

Biorrefinería

BIOEDUCACIÓN - BIOCIENCIA - BIOINNOVACIÓN





CEBA, es una institución de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), constituida bajo la forma de Fundación de utilidad común, sin fines de lucro, religioso, racial, político y de género. Es una persona jurídica de derecho privado, reconocida por el Estado ecuatoriano mediante Acuerdo Ministerio del Ambiente No 026 (17/03/2009), Registro Oficial No 579 (28/04/2009). “Entidad de Investigación Científica” ACREDITACIÓN SENESCYT-ACR-UNIDAD-24-5 (17/06/2024).

CEBA mantiene un enfoque Científico-Empresarial, con una estrategia de trabajo por resultados fundamentada en la competitividad. Promueve y ayuda toda actividad encaminada a conseguir un equilibrio adecuado para el desarrollo de la BIOECONOMÍA.

CEBA difunde los resultados científicos a través de sus revistas:

Revista Bionatura: ISSN 1390-9355 (online) e ISSN 1390-9347 (impresa).

- <https://revistabionatura.org/>
- <https://portal.issn.org/resource/ISSN/1390-9355>

Revista Biorrefinería: ISSN 2602-8530 (online).

- <https://cebaecuador.org/publicaciones/revista-biorrefineria/>
- <https://portal.issn.org/custom-search/print/2602-8530/public>

MISIÓN

Proveer el soporte científico, tecnológico y empresarial a la BIOECONOMÍA del Ecuador y de América Latina, mediante la *Estrategia Ecuatoriana de Bioeconomía-Horizonte 2035*, que permita el máximo aprovechamiento de los recursos y contribuya con el bienestar del ser humano y del planeta.

VALORES

Integridad, calidad, responsabilidad, liderazgo, colaboración y diversidad.

DESAFÍOS GLOBALES

CEBA, apoya y financia toda iniciativa orientada a enfrentar los *Desafíos Globales* en el marco del Desarrollo Sustentable con enfoque de Bioeconomía.



Alejandro Pineda Soto

PRESIDENTE EJECUTIVO-CEBA

Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente (CEBA)
Periférico Sur s/n, Fincas San Agustín, San Antonio. Ibarra-Ecuador
Cel: (+593) 99 579 7813
Email: cebaecuador@gmail.com
URL: www.cebaecuador.org

Biorrefinería

La revista BIORREFINERÍA del Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente (CEBA), fue creada en el año 2017 con la finalidad de difundir los resultados científicos y tecnológicos obtenidos de la investigación aplicada en el marco de la ESTRATEGIA ECUATORIANA DE BIOECONOMÍA-HORIZONTE 2035, en los campos de la BIOECONOMÍA, BIOAGRICULTURA, BIOALIMENTOS, BIOSALUD, BIOAMBIENTE, BIOENERGÍAS Y BIOINDUSTRIA. Publica manuscritos científicos originales del tipo empírico, revisiones, metodológicas y estudios de caso. Se edita en versión digital con una frecuencia anual y está dirigida a la comunidad científica a nivel mundial. Se encuentra inscrita en el Registro Nacional de Publicaciones Seriadas de la SENESCYT.

Misión: Aportar con conocimiento técnico, científico y económico para el desarrollo de la Bioeconomía Ecuatoriana y de América Latina, mediante el uso eficiente y equilibrado de los recursos naturales, así como el aprovechamiento adecuado de los recursos genéticos microbianos, las biomásas de carbono disponible y los bioprocesos tecnológicos existentes, que permita el máximo aprovechamiento del conocimiento para el bienestar del ser humano y del planeta.

Visión: Inspirar a las futuras generaciones para que aporten con el desarrollo social y económico del planeta, basado en una Bioeconomía respetuosa con el medioambiente y el ser humano.

Objetivo: Difundir el conocimiento sobre los avances de la ciencia, la tecnología y la innovación de la Bioeconomía Ecuatoriana y de América Latina, mediante la herramienta online, que permita llegar a la mayoría de la población.

Alcance: La revista Biorrefinería tiene alcance nacional e internacional, con especial enfoque al sector de la Bioeconomía y dirigida a la comunidad científica.

Cobertura de Temáticas

- Nuevos materiales de alto valor agregado (alimentos, suplementos, fitofármacos, fármacos, cosméticos y bebidas)
- Bioproductos para la agricultura y la salud animal
- Tecnología de la biomasa y sus derivados
- Simulación de bioprocesos y sus derivados
- Alimentación animal y humana
- Alcohol y bebidas
- Energías renovables y bioenergía
- Medio Ambiente
- Biocombustibles
- Bioeconomía
- Biomasa de carbono
- Recursos genéticos microbianos
- Bioprocesos de refinación

Equipo Editorial

Consejo Editorial / Editorial Board	Comité Científico / Scientific Committee
Consejo Editorial	1. Dr. Rubén Del Toro, PhD. PUCE, Ecuador
1. Dr. C. Julio Pineda Insuasti, PhD. Director Ejecutivo, Editor en jefe / Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente CEBA. Ibarra, Ecuador.	2. Dr. José País, PhD, UTN. Ecuador
2. MSc. Vanessa Rocha Cabuyales, Editora de Sección / Universidad de Toronto. Toronto, Canadá.	3. MSc. Jimmy Núñez, UTN. Ecuador
3. Dr. C. Gualberto León Revelo, PhD. Editor Técnico / Universidad Politécnica Estatal del Carchi UPEC. Tulcán, Ecuador.	4. MSc. Elsa Sulay Mora Muñoz. UTN, Ecuador
4. Ing. Astrid Stefanía Duarte Trujillo. Editor Académico / Universidad de los Llanos UNILLANOS. Villavicencio, Colombia.	5. MSc. Edwin Ortiz. GAD Antonio Ante, Ecuador
	6. MSc. Gustavo Reyes Lara. CEBA, Ecuador
	7. Ing. Carlos Alfonso Santillán. CEBA, Ecuador
	8. Dr. C. Fidel Domenech PhD. ONUDI, Cuba
	9. Dr. César Zuleta, PhD. PUCE, Ibarra, Ecuador
	10. MSc. Claudia Soto Arroyave. UCO, Colombia
	11. MSc. Napoleón Benavides. MAE, Ecuador
	12. Ing. Rubén Darío Guzmán. IANCEM, Ecuador
	13. MSc. William Gómez Andrade. CEBA, Ecuador
	14. MSc. Klever Ayala Pastaz. CEBA, Ecuador
	15. MSc. Juan Carlos Fiallos. CEBA, Ecuador
	16. Ing. Mario Cujilema. CEBA, Ecuador
	17. Dra. Gabriela Cifuentes Guerra, PhD. CEBA, Ecuador
	18. MSc. Javier Jiménez Forero. UNILLANOS, Colombia.
	19. MSc. Estefanía Andrade. FLACSO, Ecuador
	20. Msc. José Huaca. UTN, Ecuador.
	21. Dr. C. Ernesto Osejos, PhD. UTN, Ecuador
	22. Dr. C. Luis Enrique Trujillo Toledo, PhD. ESPE, Ecuador
	23. MSc. Anahí Virginia Cuellas, UNQ, Argentina
	24. Dr. Miguel Otero, PhD, Miami Dade College, EEUU
	25. Dr. C. Amaury Alvarez Delgado, PhD, ICIDCA, Cuba.
	26. Dr. Ullrich Stahl, PhD, UCE. Ecuador
	27. Dr. C. Ernesto Rosero Delgado, PhD. UTM, Ecuador
	28. MSC. Vicky Alejandra Mendoza Pico, UTM, Ecuador
	29. Ing. Daniela Tapia, GPP, Ecuador
	30. Ing. Pablo Vela Nuñez, MSc. CEBA, Ecuador
	31. Dra. C. Lourdes Crespo Zafra, UC, Cuba
	32. Dra. C. Rosa Gonzales Zambrano, ESPAM-MFL, Ecuador
	33. Ing. Homero Vaca Vásquez, UTN, Ecuador
	34. Ing. Alejandro Pineda Soto, BIOECOLÓGICOS, Ecuador
	35. Tnlgo. Galo Chiriboga Ron, CEBA, Ecuador

ISSN digital: 2602-8530

URL: <https://www.cebaecuador.org/publicaciones/revista-biorrefineria/>

Contacto: [biorrefineria.ceba@gmail.com](mailto: biorrefineria.ceba@gmail.com)

TABLA DE CONTENIDO

1	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA PANELA EN LOS TRAPICHES DE PINDICAL Y CHICAL UBICADOS EN LAS PARROQUIAS DE MALDONADO Y CHICAL DE LA PROVINCIA DEL CARCHI – ECUADOR.....	6
2	PRODUCCIÓN DE DERIVADOS DE PROPÓLEO: UNA REVISIÓN	13
3	PROTOCOLO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN PARA EL LABORATORIO DE FORMULACIÓN MAGISTRAL ISTUL	21
4	JALEA REAL: APLICACIONES TERAPÉUTICAS Y NUTRICIONALES EN LA MEDICINA MODERNA	32
5	ESTRATEGIAS PARA PROMOVER LA COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS DE LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA EN LA PROVINCIA DEL CARCHI – ECUADOR	37
6	DESARROLLO DE UN PROCESO A ESCALA DE LABORATORIO PARA LA PRODUCCIÓN DE JUGO (ZUMO) DE LIMÓN (<i>CITRUS LIMON.</i>).....	50
7	DESARROLLO DE UN PROCESO ESCALA LABORATORIO PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EÓLICA CON LA TURBINA TIPO ESPIRAL DE ARQUÍMEDES	64
8	DESARROLLO DE UN PROCESO ESCALA DE LABORATORIO PARA LA PRODUCCIÓN DE CELULOSA A PARTIR DE FIBRA DE ABACÁ (<i>MUSA TEXTILES</i>).....	75
	GUÍA DE AUTORES -BIORREFINERÍA	83

1 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE LA PANELA EN LOS TRAPICHES DE PINDICAL Y CHICAL UBICADOS EN LAS PARROQUIAS DE MALDONADO Y CHICAL DE LA PROVINCIA DEL CARCHI – ECUADOR

MICROBIOLOGICAL QUALITY ASSESSMENT OF PANELA IN THE TRAPICHES OF PINDICAL AND CHICAL LOCATED IN THE PARISHES OF MALDONADO AND CHICAL IN THE PROVINCE OF CARCHI – ECUADOR. Claudia Verónica Játiva Ruano¹, Genny Paola Narvárez Rodríguez¹, Gualberto Gerardo León Revelo¹.

¹Carrera de Alimentos, Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador

Autor para correspondencia: gualbertoleon@hotmail.es

Recibido: 25/03/2024

Aceptado: 01/04/2024

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue el de evaluar la calidad e inocuidad de la panela en los trapiches de Pindical y Chical, ubicados en las parroquias de Maldonado y Chical del cantón Tulcán, provincia del Carchi – Ecuador. Se realizaron controles de calidad de la panela mediante análisis microbiológicos. En el mismo contexto se evaluó las condiciones de higiene en el área de procesamiento mediante análisis microbiológicos de superficie vivas e inertes que se encuentran en contacto con el alimento basado en la Norma NTE INEN 2 331:2002, MINSA 461-2007 y Microbial Limits Used for Various Types of Food Process. Los resultados microbiológicos indicaron valores fuera de los límites establecidos. En base a lo mencionado, se implementó un plan de mejoras centrado en la inocuidad alimentaria y prácticas correctas de higiene (PCH), posteriormente, se aplicó análisis microbiológicos obteniendo los siguientes resultados, los dos trapiches muestran una mejora significativa al reducir la carga de microorganismos llegando a niveles inferiores a lo establecido en la norma.

Palabras claves: trapiche, inocuidad, microorganismos, norma

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the quality and safety of panela in the trapiches of Pindical and Chical, located in the parishes of Maldonado and Chical in the Tulcán canton, Carchi province - Ecuador. Quality controls of panela were carried out through microbiological analysis. In the same context, hygiene conditions in the processing area were evaluated through microbiological analysis of both living and inert surfaces in contact with the food, based on the NTE INEN 2 331:2002 Standard, MINSA 461-2007, and Microbial Limits Used for Various Types of Food Process. Microbiological results indicated values beyond the established limits. Based on the, an improvement plan focused on food safety and good hygiene practices (GHP) was implemented. Subsequently, microbiological analysis was performed, yielding the following results: both trapiches show significant improvement by reducing the microbial load to levels lower than those stipulated in the standard.

Keywords: trapiche, safety, microorganisms, standard

INTRODUCCIÓN

La panela es un producto emblemático de la agroindustria artesanal en numerosas regiones del Ecuador, se erige como un

componente fundamental en la dieta y la cultura alimentaria de diversas comunidades del Ecuador. Su proceso de producción, arraigado en la tradición y la artesanía, se lleva a cabo en dos trapiches ubicados en Maldonado y Chical parroquias del cantón Tulcán, provincia del Carchi – Ecuador. Siendo Pindical y Chical dos de ellos. Sin embargo, en la actualidad, la calidad e inocuidad de la panela ha cobrado una relevancia aun mayor, tanto a nivel local como global, en un contexto marcado por la creciente preocupación por la seguridad alimentaria y la demanda de productos saludables (A., 2020) (A, 2019).

Esta investigación se enfoca en la evaluación de la calidad e inocuidad de la panela elaborada en los trapiches de Pindical y Chical, considerando la importancia de garantizar que este producto mantenga los estándares necesarios para su consumo seguro y satisfactorio. El análisis abordará diversos aspectos, desde las materias primas utilizadas en la producción hasta los procesos empleados en los trapiches, así como los controles de calidad implementados. Además, se examinará la relación entre la producción tradicional y las normas vigentes en materia de seguridad alimentaria.

Con esta investigación, se busca no solo contribuir al conocimiento científico sobre la panela, sino también proporcionar información relevante para los productores, autoridades sanitarias y consumidores, con el fin de promover prácticas más seguras y sostenibles en la producción de este producto tradicional. La evaluación de la calidad e inocuidad de la panela en Pindical y Chical se convierte así en un paso crucial para fortalecer la cadena productiva y preservar la autenticidad y seguridad de un elemento tan arraigado en la identidad cultural y alimentaria de las comunidades del Carchi – Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizarán visitas a los trapiches, las cuales tendrán la finalidad de conocer las instalaciones y la tecnología utilizada para la

elaboración de panela, así se tendrá una percepción de cómo se lleva a cabo los procesos desde la recepción de la materia prima hasta su transformación y comercialización.

Con base a la aplicación de la lista de verificación en los diferentes establecimientos, se procede a la toma de muestras para su posterior análisis microbiológico, mismo que se encuentra basado en la determinación de: E. coli, Salmonella, Staphylococcus Aureus. Aplicados en: Manipuladores, Utensilios, Superficies vivas e inertes que se encuentran en contacto con el alimento. La toma de muestras está basada de acuerdo con lo descrito en la Resolución Ministerial N°463 – 2007/MINSA, donde se presenta la Guía Técnica para el análisis microbiológico de superficies vivas e inertes en contacto con los alimentos y bebidas. La selección del método de muestreo debe estar en función de las características de la superficie a muestrear. Seguidamente, dentro de esta fase se realiza la interpretación de los resultados obtenidos por los análisis microbiológicos de E. coli y Salmonella, Staphylococcus Aureus presentes en superficies, manipuladores y utensilios y compararlo con lo establecido en las normas reguladoras.

Análisis microbiológicos de la panela, se procede a la toma de muestras para su posterior microbiológico mismo que se encuentra establecidos en la norma NTE INEN 2 331:2002, MINSA 461-2007 y Microbial Limits Used for Various Types of Food Process. Esta norma establece los requisitos que debe cumplir para garantizar inocuidad en la panela sólida destinada para consumo humano. En la siguiente tabla se muestra el instrumento utilizado para la determinación de los diferentes microorganismos.

Tabla 1. Instrumentos para análisis de microorganismos.

Análisis	Técnica	Instrumento
Levaduras y mohos	Recuento microbiológico	NTE INEN 1529-10

Coliformes fecales y Escherichia coli	Recuento microbiológico	NTE INEN 1529-8
Staphylococcus aureus	Recuento microbiológico	NTE INEN 1529-14
SALmonella	Recuento microbiológico	INEN 1529-15:2009

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los límites permisibles de unidades formadoras de colonia (ufc) tanto en superficies vivas e inerte, como de producto (panela).

Tabla 2. Límites permisibles para superficies vivas e inerte y producto panela.

Límites permisibles	Superficies vivas	Superficies inertes	PRODUCTO (PANELA)	referencia
Coliformes	< 10 ufc / manos	< 1 ufc / cm ²	< 1 ufc / g	(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2001), (Ministerio de Salud, 2007), (Gun Wirtanen, 2020)
Staphylococcus aureus	< 100 ufc / manos	-	-	
Salmonella spp.	Ausencia / manos	-	Ausencia / g	
E. Coli	Ausencia / manos	Ausencia / 100 cm ²	Ausencia / g	
Aerobios Mesófilos	-	≤ 20 ufc/utensilio	-	
Mohos y levaduras	-	≤ 3 ufc/cm ²	≤ 3 ufc/g	

De acuerdo con el diagnóstico se implementa un plan de mejoras. Una vez se conozca los resultados en los trapiches de Pindical y Chical, se procederá a elaborar y ejecutar un plan de mejoras sobre inocuidad y prácticas correctas de higiene (PCH), donde se aplicarán herramientas de calidad basada en la norma técnica sanitaria de la resolución 0-57 ARCSA 2015. El cual contribuirá en la recolección de información y de esta manera conocer donde se centrará los esfuerzos de mejora para incrementar el nivel de calidad e inocuidad de la panela, gracias a ello se integran decisiones estratégicas para la aplicación de cambios en los diferentes procesos o actividades, de

manera que se vean reflejados en la calidad e inocuidad de la panela.

Se realizará la segunda etapa del estudio microbiológico para conocer la situación final de los trapiches, mismo que se encuentra basado en la determinación de: E. coli, Salmonella, Staphylococcus Aureus. Mismos que serán aplicados en: producto final, manipuladores, utensilios, superficies. Para realizar el estudio microbiológico de la situación final de los establecimientos se aplicará la misma metodología de la primera etapa.

RECURSOS

Normas técnicas NTE INEN 2331 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la panela sólida destinada para consumo humano, En la cual se deben de sujetarse los procesos para la elaboración de panela y que en cualquiera de sus presentaciones esté libre de impurezas y microorganismos. Resolución ARCSA 057 2015 “Norma técnica sanitaria sobre prácticas correctivas de higiene a establecimientos procesadores de alimentos categorizados como artesanales y organizaciones del Sistema de Economía Popular y Solidaria”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos realizados a superficies inertes y vivas, como también los resultados obtenidos del producto (panela) de los trapiches de PINDICAL y CHICAL.

En las tablas 3 y 4 se observa los resultados obtenidos del trapiche de PINDICAL. Para seguidamente en las tablas 5 y 6 se muestran los resultados del trapiche de CHICAL y finalmente en la tabla 7 se muestra los resultados realizados a la panela que produce tanto PINDICAL como CHICAL.

Tabla 3. Resultados análisis microbiológicos de superficies inertes del trapiche PINDICAL.

Trapiche : PINDICAL		SUPERFICIES INERTES							
Muestras	Aerobios Mesófilos		Mohos y Levaduras		E. Coli		Coliformes		
	Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible		
	≤ 20 ufc/utensilio		≤ 3 ufc/utensilio		Ausencia/utensilio		≤ 10 ufc/utensilio		
	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	
Recipiente del jugo de caña	18	1	15	11	133	0	56	11	
Paila ovalada	121	8	15	13	0	0	45	19	
Molino (entrada)	109	0	59	16	0	0	78	4	
Molino (salida)	148	3	75	10	0	0	30	2	
Tubo por donde circula el jugo de caña	136	10	45	10	0	0	54	8	
Pala	56	0	10	7	0	0	64	0	
Mesa de acero inoxidable	29	20	8	5	0	0	23	7	
Moldes de madera	59	15	28	8	0	0	57	2	
Cernidora	18	6	4	2	0	0	31	5	
Paila rectangular	57	0	16	9	3	0	19	5	

En la tabla 3 se muestra el conteo de ufc de aerobios mesófilos, mohos y levadura, E coli y coliformes pudiendo de notar que en el primer análisis antes de la implementación del plan de mejora, aerobios mesófilos solo el recipiente del jugo de caña y cernidora están bajo el límite permisible cumpliendo con la norma, mientras que en mohos y levaduras todas las superficies superan el límite permisible incumpliendo con la norma, E. coli tan solo el recipiente del jugo de caña supera el límite permisible incumpliendo con la normativa, y en cuanto a coliformes ninguna de las superficies inertes cumple con la normativa. En el segundo análisis una vez implementado el plan de mejoras en cuanto a aerobios mesófilos todas las superficies inertes cumplen con la normativa, sin embargo, en la cuantificación de mohos y levaduras solo la cernidora cumple con la normativa, por otro lado, el análisis de E. coli arroja que todas las superficies estudiadas cumplen con los límites permisibles y en coliformes las superficies que superan los límites permisibles son: recipiente de jugo de caña y la paila ovalada.

Tabla 4. Resultados análisis microbiológicos de superficies vivas del trapiche PINDICAL.

Trapiche : PINDICAL		SUPERFICIES VIVAS									
Muestras	Aerobios		Mohos y Levaduras		E. Coli		Coliformes		Staphylococcus Aureus		
	Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible		
	≤ 20 ufc/cm2		≤ 3 ufc/cm2		Ausencia/100 cm2		< 1 ufc / cm2		< 100 ufc / manos		
	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	
Manos	55	0	15	6	0	0	78	20	25	13	
Botas	84	12	19	9	3	0	54	18	19	6	
Paredes	89	9	25	8	0	0	49	2	19	7	
Piso	48	10	22	5	0	0	54	16	30	11	

La tabla 4 en el antes de la implementación del plan de mejoras se muestra que en la cuantificación de Aerobios ninguna de las superficies vivas analizadas cumple con la normativa, en tanto en el análisis de mohos y levaduras todas las superficies superan los

límites permisibles, al observar los resultados del recuento de E. coli tan solo las botas no cumple con los parámetros establecidos, los análisis de coliformes muestran que todas las superficies analizadas no cumplen con los límites permisibles y en Sthafilococcus Aureus la cuantificación demuestra que al contrario del anterior todas cumple con el límite permisible cumpliendo con la norma. Sin embargo, en el segundo análisis una vez implementado el plan de mejora en cuanto a aerobios todas las superficies están por debajo del límite permisible cumpliendo con la normativa, en el análisis de mohos y levaduras se observa una reducción de las ufc sin embargo no es suficiente para estar por debajo de los límites permisibles, si se observa E. coli podemos determinar que la única superficie que se encontraba fuera del límite permisible en esta vez se encuentra en cero alcanzando el valor establecido por la norma, los coliformes se denota una reducción significativa de la carga microbiana, pero los valores no están bajo del límite permisible para cumplir con la norma, y al analizar el conteo de ufc para Staphylococcus Aureus se denota una reducción por lo que se aleja a un más del límite permisible.

Tabla 5. Resultados análisis microbiológicos de superficies inertes del trapiche CHICAL.

