

# PROYECTO FINAL DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Tema:**

APROVECHAMIENTO DEL MUCÍLAGO DE CACAO PARA  
ELABORACIÓN DE ALCOHOL: UNA PROPUESTA PRÁCTICA DE  
ECONOMÍA CIRCULAR.


**Autor:**

César Andrés Ramírez Romero

Periodo académico Nov23-Abr24



*Recibido*

	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

## Índice

1.	Datos Generales.....	2
2.	Responsables .....	2
3.	Dominios, líneas y sublíneas de investigación .....	2
4.	Introducción .....	3
5.	Objetivos .....	4
5.1.	Objetivo General.....	4
5.2.	Objetivos Específicos .....	4
6.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS .....	5
6.1.	Hipótesis Nula ( $H_0$ ):.....	5
6.2.	Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ):.....	5
6.3.	Validación de hipótesis.....	5
7.	Beneficiarios.....	5
8.	Metodología .....	6
8.1.	Diseño de la investigación .....	6
8.2.	Enfoque.....	6
8.3.	Técnicas y herramientas.....	6
8.4.	Población y muestra.....	6
8.5.	Metodología de desarrollo .....	6
9.	Resultados .....	7
10.	Resultado de hipótesis.....	13
11.	Tipo de impacto.....	14
11.1.	Impacto social .....	14
11.2.	Impacto económico.....	14
11.3.	Impacto científico .....	14
11.4.	Impacto ambiental.....	14
12.	Conclusiones .....	14
13.	Recomendaciones.....	15
14.	Referencias bibliográficas .....	15

	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

### 1. Datos Generales

**ESCUELA:** Escuela de Veterinaria

**CARRERA:** Tecnología Superior en Producción Animal

**PERIODO:** Noviembre 2023 – Marzo 2024

**TEMA:** Aprovechamiento del mucílago de cacao para elaboración de alcohol: una propuesta práctica de economía circular

**Código de Proyecto:** 001-IDI-VET-001

**Fecha de inicio:** 05/01/2024

**Fecha de Fin:** 31/05/2024

**Tiempo de ejecución:** 5 meses


### 2. Responsables

NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS	CARGO	NÚMERO TELEFÓNICO	CORREO ELECTRÓNICO
César Andrés Ramírez Romero	Profesor Tiempo Parcial Director de proyecto	0998913933	cesar.ramirez@superarse.edu.ec

### 3. Dominios, líneas y sublíneas de investigación

1. DOMINIO	LÍNEA	SUBLÍNEA	(X)
Servicios de Calidad	Gestión y Servicios	Gestión Administrativa	
		Gestión del talento humano	
		Marketing y Transformación digital	
		Emprendimiento e innovación	
		Seguridad y Salud Ocupacional	
	Salud y Bienestar	Estándares de calidad y seguridad	
		Desinfección, esterilización y asepsia	
	Ciencias de la Educación	Educación inclusiva e intercultural	
		Metodologías de aprendizaje	
		Inteligencia Artificial y Realidad Aumentada	
		Neuroeducación	
Desarrollo Sostenible	Salud y Producción Animal	Educación Ambiental	x
		Bienestar Animal	
		Sanidad Animal	
		Nutrición Animal	
		Producción Pecuaria	
	Ciencias de la Tierra	Geoespacial (topografía, geodesia, cartografía, fotogrametría)	
		Aplicación minera sostenible	




	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

#### 4. Introducción

Si se aspira a implementar un cambio de paradigma en el modelo económico de producción y adoptar una economía circular fundamentada en los principios de reducir, reutilizar y reciclar, es imperativo establecer un sistema que asegure la clasificación y cuantificación de los residuos y subproductos agrícolas. Se necesita priorizar los productos con un mayor margen de producción a nivel nacional, para identificar los mayores niveles de aprovechamiento y producción, ligado a biomateriales o sus derivados relacionados a la investigación, desarrollo e innovación en el contexto de la bioeconomía (EC Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca, 2021).

Tanto el sector agrícola ecuatoriano como el agroindustrial enfrentan un desafío significativo: el desperdicio generado y, en particular, la utilización ineficiente de los recursos. En el caso del cacao, el mucílago es uno de los subproductos más comunes derivados de la poscosecha de este fruto. De acuerdo al estudio realizado por Guayza Carpio (2021) y Nogales (2017), el mucílago de cacao corresponde al 15 % del peso del cacao fresco recién desgranado, configurándose como el segundo subproducto de la producción del cacao. Tanto para la industria ecuatoriana como para el resto del mundo, implica una gran complicación gestionar este desecho, debido a que su composición y actividad enzimática repercute negativamente en el ambiente, atrayendo plagas y enfermedades, además de generar contaminación, gas metano y gases de efecto invernadero (Guayza Carpio, 2021).

