de la industria avícola, (Mejía et al., 2020). En este contexto, su transformación en biol líquido mediante fermentación anaerobia permite su aprovechamiento como fertilizante orgánico, evitando su disposición directa al contener patógenos dañinos, a más de olores desagradables y tener plagas que lleguen a afectar la calidad del suelo.

La urea, puede estar presente de forma natural por la descomposición de la materia fecal aviar, es un compuesto nitrogenado soluble, el mismo que potencia el contenido de

nitrógeno del biol, mejorando su capacidad de estimular el desarrollo vegetativo de los cultivos (Mosquera et al., 2019).

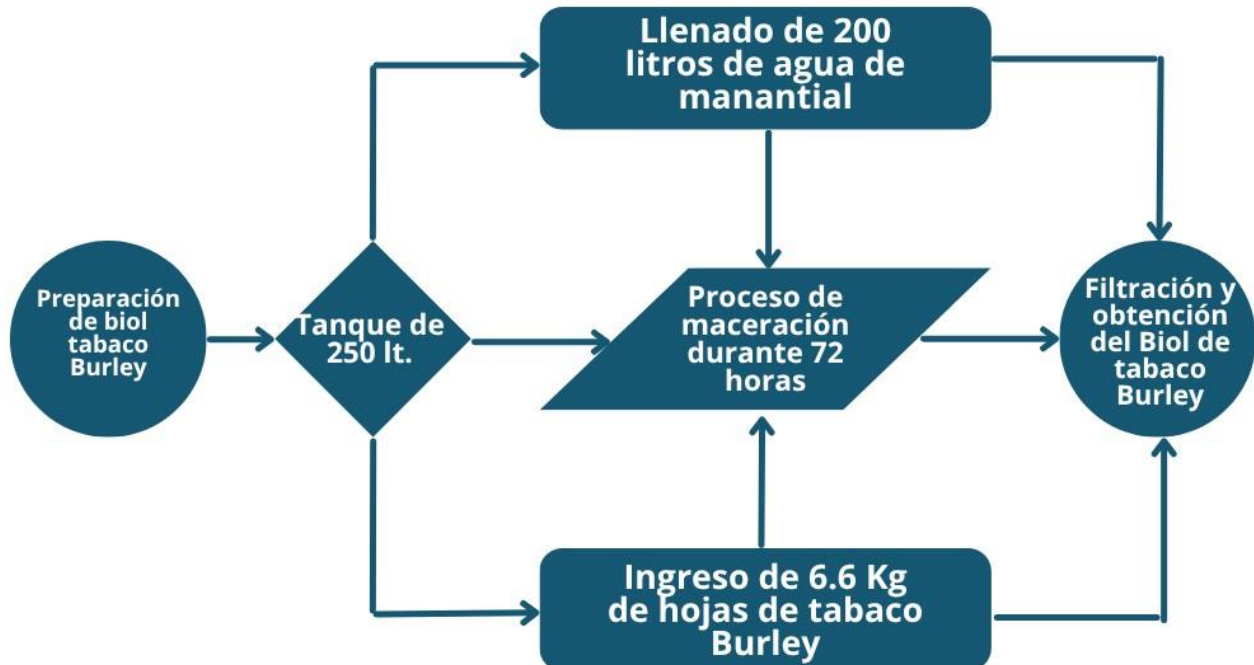
Los resultados experimentales obtenidos en el ensayo testigo, demostraron que la aplicación de biol de gallinaza (urea orgánica), mejoró significativamente la **eficiencia en el uso de nutrientes**, promoviendo una mayor retención de nitrógeno en el suelo y reduciendo las pérdidas por lixiviación. Esto coincide con lo planteado por AguilarRivera et al. (2021), quienes destacan que el uso de biofertilizantes ricos en nitrógeno favorece una agricultura más sostenible y resiliente, disminuyendo la dependencia de fertilizantes sintéticos importados.

Además, desde la perspectiva de economía circular, este sistema permite cerrar ciclos de nutrientes, ya que los residuos de origen animal son reincorporados al agroecosistema como insumos productivos. Al evitar la disposición final de la gallinaza como residuo contaminante, se contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, particularmente metano y óxidos de nitrógeno, los cuales son comunes en la descomposición anaeróbica descontrolada (FAO, 2018).

Sin embargo, es importante resaltar que el uso del biol de gallinaza requiere de una dosificación técnica adecuada, ya que su uso excesivo puede provocar desequilibrios nutricionales o contaminación por exceso de nitrógeno. Por ello, se menciona proporcionar la dosificación necesaria del bio concentrado en relación a la cantidad de solvente (agua), para evitar quemaduras en las plantas y ajustar la dosis según las necesidades del cultivo o el terreno a intervenir.