Trapiche : CHICAL		SUPERFICIES INERTES							
Muestras	Aerobios Mesófilos		Mohos y Levaduras		E. Coli		Coliformes		
	Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible		
	≤ 20 ufc/utensilio		≤ 1 ufc/utensilio		Ausencia/utensilio		≤ 10 ufc/utensilio		
	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	
Recipiente del jugo de caña	55	0	30	9	1	0	15	5	
Paila ovalada	206	0	29	7	3	0	21	4	
Molino (entrada)	130	12	96	10	4	0	37	10	
Molino (salida)	82	8	76	11	0	0	21	6	
Tubo por donde circula el jugo	248	0	68	15	0	0	57	13	
Pala	120	5	25	12	1	0	0	0	
Moldes de madera	105	0	39	3	0	0	43	5	
Cernidora	96	6	20	6	0	0	13	8	
Paila rectangular	52	13	24	8	0	0	94	12	

En la tabla 5 se observa que la cuantificación de aerobios mesófilos ninguna de las superficies está por debajo de los límites permisibles por lo cual no se cumple con la norma, mientras que, si miramos el análisis de mohos y levadura al igual que el anterior ninguna de las superficies cumple con lo establecido por la normativa, mientras que en el análisis de E. coli se puede determinar que tan solo las botas incumplan con el límite

permisibles superando a este, en coliformes el análisis arroja que todas las superficies analizadas superan por mucho el límite permisible, sin embargo el análisis de Staphylococcus Aureus muestra que todas las superficies se encuentran por debajo del límite permisible cumpliendo con la normativa. Una vez que se implementó el plan de mejora se observa que en el análisis de aerobios hay una reducción significativa por lo cual todas las superficies se encuentran por debajo de los límites permisibles cumpliendo con la norma, al contrario de lo anterior en el análisis de mohos y levaduras a pesar de existir una reducción significativa de la carga de microorganismos no le alcanza para estar por debajo del límite permisible incumpliendo con la normativa, en cuanto a E. coli hubo una reducción de número de ufc en las botas lo que permitió que esta superficie se encuentra por debajo del límite permisible cumpliendo todas las superficies con la normativa, al observar el análisis de coliformes igual que los anteriores se produjo una reducción sin embargo ninguna de las superficies se encuentran por debajo de los límites permisibles por lo cual todas incumplen con la normativa, en el análisis de Staphylococcus Aureus hay reducción de la carga de microorganismos alejándose a un mas del limite permisible por tal razón todas las superficies cumplen con la normativa.

Tabla 6. Resultados análisis microbiológicos de superficies vivas del trapiche CHICAL.

Trapiche : CHICAL		SUPERFICIES VIVAS									
Muestras	Aerobios		Mohos y Levaduras		E. Coli		Coliformes		Staphylococcus Aureus		
	Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible		
	≤ 20 ufc/cm2		≤ 3 ufc/cm2		Ausencia /100 cm2		< 1 ufc / cm2		< 100 ufc / manos		
	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	
Manos	72	0	13	7	0	0	79	15	15	4	
Botas	93	9	25	9	6	0	65	21	32	15	
Piso	69	12	16	8	0	0	70	16	25	0	

En la tabla 6 se puede determinar que antes de la implementación del plan de mejora para el análisis de aerobios todas las superficies no cumplen con los límites establecidos por la norma, al igual que el anterior en mohos y levaduras ninguna de las superficies cumple con la norma, mientras que en el análisis de E. coli tan solo las botas incumplen con los límites permisibles establecidos por la normativa, en

cuanto a coliformes las superficies superan por mucho los límites permisibles provocando un incumplimiento con la norma, sin embargo si se observa el análisis de Staphylococcus Aureus los valores de ufc se encuentra por debajo de los límites permisibles por lo tanto se cumple con lo establecido. Una vez observados los resultados se implementa el plan de mejora obteniendo los siguientes resultados: aerobios existe una reducción en la cuantificación de ufc provocando que todas las superficies se encuentren por debajo de los límites, en mohos y levaduras existe una reducción considerable a pesar de ello no le alcanza para estar por debajo de lo que establece la norma, en este segundo análisis se evidencia que no existen ufc de E. coli encontrándose por debajo de los límites permisibles, mientras que para coliformes pese a una reducción significativa de microorganismos no alcanza para estar por debajo de lo que establece la norma, y al analizar al último microorganismo de la tabla se evidencia que existe una reducción de staphylococcus Aureus alejándose por debajo del límite permisible.

Tabla 7. Resultados análisis microbiológicos de producto (panela) de los trapiches de PINDICAL y CHICAL.

Muestra	PPRODUCTO									
	Mohos		Levaduras		E. coli		Coliformes		Salmonella	
	Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible		Límites Permisible	
	≤ 3 ufc/g		≤ 3 ufc/g		Ausencia /g		< 1 ufc /g		Ausencia /g	
Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	Antes	Despues	
Trapiche: PINDICAL										
Panela	8	3	58	1	0	0	22	0	0	0
Trapiche: CHICAL										
Panela	11	4	27	2	0	0	39	0	0	0

En la tabla 7 se muestra los análisis microbiológicos de mohos, levaduras, E. coli, coliformes y salmonella, realizados a panela, la misma que es producida en los trapiches de PINDICAL y CHICAL

Para Mohos se puede observar que los dos trapiches superan los límites permisibles, una vez que se implementó el plan de mejora en los dos trapiches hubo una reducción significativa, PINDICAL se encuentra en los límites permisibles y chical supera al límite permisible por lo cual existe incumplimiento

con la norma, mientras que para levaduras antes de la implementación del plan de mejoras los dos trapiches superan los límites incumpliendo con la normativa, si se mira los resultados después de la implementación del plan de mejoras los dos trapiches cumplen con la normativa al obtener resultados inferiores al límite. Para *E. coli* tanto en el antes como en el después de la implementación del plan de mejoras los dos trapiches cumplen con la norma al no encontrar presencia de *E. coli*. En cuanto a coliformes en el antes los dos trapiches no cumplen con la normativa y después de la implementación del plan de mejoras los dos trapiches reducen considerablemente la carga de microorganismos llegando a niveles de ausencia, de esta forma cumpliendo con la normativa, y finalizando con salmonella tanto en el antes como en el después los dos trapiches cumplen con la normativa, al obtener resultados inferiores al límite permisible.

CONCLUSIONES

Los resultados microbiológicos iniciales de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, *E. coli*, salmonella, *Staphylococcus aureus*, coliformes, realizados en las superficies vivas e inertes, evidenciaron contaminaciones dentro de las áreas de procesamiento de panela. Sin embargo, una vez implementado el plan de mejoras, se logró disminuir este tipo de contaminación en todas las superficies y en la mayoría cumpliendo con la normativa.

La calidad de la panela antes de la implementación del plan de mejora no era buena en los dos trapiches puesto que de los 5 microorganismos analizados 3 no cumplen con la normativa, una vez implementado el plan de mejora de los 5 microorganismos analizados en PINDICAL 5 cumplen con la norma y en CHICAL 4 cumplen con la norma, por lo cual la calidad microbiana de la panela después de la implementación del plan de mejoras incremento considerablemente.

Las capacitaciones impartidas al personal de Pindical y Chical han sido fundamentales para mejorar continuamente las prácticas correctas de higiene y manipulación de alimentos. Esto se refleja en la reducción del porcentaje de contaminación por microorganismos de las superficies vivas e inertes, así como en los análisis de calidad en el producto terminado. Además, se ha observado un compromiso por parte del personal manipulador para cambiar sus hábitos, como resultado de estas capacitaciones.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su sincero agradecimiento a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por su generoso apoyo y por proporcionar los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación. Este trabajo no habría sido posible sin el respaldo institucional brindado, que permitió el acceso a instalaciones, equipo y servicios indispensables para la realización de este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A, F. (2019). Calidad de la panela: Factores que Influyen en su Producción. *Revista de Agricultura Sostenible*, 14(2), 45-58.
2. A., G. (2020). Contaminación microbiológica y química de la panela en zonas rurales: un riesgo para la salud pública. *Revista de Seguridad Alimentaria y Salud Ambiental.*, 10(2), 134 - 145.
3. Gun Wirtanen, S. S. (2020). MICROBIAL LIMITS USED FOR VARIOUS TYPES OF FOOD PROCESS. *Journal of Hygienic Engineering and Design*.
4. Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). NTE INEN 2 331:2002. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
5. Ministerio de Salud. (2007). Guía técnica para el análisis de superficies en contacto con alimentos y bebidas. Lima, Peru.
6. Quezada, W. F., Quezada, T. D., & Molina, A. (2018). Agroindustria Panelera: Alternativa para su Intensificación. *KnE Engineering*, 3(2), 19-27.
7. Norma Técnica Colombiana. (2009). NTC 1311 Productos Agrícolas Panela. Obtenido de Incontec Internacional: <https://pdfcoffee.com/ntc-1311-panela-5-pdf-free.html>
8. Normativa sobre Manipulación de Alimentos. (2023). Normativa sobre Manipulación de Alimentos. Obtenido de <https://carnet-de-manipulador-de-alimentos.com/normativa/>

Información de revisión por pares: Revista Biorrefinería agradece a los revisores anónimos por su contribución a la revisión por pares de este trabajo utilizando <https://reviewerlocator.webofscience.com/>.

Acceso abierto: Todos los artículos publicados por Revista Biorrefinería son accesibles en línea de forma gratuita y permanente inmediatamente después de su publicación, sin cargos de suscripción ni barreras de registro.

Nota del Editor: Revista Biorrefinería se mantiene neutral con respecto a reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

Copyright: © 2024 por los autores. Presentado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

2 PRODUCCIÓN DE DERIVADOS DE PROPÓLEO: UNA REVISIÓN

PRODUCTION OF PROPOLIS DERIVATIVES: A REVIEW

Nancy Verónica Jami-Jami¹, Leah Jazmín Chavez-Moran¹, Julio Pineda-Insuasti ², Camilo Alejandro Pineda-Soto²

¹ Universidad Central del Ecuador, Facultad de ingeniería Química, Carrera Ingeniería Química. Quito, Ecuador.

² Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente-CEBA. Ibarra, Ecuador.

Autor para correspondencia: ljchavezm@uce.edu.ec

Recibido: 07/03/2024

Aceptado: 07/04/2024

Publicado: 20/07/2024

RESUMEN

Descripción y análisis de la información científica existente sobre el proceso de obtención y producción de derivados del propóleo (también propóleos), mediante la revisión del material científico disponible, que permita valorar los principales problemas y el avance del desarrollo tecnológico. A partir del análisis bibliográfico, se identificó las principales características del propóleo, los métodos de recolección como el raspado y con mallas para el respectivo procesamiento en la obtención de derivados del propóleo como la tintura y extracto etanólico, que a su vez forma parte de los ingredientes para la elaboración de productos medicinales, alimenticios y cosméticos. Se concluye que los derivados del propóleo al presentar propiedades antibacterianas, antioxidantes, fitoinhedoras y anticariogénicas son utilizadas en la fabricación de productos de uso cotidiano e importante para la sociedad como pasta dental, protector solar y recubrimientos comestibles.

Palabras clave: propóleo, antioxidantes, derivados de propóleo, extracto etanólico.

ABSTRACT

Description and analysis of the existing scientific information on the process of obtaining and producing propolis derivatives (also propolis), through the review of the available scientific material, which allows assessing the main problems and the progress of technological development. From the bibliographic analysis, the main characteristics of propolis were identified, the collection methods such as scraping and meshes for the respective processing to obtain propolis derivatives such as tincture and ethanolic extract, which in turn is part of the ingredients to produce medicinal, food and cosmetic products. It is concluded that propolis derivatives, presenting antibacterial, antioxidant, Phyto inhibitory and anticariogenic properties, are used in the manufacture of products for daily use and important to society such as toothpaste, sunscreen, and edible coatings.

Keywords: propolis, antioxidants, propolis derivatives, ethanolic extract.

INTRODUCCIÓN

El avance de la medicina natural ha permitido el desarrollo de técnicas medicinales que utilizan ciertos productos naturales con características curativas. “La apiterapia es un tratamiento terapéutico que utiliza productos derivados o extraídos de la Colmena entre los que se encuentran miel de abejas, polen, propóleos, jalea real, cera y una combinación de los productos anteriores” (Bellón & Calzadilla, 2007). Por ello el uso del propóleo para fines terapéuticos data desde las antiguas civilizaciones según estudios realizados acerca de este compuesto natural.

El propóleo es una sustancia de composición compleja elaborada por las abejas, a partir de resinas de ciertas plantas que la modifican por glucólisis. La resina parcialmente digerida es mezclada con cera y polen y utilizada en la colmena como material de sellado durante el invierno permitiendo además mantener un ambiente aséptico en ella. (Navarro López et al., 2018) “El propóleo ha sido usado por diversas civilizaciones con fines terapéuticos, prácticamente en todos los continentes existe evidencia de su uso, haciendo énfasis en sus propiedades antibacterianas y medicinales” (Andrade & Ibáñez, 2012).

El nombre propóleo proviene del griego propolis (pro: delante o en defensa de y polis: ciudad o delante de la ciudad o la colmena), de ahí pasó al latín propolis que significa tapar o alisar. En español es denominado propóleo y también propóleos, aunque la tendencia es de preferir propóleo, este es de mayor uso en América Latina. (Padrón et al., 2012) Además, en el papiro de Ebers se menciona que el propóleo lo usaban como medicina para desinfectar las heridas. En Grecia lo utilizaban como recurso para tratar las afecciones de la piel; se usó en conflictos bélicos como ungüento tópico antiséptico. (Vílchez & Cervantes, 2021).

Existe investigaciones que identifican los beneficios del propóleo en ámbitos

medicinales, alimenticios y cosmético. El propóleo es utilizado en odontología para el tratamiento de varias enfermedades bucales. Esto se debe a su actividad antimicrobiana la cual se les atribuye básicamente a los flavonoides, que es un compuesto bioactivo de grandes potencialidades para el tratamiento como antiséptico de aftas en la boca. (Premoli et al., 2010) Por otro lado, se ha buscado implementar recubrimientos de frutas a base de propóleo, como alternativa natural y viable desde el punto de vista medioambiental para la conservación de producto hortofrutícolas.

Por ello en este estudio se pretende abordar las características, proceso de obtención y el uso de derivados del propóleo como base de ciertos productos medicinales y alimenticios.

Características del propóleo

El propóleo es un producto apícola de aspecto resinoso y sabor amargo, con una coloración que varía del amarillo-verdoso al pardo-rojizo. Consiste básicamente en una mezcla de cera y exudados resinosos de diferentes plantas que la abeja obtiene para utilizarlo como material auxiliar en la protección de la colmena. (Bracho et al., 2009) “Su composición difiere en función de la variedad de las abejas, el clima, la flora, la época de recolección y la situación geográfica; la abeja *Apis mellifera* es un tipo de abeja que produce propóleo” (Figuerola et al., 2011).

“El propóleo se destaca por sus propiedades antibacterianas, fungicidas, antivirales, anestésicas, antiulcerosas, inmunoestimulantes, hipertensiva, citostática, antioxidantes, fitoinhibidoras y anticariogénica, por ello es una materia prima valiosa para la industria farmacéutica y de alimentos” (Chaillou et al., 2004).



Figura 1. Propóleo en la colmena

Fuente: (Ivars, 2020)

Abejas *Apis mellifera*

“Las abejas melíferas o abejas de la miel son insectos pertenecientes al orden *Hymenoptera* y a la familia *Apidae*, que engloba unas 40000 especies de abejas y abejorros” (Lamilla & Morán, 2020). En la tabla 1 se presenta la taxonomía de este tipo de abeja.

El propóleo es un producto secundario que se origina de la actividad apícola por lo cual las abejas realizan un proceso interesante al momento de la producción del propóleo. El mecanismo de recolección del propóleo y de su descarga en la colmena muestra organización; el proceso comienza en el momento en que la abeja reconoce la resina vegetal de la yema de los árboles, un bálsamo resinoso que desprenden valiéndose de sus mandíbulas y patas, aquí es cuando la abeja utiliza sus glándulas mandibulares (ácido 10-hidroxi-2-decenoico) para lograr el ablandamiento del mismo; al tritularlo con una de las patas transfiere a la cestilla de la pata posterior, cuando la llenan la transportan a la colmena. (Padrón et al., 2012).

Tabla 1. Taxonomía de la *Apis mellifera*.

Reino	Animal
-------	--------

Clase	Insecta
Orden	Hymenoptera
Familia	Apidae
Subfamilia	Apinae
Tribu	Apinini
Género	Apis

Fuente: (Lamilla & Morán, 2020)

Composición química del propóleo.

Se considera que la composición química del propóleo resulta un tanto complejo determinar debido a que según (Bracho et al., 2009) los estudios de propóleos de diversas latitudes han demostrado que tanto su composición como su actividad biológica se encuentran directamente relacionadas con las especies vegetales, fuentes de resinas y bálsamos, que colectan las abejas propolizadoras.

Por otra parte, según (Andrade & Ibáñez, 2012), el propóleo está compuesto químicamente por más de trescientos elementos, entre los que se pueden destacar son: aceites esenciales, polen, aminoácidos, minerales, vitamina A y E, complejo B, compuestos fenólicos y aromáticos, y flavonoides también conocidos como vitamina P. A continuación se presenta una tabla con el porcentaje de ciertos compuestos que por general se encuentra en el propóleo.

Tabla 2. Composición del propóleo

Elementos	Porcentaje
Resinas y bálsamos	50-55%
Cera	30-40%
Aceites volátiles aromáticos	5-10%
Polen	5%
Sustancias orgánicas y minerales	5%

Fuente: (Premoli et al., 2010)



Figura 2. Derivado del propóleo

Fuente: (Ivars, 2020)

DERIVADOS DEL PROPÓLEO

Recolección del Propóleo

Para la recolección del Propóleo se recurre a dos métodos muy utilizados en la actualidad.

3.1.1. Mediante mallas: se coloca una rejilla extracción de propóleo debajo de la entre tapa, en la parte superior de los cuadros. Las abejas obstruyen con el propóleo los intersticios de la rejilla y estas se retiran periódicamente para la recolección. Mediante este método se obtiene propóleo con menos impurezas comparado con el método de raspado. (Ramírez & Lee, 2021)

3.1.2. Mediante raspado: se utiliza una espátula para raspar de los bordes internos de las tapas ya que no se utiliza entre-tapa y las abejas con el afán de pegar la tapa a las alzas y sellar las rendijas que queda, propolizan en la unión de esta con el alza y sobre los cabezales de los cuadros. (Valega, n.d.)

Acondicionamiento del propóleo recolectado.

El propóleo que se obtiene de la colmena se coloca en bolsas plásticas aptas para alimentos (polietileno transparente), se cierran, se rotula y se congelan en freezer al menos durante

cuarenta y ocho horas para facilitar la manipulación, esto es por las características físicas del mismo. (Ramírez & Lee, 2021)

Preparación de tintura de Propóleo al 20%.

La tintura de propóleo es un ingrediente utilizado en la fabricación de varios productos. “Como el propóleo es insoluble en agua y muy soluble en alcohol de 96°G.L., se utiliza éste como disolvente” (Ramírez & Lee, 2021). A continuación, se describen los pasos de preparación:

- a) Se pesa 20 gramos de propóleo y se añade a un mortero para reducir el tamaño de partícula.
 - b) Disolver en alcohol, añadir 80 gramos de alcohol.
 - c) Agitar y reposar dos horas.
 - d) Se filtra para eliminar ceras y polen.
 - e) Para el extracto de propóleo al 20% se utilizará 20 gramos por cada 100 mililitros de alcohol.
 - f) Se coloca en un frasco oscuro, de tapón de rosca, manteniendo en observación durante dos semanas, pero se tiene que agitar 3 veces al día para su correcta mezcla.
 - g) Luego de las dos semanas la mezcla se pasa por un filtro para retirar los residuos sólidos quedando únicamente la tintura de propóleo al 20%.
 - h) Colocar el producto obtenido en un frasco con gotero oscuro.
- (Ramírez & Lee, 2021)

Preparación del extracto etanólico de propóleo

Este derivado del propóleo se utiliza como ingrediente natural adicional en ciertos productos para mejorar sus características.

Se mezcla 20 gramos de propóleo con arena lavada y se llena en un cartucho de papel filtro, introduciendo este en el extractor Soxhlet tapado con un algodón. Se realiza la extracción por 4 horas, utilizando 100 ml de etanol 96°G.L. en un balón de fondo plano de 250 ml y controlando la temperatura hasta obtener 8 ciclos por hora. Usando el baño maría se

realiza la evaporación del extracto etanólico hasta 20 ml, se continua la evaporación en una estufa a 80°C hasta obtener un extracto blando. Seguidamente se pesa 0.1 gramos de extracto blando en un vaso de precipitación de 10 cc, disolviéndose con 5 ml de etanol de 96°G.L. y se lleva a baño maría por 3 minutos, enfriándose, filtrándose y aforándose a 10 ml. (Rengifo, 2013)

Determinación antioxidante y antimicrobiana en extracto etanólico de propóleo.

a) FRAP

La metodología se basa en la capacidad que tiene una sustancia antioxidante para reducir el Fe^{3+} a Fe^{2+} . Se procede a la elaboración del complejo incoloro férrico-2,4,6-tripiridil-s-triazina (TPTZ) el cual producirá un cromóforo violeta al darse la reducción del átomo de hierro. Para la construcción de la curva patrón se utiliza como patrón Trolox y los resultados de capacidad antioxidante se expresan como mg equivalentes a Trolox/g de muestra. (Rodríguez, 2015).

b) Fenoles totales

Se determina por el método Folin-Ciocalteu. Para esta medición se toma 500 µl de las muestras y se mezclan con 500 µl del reactivo de Folin y 2 ml de carbonato de sodio al 10%, se llevan a 50 ml y se procede a almacenar en oscuridad por 2 h. posteriormente se mide la absorbancia a 765 nm en un espectrofotómetro y finalmente se repite el procedimiento para cada una de las muestras. Los resultados se expresaron como mg equivalentes a ácido gálico/g de muestra. (Rodríguez, 2015).

PRODUCTOS A BASE DE LOS DERIVADOS DE PROPÓLEO.

Recubrimientos comestibles.

Los recubrimientos comestibles han sido considerados para uso en alimentos ya que presentan algunas ventajas sobre las películas sintéticas. Estos productos a proteger los alimentos pueden ser consumidos, aun si los

alimentos no contaran con empaque adicionales. Los recubrimientos de este tipo son elaborados a partir de ingredientes comestibles y contribuyen a la reducción del deterioro o cambios en el tiempo de los componentes de los alimentos. (Rodríguez, 2015) Por ende se han realizado estudios para la elaboración de recubrimientos comestibles que contienen en su formulación extracto etanólico de propóleo.

El objetivo de estudio de (Rodríguez, 2015) fue desarrollar un recubrimiento comestible a base de alginato y glicerol con diferentes porcentajes de inclusión de extracto etanólico de propóleo y aceite esencial buscando determinar su efecto bactericida y bacteriostático y su capacidad antioxidante para identificar el potencial del uso de los recubrimientos como agente de productos procesados de pescado.

Gomitas con miel de abeja y propóleo.

Las gomitas son alimentos atractivos para impulsar el consumo de productos como el propóleo y la miel. El reemplazar ingredientes o disminuir materias primas como el azúcar y evitar el uso de conservantes artificiales les dan atributos saludables a estas golosinas. Además, al combinar la miel con el propóleo se aprovecha las propiedades de estos dos productos en conjunto, ya que las características sensoriales del propóleo son poco aceptadas. (Amagua & Casco, 2015)

Protector solar

El desarrollo de protectores solares tópicos a base de extracto hidroalcohólico de propóleo acompaña la necesidad de nuevos productos para la protección contra la radiación UV y sigue la tendencia mundial de producir cosméticos a partir de componentes naturales. Las últimas investigaciones han desarrollado la acción fotoprotectora de los metabolitos secundarios de las plantas: los flavonoides. (Soares et al., 2009)

Pasta dental.