En Ecuador, la producción de granos de cacao durante el año 2022, fue de 337.149 toneladas/año según datos del INEC (2023). Según Nogales (2017), los granos de cacao seco equivalen al 9,5% del peso total del fruto, y el peso del mucílago azucarado de cacao equivale al 3,75% del peso total, por lo tanto, se deduce que el negocio cacaotero del país produjo un promedio de 133.085 ton/año de mucílago que se desperdiciaron en el lapso señalado. Esto implica una cantidad enorme de residuos que deben ser tratados para usarse como materia prima para la elaboración de alcohol, que se puede utilizar como insumo en la industria alimentaria a nivel local y para la exportación, esto generaría recursos para el país, reduciría la contaminación del medio ambiente, y además fomenta la innovación y fortalece la economía circular (Barazarte et al., 2008).

	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

Este artículo de revisión busca establecer los parámetros iniciales para reducir el desperdicio de 133.085 toneladas anuales de mucílago de cacao, producto de la poscosecha del grano. Una materia prima con potencial innovador es el mucílago de cacao, y es considerada como fuente de azúcares, según la definición de Barazarte et al. (2008), este subproducto es una fuente abundante de azúcar a nivel comercial, debido a su bajo costo.

Para el desarrollo de este artículo de revisión se utilizó el método de investigación cuantitativo-deductivo con una óptica y un enfoque basado en el método de análisis exploratorio, descriptivo y bibliográfico, no experimental, en donde se hizo la evaluación de algunas características de la situación planteada en particular, lo que implica la observación sistemática del objeto de estudio (una propuesta práctica de economía circular) y catalogar la información para su futura utilización, para lo cual se realizó el acopio de información de fuentes primarias y secundarias para la posterior interpretación de significados, como propuesta de modelo de negocio, con enfoque de valor circular, en la que se consideran estrategias de innovación circulares basadas en la norma NTE INEN-AFNOR XP X30-901 (2019). En la primera parte se aborda el marco de referencia sobre la EC, en el segundo el sector cacaotero del Ecuador y finalmente la propuesta de modelo de negocio. El proyecto deja la puerta abierta para un estudio más profundo de implementación, con un análisis de pre-factibilidad técnico, económico y de mercado para el diseño de una planta agroindustrial de producción de alcohol de mucílago de cacao, en donde se incorpore las normas, requisitos, guías de sistemas integrados de gestión e infraestructura de la calidad.

## 5. Objetivos


### 5.1. Objetivo General

Estudiar e investigar la pectina de albedo de la mazorca de cacao como subproducto del proceso de cosecha: una propuesta práctica de economía circular.

### 5.2. Objetivos Específicos

- Cuantificar y clasificar los desechos agrícolas producidos en el sector cacaotero
- Determinar la importancia del estudio a nivel económico, ambiental y social



	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

- Evaluar la viabilidad de un estudio de pre-factibilidad técnico, económico, financiero y de mercado
- Determinar las aplicaciones a la industria de los productos que se generan
- Analizar el impacto que genera el estudio para la economía circular

## 6. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

### 6.1. Hipótesis Nula ( $H_0$ ):

El aprovechamiento del mucílago de cacao no tiene un impacto significativo en la economía circular ni en la reducción del desperdicio de subproductos del cacao en la industria agroindustrial.

### 6.2. Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ):

El aprovechamiento del mucílago de cacao tiene un impacto significativo en la economía circular, reduciendo el desperdicio de subproductos del cacao y contribuyendo a la sostenibilidad económica, ambiental y social del sector agroindustrial

### 6.3. Validación de hipótesis

Se validará el proyecto mediante una metodología cuantitativa-deductiva con análisis exploratorio, descriptivo y bibliográfico. Se recopilarán datos del INEC y fuentes científicas sobre la producción y desperdicio del mucílago de cacao. Se analizará su impacto económico, social y ambiental según la norma NTE INEN-AFNOR XP X30-901, aplicando estrategias de simbiosis industrial. Se evaluará la viabilidad técnica y económica, diseñando un modelo de negocio circular. Finalmente, se compararán los resultados con modelos existentes para determinar si el aprovechamiento del mucílago reduce desperdicios y genera beneficios, validando o rechazando la hipótesis alternativa.