13.2.Procedimientos para la producción de urea y tabaquina.

Tabla 7. Flujograma del ACV del proceso de elaboración de la tabaquina (tabaco Burley).



Nota: *Elaboración propia del autor.*

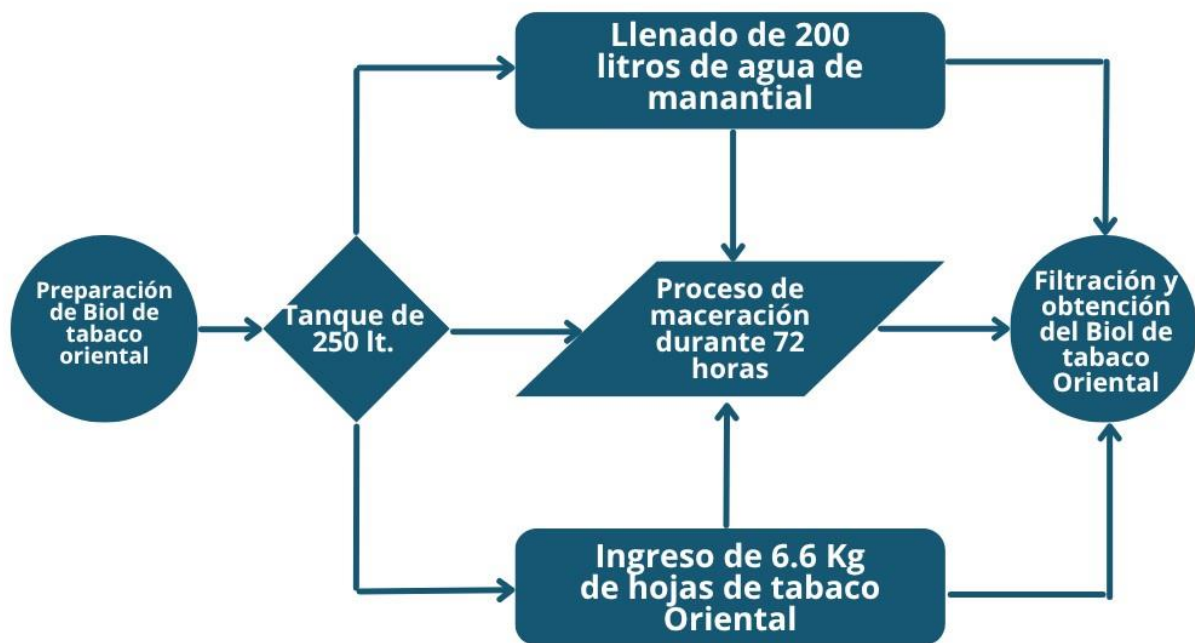
La tabaquina, que tradicionalmente se ha conocido como un insecticida natural hecho a partir de extractos de residuos de tabaco, está recibiendo una nueva valoración en el contexto de la agricultura orgánica. Ahora se considera un biofertilizante multifuncional, no solo útil para el control de plagas, sino también como una enmienda líquida que estimula la repotenciación de nutrientes en el suelo.

Para la elaboración de la tabaquina del tipo de hoja de tabaco Burley se utilizó un tanque de polietileno de 250 L de capacidad a una concentración del soluto de 6.6 Kg de tabaco triturado por cada 100 L de agua de manantial, manteniendo un proceso de maceración de concentrado durante 72 horas (tres días), para la postre filtración y envasado del compuesto en envases de alta presión de 1L, dando como obtención final la producción de 200 L de biol compuesto por hojas de tabaco burley.

La tabaquina optimizada como biol orgánico es una estrategia agroecológica que no solo es económica, sino que también tiene un gran impacto y se alinea perfectamente

con la economía circular. Al utilizarla, se mejora la salud del suelo, se disminuye la dependencia de productos químicos y se ofrece una solución integral para el manejo de cultivos.

Tabla 8. Flujograma del ACV del proceso de elaboración de la tabaquina (tabaco Oriental).