Se ha desarrollado una pasta dental a base de extractos naturales como lo son el tomillo, propóleo y aloe vera, cada uno otorga beneficios importantes es así como el tomillo actuará con una notable propiedad antimicrobiana y antiinflamatoria; a su vez el propóleo otorga beneficios bacteriostáticos y bactericida; y por último el Aloe vera entre los múltiples beneficios que posee se encuentra en de ser un potente antibacteriano y tener un eficaz efecto antiinflamatorio. (Rosado, 2014)

CONCLUSIONES

El propóleo es un producto generado por las abejas que tiene usos medicinales desde la antigüedad debido a los beneficios que proporciona sus principales derivados como la tintura de propóleo y el extracto etanólico de propóleo. Los principales usos de los derivados de propóleo se encuentran en las industrias farmacéuticas, alimenticias y cosméticos. Actualmente se ha desarrollado productos como pasta dental, protector solar, recubrimientos comestibles entre otros a base de propóleo, los cuales contienen un porcentaje de los derivados de propóleo en su formulación.

En definitiva, el propóleo es un ingrediente natural que contribuye características benéficas a productos medicinales, alimenticios y cosméticos al tener propiedades antibacterianas, antioxidantes, antivirales, anestésicas, antiulcerosas, inmunoestimulantes, etc., por lo que se están desarrollando estudios que proponen producir productos a base de propóleo para proporcionar a la sociedad productos mejorados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amagua, A., & Casco, M. (2015). *Desarrollo de una formulación para gomitas con miel de abeja y propóleo*. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/c0b155f6-e214-4db3-85b2-1c2fdaa3e193/content>
2. Andrade, C., & Ibáñez, N. (2012). Propóleo: propiedades químicas, biológicas y usos en la terapia pulpar. *Revista Endodoncia Actual*, VII, 24–26. <https://amecee.org/wp-content/uploads/2019/06/EndodonciaVol07Num1Feb2012.pdf#page=26>
3. Bracho, J., Rodríguez, C., & Llanes, F. (2009). Triterpenos pentacíclicos en propóleo. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 75(4), 439–452. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2009000400006&lng=es&nrm=iso&tIng=es
4. Chaillou, L. L., Herrera, H. A., & Maidana, J. F. (2004). Estudio del propoleos de Santiago del Estero, Argentina. *Food Science and Technology*, 24(1), 11–15. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000100003>
5. Figueroa, J., Salcedo, J., Aguas, Y., Olivero, R., & Narvaez, G. (2011). Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulacion. *Revista Colombiana Cienc. Anim.*, 3(2). <https://www.recia.edu.co/index.php/recia/article/view/414/456>
6. Ivars, J. (2020). El propóleo: Recolección y preparación de tintura de propóleo casera. *Apicultura, MANEJO*. <https://www.latiendadelapicultor.com/blog/como-recolectar-propoleos-y-preparar-tinturas-de-propoleo-casera/>
7. Lamilla, L., & Morán, S. (2020). “ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL EXTRACTO DE PROPÓLEO OBTENIDO DE ABEJAS MESTIZAS (*Apis mellifera* cárnica) Y (*Apis mellifera* ibérica) EN TUMBACO, ECUADOR” [Universidad de Guayaquil]. www.fcq.ug.edu.ec
8. Navarro López, J., Lezcano, R., Mandri, M., Gili, M., & Zamudio, M. E. (2018). Acción anticariogénica del Propóleo. *Universidad Nacional Del Nordeste*, LVIII. <https://doi.org/10.1155/2017/1038153>
9. Padrón, A., Naranjo, A., Díaz, J., & Llera, R. (2012). El propóleo una alternativa de todos los tiempos. *Universidad Médica Pinareña*, 8. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=638267067004>
10. Premoli, G., Laguado, P., Díaz, N., Romero, C., Villareal, J., & González, A. (2010). USO DEL PROPÓLEO EN ODONTOLOGÍA. *Acta Odontológica Venezolana*, 48(2). www.actaodontologica.comFUENTE:www.actaodontologica.com/ediciones/2010/2/art22.asp
11. Ramírez, S., & Lee, Z. (2021). EFICACIA DE LA TINTURA DE PROPÓLEO AL 20% EN LA CICATRIZACIÓN DE HERIDAS QUIRÚRGICAS SUPERFICIALES EN CANINOS EN UN PERIODO DE 14 DIAS. [UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA]. <https://repositorio.unphu.edu.do/bitstream/handle/123456789/3875/Eficacia%20de%20la%20tintura%20de%20prop%20al%2020%20porcentaje%20Stephanie%20Marie%20Ramir%20Salcedo%20y%20Zahira%20Mar%20Le%20Caama%20b1o.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
12. Rengifo, R. (2013). CUANTIFICACIÓN DE FLAVONOIDES EN EL EXTRACTO ETANÓLICO DE PROPÓLEOS. *Revista Farmaciencia* Diciembre, 1(2), 51–56. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/farmabioq/article/view/462/418>

13. Rodríguez, A. (2015). Aplicación de recubrimiento comestible adicionado con extractos etanólicos de propóleo y aceites esenciales a un producto cárnico tipo “luncheon fish” [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55399>
14. Rosado, G. (2014). Producción y comercialización de pasta dental “Gingiflam” contra las afecciones odontológicas a base de tomillo, propóleo y enriquecida con Aloe vera, para niños y jóvenes en el norte de la ciudad de Guayaquil. [Universidad de Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f42703d0-d39a-45ae-9901-d33c50557d7c/content>
15. Soares, G., Furtado, A., Ramos, L., & Lucy, M. (2009). Preparación de un protector solar y evaluación de la acción fotoprotectora del propóleo verde del Valedo Aco, Minas Gerais, Brasil. *Boletín Latinoamericano y Del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(4), 282–288. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85611265008>
16. Valega, O. (n.d.). Como procesar el propoleos de forma artesanal.
17. Vílchez, H., & Cervantes, L. (2021). Evaluación del efecto antibacteriano sinérgico de rifamicina en propóleo sobre bacterias grampositivas. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 50. <http://scielo.sld.cuhttp://www.revmedmilitar.sld.cu>

Citación: Jami-Jami, N., Chavez-Moran, L., Pineda-Insuasti, J., & Pineda-Soto, C. (2024). Producción de derivados de propóleo: una revisión. *Biorrefinería*, 7(1). <https://cebaecuador.org/publicaciones/revista-biorrefineria/>.

Información de revisión por pares: Revista Biorrefinería agradece a los revisores anónimos por su contribución a la revisión por pares de este trabajo utilizando <https://reviewerlocator.webofscience.com/>.

Acceso abierto: Todos los artículos publicados por Revista Biorrefinería son accesibles en línea de forma gratuita y permanente inmediatamente después de su publicación, sin cargos de suscripción ni barreras de registro.

Nota del Editor: Revista Biorrefinería se mantiene neutral con respecto a reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

Copyright: © 2024 por los autores. Presentado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

3 PROTOCOLO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN PARA EL LABORATORIO DE FORMULACIÓN MAGISTRAL ISTUL CLEANING AND DISINFECTION PROTOCOL FOR THE ISTUL COMPOUNDING LABORATORY

Talhita Benitez Pardillo¹, Pamela Janeth Tenegusñay Simbaña¹

¹ Instituto Superior Tecnológico Libertad. Quito, Ecuador

Autor para correspondencia: Talhita Benitez Pardillo Email: tbenitez@itslibertad.edu.ec

Recibido 30/06/2024 Aceptado 13/07/2024 Publicado 20/07/2024

Resumen

La investigación propuso como objetivo elaborar un protocolo de limpieza y desinfección para el laboratorio de formulación magistral del Instituto Superior Tecnológico Universitario Libertad. Evaluando el protocolo actual mediante una lista de verificación, se identificaron deficiencias críticas. Se propuso un nuevo protocolo que incluyó métodos efectivos de limpieza y selección adecuada de productos, seguido de la capacitación del personal administrativo. Los hallazgos demostraron una comprensión adecuada de los nuevos procedimientos. La combinación de evaluación, propuesta de protocolo y capacitación fue crucial para demostrar cómo se puede mejorar la higiene y seguridad, cumpliendo con estándares regulatorios y manteniendo un entorno seguro para el personal y los productos formulados.

Palabras clave: Protocolo, limpieza y desinfección, calidad, formulaciones magistrales.

Abstract

The research aimed to develop a cleaning and disinfection protocol for the compounding laboratory of the Instituto Superior Tecnológico Libertad. By evaluating the current protocol using a checklist, critical deficiencies were identified. A new protocol was proposed, including effective cleaning methods and proper selection of products, followed by training for the administrative staff. The findings demonstrated an adequate understanding of the new procedures. The combination of evaluation, protocol proposal, and training was crucial to show how hygiene and safety can be improved, complying with regulatory standards and maintaining a safe environment for staff and formulated products.

Keywords: Protocol, cleaning and disinfection, quality, compounded formulations.

Introducción

Durante el Renacimiento las boticas y farmacias comenzaron a proliferar en Europa, y los profesionales de farmacia adquirieron un importante papel en la preparación de medicamentos (Tejeda et al. 2014; David, 2022); en las últimas décadas, se ha observado un renacer en las formulaciones magistrales, impulsado en parte por avances tecnológicos

que han mejorado la precisión y la eficiencia de los diferentes productos elaborados (Ibarra, 2022). La introducción de equipos de laboratorio novedosos, la estandarización de procesos y la calidad mejorada de los ingredientes, se ha contribuido con una seguridad y confiabilidad superior de las formulaciones magistrales (Charoo et al. 2023; Kulkarni y Kothari, 2024).

Las FM son preparaciones farmacéuticas personalizadas elaboradas para satisfacer las necesidades individuales de una persona (Álvaro et al. 2020). A diferencia de los medicamentos comerciales, un aspecto importante es que las formulaciones magistrales son elaboradas por farmacéuticos o profesionales de la salud autorizados, teniendo en cuenta una prescripción médica específica y adaptadas a las características únicas de cada paciente (Olmo, 2022).

En el contexto de la atención médica comunitaria, las FM desempeñan un papel crucial al permitir que los profesionales de la salud respondan de manera rápida y efectiva a las necesidades de los pacientes en su entorno local. Por otro lado, estos preparados pueden ser relevantes en aquellas comunidades donde el acceso a medicamentos comerciales es circunscrito a determinados aspectos o donde las condiciones médicas requieren tratamientos personalizados (Benítez et al., 2022). No obstante, a nivel regulatorio, las FM están sujetas a normativas específicas en diferentes países, con el objetivo de garantizar su calidad, seguridad y eficacia.

Estas regulaciones y estándares de calidad relacionadas con la preparación y dispensación de FM son importantes para garantizar productos farmacéuticos seguros; por lo que, a nivel internacional, y en el contexto de Ecuador existen normativas específicas que establecen las regulaciones para los aspectos relacionados con las FM, desde la selección de ingredientes hasta los procesos de fabricación y etiquetado (Cusipuma, 2023). Entre los estándares y normativas específicas que se aplican a las mismas, se pueden citar aquellos requisitos relacionados con buenas prácticas de fabricación (GMP) que establecen los procedimientos y controles necesarios para garantizar la calidad de los productos (Lizaraso y Orejón, 2021).

En Ecuador, la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA) es la autoridad encargada de regular y supervisar la fabricación y comercialización de productos farmacéuticos, incluidas las FM. La ARCSA establece requisitos estrictos en cuanto a la calidad, seguridad y eficacia de las formulaciones magistrales, con el propósito de proteger la salud pública, garantizando que las personas o clientes de las formulaciones reciban productos seguros y efectivos; lo cual incluye la inspección regular de las instalaciones y la aplicación de sanciones en caso de incumplimiento de los estándares (Cabezas, 2020).

Para la implementación efectiva de un protocolo de limpieza y desinfección se requieren procesos de monitoreo y evaluación continuos, incluyendo revisiones internas periódicas para evaluar la adherencia y el cumplimiento de los Procedimientos Operativos Estándar (POEs) y la efectividad de las prácticas de limpieza y desinfección, las pruebas microbiológicas regulares a superficies y equipos para identificar posibles problemas y poder realizar los ajustes de los procedimientos según sea necesario, así como, la incorporación de retroalimentación del personal para identificar áreas de mejora, ajustar los programas de capacitación y los POE.

Por todo lo anterior se realiza la presente investigación con el objetivo de elaborar un protocolo de limpieza y desinfección específico para el laboratorio de formulación magistral ISTUL, basado en la evaluación detallada de las deficiencias existentes. Este protocolo busca asegurar la eliminación efectiva de contaminantes microbiológicos y químicos, mejorar la capacitación del personal, estandarizar procedimientos operativos y garantizar el cumplimiento de las normativas vigentes, contribuyendo así a la seguridad y calidad de los productos farmacéuticos elaborados en el laboratorio.

Métodos

La investigación realizada fue de tipo cualitativa (Matović y Ovesni, 2023) y en relación al método científico, siguió un enfoque inductivo, al ser importante la observación de fenómenos específicos relacionados con la temática (como el protocolo de limpieza) para luego formular hipótesis y obtener las conclusiones a partir de la evidencia recopilada (Mukumbang, 2023).

Primero, se realizó una exhaustiva revisión de la literatura científica y normativa para identificar las mejores prácticas y estándares internacionales en limpieza y desinfección de laboratorios farmacéuticos; fuentes como guías de Buenas Prácticas de Manufactura (GMP), publicaciones científicas y artículos especializados proporcionaron el marco teórico y los fundamentos técnicos necesarios para diseñar un protocolo robusto. Esta revisión permitió identificar los desinfectantes más efectivos, las técnicas de limpieza recomendadas y las estrategias para prevenir la contaminación microbiana y química.

En segundo lugar, se aplicó una entrevista estructurada a la responsable de la Unidad de Mantenimiento e Infraestructura del ISTUL. Esta entrevista tuvo como objetivo identificar las prácticas actuales, percepciones del personal sobre la eficacia de los métodos utilizados, y cualquier desafío o limitación enfrentada durante las tareas de limpieza y desinfección.

Por último, se aplicó una lista de verificación (Check list) detallada para evaluar el proceso de limpieza y desinfección (realizado en el laboratorio de FM mientras se desarrollaba el procedimiento de limpieza, ejecutado por la persona encargada). La misma incluyó aspectos como la frecuencia de limpieza, tipos de desinfectantes utilizados, métodos aplicados y cumplimiento de los POE, entre otros aspectos. La observación directa y la auditoría del proceso permitieron identificar áreas críticas e inconsistencias que

necesitaban ser abordadas en el nuevo protocolo (Figura 1).

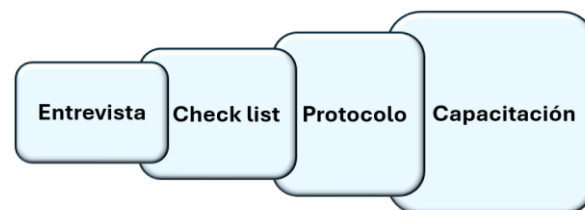


Figura 1. Secuencia metodológica para la evaluación del proceso de limpieza y desinfección en el laboratorio de FM.

La integración de estos enfoques metodológicos aseguró que el nuevo protocolo no solo se fundamente en las mejores prácticas teóricas, sino que también se ajuste a las realidades y desafíos prácticos del laboratorio ISTUL. Este enfoque holístico facilitó la identificación de todas las áreas de mejora, garantizando que el protocolo resultante fuera comprensivo, efectivo y sostenible a largo plazo, garantizando las bases de un plan de capacitación al personal.

Resultados

Las principales deficiencias encontradas incluyeron el insuficiente manejo de los protocolos de limpieza y desinfección, la falta de procedimientos estandarizados y equipos de limpieza inadecuados; el personal encargado de la limpieza no estaba completamente capacitado en el uso de desinfectantes específicos ni en las técnicas adecuadas de limpieza en un laboratorio de FM, resultando en una aplicación inconsistente y, a menudo, insuficiente de las prácticas de desinfección. Además, no existían POE, ni documentos para guiar al personal en las tareas diarias de limpieza, lo que llevó a variaciones en la ejecución de las tareas de limpieza y desinfección. También se observó que algunos de los instrumentos utilizados para la limpieza no eran apropiados para las necesidades, lo que comprometía la efectividad de los procesos de desinfección.

A partir de las necesidades identificadas, se diseñó el protocolo de limpieza y desinfección específico para el laboratorio de FM ISTUL, abarcando varios aspectos técnicos importantes (Figura 2), así como, la capacitación adecuada del personal para contribuir a que las prácticas de limpieza y desinfección se realicen de manera efectiva.

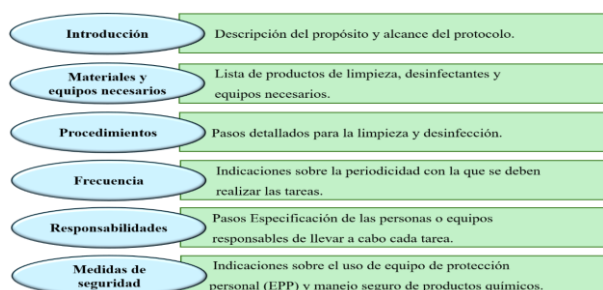


Figura 2. Estructura del protocolo de limpieza y desinfección.

El nuevo protocolo incluye un programa de capacitación continua, que cubre conocimiento de los agentes desinfectantes, técnicas de limpieza, desinfección y la importancia de la higiene personal; además, se desarrollaron POE detallados para todas las actividades, circunscribiendo instrucciones claras sobre la frecuencia con la que deben limpiarse y desinfectarse las áreas, descripción paso a paso de los métodos a utilizar y como sugerencia la validación semestral de la efectividad de las prácticas de limpieza y desinfección desde el punto de vista microbiológico (Figura 3).

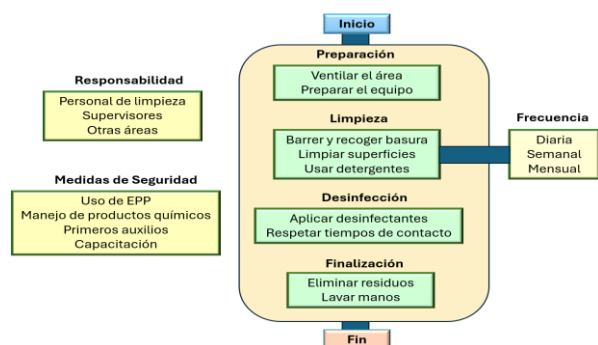


Figura 3. Diagrama de proceso del protocolo limpieza y desinfección

La selección de equipos de limpieza adecuados también fue abordada teniendo en cuenta la

efectividad de los procesos de desinfección; el protocolo incluye la identificación de equipos de limpieza específicos que son adecuados en el entorno del laboratorio de formulación magistral, la selección de agentes desinfectantes adecuados y la definición de la rotación de estos para prevenir el desarrollo de resistencia microbiana, especificaciones claras sobre la concentración y el tiempo de contacto, así como, una desinfección efectiva que asegure la compatibilidad con los materiales de las superficies del laboratorio (Figura 4).

Desinfectante	Alcohol etílico	Hipoclorito de sodio	Peróxido de hidrógeno (avanzado o 2%)
Nivel /espectro	Medio	Bajo – Alto (concentración dependiente)	Alto
Bacterias	+++	+++	+++
Hongos	+++	+++	+++
<i>Candida auris</i>	++	+++ (≥1000ppm)	+++
Virus desnudos	+/-	+++	+++
Virus cubiertos	++	+++	+++
Micobacterias	+++	+++ (5000ppm)	++
Esporas	+/-	+++ (5000ppm)	++

El signo “+” indica un efecto de eliminación. Un “-” indica que hay poco o ningún efecto de eliminación.

Figura 4. Agentes desinfectantes propuestos y espectro de acción.

Fuente: Secretaría de salud (2021).

También, se realizó la primera capacitación al personal de limpieza, teniendo en cuenta los aspectos técnicos del protocolo, la prevención de contaminaciones y la relevancia para la salud de la comunidad educativa. Además, se fomentó la participación del personal en la implementación del nuevo protocolo, promoviendo un sentido de responsabilidad compartida en mantener un entorno limpio y seguro en el ISTUL. Por último, se aplicó una

evaluación sobre la capacitación realizada, identificando la comprensión de los procedimientos para la limpieza y desinfección del área, desde las instalaciones comunes hasta las áreas de trabajo específicas.

Se enfatizó en la importancia de continuar las capacitaciones y evaluaciones periódicas para identificar áreas de mejora y brindar apoyo adicional cuando sea necesario; la retroalimentación continua contribuirá a la mejora en las prácticas de limpieza y desinfección en el laboratorio de FM del ISTUL, creando las condiciones idóneas para la realización de las formulaciones magistrales con calidad, a la vez que se contribuye al respeto de los procedimientos y las normativas relacionadas con el medio ambiente.

Discusión

Como plantean Martino et al. (2021) el mantenimiento de la limpieza y desinfección en los laboratorios farmacéuticos incluye el uso de desinfectantes comerciales adecuados, la limpieza rutinaria de áreas, superficies y la desinfección de equipos, siendo una práctica esencial para asegurar la integridad de los procesos y productos; particularmente es aplicable al laboratorios de FM, del laboratorio ISTUL, donde se requieren protocolos rigurosos debido a la naturaleza personalizada de los medicamentos que producen.

Por su parte, se coincide con Assadian et al. (2021) quienes recomiendan la realización de ejercicios para los procedimientos de limpieza y desinfección rutinarios en instituciones sanitarias y al analizar su estudio se considera que los laboratorios no solo deben ajustarse a normativas estrictas, sino que también deben garantizar la seguridad de los productos formulados, evitando elementos que contribuyan a la contaminación y esto derive en un compromiso para la salud del paciente (Doll et al., 2018).

En el laboratorio de FM, la realización correcta de limpieza y desinfección son relevantes; las

formulaciones preparadas son específicamente para el uso de los estudiantes y profesores de carreras tecnológicas del ISTUL, tales como: Entrenamiento Deportivo, Asistencia en Farmacia, Podología, Estética Integral, entre otras; es por ello la consideración, de que no minimizar la contaminación en este contexto no solo afectaría la eficacia del producto, sino que puede tener consecuencias importantes para la salud del cliente, los protocolos de limpieza y desinfección son la primera línea de defensa contra la contaminación microbiana y química, por lo que es fundamental que aseguren que todas las superficies y materiales utilizados en el laboratorio estén libres de contaminantes antes de su uso; sin una implementación adecuada, los riesgos de contaminación aumentan exponencialmente, afectando tanto la calidad del producto final como la reputación del laboratorio (Schram et al., 2022).

La implementación de un protocolo de limpieza y desinfección en el laboratorio de FM ISTUL se espera que conduzca a resultados positivos, incluyendo una reducción en la incidencia de contaminación microbiana y química, mejorando la calidad y seguridad de los productos formulados, las sugerencias realizadas contribuirán a equipar mejor y capacitar al personal encargado de la limpieza, así como, mejorar su desempeño, asegurando que el laboratorio cumpla con todas las normativas y regulaciones establecidas (Deshpande y Donskey, 2017; Cross, 2019).

Lo anteriormente expuesto, no es solo una necesidad regulatoria, sino una práctica crucial para garantizar que, en todos los lugares de preparación, sin importar su tamaño, volumen de producción, equipamiento o personal, se practiquen a diario tareas de limpieza y desinfección de las áreas de proceso (paredes, pisos, techos), las superficies en contacto con las formulaciones (mesas o mesones, recipientes, utensilios, equipos), etc. Los procedimientos de limpieza y desinfección

deben incluir cuando menos una combinación de métodos físicos y químicos para limpiar las superficies, refregar, cepillar y desinfectar (ARCSA, 2019).

A través de una evaluación detallada y la creación de un protocolo específico, el laboratorio ISTUL puede mitigar los riesgos de contaminación, mejorar la eficiencia operativa y asegurar el bienestar de los estudiantes y profesores que elaboran formulaciones magistrales, así como, sus clientes. El compromiso con la limpieza y desinfección, además, fortalece la confianza en los procesos del laboratorio y asegura el cumplimiento de los más altos estándares de calidad en la industria farmacéutica (Gorgaslidze y Sulashvili, 2021).