## 7. Beneficiarios

Tipo de beneficiario	Beneficiario	Descripción
Directo	Productores de cacao	Obtendrán una nueva fuente de ingresos mediante el aprovechamiento del mucílago. Acceso a materia prima para la producción de alcohol.
	Profes y estudiantes	fortalecen su formación académica y profesional en economía circular.

	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

Tipo de beneficiario	Beneficiario	Descripción
Indirecto	Consumidores	acceso a productos derivados del mucílago como alcohol y otros subproductos.
	Gobiernos locales, nacionales y sociedad	Mejora en la gestión de residuos y generación de ingresos fiscales. Reducción de contaminación ambiental y gases de efecto invernadero

## 8. Metodología

### 8.1. Diseño de la investigación

Descriptiva no experimental. Debido a que se hizo una revisión bibliográfica de fuentes primarias y secundarias con su debida discusión e interpretación.

### 8.2. Enfoque

Cuantitativo deductivo. De las fuentes primarias se obtuvieron datos relevantes como la cantidad de cacao producida y la proporción que tiene cada parte de la mazorca de cacao. Con esos datos se pudo deducir las diferentes cifras y resultados que se indican en el artículo, debido a que no existen cifras oficiales en cuanto a desechos y subproductos del cacao.

### 8.3. Técnicas y herramientas

Observación sistemática y revisión bibliográfica.

### 8.4. Población y muestra

No existe población y muestra puesto que es un artículo de revisión no experimental, con un enfoque cuantitativo deductivo.

### 8.5. Metodología de desarrollo

En la elaboración de este artículo de revisión, se empleó el método cuantitativo-deductivo, con un enfoque centrado en el análisis exploratorio, descriptivo y bibliográfico, sin realizar experimentos. Se llevó a cabo una evaluación de diversas características de la situación específica planteada, lo que implicó una observación sistemática de la economía circular y la recopilación de información para su posterior uso. Se realizó un análisis de los marcos teórico, normativo y legal de la economía circular, para definir cuál es el modelo que mejor se ajusta al estudio de aprovechamiento de los residuos del cacao, y de los 7 campos de acción de la economía circular de la norma NTE INEN-AFNOR XP X30-90 (que tiene como estructura el ciclo PHVA, planificar, hacer, verificar y actuar inherente a la mejora continua), se escogió el de simbiosis industrial, que establece el concepto de cooperación entre industrias para compartir recursos y disminuir el desperdicio. Se fundamenta en la premisa de que los residuos de una industria pueden



	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

utilizarse como materia prima para otra industria, instaurando un sistema más eficiente y sostenible (NTE INEN-AFNOR XP X30-901, 2019).


Se recolectó información de fuentes primarias y secundarias, para tener insumos técnicos y teóricos para interpretar significados y proponer un modelo de negocio con un enfoque de valor circular, considerando estrategias de innovación circulares (simbiosis industrial). Según esta metodología, la información para dicho análisis se obtuvo de estadísticas oficiales, tesis, investigaciones aplicadas, artículos académicos, libros, revistas científicas, normas y publicaciones indexadas, constituidas por la literatura académica relacionada con la economía circular, innovación, producción de cacao, responsabilidad social y la aplicación de los sistemas integrados de gestión.

## 9. Resultados

Para responder al objetivo principal, referente a la realización de un proyecto preliminar de aprovechamiento del mucílago de cacao para elaboración de alcohol como una propuesta práctica de economía circular, se determinó que el sector cacaotero del país produjo 133.085 ton/año de mucílago que se desperdiciaron en el año 2022 (INEC, 2023). Según menciona Álava (2020), gestionar adecuadamente esta materia orgánica (mucílago con contenido de azúcares de 16°Brix) implica optimizar y aprovechar recursos pero sobre todo, esto significa disminuir la huella ecológica. El porcentaje en que la biocapacidad excede la huella ecológica en Ecuador es del 11 %, un promedio bastante bajo respecto a otros países de América Latina (Uruguay 641 %, Bolivia 358 %, Brasil 233 %, Paraguay 228 %, etc.), por este motivo, el aprovechamiento de este subproducto no solo produce réditos económicos e innovación, sino que genera un impacto positivo en el ambiente y en la economía circular (Global Footprint Network, 2021).