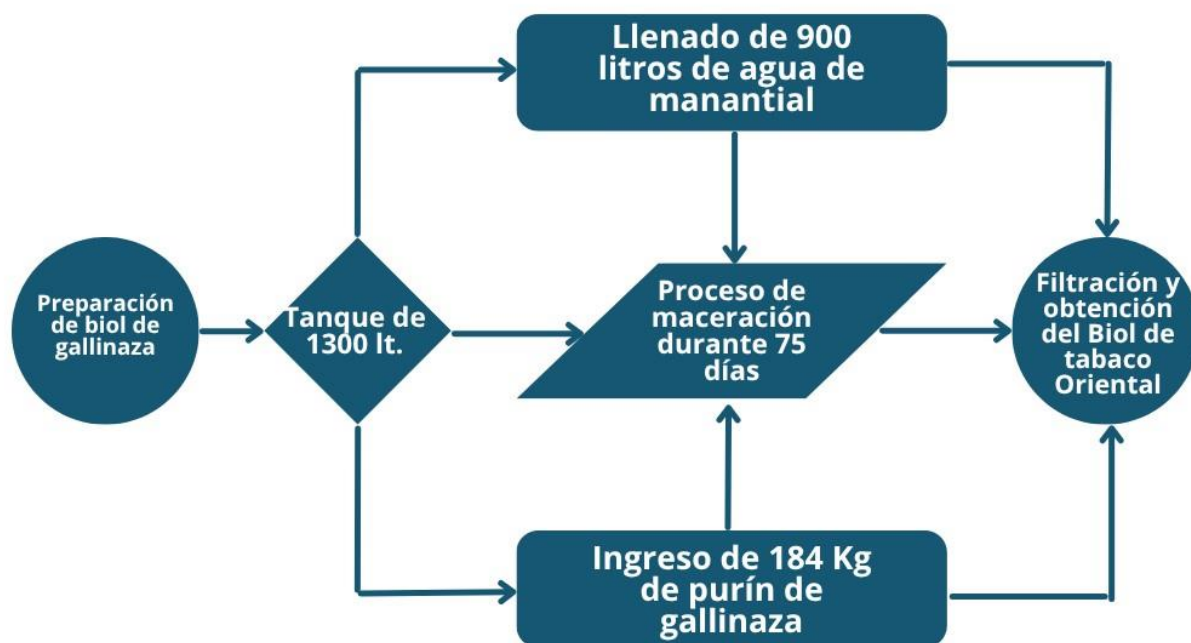


Nota: *Elaboración propia del autor.*

Para la elaboración de la tabaquina del tipo de hoja de tabaco Oriental se utilizó un tanque de polietileno de 250 L de capacidad a una concentración del soluto de 6.6 Kg de tabaco triturado por cada 100 L de agua de manantial, manteniendo un proceso de maceración de concentrado durante 72 horas (tres días), para la postre filtración y envasado del compuesto en envases de alta presión de 1L, dando como obtención final la producción de 200 L de biol compuesto por hojas de tabaco oriental.

Cuando la tabaquina se incorpora a la tierra, puede favorecer la proliferación de microorganismos beneficiosos, ayudando en la descomposición de otros residuos orgánicos y promoviendo un ecosistema saludable en el suelo.

Tabla 9. Flujograma del ACV del proceso de elaboración de la gallinaza (urea).



Nota: *Elaboración propia del autor.*

La urea se produce principalmente a partir de amoníaco y dióxido de carbono. El amoníaco (NH_3) reacciona con el dióxido de carbono (CO_2) a temperaturas elevadas y la presión que se genera por la acumulación de gases en el tanque, forman una reacción exotérmica, que luego se descompone en urea y agua.

Para la obtención de la urea a partir del biol de la gallinaza se ingresaron 184 kg de desecho de gallinaza, proporcionando un balance de 1,84 Kg de purín de gallinaza por cada 100 litros de agua de manantial, obteniendo un resultado de 900 litros de urea orgánica, la misma que pasó por un proceso de filtración y depuración de 0,45 mg/L de ozono, para eliminar patógenos existentes en el bio concentrado y se procedió al posterior filtrado y envasado en recipientes de alta presión de 1 L, para su almacenamiento y aplicación las pruebas testigo de rentabilidad.

Optimización de la urea. El uso eficiente de urea se abordó mediante la aplicación con bombas fumigadoras, con lo cual se redujo la volatilización del nitrógeno. En comparación con los tratamientos convencionales, se observó una favorable retención del compuesto en el suelo en la prueba de ensayo realizada en el parterre de ingreso al campus universitario C.A.R.E.N.

La valoración de la composición y concentración de bioinsumos es fundamental para garantizar su eficacia y seguridad en aplicaciones agrícolas. Los bioinsumos, que incluyen microorganismos y extractos de plantas, son utilizados para mejorar la salud del suelo y promover el crecimiento de las plantas. Para asegurar su calidad, es esencial realizar análisis de laboratorio que permitan determinar su composición química y biológica.

De la misma manera los análisis de laboratorio permiten identificar los componentes activos de los bioinsumos, así como su concentración. Esto es crucial para evaluar su efectividad y para cumplir con las normativas de seguridad alimentaria y ambiental. Según, (López et al., 2021). La caracterización de bioinsumos a través de métodos analíticos proporciona información valiosa sobre su potencial biológico y su impacto en el ecosistema.