Para abordar la discusión sobre los aspectos más relevantes del protocolo de limpieza y desinfección, es neurálgico considerar la eficacia del nuevo enfoque. Ashby et al. (2020) destacan la importancia de evaluar la efectividad de productos en la eliminación de patógenos, mientras que Rózańska et al. (2023) resaltan la necesidad de un enfoque integral que aborde tanto la limpieza como la desinfección a través de la radiación UV-C en la eliminación de microorganismos en superficies táctiles en condiciones de laboratorio. Esta perspectiva se alinea con los hallazgos de Tomar y Khothiyal (2017) quienes subrayan la importancia de considerar la frecuencia y la calidad de la limpieza para prevenir la propagación de enfermedades.

La recopilación de las experiencias y opiniones fue crucial para entender las inconsistencias prácticas y operativas en el proceso actual. La entrevista reveló dificultades en la aplicación de las técnicas de limpieza y la necesidad de una mejor capacitación y estandarización de los procedimientos.

La combinación de estos métodos permitió una comprensión completa y multifacética de la situación actual en el laboratorio de FM ISTUL, proporcionando la base necesaria para

diseñar un protocolo de limpieza y desinfección efectivo y adaptado a sus necesidades específicas.

La propuesta del uso de hipoclorito de sodio (NaClO) como desinfectante aumentó durante la pandemia COVID-19 (Patel et al., 2020), debido a su importante acción antiséptica en superficies ambientales del sector sanitario, sin la inflamabilidad y rápida evaporación que caracteriza al etanol, además, es adecuado para verse en superficies extensas (Arya et al., 2023), siendo uno de los productos más utilizados además, por su costo accesible, en los compuestos de hipoclorito de sodio e hipoclorito de calcio (OIRSA, 2020); por lo que resultó considerado dentro de los productos de desinfección a utilizar.

Por otro lado, la implementación exitosa del protocolo sugirió una capacitación adecuada del personal encargado de la realización de la misma, coincidiendo con los hallazgos de Connor y Worthy (2023) quienes explican que la formación en prevención de infecciones y el aprendizaje sobre los productos para desinfectar equipos y superficies contribuyen a mejorar la comprensión y la valoración del personal a cargo, siendo esto un aspecto fundamental para garantizar el cumplimiento de los procedimientos y la correcta aplicación de productos de limpieza.

Por último, la supervisión constante del proceso, como mencionan Assadian et al. (2021) es esencial para identificar y abordar posibles deficiencias en el protocolo, asegurando así su efectividad a largo plazo. En conjunto, estos aspectos fundamentales destacan la importancia de un enfoque holístico y bien estructurado para la limpieza y desinfección en entornos como el mencionado laboratorio de FM.

Otro enfoque sobre la importancia del protocolo de limpieza y desinfección se basa en la evaluación global de múltiples aspectos. Por un lado, Tomar y Khothiyal (2017) abordan

la efectividad de protocolos de limpieza relacionado con su capacidad para eliminar patógenos, lo que subraya la importancia de su rigurosa evaluación y esto se complementa con la perspectiva de Redmond et al. (2020) quienes enfatizan la necesidad de una estrategia que abarque tanto la limpieza como la desinfección, aspecto crucial para garantizar la eliminación de agentes infecciosos.

El procedimiento de limpieza, indica el uso de agua, detergente y solución desinfectante en superficies, como piso, meseta de trabajo, paredes y techos, coincidiendo con lo planteado por Tomar y Khothiyal (2017) respecto a la efectividad de la misma, al decir que el procedimiento de limpieza basado en el empleo de agua y detergente líquido (Ayudín®) seguido de desinfección con cualquiera de los dos agentes evaluados, logró eliminar suciedad visible (polvo, grasa, proteínas y materia orgánica) adherida a las superficies analizadas; ejerciendo significativos efectos bactericidas debido a los elementos activos (alquil sulfato de sodio y alquil etoxisulfato de sodio), sus características detergentes, surfactantes y propiedades germicidas del hipoclorito de sodio y amonio cuaternario (o cloruro de benzalconio) del tipo de desinfectante utilizado.

La capacitación del personal emerge como un componente vital en la implementación exitosa del protocolo, como lo indican los hallazgos de Assadian et al. (2021). Esta preparación es esencial para asegurar el cumplimiento adecuado de los procedimientos y la correcta aplicación de productos de limpieza. Además, la supervisión constante del proceso, según Lizaraso y Orejón (2021), es esencial para identificar y abordar cualquier deficiencia en el protocolo, garantizando su eficacia a largo plazo.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que la efectividad de la limpieza manual, al ser una acción mecánica por parte de un ser humano, con el uso de utensilios o herramientas de limpieza destinadas a limpiar superficies y

equipos, depende en gran medida de la correcta aplicación, cumplimiento y seguimiento estricto de procedimientos establecidos, donde previamente haya existido una inducción y evaluación adecuada (Rezquellah, 2015).

Por lo tanto, la efectividad del protocolo de limpieza y desinfección se fundamenta en su capacidad para eliminar patógenos y su enfoque integral que abarca limpieza y desinfección; la capacitación del personal, la supervisión constante del proceso, siendo componentes críticos para garantizar la implementación exitosa y sostenida del protocolo en entornos como el ISTUL. El estudio y la implementación del nuevo protocolo de limpieza y desinfección en el ISTUL representa un compromiso serio con la seguridad y el bienestar de todos los que interactúan con las instalaciones. A través de la combinación de una investigación rigurosa, el diseño del protocolo y la capacitación exhaustiva del personal, se pretende mejorar significativamente las prácticas de limpieza y desinfección, creando un entorno más saludable, seguro y adecuado para todos.

Conclusiones

El desarrollo y la implementación de un protocolo de limpieza y desinfección en el ISTUL, representa un paso significativo hacia la mejora de las prácticas de higiene y seguridad en el entorno institucional, los resultados obtenidos, que incluyen la identificación de deficiencias en el proceso anterior y la elaboración de un protocolo mejorado, destacan la importancia de una aproximación integral que abarque la evaluación constante, la capacitación del personal y la supervisión efectiva.

Estos hallazgos subrayan la necesidad de priorizar la salud y el bienestar de los usuarios del laboratorio de Formulaciones Magistrales del ISTUL, minimizando la contaminación cruzada, mejorando las condiciones para la elaboración de los productos farmacéuticos y de los procesos que se realizan en-, a la vez que

se contribuye a la mejora continua. Con la introducción del protocolo de limpieza y desinfección se pretende marcar un cambio significativo en la cultura organizacional del ISTUL.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los abajo firmantes en calidad de Investigadores, dejamos expresa constancia que no presentamos conflicto de intereses de ningún tipo en relación a la investigación titulada: Protocolo de limpieza y desinfección para el laboratorio de Formulación Magistral ISTUL, por lo que garantizamos la transparencia en el manejo de procesos y resultados de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Álvaro Alonso, E. A. et al. (2020). Centralización del plan de mantenimiento de metadona en un servicio de farmacia hospitalaria de la Comunidad de Madrid. *Farmacia Hospitalaria*, 44 (5), 185-191. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1130634323003501>
2. ARCSA. (2019). Anexo 2: Guía Externa Buenas Prácticas de Farmacia y Dispensación para Farmacias y Botiquines. https://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/07/Anexo2_GE-D.2.2-EST-02_V.3.0_Guia_BPFD_consulta_publica.pdf
3. Arya, S. et al. (2023). Impactos del hipoclorito de sodio en los seres humanos y el medio ambiente. *Revista Internacional de Medio Ambiente y Cambio Climático*. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2023/v13i102988>
4. Ashby, L. et al. (2022). 1188. Eficacia de la superficie autodesinfectante impregnada de cobre contra las esporas de *Clostridioides difficile*. *Foro Abierto Enfermedades Infecciosas*, 9. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofac492.1023>
5. Assadian, O. et al. (2021). Recomendaciones prácticas para los procedimientos rutinarios de limpieza y desinfección en instituciones sanitarias: una revisión narrativa. *El diario de la infección hospitalaria*. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2021.03.010>.
6. Cabezas, C. (2020). Diseño de un protocolo de buenas prácticas de almacenamiento y distribución de dispositivos medicamentos e la farmacia y bodega del Hospital General Andino de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14241>.
7. Charoo, N. et al. (2023). Problemas de integridad de datos en la industria farmacéutica: observaciones, desafíos y estrategias de mitigación comunes. *Revista Internacional de Farmacéutica*, 631, 122503. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378517322010584>
8. Connor, D. y Worthy, P. (2023). Control y prevención de infecciones para el personal hospitalario. *Revista de medicina comunitaria y salud pública*. <https://doi.org/10.29011/2577-2228.100335>.
9. Cross, S. et al. (2019). Una fuerza laboral invisible: el papel olvidado de los limpiadores en la seguridad del paciente en las unidades de maternidad. *Acción Mundial por la Salud*, 12. <https://doi.org/10.1080/16549716.2018.1480085>.
10. Cusipuma Molina, Z. (2023). Sistema de calidad farmacéutica adecuado para la preparación de la fórmula magistral personalizada y dermofarmacia en el Perú, 2023. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/122162>
11. David Zabaleta, C. A. (2022). El inventario de una botica (1776). Prácticas y saberes médicos de los boticarios de Cartagena de Indias a mediados del siglo XVIII. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/17444>
12. Deshpande, A., & Donskey, C. (2017). Practical Approaches for Assessment of Daily and Post-discharge Room Disinfection in Healthcare Facilities. *Current Infectious Disease Reports*, 19, 1-7. <https://doi.org/10.1007/s11908-017-0585-6>.
13. Doll, M., et al. (2018). Limpieza ambiental y desinfección de áreas de pacientes. *Revista internacional de enfermedades infecciosas: IJID: publicación oficial de la Sociedad Internacional de Enfermedades Infecciosas*, 67, 52-57. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2017.10.014>
14. Gorgaslidze, N. y Sulashvili, N. (2021). Discusión científica sobre temas normativos de salud ocupacional, demandas epidemiológicas sanitarias e higiénicas en establecimientos de farmacia durante las enfermedades Covid en la república de Georgia. https://doi.org/10.31435/RSGlobal_SR/30072021/7637.

15. Ibarra Bringas, J. J. (2022). El origen de la farmacología y la evolución de las boticas a las farmacias en la tradición «¡A nadar, peces!». *El Palma De La Juventud*, 4(4), 113–127. <https://doi.org/10.31381/epdlj.v4i4.4890>
16. Kulkarni, P. y Kothari, C. (2024). Documentación e Integridad de Datos en la Industria Farmacéutica. En: Ghante, M., Potdar, M., Bhusari, V. (eds) Aspectos modernos de la garantía de calidad farmacéutica. Springer, Singapur. https://doi.org/10.1007/978-981-99-9271-3_11
17. Lizaraso Gamarra, L. R., y Orejón Santos, N. C. (2021). Efecto de un protocolo de limpieza y desinfección sobre la calidad microbiológica en un laboratorio de fórmulas magistrales. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2281>
18. Martino, G. et al. (2021). Eficacia de tres desinfectantes comerciales para reducir la contaminación de las superficies microbianas de las instalaciones hospitalarias de productos farmacéuticos. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 18. <https://doi.org/10.3390/ijerph18020779>.
19. Matović, N. y Ovesni, K. (2023). Interacción de metodología cuantitativa y cualitativa en la investigación con métodos mixtos: integración y/o combinación. *Revista Internacional de Metodología de la Investigación Social*, 26 (1), 51-65. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13645579.2021.1964857>.
20. Mukumbang, F.C (2023). Teorización retroductiva: una contribución del realismo crítico a la investigación con métodos mixtos. *Revista de investigación de métodos mixtos*, 17 (1), 93-114. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/15586898211049847>.
21. Oirsa. 2020. Guía para uso de cloro en desinfección de frutas y hortalizas de consumo fresco, equipos y superficies en establecimientos. <https://www.oirsa.org/contenido/2020/Guia%20para%20uso%20de%20cloro%20como%20desinfectante%20en%20establecimientos%2023.06.2020.pdf>.
22. Olmo Galán, E. (2022). Actualización y revisión de normativas en formulación magistral de uso humano y veterinario en Europa. <http://dspace.umh.es/handle/11000/29784>.
23. Pardillo, T. B. et al. (2022). Desarrollo de competencias para la elaboración de fórmulas magistrales en estudiantes de Asistencia en Farmacia. *Revista Conecta Libertad* ISSN 2661-6904, 6(3), 77-87. <https://revistaitsl.itslibertad.edu.ec/index.php/ITSL/article/view/310>.
24. Patel, P. (2020). Back to the basics: Diluted bleach for COVID-19. *Journal of the American Academy of Dermatology* 83(1): 279-280. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2020.04.033>.
25. Pérez-Lemus, N. et al. (2020). Muestra de pretratamiento y metodología analítica para la determinación simultánea de productos farmacéuticos y de cuidado personal en lodos de depuradora. *Chemosphere*, 258, 127273. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127273>.
26. Rezquellah, H. (2015). Validación de los procesos de limpieza en la industria farmacéutica, mediante la aplicación del análisis de riesgo, seguridad toxicológica y UPLC. Facultad de Farmacia. Universidad de Barcelona. Tesis doctoral. https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/98040/1/Wafae%20Rezquellah_THESIS.pdf
27. Rózańska, A. et al. (2023). Evaluación de la eficacia de la radiación UV-C en la eliminación de microorganismos de especial importancia epidemiológica de superficies táctiles en condiciones de laboratorio y en ambiente hospitalario. *Atención sanitaria*, 11. <https://doi.org/10.3390/healthcare11233096>
28. Schram, H. et al. (2022). Papel de los limpiadores en el establecimiento y mantenimiento de condiciones ambientales esenciales en los centros de salud en Malawi. *Revista de Agua, Saneamiento e Higiene para el Desarrollo* . <https://doi.org/10.2166/washdev.2022.206>.
29. Secretaría de Salud de Bogotá. (2021). Limpieza y desinfección de equipos y superficies ambientales en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud. <https://acin.org/images/guias/LIMPIEZA Y DESIN 2022 2 ACINcap central SDS.pdf>

30. Tejada, M. (2014). Supervisión de boticas durante los siglos XVI y XVII. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 45(3), 45-53. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-01952014000300005
31. Redmond, S. (2020). Evaluación de un desinfectante continuamente activo para la desinfección de equipos móviles. *Control de infecciones y epidemiología hospitalaria*, 41, s225 - s226. <https://doi.org/10.1017/ice.2020.770>.
32. Tomar, P. y Khothiyal, P. (2017). Revisión sobre validación de limpieza para la industria farmacéutica., 4, 950-962. <https://doi.org/10.21276/irjps.2017.4.2.2>.

Citación: indicar como se debe citar el artículo norma (APA). Benitez Pardillo, T. y Tenegusñay Simbaña, P. J. (2024). Protocolo de limpieza y desinfección para el Laboratorio de Formulación Magistral ISTUL. *Revista Biorrefinería*, 7(1). <https://doi.org/>

Información de revisión por pares: Revista Biorrefinería agradece a los revisores anónimos por su contribución a la revisión por pares de este trabajo utilizando <https://reviewerlocator.webofscience.com/>.

Acceso abierto: Todos los artículos publicados por Revista Biorrefinería son accesibles en línea de forma gratuita y permanente inmediatamente después de su publicación, sin cargos de suscripción ni barreras de registro.

Nota del Editor: Revista Biorrefinería se mantiene neutral con respecto a reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

Copyright: © 2024 por los autores. Presentado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

4 JALEA REAL: APLICACIONES TERAPÉUTICAS Y NUTRICIONALES EN LA MEDICINA MODERNA

"ROYAL JELLY: THERAPEUTIC AND NUTRITIONAL APPLICATIONS IN MODERN MEDICINE"

Melissa Solarte Cazar¹, Julio Pineda-Insuasti², Camilo Alejandro Pineda-Soto²

¹Politecnico de Leiria. Leiria, Portugal. <https://www.ipleiria.pt/>

²Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente-CEBA. Ibarra, Ecuador. <https://cebaecuador.org/>

Autor para correspondencia: anahisolarte18@gmail.com

Recibido: 05/08/2024

Aceptado: 10/09/2024

Resumen

Los derivados de las abejas, como propóleo, cera de abeja, polen, jalea real y miel, han sido conocidos y utilizados desde la antigüedad, especialmente en la apiterapia. La jalea real, una secreción de glándulas de abejas obreras, contiene royalactina, que impulsa el cambio morfológico de larva a abeja reina y contribuye a su longevidad. Composicionalmente, la jalea real tiene agua, proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales y vitaminas, con propiedades beneficiosas para la salud, como la protección en la salud reproductiva y la cicatrización de heridas. En términos de producción, las abejas obreras generan jalea real en colmenas seleccionadas, y su comercialización se enfoca en la eficiencia y calidad, priorizando la salud de las abejas. Además, la jalea real tiene diversos derivados, como suplementos dietéticos, productos cosméticos, alimentos fortificados y productos para el cuidado del cabello. Estos derivados ofrecen propiedades nutricionales y beneficios para la salud. Asimismo, la jalea real presenta actividades biológicas, como antioxidante, antienvjecimiento, antitumoral, neurotrópico y antiinflamatorio, y sus derivados demuestran actividad antimicrobiana. Además, estudios sugieren beneficios en la prevención de daños asociados a la nicotina, reducción de niveles de glucosa en sangre en diabetes tipo 2 y protección del sistema nervioso central. Este resumen abarca la producción, derivados y diversos usos de la jalea real, destacando su importancia en la salud y la medicina complementaria.

Palabras claves: Jalea real, abejas, apiterapia, derivados

Abstract

The derivatives of bees, such as propolis, beeswax, pollen, royal jelly, and honey, have been known and used since ancient times, especially in apitherapy. Royal jelly, a secretion from the glands of worker bees, contains royalactin, which drives the morphological change from larva to queen bee and contributes to its longevity. Compositionally, royal jelly contains water, proteins, carbohydrates, lipids, minerals, and vitamins, with health-beneficial properties such as reproductive health protection and wound healing. In terms of production, worker bees produce royal jelly in selected hives, with marketing focusing on efficiency and quality, prioritizing bee health. Additionally, royal jelly has various derivatives, including dietary supplements, cosmetic products, fortified foods, and hair care products, offering nutritional properties and health benefits. Furthermore, royal jelly exhibits biological activities such as antioxidant, anti-aging, antitumor, neurotropic, and anti-inflammatory, with its derivatives demonstrating antimicrobial activity. Studies also suggest benefits in preventing nicotine-related damage, reducing blood glucose levels in type 2 diabetes, and protecting the central nervous system. This summary covers the production, derivatives, and various uses of royal jelly, emphasizing its significance in health and complementary medicine.

Keywords: Royal jelly, bees, apitherapy, derivatives

Introducción

Los derivados de las abejas, como el propóleo, la cera de abeja, el polen, la jalea real y la miel, eran conocidos y utilizados en épocas antiguas y medievales. Por ejemplo, en la antigua China, el polen de abeja se utilizaba como un

producto cosmético para aclarar la piel. En la actualidad, estos compuestos son empleados en la apiterapia, una rama de la medicina complementaria y alternativa. Además, ha aumentado el interés en su aplicación para el tratamiento de diversas enfermedades como

cánceres, trastornos neurodegenerativos, cardiovasculares y del tracto gastrointestinal, así como en la curación de heridas y quemaduras (Kocot, et al., 2018).

Los derivados de las abejas han sido empleados desde tiempos antiguos. El primer registro de uso data de los griegos, quienes utilizaron una porción de la jalea real para crear "ambrosía", otorgando inmortalidad a los dios del Olimpo [19, 20]. La función de la jalea real en la sociedad de las abejas fue inicialmente descubierta por Aristóteles, quien estudió sus efectos en la abeja reina (Baptista, et al., 2023).

La jalea real es una secreción de las glándulas hipofaríngeas y mandibular de las abejas obreras. La apariencia de esta sustancia es blanca y viscosa muy parecida a la gelatina. Esta sustancia es consumida por la abeja reina y larvas de abeja (Fratinini, et al., 2016). El compuesto principal de esta sustancia es el royalactina, este compuesto permite el cambio morfológico de larva a abeja reina. Además, la jalea real es la razón de la longevidad de la abeja reina en comparación a las demás abejas (Pasupulei, et al., 2017).

La jalea real está compuesta por 50 a 60% de agua, 18% de proteína, 15% de carbohidratos, de 3 a 6 % de lípidos, 1.5 % de minerales y vitaminas. En los últimos análisis se ha encontrado 185 compuestos orgánicos en la jalea real. En los que se destaca la royalactina, por su asociación al cambio morfológico y longevidad de las abejas reinas. También, la jalea real es compuesta por una cantidad significativa de compuestos bioactivos, que se incluye al 10-hidroxi-2decanoico (HAD), que tiene propiedades inmunomoduladores. Además, la jalea real contiene otras proteínas en menor cantidad que son Royalisina, Jelleines, Aspimina y Royalactina con péptidos con propiedades antimicrobianas (Fratinini, et al., 2016). De igual forma, tiene presente hormonas como testosterona, progesterona, estradiol que permiten que la jalea real sea

conocida como un super alimento. La jalea real es conocida por tener efectos protectores en la salud reproductiva, en la cicatrización de heridas y en el envejecimiento (Pasupulei, et al., 2017).

El objetivo de este artículo de revisión es proporcionar una visión integral sobre la jalea real, abordando aspectos clave como su producción, derivados y diversos usos. Se explorarán los procesos naturales y la producción industrial de la jalea real, así como una revisión detallada de los principales derivados desarrollados a partir de este valioso producto de las abejas.

Producción de Jalea Real

Las abejas cuentan con un sistema glandular. Este sistema produce varias sustancias que están involucradas en el correcto funcionamiento del organismo. El sistema está compuesto por una serie de glándulas, de las cuales algunas sirven para la formación de jalea real. Las abejas obreras son las encargadas de la producción de jalea real mediante su sistema glandular. Las glándulas que secretan y producen jalea real se llaman glándulas lactíferas. Estas se encuentran alrededor del cerebro y están compuestas por muchas células secretoras. La jalea real está relacionada con la digestión de la miel y el polen (Rodríguez, 2007).

Para la producción comercial de la jalea real se comienza por la selección de colmenas, en lo cual se debe tomar en cuenta la cantidad de biomasa, en especial la cantidad de polen. Para una eficiencia en la selección de las colmenas, es necesario el conteo de celdas que contengan polen y celdas con cría abierta y cría operculada. Después de la selección de las colmenas, se estimula a las abejas obreras para la producción de jalea real. Se realiza este paso, mediante la exposición a las abejas a condiciones que promuevan la producción de jalea real, con la dieta de las abejas. Después de la estimulación se procede a la recolección. Se suele usar la succión para este paso, sin

afectar a las abejas. Luego, se procede al procesamiento y envasado, en el cual se procede a la eliminación de impurezas y se envasa para la comercialización (Ballesteros & Vásquez, 2007).

Es importante recalcar que, la producción comercial de la jalea real se enfoca en aumentar la eficiencia y satisfacer la demanda de este producto. El bienestar y salud de la abeja, junto a la calidad del producto son los enfoques importantes en la producción industrial de la jalea real.

Principales derivados de Jalea Real

La jalea real es un producto importante que se ha utilizado comúnmente en todo el mundo como nutriente tradicional y etnofarmacológico desde la antigüedad. Tiene varios ingredientes activos que se conoce que son eficaces para diversas afecciones médicas las cuales ha permitido el desarrollo de diversos derivados (Yuksel & Akyol, 2016).

Suplementos dietéticos: La jalea real se encuentra comúnmente en forma de cápsulas, tabletas o en su estado natural fresco. Estos suplementos son buscados por sus propiedades nutricionales y beneficios potenciales para la salud.