El ámbito tecnológico y de innovación exige la investigación y desarrollo de nuevos procesos de fermentación, transformación y de estabilización térmica del mucílago de cacao, que permitan captar de manera inocua el subproducto procedente de la poscosecha del grano (fermentación - anaerobia, aerobia- y secado), además, se requiere el diseño de una planta agroindustrial de producción de alcohol a partir de los azúcares del mucílago que pueden procesarse, en donde se incorpore las normas, requisitos y guías de sistemas integrados de gestión. Dentro de la propuesta de modelo de negocio, el proyecto se enmarca en el campo de acción de simbiosis industrial de la economía circular de la norma NTE INEN-AFNOR XP X30-901 (2019), que será detallada en la tabla 1.



	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024


Según Guayza Carpio (2021) el mucílago azucarado tiene muchos usos potenciales, tanto en productos no alimenticios como en el caso de bioetanol, herbicidas orgánicos para su utilización en agricultura orgánica, y por otro lado, también tienen aplicaciones en el sector alimentario como insumo para elaboración de jaleas, mermeladas, helados, néctares, bebidas fermentadas y producción de alcohol que es el enfoque de este estudio.

**Tabla 1:** Propuesta de modelo de negocio según las tres dimensiones de desarrollo sostenible

Dimensiones del desarrollo sostenible	Aplicación de la economía circular
<b>Ambiental:</b> Disminuir el impacto ambiental	Reducir el desperdicio de 133 085 toneladas de mucílago de cacao al año. Reducir la diseminación de enfermedades y plagas por descomposición de los azúcares del mucílago de cacao. Preservar la calidad de los suelos cultivables. Preservar los nutrientes de la capa arable. Reducir la emisión de gases de efecto invernadero por descomposición de materia orgánica (mucílago de cacao). Preservar la calidad del agua y de los suelos.
<b>Económica:</b> Aumentar la eficacia en el uso de los recursos	Transformar desechos orgánicos en producto aprovechable (alcohol destilado) que se vende a 10\$ por cada litro. Optimizar y aprovechar recursos procedentes del agro mediante el procesamiento industrial a través del diseño de una planta agroindustrial de producción de alcohol etílico. Investigación, innovación y desarrollo de nuevo proceso y producto
<b>Social:</b> Mejorar el bienestar de las partes interesadas internas y externas	Debido a que el sector cacaotero agrupa aproximadamente 700 000 personas que están involucradas directamente en la actividad productiva y que podrían beneficiarse del potencial proyecto de prefactibilidad técnica, económica, financiera y de mercado. Incremento de plazas de trabajo en el campo agroindustrial para el sector rural

Fuente: AFNOR XP X30-901 (INEN 2020); Almeida-Guzmán, Almeida, Rodríguez Caguana y Kowii (2023). Elaboración propia

Toda la etapa de pre factibilidad, factibilidad, puesta en marcha y control del proyecto es fundamental para determinar la viabilidad de esta iniciativa circular. El proyecto preliminar está enmarcado dentro de indicadores económicos, ambientales y sociales que serán descritos en la tabla 2. Por otro lado, es importante recalcar que el modelo de economía circular es totalmente opuesto a la economía lineal, que figura como el modelo económico vigente y que basa su funcionamiento en la lógica de extraer - producir -usar- desechar, para la producción de bienes y servicios, sin considerar la sostenibilidad de las generaciones futuras. Por el contrario, la circularidad aplicada al sector agrícola y agroindustrial, busca obtener réditos económicos de los

	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

desechos orgánicos que se producen en las organizaciones -como se ilustra en la tabla 1 y 2-, es decir, mirar a los residuos como una potencial oportunidad de innovación, para generar recursos económicos basados en la productividad -optimización de subproductos-, calidad integrada (calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional) y en la infraestructura de la calidad (Burgo et al., 2019).

**Tabla 2:** Indicadores de negocio según las tres dimensiones de desarrollo sostenible (económico, social y ambiental)

Dimensiones del desarrollo sostenible	Indicadores de negocio
<b>Ambiental:</b> Disminuir el impacto ambiental	$Eficacia = \frac{\text{Mucilago transformado}}{\text{Mucilago acopiado}}$
<b>Económica:</b> Aumentar la eficacia en el uso de los recursos	$Eficacia = \frac{\text{Alcohol producido}}{\text{Residuos programados}}$ $Eficiencia = \frac{\text{Recursos presupuestados}}{\text{Recursos utilizados}}$ $Productividad = \frac{\text{Resultados obtenidos}}{\text{Recursos utilizados}}$
<b>Social:</b> Mejorar el bienestar de las partes interesadas internas y externas	$Eficiencia = \frac{\text{Operadores programados}}{\text{Operadores utilizados}}$ $Productividad = \frac{\text{Resultados obtenidos}}{\text{Trabajadores utilizados}}$ $Eficacia = \frac{\text{Personal en industria(alcohol)}}{\text{Personal del sector cacaotero}}$

Fuente: AFNOR XP X30-901 (INEN 2020). EC Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca (2022). Elaboración propia

Finalmente, la matriz de planificación -5W 2H- representa el parámetro inicial para reducir el desperdicio del mucílago y establece la base para la implementación del proyecto como se indica en la tabla 3, esto permite a su vez la creación de una línea de investigación futura para dar continuidad al estudio.