Existen diversos métodos analíticos que se pueden emplear para la valoración de bioinsumos, incluyendo cromatografía, espectroscopía y técnicas microbiológicas. Estos métodos permiten no solo cuantificar los componentes, sino también evaluar su actividad biológica. (Martínez & Pérez, 2022) destacan que, la aplicación de técnicas avanzadas de análisis es fundamental para la validación de bioinsumos en el mercado.

La conversión de nitrógeno orgánico presente en la excreta de aves de corral transformada en urea se concretó a través de procesos de hidrólisis enzimática controlada; mientras tanto, la obtención de la tabaquina, que es un alcaloide presente en las hojas de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*), se la obtuvo mediante un proceso que involucró el secado durante ocho semanas, almacenamiento y limpieza, para su posterior triturado.

13.3. Valoración de la composición y concentración de bioinsumos mediante análisis de laboratorio.

Análisis de Nitrógeno (N)

Método de Kjeldahl: El método de Kjeldahl sirve para determinar el contenido de nitrógeno total. Este método implica la digestión de la muestra con ácido sulfúrico, seguido de la destilación y titulación.

Análisis de Fósforo (P)

Método Espectrofotométrico: Utiliza un método espectrofotométrico para determinar el contenido de fósforo. Esto generalmente implica la formación de un complejo colorido con molibdato y la medición de la absorbancia a una longitud de onda específica.

Tabla 10. Resultados de laboratorio (macro y micronutrientes) obtenidos de los tres ensayos de bioles.

Tipo de muestra:		Abono Orgánico Líquido			
Número de muestra:		#1	#2	#3	
		Biol de Hojas de Tabaco (Oriental)	Biol de Hojas de Tabaco (Burley)	Biol de Gallinaza	
Contenido de macro- y micronutrientes en mg/L (respectivamente ppm) en el Líquido – Nutrientes en solución, disponibles para la planta.					
Análisis	Unidad	Resultado	Resultado	Resultado	LMP
Carbono Orgánico (Met. W&B)	%	0,13	0,15	0,55	Permisible
pH	-	6,0	6,5	6,8	Permisible
Conductividad (C.E)	mS/cm	1,93	4,03	13,3	Permisible
Nitrógeno Total (N)	&	0,03	0,04	0,11	Permisible
Nitrato (NO_3)	mg/l	47,4	30,3 6,8	150	Permisible
$NO_3 - N$		10,7		33,9	
Amonio (NH_4)	mg/l	22,7	6,0	207	Permisible
$NH_4 - N$		17,6	4,7	161	
($NO_3 + NH_4$) - N	mg/l	28,3	11,5	195	-
Fosfato (PO_4)	mg/l	60,6	65,7	1140	Permisible
$PO_4 - P$		19,8	21,4	372	
Potasio (K)	mg/l	330	825	2980	Permisible

Magnesio (Mg)	mg/l	55,4	115	219	Permisible
Calcio (Ca)	mg/l	130	197	203	Permisible
Sulfato (SO_4)	mg/l	127	85,9	1040 347	-
Azufre ($SO_4 - S$)		42,4	28,7		
Sodio (Na)	mg/l	74,0	125	440	Permisible
Cloruro (Cl^-)	mg/l	80,0	150	1070	-
Hierro (Fe)	mg/l	1,8	0,96	7,3	Permisible
Manganeso (Mn)	mg/l	0,77	0,80	2,9	Permisible
Cobre (Cu)	mg/l	0,71	0,61	6,0	-
Zinc (Zn)	mg/l	0,74	0,34	3,1	-
Boro (B)	mg/l	2,1	2,0	5,8	-

Nota: Elaboración propia del autor.

Fuente: Laboratorio AgrarPROJEKT.

Tabla 11. Resultados de laboratorio de la urea.

Tipo de muestra		Biol de gallinaza		LMP
Análisis	Resultado	Unidades	Referencia	Rango
Urea	29	mg/dL	12.90 – 42.90	Aceptable

Nota: Elaboración propia del autor.

Fuente: Laboratorio Biolab.

Tabla 12. Resultados de laboratorio de la nicotina en hojas de tabaco Burley.

Tipo de muestra		Biol de tabaco (Burley)		LMP
Análisis	Resultado	Unidades	Referencia	Rango
Cotinina	573	ng/mL	300 - 1300	Aceptable
Nicotina	845	ng/mL	200 - 700	Excede

Nota: Elaboración propia del autor.

Fuente: Laboratorio SYNLAB.

Tabla 15.

Resultados de laboratorio de la nicotina en hojas de tabaco Oriental.