Productos cosméticos: Debido a sus propiedades hidratantes y antioxidantes, la jalea real es un ingrediente popular en cremas, lociones, y serums faciales.

Alimentos y bebidas fortificados: Algunos productos alimenticios y bebidas pueden estar enriquecidos con jalea real para mejorar su valor nutricional.

Productos para el cuidado del cabello: La jalea real también se utiliza en champús, acondicionadores y tratamientos capilares.

Suplementos combinados: A menudo, la jalea real se combina con otros ingredientes naturales como el polen de abeja, propóleo, y miel en suplementos destinados a potenciar la salud general, la energía y el bienestar

Usos de Jalea Real

La jalea real es producto secretado por las abejas melíferas que tiene usos potenciales en tratamientos para problemas de los humanos. La jalea real tiene actividades biológicas como agente antioxidante, antienvjecimiento, antitumoral, neurotrópico y antiinflamatorio (Pasupulei, et al., 2017).

Por otro lado, los derivados de la jalea real han demostrado actividad antimicrobiana. Tienen una alta actividad contra bacterias Gram positivas, a contrario con bacterias Gram negativas que su eficiencia disminuye. SE debe recalcar la importancia de este debido a que, los principales problemas de salud publica son las bacterias resistentes a los antibióticos (Fratini, et al., 2016).

La jalea real al tener actividad antioxidante actúa como eliminador de especies reactivas de oxígeno. En el estudio de Nazar-Zadeh y colaboradores en 2022, demostraron que la jalea real previene la vía de apoptosis dependiente de mitocondrias e induce una tasa de actividad proliferativa. Esto indicó que esta terapia protegió los testículos contra daños asociados a la nicotina.

En el estudio realizado por Pourmoradian y colaboradores en 2014, se presentaron 50 voluntarias con diabetes tipo 2, que recibieron aleatoriamente suplementos con jalea real por 8 semanas. Después de las 8 semanas, se pudo observar disminución en los niveles de glucosa en sangre en ayunas y de hemoglobina glicosilada en comparación al grupo con placebo. Por otro lado, Shidfar y colaboradores en 2015, realizaron un estudio con 46 personas con diabetes tipo 2 y obtuvieron resultados similares.

Mohamed y colaboradores en 2015 investigaron el posible efecto neurotóxico de la tartrazina, un colorante comúnmente usado y así como modulador de la jalea real. Los resultados arrojaron que las ratas con tratamiento de jalea real mejoraron sus biomarcadores antioxidantes y los niveles de

neurotransmisores. La jalea real tuvo un efecto en el sistema nervioso central, se reconoció este efecto debido a la reducción del grado de daño y apoptosis del tejido cerebral.

Conclusiones

La jalea real emerge como un recurso valioso con múltiples beneficios para la salud,

respaldado por la herencia cultural, la investigación científica y su aplicación en diversas áreas terapéuticas. Su producción y comercialización éticas son esenciales para preservar este recurso natural y maximizar sus contribuciones a la salud humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baptista, B. G., Lima, L. S., Ribeiro, M., Britto, I. K., Alvarenga, L., Kemp, J. A., ... & Mafra, D. (2023). Royal jelly: a predictive, preventive and personalised strategy for novel treatment options in non-communicable diseases. *EPMA Journal*, 14(3), 381-404.
2. Ballesteros, H. H., & Vásquez, R. E. (2007). Determinación de la producción de jalea real en colmenas de cría de diferentes dimensiones. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 8(1), 75-81.
3. Fratini, F., Cilia, G., Mancini, S., & Felicioli, A. (2016). Royal Jelly: An ancient remedy with remarkable antibacterial properties. *Microbiological research*, 192, 130-141.
4. Kocot, J., Kiełczykowska, M., Luchowska-Kocot, D., Kurzepa, J., & Musik, I. (2018). Antioxidant potential of propolis, bee pollen, and royal jelly: Possible medical application. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2018.
5. Mohamed AA, Galal AA, Elewa YH Efectos protectores comparativos de la jalea real y el aceite de hígado de bacalao contra el impacto neurotóxico de la tartrazina en el cerebro de crías de ratas macho. 2015; 117 (7): 649–658. doi: 10.1016/j.acthis.2015.07.002.
6. Nazar-Zadeh, M., Jalili, C., Nikgoftar Fathi, A., Ghanbari, A., & Bakhtiari, M. (2022). Royal-jelly-based apitherapy can attenuate damages to male reproductive parameter following nicotine administration. *Animal models and experimental medicine*, 5(2), 133-140.
7. Pasupuleti, V. R., Sammugam, L., Ramesh, N., & Gan, S. H. (2017). Honey, propolis, and royal jelly: a comprehensive review of their biological actions and health benefits. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2017.
8. Pourmoradian S., Mahdavi R., Mobasseri M., Faramarzi E., Mobasseri M. Effects of royal jelly supplementation on glycemic control and oxidative stress factors in type 2 diabetic female: a randomized clinical trial. 2014;20(5):347–352. doi: 10.1007/s11655-014-1804-8.
9. Rodríguez, F. O. (2007). Cría rentable de abejas reinas y producción de jalea real: manual teórico-práctico para su producción y comercialización. Fabián Rodríguez.
10. Shidfar F., Jazayeri S., Mousavi SN, Malek M., Hosseini AF, Khoshpey B. ¿La suplementación con jalea real mejora el estrés oxidativo y la resistencia a la insulina en pacientes diabéticos tipo 2? 2015; 44 (6): 797–803.
11. Yuksel, S., & Akyol, S. (2016). The consumption of propolis and royal jelly in preventing upper respiratory tract infections and as dietary supplementation in children. *Journal of intercultural ethnopharmacology*, 5(3), 308.

Citación: Jami-Jami, N., Chavez-Moran, L., Pineda-Insuasti, J., & Pineda-Soto, C. (2024). Producción de derivados de propóleo: una revisión. *Biorrefinería*, 7(1). <https://cebaecuador.org/publicaciones/revista-biorrefineria/>.

Información de revisión por pares: Revista Biorrefinería agradece a los revisores anónimos por su contribución a la revisión por pares de este trabajo utilizando <https://reviewerlocator.webofscience.com/>.

Acceso abierto: Todos los artículos publicados por Revista Biorrefinería son accesibles en línea de forma gratuita y permanente inmediatamente después de su publicación, sin cargos de suscripción ni barreras de registro.

Nota del Editor: Revista Biorrefinería se mantiene neutral con respecto a reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

Copyright: © 2024 por los autores. Presentado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

5 ESTRATEGIAS PARA PROMOVER LA COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS DE LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA EN LA PROVINCIA DEL CARCHI – ECUADOR

STRATEGIES TO PROMOTE THE MARKETING OF PRODUCTS FROM FAMILY FARMING IN THE PROVINCE OF CARCHI - ECUADOR

Jonathan Arturo Guerra Ruiz¹, Omelio Borroto Leal¹

¹Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador

Autor para correspondencia: jonathanguerraruiz@outlook.com

Recibido: 05/08/2024

Aceptado: 10/09/2024

Publicado: 10/09/2024

Resumen

En la Provincia del Carchi, se llevó a cabo un estudio que analizó las estrategias de comercialización de los productos de asociaciones campesinas. Se determinó que la falta de sostenibilidad a largo plazo de estas asociaciones se atribuye a la insuficiencia de ingresos para cubrir los costos de producción. Esta situación se ve agravada por dificultades en los procesos comerciales y la intermediación. Se empleó una metodología mixta que incluyó encuestas dirigidas a 30 miembros de organizaciones campesinas, así como la realización de un grupo focal inicial para validar el instrumento utilizado en la recopilación de información. Los resultados del estudio indicaron que los canales predominantes de distribución son los mercados mayoristas, con un porcentaje del 36.7%, seguidos por los intermediarios, con un 43.3%. Se llega a la conclusión de que la intermediación comercial restringe la activación del comercio, por lo que se sugiere reforzar las ventas a través de canales directos.

Palabras clave: agricultura familiar campesina, circuitos de comercialización, asociaciones.

Abstract

In the Carchi Province, a study was carried out that analyzed the marketing strategies of peasant associations' products. It was determined that the lack of long-term sustainability of these associations is attributed to the insufficiency of income to cover production costs. This situation is aggravated by difficulties in commercial processes and intermediation. A mixed methodology was used that included surveys directed at 30 members of peasant organizations, as well as the implementation of an initial focus group to validate the instrument used in the collection of information. The results of the study indicated that the predominant distribution channels are wholesale markets, with a percentage of 36.7%, followed by intermediaries, with 43.3%. It is concluded that commercial intermediation restricts the activation of trade, so it is suggested to reinforce sales through direct channels.

Keywords: family farming, marketing circuits, associations.

INTRODUCCIÓN

La agricultura familiar campesina engloba una diversidad de conceptos ajustados a las realidades particulares de cada zona geográfica. Según Garner et al. (2014), se llevó a cabo un estudio que examinó 36 definiciones provenientes de distintos académicos, gobiernos y organizaciones no gubernamentales, en el cual se identificaron varios puntos de convergencia entre ellas. En estas definiciones, se resalta que en las explotaciones agrícolas la mano de obra familiar es predominante. En casos necesarios, se recurre a la contratación de mano de obra, aunque esta alternativa es menos frecuente debido a las restricciones de recursos con los que las familias cuentan para la producción. La responsabilidad de administrar la unidad productiva recae en el jefe de hogar, quien generalmente maneja extensiones de tierra que varían entre 2 y 5 hectáreas, sin considerar los factores agronómicos particulares de la región.

En la producción agrícola nacional, la agricultura familiar campesina (AFC) juega un papel crucial, aportando el 80% de la producción destinada al consumo interno del país (Morales & Mideros, 2021). La participación de las familias en todo el proceso productivo es una característica distintiva de la Agricultura Familiar Campesina (AFC), siendo fundamental para asegurar la seguridad y soberanía alimentaria. La agricultura mencionada desempeña un papel relevante en la creación de puestos de trabajo, la preservación de saberes tradicionales, la protección de la diversidad biológica y el fomento del progreso a nivel local, según la FAO (2017). Según Soto Baquero et al. (2007), la Agricultura Familiar Campesina (AFC) da empleo a aproximadamente dos tercios de los agricultores en la región de América Latina y el Caribe. Esto implica que al menos 100 millones de individuos dependen de esta actividad agrícola, la cual se enfrenta a desafíos relacionados con la baja productividad y la vulnerabilidad ante los cambios a nivel global.

La Agricultura Familiar Campesina (AFC) se destaca por su relevancia en el sustento de las familias que residen en zonas rurales, así como en la garantía de la seguridad alimentaria a nivel nacional. No obstante, esta actividad se ve confrontada con desafíos de gran magnitud en lo que respecta a su proceso de comercialización. Con frecuencia, las familias carecen de un canal de distribución establecido para sus productos, lo que subraya la importancia de desarrollar y sugerir estrategias de marketing que satisfagan las necesidades tanto de los productores agrícolas como de los compradores (Jose, 2014).

La provincia del Carchi en Ecuador se distingue por su destacada productividad agrícola, centrándose en cultivos como la papa, cebolla, arveja y maíz. Según Aldás (2020), la mayoría de la población activa de la provincia se dedica principalmente a actividades relacionadas con la agricultura y el comercio. Los agricultores pequeños y medianos, que constituyen el 87% de las explotaciones agrícolas en la provincia y tienen menos de 20 hectáreas, desempeñan un papel importante en la garantía del autoabastecimiento y la seguridad alimentaria. En contraste, los sectores con condiciones topográficas favorables y extensiones extensas se dedican a la producción a gran escala de los cultivos mencionados. Estos cultivos están destinados principalmente a los mercados urbanos de Ibarra, Quito, Guayaquil y Latacunga. Por otro lado, los productos de la Agricultura Familiar Campesina (AFC) generalmente se venden a nivel local (Prefectura del Carchi, 2019).

En la comercialización de la provincia se han identificado diversos problemas, tales como la carencia de financiamiento y respaldo tanto público como privado, condiciones climáticas desfavorables, escasez de mano de obra, precios bajos y la ausencia de formación adecuada para competir en los mercados nacionales e internacionales (Chuquin & Montenegro, 2013).

Según la FAO (2017), en el futuro de los alimentos y la agricultura se destaca la restricción en el acceso a mercados especializados, como los supermercados, que priorizan la homogeneidad, la consistencia en el abastecimiento y la cantidad. La importancia de fortalecer la asociatividad entre los agricultores se destaca en este contexto, siendo obstaculizada por la carencia de recursos financieros, capacitación técnica, apoyo institucional y dificultades en la gestión. La débil comercialización en la provincia se atribuye a diversos factores, como la falta de capacitación, la inestabilidad de precios, la escasa competitividad y la limitada educación en estrategias comerciales y valor agregado. Estos aspectos señalan la urgencia de promover la innovación y el desarrollo en este ámbito (Martínez, 2013).

En consecuencia, el presente estudio tiene como propósito exponer una propuesta de comercialización de productos de la Agricultura Familiar Campesina (AFC), fundamentada en la experiencia y la situación concreta de cuatro entidades dedicadas a la producción, asociación y progreso del sector. Los agricultores familiares encuentran obstáculos para participar en los mercados y cadenas de valor globales, según lo indicado por Garner et al. (2014). Esto se debe a la influencia predominante de un reducido grupo de actores internacionales en los procesos de transformación, avance tecnológico y comercialización de productos alimenticios.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El área de estudio abarca cuatro asociaciones de los cantones de Bolívar y Montúfar, situados en la provincia de Carchi. En el cantón Bolívar se encuentran tres asociaciones: la Asociación de Productores "El Guitarrero", la Asociación de Pequeños Productores "Pusir Grande" y la Asociación de Pequeños Productores Agrícolas Unión y Progreso "San Vicente Ferrer". La asociación de productores El Guitarrero, situada en la parroquia de San

Rafael, se dedica principalmente a la agricultura, ganadería y caza, representando un 73% de sus actividades económicas. A pesar de tener un relieve pronunciado cercano al 70%, sus suelos se utilizan principalmente para cultivar productos perennes como aguacates, mandarinas y limones, según el Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Rafael (PDOT, 2015). Las asociaciones de pequeños productores Pusir Grande y Unión y Progreso San Vicente Ferrer, localizadas en la parroquia de San Vicente de Pusir (Figura 2), experimentan una precipitación anual promedio de 600 a 900 mililitros. Esta parroquia, situada en la cordillera de los Andes, presenta una topografía irregular, con pendientes que varían entre 40 y 70%. Las pendientes más pronunciadas abarcan el 25% de la superficie, mientras que las zonas con relieve moderadamente ondulado ocupan el 22% restante. Los suelos de esta región son abundantes en materia orgánica, lo cual beneficia la actividad agrícola. Según el Plan de Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Vicente de Pusir del año 2019, los cultivos de aguacate, mango tommy y pimiento destacan por su alta productividad en esta zona.

La asociación Producampo, conformada por productores y comerciantes, tiene su sede en el cantón Montúfar, específicamente en la parroquia de González Suárez. Los miembros de esta asociación se encuentran distribuidos a distintas altitudes dentro del cantón. (Ver Figura 3). La producción agrícola se centra en hortalizas y verduras, como el brócoli, la lechuga y la uvilla, debido a la elevada concentración de materia orgánica y minerales en los suelos. La cantidad de lluvia anual en la región oscila entre 700 y 900 milímetros, y su topografía varía desde suaves elevaciones en el fondo de la cuenca interandina hasta terrenos montañosos (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Montufar, 2015).

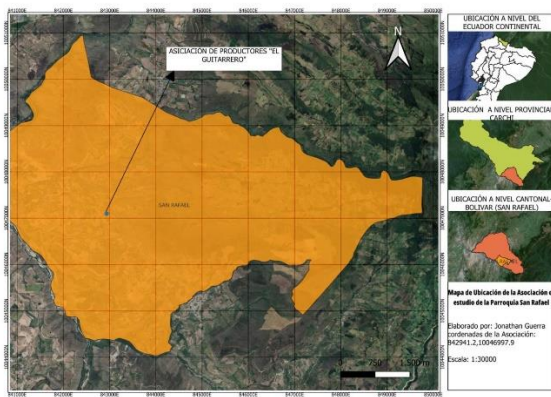


Figura 1. Mapa del cantón Bolívar. Parroquia San Rafael. Asociación de Productores "El Guitarrero".

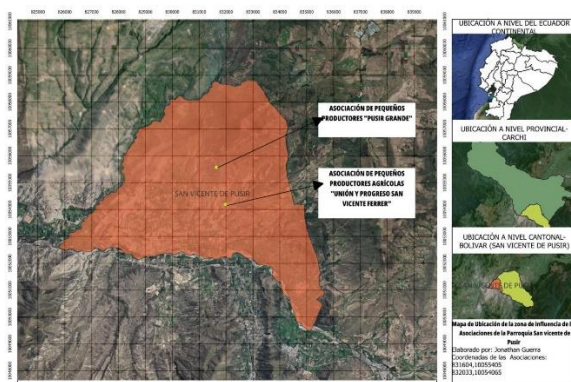


Figura 2. Mapa de cantón Bolívar. Parroquia San Vicente de Pusir. Asociación de Pequeños productores "Pusir Grande" y Asociación de Pequeños Productores Agrícolas "Unión y Progreso San Vicente Ferrer".

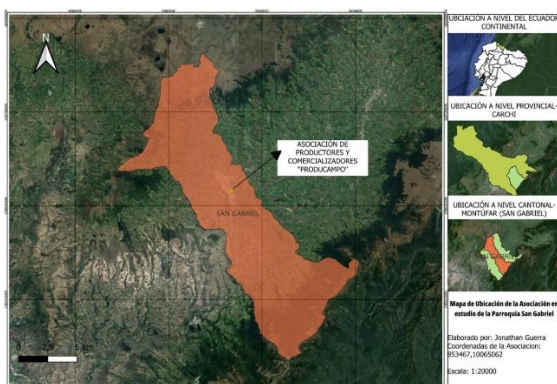


Figura 3. Mapa del cantón Montufar. Parroquia San Gabriel. Asociación de Productores y Comercializadores "Producampo"

Enfoque

El enfoque empleado para tratar el tema propuesto es de carácter mixto. Los enfoques

mencionados abarcan una variedad de métodos sistemáticos y basados en la evidencia para llevar a cabo investigaciones, los cuales incluyen la recolección y el análisis de datos tanto cuantitativos como cualitativos. La integración y discusión conjunta de los datos recopilados conduce a una comprensión más profunda del fenómeno investigado, permitiendo derivar conclusiones fundamentadas en toda la información recopilada (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2010).

Para llevar a cabo el enfoque mixto en la investigación, se recopilará información cuantitativa a través de encuestas que incluirán preguntas cerradas y abiertas dirigidas a los socios de cuatro asociaciones específicas. Estas asociaciones son la Asociación de Pequeños Productores Pusir Grande, la Asociación de Productores el Guitarrero, la Asociación de Productores y Comercializadores Producampo y la Asociación de Pequeños Productores Agrícolas Unión y Progreso San Vicente Ferrer, ubicadas en la provincia del Carchi.

El propósito de incorporar instrumentos cuantitativos en esta investigación es recolectar datos a través de encuestas realizadas a 30 actores clave de la agricultura familiar campesina en sus respectivas regiones, los cuales serán posteriormente analizados mediante el software estadístico SPSS. A partir de estos resultados, se podrá realizar un análisis de las percepciones, desafíos, estrategias de comercialización, mercados principales para los productos y recomendaciones para optimizar la venta de los productos agropecuarios.

Se realizaron entrevistas con funcionarios gubernamentales que participan activamente en la promoción y el apoyo a las organizaciones de agricultores familiares campesinos en el sector de comercialización. El software Atlas Ti se emplea para la extracción de datos relevantes durante el proceso de entrevistas.

El objetivo de las entrevistas realizadas fue adquirir un entendimiento exhaustivo de las labores en desarrollo, identificar sectores susceptibles de mejora y resaltar los logros y obstáculos vinculados con la promoción de los productos agrícolas.

Para este estudio, se deben considerar diversas variables, tales como los volúmenes de venta, los ingresos de los agricultores, las condiciones del mercado, la capacidad de marketing, la migración de jóvenes, la temporada de cultivos, el tamaño de las parcelas, el volumen de producción, la capacidad organizativa y el financiamiento. A partir de estas variables, se dimensionan y establecen indicadores con el fin de obtener el recurso final, que consiste en el diseño de estrategias para productos de la agricultura familiar campesina.

Para este proyecto, resulta fundamental la aplicación de la metodología de investigación-acción, la cual implica realizar una exhaustiva observación del problema y recopilar datos pertinentes. Posteriormente, los resultados obtenidos son analizados e interpretados con el fin de identificar problemas y tomar medidas concretas para implementar las mejoras necesarias. El ciclo se repite de forma continua hasta alcanzar la solución del problema, la implementación del cambio deseado o la exitosa introducción de mejoras (Hernández Sampieri et al., 2014).

Resultados y discusión

En este estudio se emplean metodologías y herramientas para recopilar datos, los cuales fueron obtenidos respetando el consentimiento informado y la confidencialidad requerida. Los resultados obtenidos tienen como finalidad beneficiar tanto a la comunidad académica como a los investigadores. Con el propósito de llevar a cabo este estudio, se realizaron encuestas y entrevistas a los actores clave de cuatro asociaciones que se dedican a la producción y

comercialización de productos de la agricultura familiar campesina.

A continuación, se presentan los resultados de las encuestas recopilados, los cuales se detallan en la Tabla 1.

En la investigación, se encuestaron individuos cuyas edades oscilan entre los 30 y 45 años. El género predominante entre los participantes es el masculino, representando el 66.7 %, mientras que el femenino constituye el 33.3 %. En relación con la estructura familiar de los individuos, se observa que el 66.7 % ocupan el rol de jefe de hogar, el 23.3 % desempeñan el rol de madre de familia, y el 10 % son hijos que aún residen con sus padres. En cuanto al nivel educativo de los encuestados, se observa que el 10 % no posee ningún nivel de instrucción, mientras que el 56.7 % ha completado estudios de educación primaria, el 26.7 % ha alcanzado un nivel educativo secundario y únicamente el 6.7 % ha obtenido un grado universitario. El 30 % de las personas encuestadas son miembros de la asociación Producampo, el 27.7 % pertenecen a la asociación El Guitarrero, el 30 % son afiliados a la asociación Pusir Grande, y el 13.3 % son integrantes de la asociación San Vicente Ferrer. Los encuestados provienen de diferentes asociaciones. El 46.7% de las personas que se dedican a la agricultura familiar campesina tienen ingresos mensuales inferiores a doscientos dólares, mientras que el 40% percibe ingresos de trescientos dólares mensuales y un 13.3% supera esta cantidad. Esta situación representa un desafío significativo para los agricultores. En las organizaciones agrícolas, los cultivos más comunes son las hortalizas y los cereales, que representan el 20% de la producción total. Le siguen los cultivos frutales, con un porcentaje del 33.3%, y finalmente, los cultivos variados, que abarcan el 46.7% restante. La planificación de los cultivos es un aspecto crucial para garantizar una producción agrícola exitosa. Según los resultados de la encuesta, el 73.3 % de los participantes lleva a cabo una

planificación previa antes de la siembra, mientras que el 26.7 % restante no lo hace. Los agricultores prefieren utilizar diferentes canales de comercialización para vender sus productos. Según datos recopilados, el 36.7% de los agricultores utiliza los mercados mayoristas, el 20% prefiere las ferias y circuitos de comercialización, y el 43.3% restante recurre a intermediarios para llevar a cabo sus transacciones comerciales. Los agricultores muestran desacuerdo con la remuneración que perciben por la venta de sus cultivos. El 60% de los participantes de la encuesta sostiene que los productos no reciben apreciación, en contraste, el 40% indica la ausencia de regulación en los precios de los productos. El 80% de los miembros de las asociaciones carece de estrategias de comercialización para sus productos, mientras que el 20% posee al menos una estrategia de comercialización implementada. Según el estudio, el 63.3% de los miembros de asociaciones agrícolas consideran que los proyectos que implican asociaciones no son sostenibles a largo plazo debido a percances y conflictos internos y externos, así como a la escasez de apoyo y recursos económicos. Por otro lado, el 36.7% de los encuestados opinan que estos proyectos son sostenibles a largo plazo. El 50% de las asociaciones considera que su capacidad organizativa es regular, mientras que el 36.4% la califica como buena. Por otro lado, un 13.3% opina que es mala, atribuyendo esta percepción a la desunión y la falta de liderazgo.