	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

**Tabla 3:** Matriz de planificación 5W2H para la implementación del proyecto

¿Qué?	Enunciado claro	Nombre del proyecto	Implementación de una planta agroindustrial para la obtención de alcohol etílico de mucílago de cacao como subproducto del proceso de poscosecha: una propuesta práctica de economía circular
	Forma de medir, cuantificar, verificar	Meta del proyecto	Realizar un estudio de pre-factibilidad técnico, económico, financiero y de mercado para evaluar la implementación de una planta agroindustrial, para obtener alcohol de mucílago de cacao en un periodo de un año. Se cuantificará el volumen de producción de acuerdo con la materia prima disponible y la demanda del mercado. Además, se verificará y monitoreará su proceso de ejecución.
¿Por qué?	Que tan impactante es para la organización o para el proceso	Razones del proyecto	El proyecto tiene un alto impacto a nivel organizacional y externo ya que se alinea con el objetivo 12 de los ODS de Producción y Consumo Responsable, ligado a la Economía Circular
	Mejoras que se esperan conseguir al finalizar el proyecto	Mejoras por alcanzar	Se espera tener una planta de producción de alcohol ligada al modelo de economía circular que permite generar recursos a partir de un subproducto o desecho orgánico del agro. Se aspira generar una nueva fuente de ingresos para el sector cacaotero.
¿Dónde?	Lugar donde se realizará el proyecto	Ventajas del lugar donde se edificará el proyecto	Noroccidente de Pichincha, Asociación de Productores Nueva Aurora. Pedro Vicente Maldonado. El lugar es estratégico por su cercanía a las fincas productoras de cacao, esto facilita el tema logístico de transporte de materia prima, además que tiene servicios básicos de energía eléctrica, agua, internet, fácil acceso y vías de primer y segundo orden en buenas condiciones, además está solo a dos horas de la ciudad de Quito.
¿Cuándo?	Fecha de inicio y finalización del proyecto	Periodo de realización	Se planifica iniciar el estudio del proyecto a mediados de junio de 2024 y concluirlo hasta junio del 2025 Una vez finalizado el estudio de pre-factibilidad, y después de realizar los ajustes pertinentes, se iniciará la ejecución del proyecto a finales del año 2025.
¿Quién?	Defina el /los responsables del proyecto	Nombre del Líder del proyecto	César Ramírez Responsable de proyecto
			Mediante un plan, a través de un cronograma de proyecto y una metodología de diseño, dimensionamiento de equipos, maquinaria y espacio físico de la planta agroindustrial (Layout). Basado en las normas NTE INEN-

	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

¿Cómo?	Metodología por seguir o técnica de implementación	Descripción del plan de ejecución	<p>AFNOR XP X30-901 de Economía Circular y Calidad integrada.</p> <p>A través de un estudio de pre-factibilidad, y factibilidad técnico, económico, financiero, ambiental y de mercado, que analice, evalúe y desarrolle este proyecto de innovación.</p> <p>Una vez validado y aprobado el estudio de factibilidad, se iniciará la puesta en marcha del proyecto de obtención de alcohol de mucílago de cacao como subproducto del proceso de cosecha: una propuesta práctica de economía circular. Se debe realizar el monitoreo y evaluación de desempeño del proyecto</p>
¿Cuánto cuesta?	Costos de ejecución del proyecto	Metodología para determinar los costos del proyecto	<p>Para determinar los costos tanto del estudio de pre-factibilidad como de implementación del proyecto se realizará un análisis financiero. En la metodología para el análisis se utilizarán indicadores como la tasa interna de retorno (TIR), indicador que permite conocer la rentabilidad de un proyecto; el valor actual neto (VAN) y el punto de equilibrio (PE), que es el volumen de producción y ventas con el cual el ingreso total compensa exactamente los costos totales.</p>

Fuente: Peinado, J (2007). Elaboración propia

La matriz de planificación presentada en la tabla 3, sirve como línea base para un estudio posterior más profundo referente a un análisis de pre-factibilidad técnico, ambiental, económico, financiero y de mercado, que permita determinar la viabilidad de ejecución para un proyecto de economía circular. Establece los lineamientos del qué se va a ejecutar, por qué se realizará, la ubicación, el periodo de tiempo de duración, el responsable del proyecto, cómo lo realizará y el costo de ejecución e implementación.