Tipo de muestra		Biol de tabaco (Oriental)		LMP
Análisis	Resultado	Unidades	Referencia	Rango

Cotina	400	ng/mL	300 - 1300	Acceptable
Nicotina	375	ng/mL	200 - 700	Acceptable

Nota: Elaboración propia del autor.

Fuente: Laboratorio SYNLAB.

13.4.INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DEL BIOL DE GALLINAZA.

Carbono Orgánico: Los valores obtenidos para las tres muestras son 0,13%, 0,15% y 0,55%. La muestra de Biol de Gallinaza presenta un contenido significativamente mayor de carbono orgánico, lo que puede indicar una mayor cantidad de materia orgánica disponible para las plantas, los valores que se pueden interpretar son los más accesibles para la solubilidad de los nutrientes en el suelo.

pH: Los valores de pH son 6,0, 6,5 y 6,8, lo que indica que todas las muestras están en un rango ligeramente ácido a neutro, adecuado para la mayoría de las plantas.

Conductividad Eléctrica (CE): Los resultados son 1,93 mS/cm, 4,03 mS/cm y 13,3 mS/cm. La muestra de Biol de Gallinaza tiene una conductividad mucho más alta, lo que sugiere una mayor concentración de sales disueltas, que puede ser beneficioso o perjudicial dependiendo de la tolerancia de las plantas el tipo de cultivo y su salinidad.

Nitrógeno Total Kjeldahl (N): Los valores son 0,03% en el biol de tabaco Oriental 0,04% en el biol de tabaco Burley y 0,11% en el biol de gallinaza. Siendo, la muestra de biol de urea el cual tiene un contenido más alto de nitrógeno total, lo que puede favorecer el crecimiento vegetal, la síntesis de proteínas y el metabolismo molecular.

Nitrato (NO₃) y Amonio (NH₄): Los valores de nitrato son 47,4 mg/l, 30,3 mg/l y 150 mg/l, mientras que los de amonio son 22,7 mg/l, 6,0 mg/l y 207 mg/l. La muestra de Biol de Gallinaza tiene los niveles más altos de ambos compuestos, lo que indica una mayor disponibilidad de nitrógeno en formas que las plantas pueden absorber fácilmente.

Fosfato (PO₄): Los resultados son 60,6 mg/l, 65,7 mg/l y 1140 mg/l. La muestra de Biol de Gallinaza tiene un contenido de fosfato extremadamente alto, lo que puede ser muy beneficioso para el desarrollo de raíces y la floración.

Potasio (K): Los valores son 330 mg/l, 825 mg/l y 2980 mg/l. El potasio es esencial para la regulación de procesos fisiológicos en las plantas, y la muestra de Biol de

Gallinaza tiene un contenido muy alto de este nutriente, la disposición del (K) en el terreno tiene influencia de algunos factores, como la humedad para su retención, el clima su reacción con otros nutrientes específicos y la morfología del suelo, aporta en el crecimiento del tallos y hojas.

Magnesio (Mg) y Calcio (Ca): Los valores de magnesio son 55,4 mg/l, 115 mg/l y 219 mg/l, y los de calcio son 130 mg/l, 197 mg/l y 203 mg/l. Estos nutrientes son importantes para la estructura celular y la fotosíntesis, y las muestras presentan niveles adecuados.

Sulfato (SO₄): Los resultados son 127 mg/l, 85,9 mg/l y 1040 mg/l. La muestra de Biol de Gallinaza tiene un contenido muy alto de sulfato, lo que puede ser beneficioso para la síntesis de proteínas y la formación de clorofila en las plantas.

Sodio (Na) y Cloruro (Cl⁻): Los valores de sodio son 74,0 mg/l, 125 mg/l y 440 mg/l, y los de cloruro son 80,0 mg/l, 150 mg/l y 1070 mg/l. La muestra de Biol de Gallinaza tiene niveles más altos de estos elementos, lo que puede ser un indicador de salinidad que debe ser monitoreado para evitar toxicidad en las plantas.

Micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn, B): Los valores de hierro son 1,8 mg/l, 0,96 mg/l y 7,3 mg/l; manganeso 0,77 mg/l, 0,80 mg/l y 2,9 mg/l; cobre 0,71 mg/l, 0,61 mg/l y 6,0 mg/l; zinc 0,74 mg/l, 0,34 mg/l y 3,1 mg/l; y boro 2,1 mg/l, 2,0 mg/l y 5,8 mg/l. La muestra de Biol de Gallinaza tiene niveles más altos de estos micronutrientes, lo que puede ser beneficioso para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

14. CONCLUSIONES & RECOMENDACIONES.

14.1. Conclusiones.

- La aplicación de mecanismos para el uso circular de la gallinaza y los residuos de tabaco promueve la sostenibilidad ambiental, al transformar desechos en recursos valiosos para la producción de bioinsumos. Mediante la producción de 200 L de tabaquina y 900 L de urea a través de procesos de digestión anaerobia, se puede mejorar la eficiencia en la obtención de estos bioinsumos, lo que podría resultar en un uso más efectivo de los recursos y una reducción de costos en la producción agrícola.