Tabla 1.
 Características y datos obtenidos de los actores claves de las diferentes asociaciones

Parámetros	N	%
Género		
Masculino	20	66.7%
Femenino	10	33.3%
la posición que ocupa en la familia		
Jefes de hogar	20	66.7%
Madres de familia	7	23.3%

Hijos	3	10%
Nivel de instrucción		
Ninguno	3	10%
Primaria	17	56.7%
Secundaria	8	26.7%
Superior	2	6.7%
Ingresos de venta de productos agrícolas		
Menor a 200 \$	14	46.7%
200-300\$	12	40%
Mayor a 300 \$	4	13.3%
Asociación a la que forma parte		
Producampo	9	30%
Guitarrero	8	26.7%
Pusir Grande	9	30%
San Vicente de Ferrer	4	13.3%
Tipos de cultivos que se producen		
Hortalizas y cereales	6	20%
Frutales	10	33.3%
Variado	14	46.7%
Planificación en la siembra		
Si	22	73.3%
No	8	26.7%
Canal de comercialización de productos		
Mercado mayorista	11	36.7%
Ferías o CIALCOS	6	20%
Intermediarios	13	43.3%
Desacuerdo con la paga de productos		
Esfuerzo no valorado	18	60%
No existe control en el precio	12	40%
Aplicación de estrategias de comercialización		
Si	6	20%
No	24	80%
Capacidad organizativa de la asociación que pertenece		
Buena	11	36.7%
Mala	4	13.3%
Regular	15	50%
Sostenibilidad a largo plazo de la asociación		
Si	11	36.7%
No	19	63.3%

La producción y comercialización de cultivos por parte de la mayoría de los agricultores pertenecientes a diversas organizaciones familiares y campesinas se ve obstaculizada por diversas dificultades. Una de las limitaciones significativas para prolongar la vida útil de sus productos radica en la carencia de formación en técnicas de manejo de cosecha y postcosecha. Asimismo, se enfrentan a restricciones en el acceso a créditos y recursos necesarios para invertir en sus cultivos. Por otro lado, la capacidad organizativa limitada o inexistente de los líderes de las asociaciones contribuye a la falta de cohesión interna en las mismas. La falta de regulación en los precios de los productos de las asociaciones estudiadas dificulta su comercialización, lo cual genera inconformidad entre los agricultores y desvaloriza su labor. Esto se debe a la ausencia de control por parte de las grandes ferias, mercados mayoristas y compradores intermediarios. Un aspecto relevante es la falta de conocimientos y estrategias de comercialización de productos por parte de las asociaciones. Si las organizaciones no son capacitadas en estos aspectos, la sostenibilidad a largo plazo seguirá siendo poco viable.

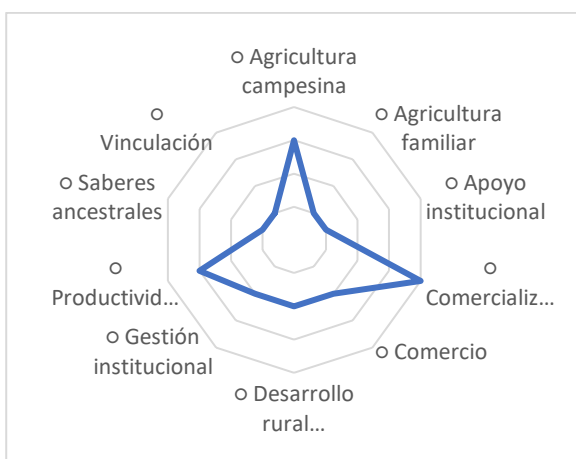


Figura 4. Principales relaciones de la comercialización de productos de la AFC.

A partir del análisis de los datos recopilados en las entrevistas, se pudo determinar que la

venta de productos guarda una estrecha relación con la eficiencia en la producción, la agricultura familiar, los conocimientos transmitidos de generación en generación, el progreso en las zonas rurales, así como la colaboración y coordinación entre entidades y comunidades como se aprecia en la figura 4.

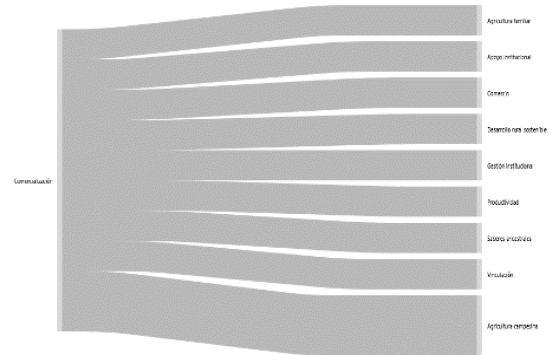


Figura 5. La comercialización y sus principales vinculaciones, agrícolas y sociales.

Sin embargo, de acuerdo con la información obtenida de miembros de las asociaciones en estudio, que dedican su vida a la agricultura, estas ferias se han visto afectadas por los intermediarios y mercados mayoristas. De acuerdo con Erika Isama funcionaria del Ministerio de agricultura expresa:

“La realidad de la agricultura familiar dentro de nuestra provincia, más bien de nuestro territorio es complicada ya que uno de los principales problemas que tenemos aquí es que el precio de los productos esta por el suelo a veces se gana a veces se pierde, pero más se pierde. No sé por qué no existe un control de precios, debería alguien, el gobierno o alguien controlar los precios de los productos para que no se aprovechen los intermediarios. Otra de las realidades de la agricultura familiar campesina es que a gente no valora el esfuerzo y el producto que sacamos al mercado, deberían entender que nuestros productos son productos limpios, sanos, sin químicos y que eso es lo que importa porque están comiendo productos sanos. Quieren pagarnos al mismo precio que pagan los productos químicos sin entender que nos cuesta más producir”.

En este contexto, las organizaciones agrícolas campesinas de la Provincia del Carchi deben usar estrategias para atraer a los consumidores y aumentar las ventas de los productos que cultivan, lo que generará ingresos para las familias campesinas. Generalmente, las familias se agrupan para trabajar juntas. Así mismo Alexis Calán productor de la Asociación el Guitarrero señala:

“Dentro de la AFC, hay que tomar en cuenta las capacidades productivas además de ir a la par con la recuperación de los saberes ancestrales, el cómo produzco bajo las etapas de la luna, inclusive el dialogo de los saberes el intercambio y finalizamos con el proceso comercial. Y a su vez ir recortando los canales de intermediación y lo que se busca es que los productos se puedan comercializar de forma directa al consumidor”

Oportunidades para las asociaciones de la AFC de la Provincia del Carchi

En la actualidad, se observa un notable respaldo por parte de los organismos de cooperación hacia el sector, lo que se traduce en una oportunidad significativa para la colaboración en este ámbito. En consecuencia, es fundamental que las organizaciones y asociaciones campesinas se enfoquen en educar y crear conciencia en la población para promover la compra directa a los productores y estimular el consumo responsable.

Las asociaciones han tenido la oportunidad de vender o entregar directamente sus productos a grandes supermercados, los cuales adquieren de manera constante los productos de dichas asociaciones. Sin embargo, la falta de asesoramiento y formación para los agricultores en aspectos relacionados con la cosecha y la postcosecha ha provocado que algunos productos no cumplan con los estándares de calidad exigidos por los grandes supermercados.

Estrategias de comercialización de productos de la AFC en la Provincia del Carchi

La necesidad de los agricultores de comercializar sus productos sin que se devalúe su labor y se les pague un precio equitativo ha motivado la realización de un estudio con el fin de proponer estrategias que favorezcan la comercialización de los productos. A continuación, se presentan en detalle las estrategias propuestas (Tabla 2).

Tabla 2.

Descripción de estrategias para mejorar la comercialización de productos de la Agricultura Familiar en la Provincia del Carchi.

Estrategia	Descripción
Estudio de mercado	Dentro de la producción agrícola se trabaja en oferta y demanda, de esta manera como lo menciona Puentes, 2011, “lo que se busca con el estudio de mercado es entender la importancia del mercado y la comercialización del bien o servicio. Se debe analizar la oferta y la demanda que son componentes muy importantes en el mercado además de analizar la competencia y los proveedores”. Poder realizar el estudio de mercado ayuda entender la dinámica comercial del entorno y producir lo que mayor consumo tenga generando rentabilidad.
Desarrollo Endógeno	El desarrollo endógeno dentro de los procesos asociativos en comunidades representa una propuesta de liderazgo desde las bases que busquen satisfacer las necesidades básicas desde un ambiente de respeto y protección personal y del

	<p>medio ambiente. (Catalano, 2005) Es importante trabajar en el desarrollo interno para una mejor toma de decisión y participación de los procesos que conlleven a beneficios mutuos, garantizando la participación de todas y todos.</p>		<p>para mantener su calidad, prolongar su vida útil y minimizar las pérdidas de alimentos (Kyriacou, M., & Rouphael, Y., 2017).</p>
Marketing	<p>Otro de las estrategias que se plantean es la de mejoramiento de la promoción de su producto en donde se diferencia de la competencia, con un valor agregado que le permita encontrar nuevos mercados y generar competitividad, es por esta razón como lo menciona Lombana, 2019, el marketing en el sector agrícola se ha convertido en un área de gran interés, ya que se reconoce como una actividad estratégica que no solo se centra en la venta de productos, sino también en cómo puede contribuir para lograr cumplir sus metas.</p>		<p>El precio del producto en el mercado juega un papel importante en la toma de decisión del consumidor final, como lo menciona Colmont & Landaburu, 2014, para fijar el precio se debe realizar un análisis sobre el costo de producción y los beneficios que se espera tener de la venta, teniendo en cuenta precios competitivos y acorde a los que el mercado y la competencia directa. Esta es una de las falencias que se han encontrado en el estudio realizado con las organizaciones de la provincia del Carchi ya que hacen mención a que los precios es una limitante para trabajar sin tener en cuenta cual es el costo de producción de los mismos.</p>
Mejoramiento postcosecha	<p>Los avances en el mejoramiento postcosecha han contribuido a asegurar mejores condiciones de almacenamiento y conservación para frutas y verduras. Es importante enfocarse en esta estrategia la cual requiere una colaboración coordinada entre productores, operadores de almacenamiento, procesadores y minoristas</p>	Contratos fijos	<p>Se deben formalizar los contratos tanto de los pequeños productores como de las asociaciones campesinas con las medianas y grandes empresas, esto permitirá asegurar mercados y precios justos y permanentes, además se podrá obtener una asistencia técnica y crediticia, lo cual es un gran beneficio para los agricultores.</p>

Abandono del Campo y Falta de Relevó Generacional

El análisis muestra una tendencia alarmante hacia el envejecimiento de la población dedicada a la agricultura en la provincia del Carchi, fenómeno que se refleja claramente en la información recopilada. Según los estudios realizados, la mayoría de los agricultores en activo tienen más de 40 años, lo cual indica una falta de participación de jóvenes en la agricultura. En concreto, el 73.3% de los participantes de la encuesta pertenecen al grupo etario de más de 40 años, en contraste, la proporción de individuos jóvenes menores de 30 años involucrados en la actividad agrícola es mínima. La situación evidencia un notable desinterés de las nuevas generaciones por la actividad agrícola, prefiriendo buscar empleo en zonas urbanas o en sectores no relacionados con la agricultura. En otras regiones rurales, como la zona cafetera colombiana, se han registrado fenómenos análogos donde el éxodo rural está vinculado a la escasez de perspectivas y al reducido atractivo de la vida en el campo para la juventud (Muñoz-Ríos et al., 2019).

La ausencia de sucesión generacional en la Agricultura Familiar Campesina (AFC) representa importantes desafíos para garantizar su sostenibilidad a largo plazo. La disminución de trabajadores jóvenes podría resultar en una baja en la productividad y en el abandono progresivo de las tierras agrícolas, lo cual podría poner en riesgo la seguridad alimentaria en la zona. La desconexión cultural y la erosión de las técnicas agrícolas sostenibles, fundamentales para la Agricultura Familiar Campesina (AFC), pueden surgir debido a la pérdida de conocimientos y prácticas tradicionales que suelen ser heredados de una generación a otra. La problemática mencionada no se limita al Carchi, ya que ha sido identificada en diversas regiones a nivel mundial, como por ejemplo en los Pirineos catalanes. En este contexto, el

fenómeno de abandono de zonas rurales y la reconfiguración de dichas áreas están íntimamente relacionados con transformaciones demográficas y socioeconómicas, como señalan Del Mármol y Vaccaro (2015).

Estrategias de Desarrollo y Promoción Comercial

Es esencial poner en marcha un plan de desarrollo que incluya estrategias de marketing innovadoras y eficaces para hacer frente a los desafíos encontrados en la comercialización de productos agrícolas. El enfoque principal al desarrollar un plan de marketing para los productos de la Agricultura Familiar Campesina debe ser la mejora de la visibilidad y el valor percibido de los mismos en los mercados locales y nacionales. Se sugiere que en este plan se tome en cuenta la creación de una marca colectiva que destaque las particularidades de los productos agrícolas locales, como su producción sostenible, la inexistencia de agroquímicos y su impacto positivo en la economía regional. Según investigaciones llevadas a cabo en Taiwán y publicadas en la revista *Agricultural Economics* en 2017, la diversificación de estrategias de marketing puede proporcionar a los agricultores familiares medios para ingresar a mercados más extensos y competitivos.

Es fundamental proporcionar formación a los agricultores en métodos de manejo después de la cosecha y estrategias de venta, con el fin de facilitar su ingreso a mercados emergentes como supermercados y establecimientos especializados que requieren productos de excelencia. La adopción de un sistema de fijación de precios diferenciados, fundamentado en la calidad y el valor añadido de los productos, podría generar un notable incremento en los ingresos de los productores agrícolas. En regiones vinícolas semiáridas, se han aplicado estrategias que han resultado exitosas en la adaptación a las condiciones del mercado, logrando así preservar la viabilidad

económica de los productores locales (Calafat & Piñeiro, 2023).

Otro aspecto fundamental del plan de desarrollo consiste en la formalización de contratos de trabajo a largo plazo entre las asociaciones campesinas y las empresas de tamaño mediano y grande. La garantía de precios estables y equitativos a través de estos contratos facilitaría la planificación de los cultivos por parte de los agricultores, asegurando así la sostenibilidad a largo plazo de sus actividades. Asimismo, dichos convenios podrían contemplar la provisión de apoyo técnico y la facilitación de recursos financieros, lo cual favorecería el desarrollo de las habilidades organizativas y productivas de las agrupaciones agrícolas. Un enfoque de este tipo resulta fundamental para hacer frente a los retos demográficos y al abandono de la actividad agrícola en distintas zonas del mundo. Investigaciones han evidenciado su relevancia en el análisis del impacto del abandono de terrenos en el área mediterránea (Quintas-Soriano et al., 2022) y en la vivencia de emprendedores agrícolas en el ámbito de la agricultura orgánica (Sy, 2023). Es fundamental tener en cuenta que el abandono de la actividad agrícola, evidenciado en distintas zonas rurales, se vincula no solo con factores económicos, sino también con la percepción y redefinición de los espacios rurales. Esta relación ha sido analizada en investigaciones llevadas a cabo en el Mediterráneo y en Manizales (Muñoz-Rios et al., 2019; Quintas-Soriano et al., 2022).

CONCLUSIONES

Los agricultores afiliados a las asociaciones en la Provincia del Carchi mantienen una dedicación constante a la actividad agrícola, lo que les ha posibilitado la continuidad en el cultivo de sus tierras gracias a una combinación de diversos factores. Sin embargo, se observa una sensación de falta de cohesión entre los individuos a causa de la sensación de ser excluidos por las autoridades locales y provinciales.

Las asociaciones de agricultores presentan una falta de estrategias de comercialización y un conocimiento limitado en esta materia, lo cual les dificulta la venta de sus productos a precios equitativos. La venta de estos productos constituye la principal fuente de ingresos de la economía familiar, por lo tanto, esta situación tiene un impacto negativo en la misma.

La comercialización directa de productos agrícolas a través del cultivo representa una alternativa que fortalece las cadenas productivas. Esta práctica fomenta una agricultura campesina sostenible en aspectos económicos, sociales y agroecológicos. Esta acción promueve la soberanía alimentaria de las familias en sus comunidades y contribuye a la erradicación de la pobreza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agricultural Economics (AGRICECON). (2017). Diversification of marketing strategies among small farms: Empirical evidence from family farms in Taiwan. *Agricultural Economics*, 63(11). <https://doi.org/10.17221/148/2016-AGRICECON>
2. Aldás, M. (2020). Circuitos alternativos de comercialización (CIALCOS): Análisis de la experiencia entre ganaderos de la parroquia San Gabriel y la empresa Floralp S.A., Carchi - Ecuador.
3. Calafat, C., & Piñeiro, V. (2023). Demographic challenges and agricultural abandonment: Solutions for semi-arid winegrowing regions. *Journal of Rural Studies*, 104(3), 103159. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103159>
4. Chuquin, H., & Montenegro, B. (2013). Estudio para la determinación de la problemática socioeconómica del sector agrícola en la provincia del Carchi que permita la generación de empresas de servicios.
5. Del Mármol, C., & Vaccaro, I. (2015). Changing Ruralities: Between Abandonment and Redefinition in the Catalan Pyrenees. *Anthropological Forum*, 25(1), 22-42. <https://doi.org/10.1080/00664677.2014.991377>
6. FAO. (2017). The future of food and agriculture: Trends and challenges.
7. GAD del Cantón Montufar. (2015). Plan de ordenamiento territorial Cantón Montufar PDOT.
8. Garner, E., De La, A. P., & Campos, O. (2014). Identifying the “family farm”: An informal discussion of the concepts and definitions. FAO. www.fao.org/economic/esa
9. Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2010). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.
10. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2014). Metodología de la investigación (6.a ed.). McGraw-Hill.
11. Jose, S. (2014). Innovation in agriculture: A key process for sustainable development [Institutional position paper].
12. Kyriacou, M., & Rouphael, Y. (2017). Towards a new definition of quality for fresh fruits and vegetables. *Scientia Horticulturae*, 234(October), 463-469. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.046>
13. Lombana González, M. E. (2019). Innovación de marketing para el sector agrícola en Colombia. *Revista RETO*, 6(1), 36-45. <https://doi.org/10.23850/23338059.1935>
14. Manida, M. (2022). The Future of Food and Agriculture: Trends and Challenges. *Journal of Agriculture and Food Sciences*, 4(2), 27-29.
15. Martínez Valle, L. (2013). La agricultura familiar en el Ecuador (Serie Documentos de Trabajo N° 147). Grupo de Trabajo: Desarrollo con Cohesión Territorial. Programa Cohesión Territorial para el Desarrollo. Rimisp.
16. Morales, M., & Mideros, A. (2021). Análisis de la pobreza multidimensional en los hogares de la agricultura familiar campesina en el Ecuador, 2009-2019. *Revista Economía*, 73(118), 7–21. <https://doi.org/10.29166/economia.v73i118.3379>
17. Muñoz-Rios, L. A., Vargas-Villegas, J., & Suarez, A. (2019). Local perceptions about rural abandonment drivers in the Colombian coffee region: Insights from the city of Manizales. *Land Use Policy*, 104361. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104361>
18. Plan de ordenamiento territorial Parroquia San Rafael PDOT. (2015). Plan de ordenamiento territorial Parroquia San Rafael PDOT.
19. Plan de ordenamiento territorial Parroquia San Vicente de Pusir PDOT. (2019). Plan de ordenamiento territorial Parroquia San Vicente de Pusir PDOT.

20. Prefectura del Carchi. (2019). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia del Carchi (PDOT).
21. Puentes Montañez, G. A. (2011). Formulación y evaluación de proyectos agropecuarios. Ecoe Ediciones. Consultado en línea en la Biblioteca Digital de Bogotá. <https://www.bibliotecadigitaldebogota.gov.co/resources/3409156/>
22. Quintas-Soriano, C., Buerkert, A., & Plieninger, T. (2022). Effects of land abandonment on nature contributions to people and good quality of life components in the Mediterranean region: A review. *Land Use Policy*, 106053. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106053>
23. Soto Baquero, F., Rodríguez Fazzone, M., Falconi, C., Food and Agriculture Organization of the United Nations. Regional Office for Latin America and the Caribbean, & Inter-American Development Bank. (2007). Políticas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Resumen ejecutivo.
24. Sy, M. Jr. (2023). Developing Marketing Strategies in Organic Farming: A Lived Experience of Agri-Entrepreneurs. [Details of publication].

Citación: Guerra, J., Borroto, O. (2024). Estrategias para promover la comercialización de productos de la Agricultura Familiar Campesina en la provincia del Carchi – Ecuador. *Biorrefinería*, 7(1). <https://cebaecuador.org/publicaciones/revista-biorrefineria/>.

Información de revisión por pares: Revista Biorrefinería agradece a los revisores anónimos por su contribución a la revisión por pares de este trabajo utilizando <https://reviewerlocator.webofscience.com/>.

Acceso abierto: Todos los artículos publicados por Revista Biorrefinería son accesibles en línea de forma gratuita y permanente inmediatamente después de su publicación, sin cargos de suscripción ni barreras de registro.

Nota del Editor: Revista Biorrefinería se mantiene neutral con respecto a reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

Copyright: © 2024 por los autores. Presentado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

6 DESARROLLO DE UN PROCESO A ESCALA DE LABORATORIO PARA LA PRODUCCIÓN DE JUGO (ZUMO) DE LIMÓN (*CITRUS LIMON.*)

DEVELOPMENT OF A LABORATORY-SCALE PROCESS FOR THE PRODUCTION OF LEMON JUICE (*CITRUS LIMON.*)

Poul David Arends Gómez¹, Doris Eulalia Gómez Barahona¹, Paul Arends Sánchez¹, Julio Pineda-Insuasti², Alejandro Pineda-Soto².

¹ CITRONSAFT S.A.S., Antonio Ante, Ecuador.

² Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente -CEBA. Ibarra, Ecuador.

Autor para correspondencia: asparends@gmail.com

Recibido: 22/10/24

Aceptado: 22/11/24

Publicado: 22/11/24

RESUMEN

Existe limitado conocimiento sobre la optimización del proceso escala de laboratorio para la producción de jugo de limón, se estudió el proceso de estabilización del jugo por el método de pasteurización, la investigación se realizó con un diseño experimental factorial 2² se consideró como factores de estudio la temperatura y el tiempo, se logró un óptimo de SDT igual a 233,33 ppt cuando se trabaja con 121 °C y 15 min. Se ajustó un modelo matemático empírico que relaciona SDT con los factores estudiados, lo que permite optimizar el proceso. Se recomienda continuar con la investigación en las escalas de banco y piloto.

Palabras clave: Limón, jugo, zumo, extracción, estabilidad.

ABSTRACT

There is limited knowledge about the optimization of the laboratory scale process for the production of lemon juice. The stabilization process of juice by the pasteurization method was studied. The research was carried out with a 22 factorial experimental design, temperature and time were considered as study factors. An optimum TDS equal to 233.33 ppt was achieved when working with 121 °C and 15 min. An empirical mathematical model was adjusted that relates TDS with the studied factors, which allows the optimization of the process. It is recommended to continue with the research on the bench and pilot scales.