El principal aporte del presente artículo, es brindar una guía y una línea base enmarcada dentro de la norma NTE INEN-AFNOR XP X30-901 y sus tres dimensiones de desarrollo sostenible, (económico, social y ambiental) junto con el campo de acción de simbiosis industrial. Además, vincular la economía circular con el componente de reciclaje y aprovechamiento de residuos orgánicos de la poscosecha de cacao, con esto se genera una aplicación pragmática y un cambio del modelo lineal al circular.

Por otro lado, en 2021, el 90,65 % de las ventas a otros países del total de las exportaciones fueron cacao en grano, en tanto que los productos con valor agregado medio representaron el 9,35



	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

% del total del sector exportador de cacao como se muestra en la tabla 4. Según Anecacao, las ventas con valor agregado de la asociación de exportadores se dividen en manteca, pasta, torta, cacao en polvo, nibs y chocolate, por un valor FOB de \$100 millones de dólares (El Universo, 2022).


**Tabla 4:** Porcentaje de productos de cacao con valor agregado exportados a nivel mundial

Productos con valor agregado exportados	Porcentaje de exportación (%)
Pasta de cacao	68,80 %
Manteca de cacao	13,96 %
Cacao en polvo	12,42 %
Torta	2,44 %
Nibs	1,82 %
Chocolates	0,56 %

Fuente: El Universo 2022, datos tomados de ANECACAO. Elaboración propia

Un breve análisis de la sección anterior confirma que el 90,65 % de las exportaciones de cacao no tienen valor agregado y sólo el 9,35 % de las ventas tienen un proceso que agrega algún valor a sus productos. De este mínimo porcentaje, según indica la tabla 4, sólo el 0,56 % de los productos con valor agregado medio (chocolate o productos similares) son productos que utilizan procesos productivos más tecnificados que, en definitiva, aportan más innovación. Por lo tanto, se propone el uso del mucílago de cacao como fuente de azúcares en la producción de alcohol, debido a que esto incentiva la innovación y el desarrollo de nuevos productos para crear ventajas competitivas y aumentar las retribuciones económicas al gremio cacaotero. Con esto se espera reducir la contaminación ambiental, apuntalar el fortalecimiento sistémico de la calidad, la innovación, el cuidado del medio ambiente y fomentar la economía circular (El Universo, 2022).

Adicionalmente, es preciso analizar lo descrito en los párrafos anteriores, debido a que no se puede concebir un estudio profundo de economía circular en el sector agrícola del Ecuador, sin conocer primero los antecedentes de este tema en el campo real; en el ámbito rural que es donde se plantea aplicar la economía circular ligada a la producción de cacao. Para que exista un verdadero éxito en la aplicación de este modelo económico en el agro nacional, es fundamental que existan condiciones previas, básicas, como un plan nacional de desarrollo agrícola, una verdadera política de estado y compromiso del gobierno con el sector agrícola. Es de vital

	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

importancia destinar recursos económicos del presupuesto general del estado, para repotenciar y financiar los proyectos de investigación e innovación circular de las distintas universidades públicas y privadas del país, conjuntamente con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, que es el ente estatal encargado de la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas y agroindustriales del Ecuador; a su vez, se debe fomentar la logística necesaria para que haya una adecuada y sostenida transferencia de tecnología y capacitación hacia los gremios de productores para su puesta en marcha.

Es fundamental y urgente vincular el sector productivo con el académico; además, el Estado debe ejercer de intermediario entre estos dos sectores para poder obrar de manera coordinada y planificada acerca de cuáles son las metas que se busca como gobierno respecto a la economía circular. Además, establecer con claridad los objetivos requeridos por el sector cacaotero para aplicar la optimización, aprovechamiento y utilización adecuados de los subproductos de la producción, postcosecha e industria del cacao. Si no existe en la práctica esta acción coordinada entre estos tres actores, es muy difícil hablar de una verdadera aplicación que alcance de manera integral y generalizada la ejecución del estudio de economía circular en el sector cacaotero del país.