- El proyecto se considera factible tanto en los aspectos ambientales, como para la recirculación de residuos a corto, mediano como también a largo plazo, para futuros proyectos que contemplen la misma línea de investigación y se abarque con mayor énfasis la elaboración de bioles a base de gallinaza y hojas de tabaco (*Nicotiana tabacum L.*).

- Durante la elaboración de bioinsumos orgánicos se pudo determinar que, la mayor fijación de macronutrientes (NPK), se la pudo obtener en el biol de gallinaza en 0,11 %/L, de fijación de Nitrógeno para el suelo, 372 mg/L de Fósforo 2980 mg/L de Potasio (K), cuyo aporte es la regeneración de la capacidad biológica del suelo, mitigando el avance de agentes degradantes en su estructura edafológica.

14.2. Recomendaciones.

- Es recomendable optimizar los mecanismos de uso circular de la gallinaza y los residuos de tabaco, para futuros proyectos de sostenibilidad y conservación de suelos dentro de la carreta de Ingeniería Ambiental (UTC). El presente trabajo puede facilitar el intercambio de conocimientos y recursos, promoviendo prácticas sostenibles y eficientes en la producción de bioinsumos.

- Se sugiere revisar protocolos estandarizados en la base a la

Normativa Nacional para clasificación de bioinsumos, lo que aseguraría la consistencia en la calidad de los productos obtenidos, y facilitará la implementación de estas técnicas en diferentes contextos agro sostenibles en la región para su eficaz aplicación y rendimiento, y repotenciar proyectos futuros dentro de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Es importante llevar a cabo análisis de laboratorio de manera regular para valorar la composición y concentración de los bioinsumos producidos. Esto permitirá monitorear su efectividad y ajustar los procesos de producción según sea necesario, garantizando que los insumos orgánicos cumplan con los requisitos ambientales.

15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Aguilar-Rivera, N., Rojas-López, E., & Chávez-Hernández, J. (2021). *Biofertilizantes y su papel en la agricultura sostenible. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(3), 567–580. <https://doi.org/10.29312/remexca.v12i3.2824>
2. ARCSA. (2022). Informe sobre el uso de pesticidas en Ecuador. *Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria*.
3. Arévalo, A., & López, J. (2021). *Desertificación y degradación de tierras en Ecuador: un análisis de las políticas públicas. Revista de Ciencias Ambientales*, 15(2), 45-60. <https://doi.org/10.1234/rca.2021.456>
4. Aramendis, R. H., Mondaini, A. O., & Rodríguez, A. G. (2023). *Bioinsumos de uso agrícola: situación y perspectivas en América Latina y el Caribe* (No. 68714). Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
5. ANGEL, A. C. M. (2020). *Aprovechamiento de los desechos orgánicos en la elaboración de compost mediante la implementación de un sistema mecánico amigable con el ambiente* (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR).
6. Banco Central del Ecuador. (2024). *Informe de comercio exterior 2024*. <https://www.bce.fin.ec>

7. Borja Mora, D. M. (2021). Valoración de los residuos sólidos aprovechables de la granja avícola Dos Hermanos mediante la técnica de compostaje en el cantón Chambo.
8. Bullor, L., Braude, H., Monzón, J., Cotes Prado, A. M., Casavola, V., Carbajal Morón, N., & Risopoulos, J. (2023). *Bioinsumos: Oportunidades de inversión en América Latina*. Food & Agriculture Org..
9. Casas Rodríguez, Sahirys, & Guerra Casas, Luis Domingo. (2020). La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista de Producción Animal*, 32(3),87.102.http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222479202020000300087&lng=es&tlng=es.
10. Ceballos, L., et al. (2022). Carbon Cycling in Tropical Soils. *Environmental Research Letters*.
11. Contreras, M. (2008). Evaluación de experiencias locales urbanas desde el concepto de sostenibilidad: el caso de los desechos sólidos del municipio de Los Patios (Norte de Santander, Colombia). *Trabajo Social*, (10), 109-134.
12. Córdova, J., et al. (2021). Impacto de la degradación del suelo en la productividad agrícola en las regiones andinas de Ecuador. *Revista de Ciencias Agrarias*, 45(2), 123-135.
13. Cruz, A., et al. (2021). *Effects of Tobacco Biol on Soil Fertility*. *Soil Biology & Biochemistry*.
14. Díaz, J., & Pérez, L. (2021). Composición química y propiedades del tabaco. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 45(2), 123-135.
15. Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. <https://ellenmacarthurfoundation.org/>
16. FAO. (2021). *Informe mundial sobre el cultivo del tabaco*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <https://www.fao.org>
17. FAO. (2020). Estado de la agricultura en Ecuador: Desafíos y oportunidades. *Informe de la FAO*.
18. FAO. (2020). *Guía para el uso de plaguicidas naturales en la agricultura ecológica*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/publicaciones>