Keywords: Lemon, juice, extraction, stability.

INTRODUCCIÓN

Cítricos

En 1737, Linneo agrupó todas las especies de cítricos conocidas por él en el género Citrus. El término latino citrus procede de la palabra griega

kedros, que se utiliza para denominar árboles como el cedro, el pino y el ciprés. El término fue usado para denominar al cidro porque el olor de sus hojas y sus frutos recordaba al del cedro. Este aroma característico procede de aceites esenciales contenidos en glándulas oleíferas situadas debajo de la piel,

características de estas plantas (Medina, 2014).

El origen de los cítricos es un tema controvertido y complejo, para el que existen diferentes hipótesis. En general, todas ellas parecen coincidir en que son originarios de las regiones tropicales y subtropicales del sureste de Asia y el archipiélago

Malayo y que, desde ahí, se dispersaron al resto de continentes.

La parte aérea de los árboles cítricos está formada por el tronco y ramas principales, a su vez con diversas ramificaciones. En estas ramificaciones es donde se asientan hojas, flores y frutos. Muchas variedades presentan espinas en las ramas, que pueden ser de tamaño bastante considerable y que varían en función de la edad del ejemplar. Los árboles pueden alcanzar una altura que oscila entre 3 y 15 metros. En los cítricos cultivados, la parte inferior del tronco se corresponde con el patrón o portainjertos, sobre el que se asienta la variedad.

El fruto cítrico es una baya especializada llamada hesperidio, un fruto dividido en varias secciones o segmentos, cada uno de ellos envuelto por una membrana. Surge como consecuencia del crecimiento del ovario y se caracteriza por tener alrededor de diez unidades carpelares carnosas (gajos) unidas alrededor de un eje central, donde se sitúan las semillas dispuestas en forma radial en el centro del fruto.

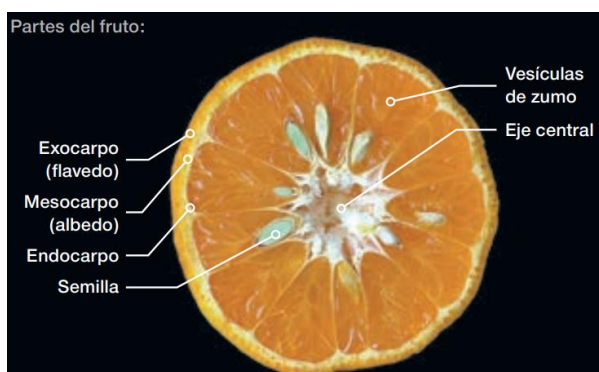


Figura 1. Fruto cítrico

Fuente: Monografías del Jardín Botánico

Las especies de mayor interés desde el punto de vista agronómico son las siguientes:

- Lima mejicana (*C. aurantifolia* (Christm.) Swing)
- Lima Tahití (*C. latifolia* L.)
- Naranja amargo (*C. aurantium* L.)
- Zamboa o pummelo (*C. maxima* (L.) Osb.)
- **Limonero (*C. limon* (L.) Burn.)**
- Pomelo (*C. paradisi* Macf.)
- Mandarina (*C. reticulata* Blanco)
- Naranja dulce (*C. sinensis* (L.) Osb.)
- Clementina (*C. clementina* Hort.)
- Satsuma (*C. unshiu* (Mak.) Marc.)

El limón

Citrus limon (L.) Burm. f.

Nombre común: Limonero.

Las últimas investigaciones indican que podría tratarse de un cruce directo entre naranja amargo y cidro. El origen del limón es un misterio, pero podría localizarse en el noroeste de la India, norte de Birmania y China.

El limonero es un árbol de tamaño medio a grande, vigoroso, y con hábito de crecimiento abierto. Presenta abundantes espinas pequeñas en las ramas. Las brotaciones jóvenes son de color púrpura intenso. Hojas grandes de color verde pálido, que desprenden un agradable aroma a limón al estrujarlas. Forma del limbo elíptica y margen dentado. Pecíolo no alado o con presencia de alas muy pequeñas. Flores grandes, de pétalos color púrpura, anteras amarillas y en gran porcentaje estaminadas por aborto del pistilo. El fruto es de color amarillo claro, elipsoidal, con un mamelón más o menos pronunciado en la zona apical. Corteza lisa o ligeramente rugosa. Puede presentar cuello en la base del fruto. Pulpa amarilla y jugosa, muy ácida. Eje central sólido o semisólido. Presenta semillas con un grado de poliembriónía bajo.



Figura 2. Citrus limon
Fuente: Monografías del Jardín Botánico

Propiedades y usos

Del limón se usa principalmente el zumo y los aceites esenciales. El primero, como ingrediente para la limonada y otras bebidas refrescantes, así como en repostería y restauración; los aceites, tanto de la hoja como del fruto, en perfumería. En el pasado tuvo gran importancia en la navegación marítima para prevenir el escorbuto, enfermedad provocada por la falta de vitamina C. El jugo de limón es ampliamente conocido como diurético, astringente y febrífugo. La madera es compacta y fácil de trabajar. En México se usa para tallar piezas de ajedrez, juguetes, pequeñas cucharas y otros artículos (Medina, 2014).

El limón fresco es muy bajo en calorías, a la vez que son una buena fuente de potasio y vitamina C. La carencia de vitamina C causa el escorbuto, un estado potencialmente fatal del que raramente se dan casos hoy en día. James Lind, un médico naval británico, demostró en 1747 que el consumo de cítricos aliviaba rápidamente el escorbuto, una enfermedad causada por la falta de vitamina C en el organismo. Se considera que la vitamina C reduce la formación de nitrosamina en el intestino. La nitrosamina es un componente cancerígeno causado por la reacción del nitrito con las aminas en los alimentos. Estudios epidemiológicos indican que el cáncer de estómago es menos frecuente en aquellos cuya dieta es rica en vitamina C, y que también mejora las funciones inmunológicas. Además de la vitamina C, el limón aporta el complejo

vitamínico B, vitamina E, potasio, magnesio, calcio y fósforo, además de, en menor medida, cobre, zinc, hierro y manganeso. Se considera que el limón también contiene fitoquímicos que pueden disminuir la incidencia del cáncer, como los flavonoides, cumarinas, D-limoeno y terpenos (Statista, 2024).

Producción mundial

El principal país productor es México seguido de la India. El limón es probablemente originario del sur de la China donde se rinde culto al fruto siendo un símbolo de la felicidad, y se cultiva en Asia desde hace más de 2.500 años. Una vez extendido el cultivo por la China llegó a la zona del actual Irán. Fueron los árabes a partir del siglo X quienes lo difundieron por la cuenca mediterránea, por el este hacia Grecia y por el oeste hacia España. Actualmente se producen limones en todas las áreas tropicales y templadas del planeta. (Interempresas Media, S.L., 2024).

India encabezó la clasificación mundial de productores de limones y limas en 2021, al registrar un volumen de producción de aproximadamente 3,5 millones de toneladas métricas. México y China se situaron en segunda y tercera posición, respectivamente (Statista, 2024).

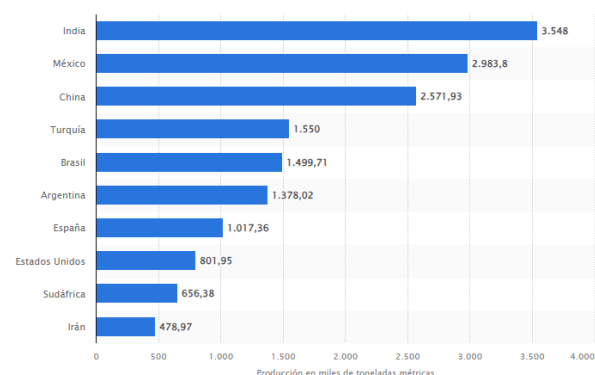


Figura 3. Ranking de los mayores países productores de limones y limas a nivel mundial en 2021 (en miles de toneladas métricas)
Fuente: Statista 2024

Producción Ecuador

En el mundo existen algunas variedades de limón (Citrus limón), entre las que destacan las

siguientes: Verna, Fino o Primofiori, Eureka y Lisbon, que se diferencian entre sí por su contenido de zumo, la textura y grosor de su corteza, su color y la presencia o no de semillas. Sin embargo, las variedades más comercializadas en el mundo son conocidas como limas ácidas, éstas son: el limón Tahití o persa (*Citrus latifolia*) y el limón agrio o mexicano (*Citrus aurantifolia*). La diferencia entre los dos es que el primero no tiene semillas y es menos ácido que el segundo (García, 2014).

En Ecuador se cultivan básicamente el limón "Sutil" para el consumo local y el limón "Tahití" para la exportación. Entre ambas hay 4405 hectáreas, en monocultivo, en 3257 unidades de producción agropecuarias (UPA's). Según el último Censo Agropecuario del año 2002, principalmente en las provincias de Pichincha, Manabí y Guayas; en las dos últimas se concentra la producción de limón Tahití.

Los requisitos del limón, como fruta fresca se definen en la norma técnica ecuatoriana INEN 1757, esta norma establece los requisitos que debe cumplir el limón destinado tanto para consumo en estado fresco, después de su acondicionamiento y envasado, como para procesamiento industrial, que se comercialicen dentro del territorio ecuatoriano. Esta norma se aplica a la variedad de limón Tahití (*Citrus aurantifolia* T.), limón sutil (*Citrus Aurantifolia Swingle*), limón meyer (*citrus lemon*).

Fruto fresco. Producto que, luego de la recolección, no ha sufrido cambio alguno que afecte su maduración natural y mantiene sus cualidades organolépticas. Independiente del calibre y del color, el fruto se clasifica en Grado Extra, Grado I y Grado II. El calibre se determina por el diámetro en cm de la sección ecuatorial y polar de la fruta y la masa expresada en g, se clasifica en pequeño, mediano y grande según la variedad. Respecto a la madurez se clasifica en verde pintón y

maduro dependiendo de la acidez titulable % (ácido cítrico) (INEN, 2008).

Limón Tahítí. (*Citrus aurantifolia* T.) No se conoce el origen específico del limón Tahítí; se presume que es un híbrido entre *Citrus aurantifolia* Swingle y otras especies de cítricos. No es un limón propiamente, sino que corresponde a una variedad de la clasificación botánica de limas ácidas. El fruto es de forma redonda-ovalada. La piel es verde a verde oscuro a la madurez y cambia a amarillo cuando está sobre maduro. La cáscara es fina y la pulpa no contiene semillas.

Limón sutil. (*Citrus Aurantifolia Swingle*) Su forma es redonda con un ápice ligeramente deprimido, de color verde oscuro al principio a verde amarillento o amarillo en la madurez; su piel es delgada y se rompe fácilmente; la pulpa es verdosa, jugosa y muy ácida; las semillas son ovals y poliembriónicas.

Limón meyer. (*citrus lemon*) Es un híbrido entre naranja y limón, su forma es redondeada, de piel lisa y gruesa, de color verde hasta color amarillo en su madurez completa, la pulpa es verde amarillenta jugosa y medianamente ácida, se caracteriza por su alto contenido de pectina.

Derivados

Entre los principales derivados del limón tenemos el jugo (zumo), pulpa, aceites esenciales, D-limoneno y pellets (ZUVAMESA, 2024).

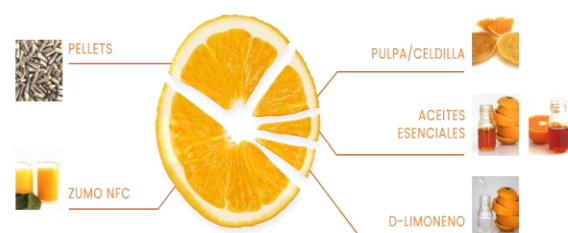


Figura 4. Derivados del limón

Fuente: Zuvamesa

Jugo (zumo) de limón

Según la NTE INEN 2337, el jugo (zumo) de fruta, es el producto líquido sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos (INEN, 2008). El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

La conservación del producto por medios físicos puede realizarse por procesos térmicos: pasteurización, esterilización, refrigeración, congelación y otros métodos adecuados para ese fin; se excluye la radiación ionizante (NTE INEN 2 337).

La conservación de los productos por medios químicos puede realizarse mediante la adición de las sustancias indicadas en la tabla 15 de la NTE INEN 2074. Los productos conservados por medios químicos deben ser sometidos a procesos térmicos. El contenido mínimo de sólidos solubles presentes en el jugo de limón debe ser 4,5 (°Brix).

Propiedades y Usos

Zumo NFC viene del término inglés Not From Concentrate; el zumo es fabricado directamente de exprimir la fruta. Durante el proceso, el zumo se separa de la pulpa, la corteza y las semillas y se envasa en aséptico. El zumo de limón NFC Brix 7 min, acidez 4,5-6,0 (Baorproducts, 2024). El limón es una fuente importante de vitamina C y flavonoides, que tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Su bajo contenido calórico y su capacidad para estimular la digestión hacen del zumo de limón una opción refrescante y saludable.

Usos

Industria de alimentos y bebidas: Aditivo alimentario: El zumo de limón se utiliza como aditivo para proporcionar sabor ácido y mejorar la frescura de diversos productos alimentarios, como salsas, aderezos, bebidas

carbonatadas, helados y productos de panadería.

Industria de la conserva: Conservación de alimentos: El ácido cítrico presente en el zumo de limón actúa como conservante natural, ayudando a preservar frutas, verduras y otros alimentos enlatados. También se usa para evitar la oxidación y el oscurecimiento de frutas y verduras cortadas (Baorproducts, 2024).

Industria de la confitería: El zumo de limón puede utilizarse para dar sabor y acidez a caramelos, chicles y otros productos de confitería.

Industria de la coctelería y bebidas: El zumo de limón es un ingrediente esencial en la preparación de cócteles y bebidas mixtas. Se usa en bebidas alcohólicas como el mojito, la margarita y el daiquiri, así como en bebidas sin alcohol como la limonada y el refresco de limón. Además, también es utilizado para otros usos no alimentarios, como limpieza o farmacéutica.

Procesos

La determinación de la calidad y autenticidad de los zumos de frutas se regulan por el Código de Prácticas (CoP) de la Asociación Europea de Productores de Zumos de Frutas AIJN (por sus siglas en inglés (European Fruit Juice Association)).

El zumo NFC, se trata de un zumo exprimido directamente de limones mediante medios mecánicos, el término NFC hace referencia a las palabras «not from concentrate» que significa que este elaborado a partir de fruta, no a partir de concentrado. Esto indica que el zumo se produce extrayendo el jugo directamente de la fruta y esterilizándolo sin necesidad de un proceso de reducción o concentración en su cadena de producción (AIJN, 2024).

La Guía de Referencia para el Jugo de Limón busca definir varios parámetros de aceptabilidad para el jugo de limón como los parámetros que caracterizan la calidad absoluta y se consideran obligatorios para todos los zumos de limón comercializados en

la Unión Europea y diversos criterios relevantes para la evaluación de la identidad y la autenticidad:

- El jugo de limón se elabora a partir de *Citrus limon* (L.) Burm. Lf.
- El jugo de limón puede ser turbio o transparente. La pulpa de la fruta (células flotantes, pulpa gruesa) se puede volver a agregar al jugo obtenido a partir del concentrado en su cantidad natural.
- Como la mayoría de la fruta se procesa para obtener jugo, los valores en esta guía de referencia se expresan en términos de volumen, por ejemplo, en g o mg/l.
- Están permitidos los tratamientos y procesos regulados por la Directiva de zumos de frutas.
- Para la reconstitución de jugos de frutas concentrados se debe utilizar agua potable.
- El uso de aditivos está regulado por la legislación horizontal de la UE.

Básicamente existen dos técnicas utilizadas en la industria para la extracción de zumos de cítricos, la FMC, desarrollada por la empresa norteamericana Food Machinery Company, y la Zumex, desarrollada por la empresa española Máquinas y Elementos S. A. (Pedro Pássaro, 2012).

Tecnología FMC

Es el tipo de extractor más utilizado a escala industrial, en la extracción de zumos de cítricos para la elaboración de concentrados. El principio de funcionamiento se basa en la separación instantánea de los elementos constituyentes del fruto (piel, membrana, semillas y otros productos no deseables) que, de permanecer demasiado tiempo en contacto con el zumo, pueden tener una influencia adversa para la calidad final del producto. La extracción rápida evitará que pasen al zumo sustancias procedentes de las semillas, membranas y corteza que pueden producir amargor y sabores extraños. Como resultado se obtiene un zumo de gran calidad. El proceso se realiza muy rápidamente, ya que estos extractores pueden alcanzar casi 100 ciclos por

minuto. La selección del tamaño de las copas se hace en función del rango de tamaños de la fruta a procesar (Pedro Pássaro, 2012).

Tecnología Zumex

Este tipo de máquinas extractoras se utilizan principalmente para la obtención de zumo fresco a pequeña y mediana escala. Su principio de funcionamiento, es bastante simple y se basa en partir el fruto por la mitad y hacer pasar las mitades entre dos cilindros giratorios que presionan el fruto y extraen el zumo.

Patentes

La patente WO2015097542A1 OMPI (PCT), sobre producto y proceso de estabilización del zumo de limón, establece el proceso de estabilización del jugo de limón es a través de un proceso mediante el cual el limón después de ser desinfectado es cortado para la extracción del jugo de limón, no sin antes ser separado sus aceites naturales contenidos dentro de sus cáscaras al igual se separan sus semillas, para posteriormente ser expuestas a un rango de tiempo y temperatura determinado, para luego ser enfriado a unas temperaturas determinadas generándose un choque térmico, para así agregarle los estabilizantes y antioxidantes para así pasar a ser envasado (Colombia Patente nº WO2015097542A1, 2015).

Según la patente ES2363018T3 para extraer zumo de un material vegetal triturado que contiene glucósidos terpénicos, caracterizado el proceso por las etapas de: a) Triturar un material vegetal que comprende glucósidos terpénicos; b) Blanquear el material vegetal triturado en agua acidificada, con un pH inferior a 4,5 y una temperatura de al menos 85 °C, para obtener un extracto de zumo y un residuo de sólidos vegetales; c) Separar el extracto de zumo del residuo de sólidos vegetales; d) Mezclar una enzima seleccionada del grupo que consiste en pectinasa, amilasa, y mezclas de las mismas, tanto con el extracto de zumo como con el residuo de sólidos vegetales; e) Separar el extracto de zumo de la

etapa (d) para obtener un zumo dulce; f) Separar el residuo de sólidos vegetales que comprende la enzima, para obtener un extracto adicional de zumo y un residuo adicional de sólidos vegetales, en donde el extracto adicional de zumo se añade al extracto de zumo de la etapa (e) antes de separar el extracto de zumo para obtener un zumo dulce (EEUU Patente nº ES2363018T3, 2007).

El zumo de limón que incluye sólidos insolubles en agua, en el que la mediana del diámetro de los sólidos insolubles en agua es de entre 25 mm y 180 mm, inclusive, en el que el diámetro medio de partícula de los sólidos insolubles en agua es de entre 21 mm y 140 mm, inclusive, y en el que el zumo de limón es un zumo de limón al 100%, tal cual o concentrado y reconstituido, en el que zumo de limón al 100% significa un zumo de limón que puede obtenerse aplastando fruta de limón y preparando zumo exprimido o colado, con eliminación de la piel y las semillas, o un zumo de limón que puede obtenerse diluyendo una forma concentrada del zumo de limón para restablecerlo a la forma de zumo exprimido (Japón Patente nº WO/2017/115656, 2017).

Una bebida que contiene zumo de limón que comprende: (a) al menos un componente de aroma seleccionado entre el grupo que consiste en linalol, nonanal y decanal y (b) 1 ppb o más de al menos un fenilpropeno seleccionado entre el grupo que consiste en safrol, metileugenol y miristicina; presentando la bebida un contenido de zumo de fruta no menor de un 1 % y no mayor de un 30 % (Japón Patente nº WO/2016/104139, 2016).

Un método de clarificación de zumo de limón o similares, método que comprende tratar el zumo de limón a clarificar con enzimas pectolíticas producidas microbially en una cantidad que corresponde a una actividad pectolítica que comprende una actividad de pectinesterasa comprendida en el intervalo que va desde 5 PEU/kg de zumo hasta 75 PEU/kg de zumo y una actividad de poligalacturonasa comprendida en el intervalo

que va desde 300 PGU7kg de zumo hasta 4500 PGU/kg de zumo, y sílice coloidal de una cantidad correspondiente a entre 0,45 y 3 g de SiO₂ sólida/kg de zumo, en cualquier orden o simultáneamente, a una temperatura comprendida en el intervalo que va desde 10 a 50°C, almacenar el zumo de limón así tratado durante un período comprendido en el intervalo de 10 minutos a 5 horas, separar el zumo almacenado así tratado del precipitado y recoger el zumo clarificado (Dinamarca Patente nº 1535983, 1978).

Se identifica que existe limitado conocimiento sobre el proceso de producción del jugo de limón y su estabilización sin el deterioro o pérdida de sus propiedades nutricionales y principios activos de alto valor.

El objetivo de la investigación es desarrollar un proceso a escala de laboratorio para la producción de jugo (zumo) a partir del limón, mediante análisis de procesos, que permita el máximo aprovechamiento de las materias primas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió a escala de laboratorio un proceso para la producción de jugo (zumo) de limón NFC (Not From Concentrate) a partir de fruta fresca de limón bajo la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2337. El trabajo experimental se realizó en el laboratorio de procesos químicos del Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente (CEBA), localizado en la ciudad de Ibarra, Ecuador a 2200 metros sobre el nivel del mar y con una temperatura promedio de 18 °C.

Materia prima

Como materia prima se utilizó la fruta fresca de limón meyer sin marca, suministrado por la empresa CITRONSAFT S.A.S., Antonio Ante, Ecuador, el cual se clasificó en Grado I, calibre grande (NTE INEN 1 757). (Figura 5).



Figura 5. Limón fresco. CITRONSAFT S.A.S

Diseño experimental y análisis estadístico

Como unidad experimental se estableció una muestra de 125 ml de jugo de limón fresco, como factores de estudio se seleccionó la temperatura de pasteurización en los niveles de 65 °C y 121 °C y el tiempo de pasteurización los niveles de 5 min y 15 min. Como parámetros de operación se estableció el grado I de la fruta, calibre grande, el pH y los azúcares (°Brix). La variable de respuesta seleccionada fue SDT (ppt). Como factores de ruido se identifica la cantidad de luz, la temperatura del ambiente y el clima.

Se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS, para planificar un diseño experimental factorial multinivel estándar 2², con tres replicas, completamente aleatorio, con un total de 12 tratamientos. El diseño se ejecutó en 3 bloques y el orden de los experimentos ha sido completamente aleatorizado para aportar protección contra el efecto de variables ocultas.

Diseño Factorial Multinivel

Clase de diseño: Factorial Multinivel

Diseño Base

Número de factores experimentales: 2

Número de bloques: 3

Número de respuestas: 3

Número de corridas: 12

Grados de libertad para el error: 6

Aleatorizar: Sí

Factores	Bajo	Alto	Niveles	Unidades
Temperatura	65,0	121,0	2	(°C)
Tiempo	5,0	15,0	2	(min)

Respuestas	Unidades
SDT	(ppt)

Procedimiento Experimental

En la figura 6, se presenta el diagrama de flujo del proceso experimental.