Por los motivos mencionados, se concluye que el impacto en la economía circular que generaría la propuesta de un proyecto circular es beneficioso, no solo para el desarrollo rural cacaotero, sino también para el cuidado ambiental y el progreso económico del país, ya que se iniciaría una etapa de puesta en marcha de la economía circular, aplicada a la agroindustria y al aprovechamiento de los residuos que se generan como resultado de esta actividad productiva.

## 10. Resultado de hipótesis

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, se evidencia que el aprovechamiento del mucílago de cacao para la producción de alcohol genera un impacto significativo en la economía circular. Los datos analizados demuestran que este modelo contribuye a la reducción de desperdicios, optimiza el uso de subproductos agroindustriales, disminuye la huella ecológica y fomenta el desarrollo económico y social en el sector cacaotero. Asimismo, se confirma su viabilidad técnica y económica, así como su alineación con los principios de sostenibilidad y producción responsable.

Dado que los hallazgos respaldan la efectividad del modelo propuesto, se procede a rechazar la hipótesis nula ( $H_0$ ), que establecía que el aprovechamiento del mucílago de cacao no tendría un impacto significativo. En consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ), validando que la



	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

transformación de este subproducto en alcohol representa una estrategia eficiente dentro del enfoque de economía circular, con beneficios tangibles en los ámbitos económico, ambiental, social y científico.

## **11. Tipo de impacto**

### **11.1. Impacto social**

Mejora la calidad de vida de los productores rurales al generar ingresos adicionales y fomenta la participación de estudiantes en proyectos de investigación.

### **11.2. Impacto económico**

Genera ingresos mediante la producción de alcohol, reduce costos de gestión de residuos y fomenta la economía circular.

### **11.3. Impacto científico**

Contribuye al avance del conocimiento en economía circular y agroindustria, generando modelos replicables.

### **11.4. Impacto ambiental**

Reduce la contaminación por desechos de mucílago, disminuye la huella ecológica y fomenta prácticas sostenibles.

## **12. Conclusiones**

El beneficio de realizar el artículo previo a la elaboración del proyecto de obtención de alcohol de mucílago de cacao como subproducto del proceso de poscosecha, para una propuesta práctica de economía circular, fue haber establecido los parámetros iniciales para reducir el desperdicio de 133.085 toneladas de mucílago de cacao, que normalmente se generan en el año según datos del INEC, producto del proceso de poscosecha de los granos de cacao. Esto implica optimizar y aprovechar recursos procedentes del agro, mediante el procesamiento industrial a través del diseño de una planta agroindustrial de producción de alcohol, para la obtención de una bebida de moderación para la industria de alimentos. Pero, sobre todo, esto significa disminuir la huella ecológica mediante la aplicación del campo de acción de simbiosis industrial de la norma NTE INEN-AFNOR XP X30-901, debido a que el porcentaje en que la biocapacidad excede la huella ecológica en Ecuador es del 11 %, respecto a otros países de América Latina. Por esta razón, el aprovechamiento de este subproducto no solo producirá réditos económicos e innovación, sino que generará un impacto positivo en el ambiente y a nivel social en la ruralidad.

	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

El estudio “Aprovechamiento del mucílago de cacao para elaboración de alcohol: una propuesta práctica de economía circular”, es totalmente viable y aplicable dentro del marco de la economía circular y el ODS 12, debido a que es económicamente sostenible, ambientalmente amigable y socialmente responsable, debido a que el sector cacaotero agrupa aproximadamente 700 000 personas que están involucradas directamente en la actividad productiva y que podrían beneficiarse del potencial proyecto (González et al., 2022). Es fundamental mencionar en cuanto a lo económico, que el precio promedio del alcohol de cacao por cada litro oscila entre \$10 y \$12 dólares americanos en el mercado ecuatoriano –según sondeos en el mercado local-, esto significa que tiene un precio de comercialización atractivo para un emprendimiento sostenible ligado al sector agroindustrial, y deja la puerta abierta para un estudio más profundo de implementación del proyecto, con un estudio basado en la pre-factibilidad técnica, económica, financiera y de mercado que puede significar un nuevo rubro agroindustrial circular para el sector cacaotero del país.

La matriz de planificación presentada en la tabla 3, sirve como línea base para un estudio posterior más profundo referente a un análisis de pre-factibilidad técnico, ambiental, económico, financiero y de mercado, que permita determinar la viabilidad de ejecución para un proyecto de economía circular.