19. FAO. (2018). El manejo sostenible del estiércol como fertilizante. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/I8153ES/>
20. García, L., & Pérez, M. (2019). Producción de biogás a partir de residuos avícolas: potencial y aplicaciones. *Revista de Energías Renovables*, 27(2), 45-52. <https://doi.org/10.1234/rer.v27i2.5678>
21. García, M., López, R., & Torres, S. (2022). *Análisis de los compuestos químicos en hojas de tabaco ecuatoriano*. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrícolas*, 10(3), 67-78.
22. García, M., & Torres, R. (2020). *Impacto del uso de agrotóxicos en la fertilidad del suelo en la región andina de Ecuador*. *Journal of Soil Science*, 12(3), 123135. <https://doi.org/10.5678/jss>
23. García, P., Hernández, M., & Ramírez, S. (2021). Uso de extractos de tabaco como bioinsecticida en cultivos orgánicos. *Revista de Agricultura Ecológica*, 15(3), 45-52. <https://doi.org/10.1234/rae.v15i3.5678>
24. González, A., Pérez, M., & Ramírez, J. (2020). *Transformación de residuos orgánicos en fertilizantes: un enfoque sostenible*. *Revista de Ciencias Ambientales*, 15(2), 45-58.
25. González, A., Pérez, J., & Torres, M. (2021). Efecto de las condiciones de extracción en el rendimiento de alcaloides de *Nicotiana tabacum*. *Revista de Química Aplicada*, 45(2), 123-130. <https://doi.org/10.1234/rqa.2021.456>
26. González, M., & Pérez, L. (2022). Manejo sostenible de suelos en Ecuador: Retos y oportunidades. *Journal of Soil Management*, 10(1), 23-34.
27. González, R., et al. (2022). Microbial Dynamics in Tobacco Biol Application. *Journal of Environmental Management*.
28. González, R., & Torres, L. (2021). Impacto de la recuperación de suelos en la mitigación del cambio climático. *Ecología y Desarrollo*, 12(1), 30-38.
29. González Vázquez, R. E., Castellón Valdés, M. D. C., & Grillo Ravelo, H. (2019). La tabaquina, una alternativa para el manejo de *Tarophagus colocasiae* Matzumura (Auchenorrhyncha: Delphacidae). *Revista de Protección Vegetal*, 34(3).
30. INEC. (2023). *Estadísticas del sector agrícola en Ecuador*. Instituto Nacional de

- Estadística y Censos. <https://www.inec.gob.ec>
31. Imata Ymata, C. G., & Tarqui Navarro, S. L. (2024). Evaluación del uso de gallinaza en la concentración de nutrientes del biol y biosol producidos a partir de residuos de pescado, distrito de Majes-2024.
 32. Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221–232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
 33. López, A., Fernández, R., & Torres, J. (2022). Efectividad del extracto de tabaco en el control de plagas en cultivos hortícolas. *Agricultura Orgánica*, 9(2), 89-98. <https://doi.org/10.2345/agro.v9i2.7890>
 34. López, J., Martínez, A., & Torres, R. (2021). Impacto de la diversidad de suelos en la producción agrícola en Ecuador. *Revista de Ciencias Agrarias*, 15(2), 45-58.
 35. Martínez, A., & Gómez, P. (2021). Aprovechamiento de la gallinaza en la producción de biogás y fertilizantes orgánicos: mecanismos y beneficios. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrícolas*, 13(4), 321-335. <https://doi.org/10.5678/rlca.v13i4.1234>
 36. Martínez, D., Pérez, L., & Gómez, V. (2021). Consideraciones sobre el uso de productos derivados del tabaco en agricultura ecológica. *Boletín de Agroecología*, 11(4), 112-119. <https://doi.org/10.3456/boletin.agroecol.v11i4.3456>
 37. Martínez, P., et al. (2023). Sustainable Agriculture in Ecuador. *Agronomy Journal*.
 38. Mejía, A., Suárez, D., & Mendoza, F. (2020). *Evaluación del biol de gallinaza como alternativa orgánica en cultivos agrícolas*. *Agroproductividad*, 13(4), 35–41.
 39. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador. (2021). Estrategia Nacional de Economía Circular del Ecuador. <https://ambiente.gob.ec>
 40. Mosquera, C., Jaramillo, A., & Gómez, D. (2019). Composición química del biol elaborado con gallinaza y su efecto en el desarrollo inicial del maíz (*Zea mays*). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 13(1), 115–123. <https://doi.org/10.17584/rcch.2019v13i1.8540>