### 13. Recomendaciones

Se recomienda utilizar la matriz de planificación presentada en la tabla 3, que sirve como línea base para un estudio posterior más profundo referente a un análisis de pre-factibilidad técnico, ambiental, económico, financiero y de mercado, que permita determinar la viabilidad de ejecución para un proyecto de economía circular vinculado a la gestión del mucílago de cacao.

### 14. Referencias bibliográficas

- Álava, W. (2020). Caracterización física-química del mucílago de cacao (*Theobroma cacao* L.), con énfasis en los azúcares que lo componen. Tesis de maestría, Universidad Agraria del Ecuador.  
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALAVA%20ZAMBRANO%20WISTON%20ADRIAN.pdf>.
- Almeida-Guzmán, M., Almeida, S., Rodríguez, A. y Kowii, A. (2023). Economía comunitaria y circular, conocimiento ancestral andino. Caso Warmikuna NATABUELA. Estudios de la gestión: revista internacional de administración, (14): 128-53. doi:  
<https://doi.org/10.32719/25506641.2023.14.4>.
- Barazarte, H., Sangronis, E. y Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): una posible fuente comercial de pectinas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 58 (1):



	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

64-70. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222008000100009](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000100009).

- Bernardo, M. (2022). La integración de los sistemas integrados de gestión como catalizador de la eco-innovación. Ponencia presentada en el XIV Congreso Internacional de Calidad y V de Calidad Integrada: El arte y la ciencia de la calidad, Quito, 27 de octubre.
- Burgo, O., Gaitán, V., Yáñez, J., Zambrano, A., Castellanos, G. y Estrada, J. (2019). La economía circular una alternativa sostenible para el desarrollo de la agricultura. *Revista Espacios* 40 (13): 2-6. <http://bdigital2.ula.ve:8080/xmlui/handle/654321/6527>.
- EC Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2021). Libro Blanco de Economía Circular de Ecuador. Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. [https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Libro-Blanco-final-web\\_mayo102021.pdf](https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/05/Libro-Blanco-final-web_mayo102021.pdf)
- EC Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. (2022). Plan nacional de calidad: 2022. Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/12/PLAN-NACIONAL-DE-CALIDAD-2022.pdf>
- El Universo. (7 de julio de 2022). Ecuador deja huellas con su chocolate y el comercio justo en el mundo cacaotero, que celebra su día mundial. El Universo. <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/chocolate-ecuador-comercio-justo-dia-mundial-del-cacao-nota/>.
- Global Footprint Network. (2021). Open Data Platform. [https://data.footprintnetwork.org/?\\_ga=2.168301153.1174450424.1615997125-285388748.1615997125#/](https://data.footprintnetwork.org/?_ga=2.168301153.1174450424.1615997125-285388748.1615997125#/)
- González, L., Moreira, W. y Dueñas, Alex. (2022). La cadena de comercialización del cacao fino de aroma, cantón Pichincha, Ecuador. *ECA Sinergia* 13 (3): 86-95. doi: <https://doi.org/10.33936/ecasinergia.v13i3.4689>.
- Guayza Carpio, F. y Valverde, M. (2021). Economía Circular: Aprovechamiento de Residuos del Cacao en Fincas de Vines, uso Potencial como Materia Prima para su Industrialización. Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/55423/1/ICT%20-%20012-%202020%20-%20T2%20TRABAJO%20DE%20TITULACIÓN%20FINAL.pdf>.
- INEC. (2023). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2022. INEC. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac\\_2022/PPT\\_%20ESPAC\\_%202022\\_04.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2022/PPT_%20ESPAC_%202022_04.pdf).
- Nogales, J. (12 de julio de 2017). Rendimiento en la producción y beneficio de cacao. Poscosecha Cacao Jairo Nogales. <https://poscosechacacao.blogspot.com/2017/08/constantes-factores-de-correccion-e.html>.
- NTE INEN-AFNOR XP X30-901. (2019). Economía circular-Sistemas de gestión de proyectos de economía circular-requisitos y directrices (AFNOR XP X30-901:2018, IDT).

	GESTION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION	VERSIÓN: 001
	PROYECTO FINAL DE INVESTIGACIÓN	CÓDIGO: ISTS-GIDIVS-02-008
		FECHA: 06/05/2024

Peinado, J. (2007). Gestión de la producción: las operaciones industriales y de servicios.  
Curitiba: Unicenp.

Ramírez-Romero, C. (2023). Aprovechamiento del mucílago de cacao en la economía circular.  
Quito: Editorial Académica Española / Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