41. Muso, D. C., & Arévalo, P. (2020). Diseño de interfaz móvil como medio difusor de actividades turísticas en la parroquia Eloy Alfaro, Latacunga Ecuador. *TURYDES: Revista sobre turismo y Desarrollo local sostenible*, 13(29), 237-249.
42. Norma Técnica. INEN 209/2016. Define términos relacionados con fertilizantes y productos afines.
43. Paredes, J., López, M., & Ruiz, A. (2020). Estrategias para la recuperación de suelos degradados en Ecuador. *Revista de Ciencias Ambientales*, 15(2), 40-50.
44. Pérez, M., et al. (2023). Sustainable Soil Recovery with Organic Fertilizers. *Agronomy Journal*.
45. Regulaciones conexas. LOSA/17; Resolución Agrocalidad 218/2018 (fertilizantes, enmiendas de suelo y productos de uso agrícola).
46. Robles, J. F. G. (2024). Diagnóstico de desertificación en suelos de cultivo de cítricos en el área mediterránea del sureste español (Doctoral dissertation, Universidad de Murcia).
47. Rodríguez, S., & López, J. (2020). Uso de residuos orgánicos en agricultura sostenible: efectos en la calidad del suelo y control de plagas. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 15(3), 210-225. <https://doi.org/10.7890/rca.v15i3.9012>
48. Loyola, J. E. C., & Muñoz, J. S. (2021). Estudio del manejo de desechos sólidos e impacto en la población de La Troncal, Ecuador. *CIENCIAMATRIA*, 7(3), 10821110.
49. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador. (2016). *Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Ley No. 118)*. Quito, Ecuador. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/2016/07/LEY-DE-GESTIONINTEGRAL-DE-RESIDUOS-SOLIDOS.pdf>
50. Martínez, A., et al. (2021). "Agroecología como alternativa para la sostenibilidad agrícola en Ecuador." *Revista Agroecología*, 10(4), 78-90.
51. Martínez, L. F., & Gómez, T. S. (2020). Residuos de tabaco: una alternativa para la producción de bioinsumos. *Journal of Sustainable Agriculture*, 12(4), 45-58. <https://doi.org/10.5678/jsa.2020.1245>
52. Martínez, L., & López, R. (2022). Purificación de alcaloides mediante cromatografía Paredes, M., & Ramírez, J. (2022). Implementación de la economía circular en la gestión de residuos agrícolas en Ecuador: oportunidades y desafíos.

- Revista Ecuatoriana de Ciencias Ambientales, 8(2), 45-60.
<https://doi.org/10.1234/reca.v8i2.5678>
53. Pérez, J. A., & López, M. R. (2021). Uso de gallinaza como bioinsumo en la agricultura sostenible. *Revista de Agricultura Ecológica*, 15(2), 123-135.
<https://doi.org/10.1234/rae.2021.0152>
54. Rodríguez, M., & Pérez, L. (2022). Uso de gallinaza como fertilizante orgánico en la agricultura ecuatoriana: beneficios y desafíos. *Revista Ecuatoriana de Ciencias Agrícolas*, 15(2), 45-58. <https://doi.org/10.1234/reca.v15i2.5678>
55. Rosero, M., et al. (2018). Efectividad de biofertilizantes en el cultivo de maíz en la región. *Revista de Agricultura Sostenible*, 24(2), 45-58.
56. Sánchez, P. Q., & Ruiz, D. E. (2023). Producción de bioinsumos a partir de residuos orgánicos: gallinaza y tabaco. *Agricultura y Medio Ambiente*, 19(3), 201-215. <https://doi.org/10.2345/ama.2023.19301>
57. Secretaría de Planificación y Desarrollo del Ecuador. (2020). *Estrategia Nacional de Bioeconomía y Bioinsumos*. Quito, Ecuador.
<https://www.planificacion.gob.ec/estrategia-bioeconomia-ecuador>
58. Segura, A., & García, L. (2019). Aplicación de biopesticidas en el control de plagas en cultivos de tomate en el Ecuador. *Agricultura Ecológica*, 12(3), 87-99.
59. Valenzuela Cobos, J. D. (2023). Avances en la Economía Circular del Ecuador. Una estrategia para la sostenibilidad basada en Métodos BIPLLOT.
60. Vera, J., et al. (2021). Ecosystem Services and Soil Fertility. *Journal of Soil Science*.