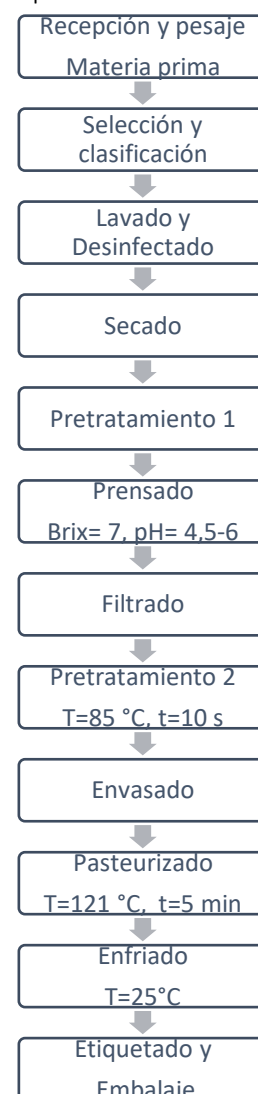


Figura 6. Diagrama de bloque producción de jugo (zumo) de limón NFC.

Se procedió a la recepción y pesaje de la materia prima en balanza digital marca TRUPER (figura 7).



Figura 7. Recepción y pesaje materia prima.

La selección y clasificación de la materia prima se realizó utilizando un calibrador universal (figura 8), se seleccionó el limón Grado I y calibre grande (NTE INEN 1 757).



Figura 8. Selección y clasificación

La fruta fresca se lavó con agua y detergente y se enjuagó con abundante agua para eliminar restos de detergente, se procedió al desinfectado con una solución de dióxido de cloro (ClO_2) grado alimento de marca BIODIVERSITY con una concentración de 50 ppm, se escurrió y se secó a temperatura ambiente (figura 9).



Figura 9. Lavado, desinfectado, escurrido y secado de la fruta.

La fruta fresca se sometió a un proceso de prensado manual en exprimidor de marca INDALRO (figura 10).



Figura 10. Exprimidor de limón.

Las muestras de jugo de limón extraído se filtraron través de un papel de filtro de celulosa gruesa de 0,3 micras con la ayuda de una bomba de vacío marca QUALITY QVP-500 (figura 11), a cada muestra filtrada se le calculó la eficiencia de extracción.

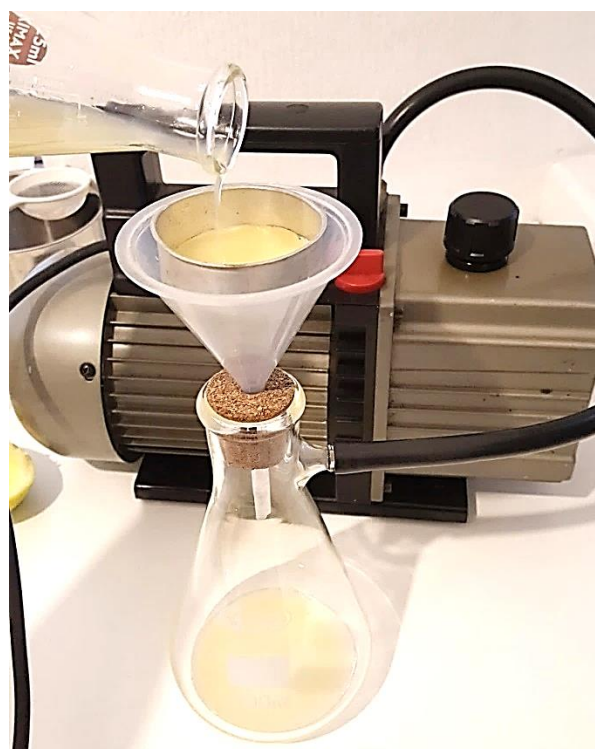


Figura 11. Filtrado de jugo de limón

El jugo de limón filtrado fue envasado en frasco de vidrio de color natural de 125 ml (figura 12).



Figura 12. Envasado jugo de limón

Las muestras de jugo de limón envasadas se pasteurizaron en pasteurizador de vapor automático marca STURDY, de acuerdo al diseño experimental (figura 13).



Figura 13. Pasteurización jugo de limón.

Luego de la pasteurización las muestras de jugo de limón se enfriaron a temperatura ambiente y se etiquetaron y almacenaron para estudio de caracterización y estabilidad. (figura 14).



Figura 14. Enfriado y etiquetado

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se presenta la matriz de resultados experimentales, como se puede observar se logra un mínimo de SDT de 224 ppt cuando se trabaja con 65 °C y 5 min de y un máximo de 233 ppt, cuando se trabaja 121°C y 15 min.

Tabla 1. Matriz de Resultados Experimentales

BLOQUE	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	SDT (ppt)
1	65	15	229
1	121	15	233
1	121	5	230
1	65	5	224
2	121	5	230
2	65	15	228
2	121	15	234
2	65	5	225
3	121	15	233
3	65	5	225
3	121	5	231
3	65	15	228

Fuente: Elaboración autor.

Análisis de Varianza para SDT

En la tabla 2 se presenta el análisis de varianza para SDT, el ANOVA particiona la variabilidad de SDT en piezas separadas para cada uno de los efectos, entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 2. Análisis de Varianza para SDT

Fuente	Suma de Cuadros	G	Cuadrado Medio	Razón n-F	Valor -P
A: Temperatura	85,3333	1	85,3333	204,80	0,0000
B: Tiempo	33,3333	1	33,3333	80,00	0,0001
AB	0,33333	1	0,33333	0,80	0,4055
bloques	0,166667	2	0,083333	0,20	0,8240
Error total	2,5	6	0,416667		

Total (corr.)	121,667	1			
		1			

Coefficiente de regresión para SDT

En la tabla 3 se presenta el coeficiente de regresión para SDT,

Tabla 3. Coeficiente de regresión para SDT

Coeficiente	Estimado
constante	215,869
A: Temperatura	0,107143
B: Tiempo	0,444048
AB	-0,00119048

Fuente: elaboración propia

La ecuación de regresión o modelo ajustado a los datos es la siguiente:

$$SDT = 215,869 + 0,107143 * Temperatura + 0,444048 * Tiempo - 0,00119048 * Temperatura * Tiempo$$

Optimización de la Respuesta

En la tabla 4, se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza los valores de SDT sobre la región indicada.

Meta: maximizar SDT

Valor óptimo = 233,333

Tabla 4. Optimización

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Temperatura	65,0	121,0	121,0
Tiempo	5,0	15,0	15,0

Fuente: Elaboración autor-

En la figura 15, se presenta el Diagrama de Pareto Estandarizada para SDT, como se puede observar, la temperatura y el tiempo son significativos, por lo cual dichos factores deben conservarse en el modelo matemático empírico.

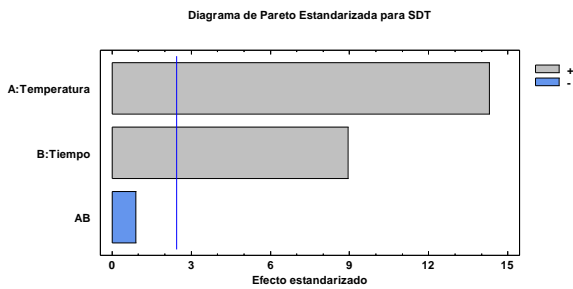


Figura 15. Pareto Estandarizada para SDT

En la figura 16, se presenta la Superficie de Respuesta Estimada para SDT, en la cual se puede observar que el punto máximo logrado de SDT equivalente a 233 ppt se logra con 121 °C y 15 min.

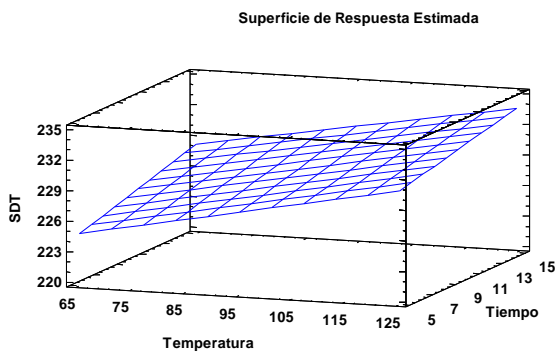


Figura 16. Superficie de respuesta estimada

Análisis químico

En la tabla 5, se presenta el análisis químico de una muestra del Jugo de Limón producido a escala de laboratorio. Se observa un perfil nutricional muy importante para varias aplicaciones.

Tabla 5. Análisis químico Jugo de Limón

Parámetro	Unidad	Resultado
Sólidos solubles (20 °C)	°Brix	6,50 ± 0,67
Sólidos totales	%	7,39 ± 0,39
Proteína	%	0,16
Grasa	%	0,00
Ceniza	%	0,15
Fibra	%	0,00
Carbohidratos totales	%	6,88
Azúcares	%	0,95
Fructosa	%	0,89
Glucosa	%	0,86
Sacarosa	%	< 0,12
Lactosa	%	< 0,12
Sodio	mg/100g	4,84
Colesterol	mg/100g	0,00

Grasa saturada	%	0,00
Densidad	g/ml	1,0204

CONCLUSIONES

El jugo (zumo) de limón es de alta importancia en la industria alimenticia, gastronomía y farmacéutica debido a sus propiedades nutracéuticas. Se logra un óptimo de SDT igual a 233,33 ppt cuando se trabaja con 121 °C y 15 min.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente y CITRONSAFT S.A.S. Por su cooperación en la realización de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AIJN. (13 de 10 de 2024). *Code Of Practice lemon*. Obtenido de <https://aijn.eu/>
2. Baorproducts. (13 de 10 de 2024). *Zumos NFC para fabricantes y distribuidores*. Obtenido de www.baorproducts.es
3. BEJARANO, F. M. (2015). *Colombia Patente nº WO2015097542A1*.
4. Ekanayake, A., & Kester, J. J. (2007). *EEUU Patente nº ES2363018T3*.
5. García, B. (2014). *ESTUDIO DE MERCADO Y PREFACTIBILIDAD DEL CULTIVO DE LIMON TAHITI (Citrus aurantifolia) EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA*. Guayaquil.
6. ICHIMURA, A. (2016). *Japón Patente nº WO/2016/104139*.
7. INDUSTRIAS, N. (1978). *Dinamarca Patente nº 1535983*.
8. INEN. (2008). *NTE INEN 1757. FRUTAS FRESCAS. LIMÓN. REQUISITOS*. Quito.
9. INEN. (2008). *NTE INEN 2337. JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE*. Quito.
10. Interempresas Media, S.L. (13 de 10 de 2024). *Limón, Citrus limon / Rutaceae*. Obtenido de <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Origen-produccion-limon.html>
11. Medina, G. A. (2014). *Monografías botánicas. Jardín Botánico de la Universitat de València. Volumen 2: Los cítricos*. Valencia: METODE.
12. Norihiko, T. (2017). *Japón Patente nº WO/2017/115656*.
13. Pedro Pássaro, J. L. (2012). *Industrialización de cítricos*. Colombia: Editorial lasallista.
14. Statista. (13 de 10 de 2024). *Ranking de los mayores países productores de limones y limas a nivel mundial en 2021*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas>
15. ZUVAMESA. (13 de 10 de 2024). *Sostenibilidad*. Obtenido de <https://www.zuvamesa.com/es/sostenibilidad/>

Información de revisión por pares: Revista Biorrefinería agradece a los revisores anónimos por su contribución a la revisión por pares de este trabajo utilizando <https://reviewerlocator.webofscience.com/>.

Acceso abierto: Todos los artículos publicados por Revista Biorrefinería son accesibles en línea de forma gratuita y permanente inmediatamente después de su publicación, sin cargos de suscripción ni barreras de registro.

Nota del Editor: Revista Biorrefinería se mantiene neutral con respecto a reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

Copyright: © 2024 por los autores. Presentado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

7 DESARROLLO DE UN PROCESO ESCALA LABORATORIO PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EÓLICA CON LA TURBINA TIPO ESPIRAL DE ARQUÍMEDES

DEVELOPMENT OF A LABORATORY SCALE PROCESS FOR THE PRODUCTION OF WIND ENERGY WITH THE ARCHIMEDES SPIRAL TURBINE

Julio Pineda-Insuasti ¹, Ángela León-Chamorro ², Alejandro Pineda-Soto ³

¹**Dirección Gestión Alimentaria.** Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente -CEBA. Ibarra, Ecuador.

²**Dirección Gestión Energética.** Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente -CEBA. Ibarra, Ecuador.

³**Dirección Gestión de Innovación.** Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente -CEBA. Ibarra, Ecuador.

Autor para correspondencia: energia.ceba@gmail.com

Recibido: 22/11/24

Aceptado: 22/12/24

Publicado: 30/12/24

RESUMEN

Se identifica que existe limitado conocimiento sobre el proceso de transformación de la energía cinética del viento en energía mecánica y su transformación final en energía eléctrica.

El objetivo de esta investigación es desarrollar un proceso a escala de laboratorio para la producción de energía eólica con la turbina tipo espiral de Arquímedes, a partir de la fuente de viento disponible, que permita el máximo aprovechamiento de los recursos naturales.

La investigación se realizó con un diseño experimental factorial 2² se consideró como factores de estudio velocidad del viento en los niveles de 3 y 7 m/s y la dirección del viento respecto al radio de la turbina en los niveles de 2 y 5 cm. Se logra un óptimo de Tensión Eléctrica igual a 12,8467 V, cuando se trabaja con una velocidad de viento de 7 m/s y una distancia de 5 cm respecto al radio de la Turbina tipo espiral Arquímedes.

Se ajustó un modelo matemático empírico que relaciona la Tensión Eléctrica con los factores estudiados, lo que permite optimizar el proceso. Se recomienda continuar con la investigación en las escalas de banco y piloto.

Palabras clave: Energía, eólica, turbina, aerogenerador.

ABSTRACT

It is identified that there is limited knowledge about the process of transformation of the kinetic energy of the wind into mechanical energy and its final transformation into electrical energy.

The objective of this research is to develop a laboratory-scale process for the production of wind energy with the Archimedes spiral turbine, from the available wind source, which allows the maximum use of natural resources.

The research was carried out with a 22 factorial experimental design, considering as study factors the wind speed at the levels of 3 and 7 m/s and the wind direction with respect to the radius of the turbine at the levels of 2 and 5 cm. An optimum Electrical Voltage equal to 12.8467 V is achieved, when working with a wind speed of 7 m/s and a distance of 5 cm with respect to the radius of the Archimedes spiral turbine.

An empirical mathematical model was adjusted that relates the Electrical Voltage with the factors studied, which allows the process to be optimized. It is recommended to

continue research at the bench and pilot scales.

Keywords: Energy, wind, turbine, wind turbine.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático ha ido incrementando de manera progresiva y evidenciándose en distintos ámbitos del desarrollo de la vida como la conocemos, uno de los principales factores que aportan a estos cambios es la generación de energía eléctrica, por lo que se han alterado los recursos de energía renovable. En Europa, se espera un aumento en la generación hidroeléctrica en el norte, mientras que la generación solar y eólica podría aumentar en regiones específicas como Alemania, el Reino Unido y la Península Ibérica (Peter, J, 2019) (Stanton, M., Dessai, S., & Paavola, J., 2016) (Schlott, M., Kies, A., Brown, T., Schramm, S., & Greiner, M., 2018).

En la generación de energía térmica se ve afectada su eficiencia, con el aumento de temperatura en el agua y por lo tanto la necesidad de enfriar los equipos, lo que afecta negativamente la producción de electricidad (Mideksa, T., & Kallbekken, S., 2010) (Golombek, R., Kittelsen, S., & Haddeland, I., 2011).

Los cambios en temperatura y precipitación han permitido que se viabilicen la generación de energía geotérmica dependiendo de la región a la que pertenece la población y desarrollando tecnologías que sean eficientes con estos desarrollos (Mideksa, T., & Kallbekken, S., 2010) (Craig, M., Cohen, S., Macknick, J., Draxl, C., Guerra, O., Sengupta, M., Haupt, S., Hodge, B., & Brancucci, C., 2018).

Se conoce que a finales del 2024 estamos muy cercanos al incremento de 1,5 grados centígrados a la temperatura nominal del planeta Tierra por lo que la demanda de los sistemas de enfriamiento (aires condicionados) sigue aumentando y esto genera un mayor consumo energético

produciendo así altos picos de consumo (Mideksa, T., & Kallbekken, S., 2010) (Auffhammer, M., Baylis, P., & Hausman, C., 2017) (Franco, G., & Sanstad, A., 2008).

La adaptación a estos cambios ha producido que las infraestructuras de generación energética cambien y se actualicen hacia nuevas tecnologías que aportan de manera más eficiente y amigables con el medio ambiente (Peter, J, 2019) (Schlott, M., Kies, A., Brown, T., Schramm, S., & Greiner, M., 2018). Los impactos agregados del cambio climático pueden requerir ajustes en la planificación y operación del sistema eléctrico, incluyendo la necesidad de más capacidad de reserva operativa y cambios en la distribución de recursos (Craig, M., Cohen, S., Macknick, J., Draxl, C., Guerra, O., Sengupta, M., Haupt, S., Hodge, B., & Brancucci, C., 2018) (Steinberg, D., Mignone, B., Macknick, J., Sun, Y., Eurek, K., Badger, A., Livneh, B., & Averyt, K., 2020).

El cambio climático tiene un impacto significativo en la generación de energía eléctrica, afectando tanto la oferta como la demanda. Los sistemas eléctricos deben adaptarse para manejar estos cambios, lo que implica ajustes en la infraestructura y planificación para asegurar un suministro confiable y eficiente.

Las energías renovables son fuentes de energía limpia, ilimitadas y cada vez más competitivas. Son fuentes de energía basadas en la utilización de recursos naturales: el sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. Se diferencian de los combustibles fósiles principalmente en su diversidad, abundancia y potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, pero sobre todo en que no producen gases de efecto invernadero.

Una de las alternativas que mejor resultado, con relación a eficiencia, han proporcionado es

la energía eólica puesto que logran optimizar la conversión de energía del viento en electricidad, minimizando pérdidas y maximizando la producción de energía. Entre los sistemas más eficientes se encuentran los generadores de velocidad variable y los generadores de inducción doblemente alimentados.

Los generadores de velocidad variable son sistemas que incluyen generadores síncronos y generadores directamente acoplados con convertidores de frecuencia, pueden ser casi tan eficientes como los sistemas de velocidad constante, aunque presentan mayores pérdidas a plena carga. Sin embargo, la eficiencia de la turbina aumenta con la velocidad variable, lo que no se incluyó en algunos estudios (Grauers, A., 1996).

Generadores directamente acoplados, permiten la eliminación de engranajes, pueden ser más eficientes que los generadores convencionales de cuatro polos equipados con engranajes (Grauers, A., 1996).

Generadores de inducción doble alimentación (DFIG), estos sistemas utilizan un esquema de control de eficiencia óptima que combina la minimización de pérdidas y el seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT), lo que permite una generación máxima de energía eléctrica y extiende el rango de velocidad del viento explotable (Karakasis, N., Tsioumas, E., Jabbour, N., Bazzi, A., & Mademlis, C., 2019).

Sistemas de control avanzado, son sistemas que emplean controladores de pérdida mínima y técnicas de seguimiento del punto de máxima potencia, como el control basado en lógica difusa, han demostrado mejorar la eficiencia al maximizar la potencia de salida de la turbina eólica (Mesemanolis, A., Mademlis, C., & Kioskeridis, I., 2012).

Los sistemas de generación eólica más eficientes son aquellos que utilizan tecnologías avanzadas de control y generadores de

velocidad variable, como los generadores de inducción doblemente alimentados y los generadores directamente acoplados. Estos sistemas optimizan la conversión de energía y minimizan las pérdidas, lo que resulta en una mayor eficiencia en la generación de energía eólica.

Con lo antes mencionado la turbina eólica de Arquímedes bajo el proyecto Liam F1 se destaca por su eficiencia en el mercado actual debido a varias características innovadoras y optimizaciones tecnológicas.

De la cual la eficiencia mecánica respecto de la eficiencia de generación eléctrica es una de las principales características, la turbina de Arquímedes es un tipo de turbina de arrastre de eje horizontal que no puede ser analizada por métodos tradicionales como la teoría del Elemento de Momento de la Cuchilla (BEM) o el Método de Doble Tubo de Corriente (DSTM). En su lugar, se utiliza la dinámica de fluidos computacional (CFD) para evaluar su rendimiento. Los estudios han mostrado que el coeficiente de potencia máximo, que indica la eficiencia mecánica del rotor, es de 0.293 con una relación de velocidad de punta de 2.19. Además, la eficiencia eléctrica se ha evaluado en relación con la velocidad de rotación del generador, lo que permite predecir la curva de potencia de la turbina con un error máximo de menos del 7.80% entre la predicción y la medición real (Jang, H., Kim, D., Hwang, Y., Paek, I., Kim, S., & Baek, J., 2019).

Optimización del Punto de Máxima Potencia

El sistema de generación de energía eólica de la turbina Liam F1 incorpora un rastreador de punto de máxima potencia (MPPT) basado en el algoritmo de optimización de Arquímedes (AOA). Este sistema optimiza el ciclo de trabajo del convertidor para maximizar la potencia de salida, demostrando ser más robusto y eficiente en comparación con otros métodos como la búsqueda del cuco (COA) y el algoritmo de optimización de saltamontes

(Fathy, A., Alharbi, A., Alshammari, S., & Hasanien, H., 2021).

La turbina eólica de Arquímedes bajo el proyecto Liam F1 es altamente eficiente debido a su diseño innovador que maximiza tanto la eficiencia mecánica como la eléctrica, y a la implementación de un avanzado sistema de optimización para el seguimiento del punto de máxima potencia. Estas características la posicionan como una de las opciones más eficientes en el mercado actual.

Se identifica que existe limitado conocimiento sobre el proceso de transformación de la energía cinética del viento en energía mecánica y su transformación final en energía eléctrica.

El objetivo de esta investigación es desarrollar un proceso a escala de laboratorio para la producción de energía eólica con la turbina tipo espiral de Arquímedes, a partir de la fuente de viento disponible, mediante análisis de procesos, que permita el máximo aprovechamiento de los recursos naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió a escala de laboratorio un proceso para la generación de energía eléctrica a partir del viento, bajo la *Norma IEC 61400-12-1:2022, Sistemas de generación de energía eólica. Parte 12-1: Mediciones del rendimiento energético de turbinas eólicas productoras de electricidad*. El trabajo experimental se realizó en el Laboratorio de Energías Renovables del Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente (CEBA), localizado en la ciudad de Ibarra, Ecuador a 2200 msnm, con una temperatura promedio de 18 °C.

Recursos Naturales

Como recurso primario se utilizó el viento natural disponible en el ambiente de fecha 22 de diciembre de 2024,

Diseño experimental y análisis estadístico

Como unidad experimental se utilizó un Equipo de Energía Eólica de Laboratorio, el "EEEL-CEBA", es un equipo a escala de laboratorio diseñado para estudiar la energía eólica y la influencia de algunos factores en su generación (figura 1).



Figura 1. Equipo Básico de Energía Eólica Laboratorio "EEEL-CEBA".

Este equipo consiste en un túnel de viento de hierro de 35 cm de diámetro por 64 cm de longitud, un aerogenerador tipo espiral de Arquímedes con rotor y un soplador centrífugo con velocidad variable. La velocidad del aire se varía mediante el cambio de la velocidad rotacional del soplador centrífugo y un sensor (anemómetro) nos permite medir dicha velocidad del aire. Este soplador genera el caudal de aire requerido para que funcione el rotor del equipo de energía eólica. El generador convierte la energía mecánica del rotor de la turbina en energía eléctrica. Mediante un sensor se puede medir la velocidad rotacional del aerogenerador. El equipo incluye un sensor de voltaje y corriente permite medir la tensión y la corriente dadas por el aerogenerador para determinar la potencia, e incluye un módulo de cargas de CC.

Diseño experimental

Como factores de estudio se seleccionó la velocidad del viento en los niveles de 3 m/s y 7 m/s y la dirección del viento respecto al radio de la turbina en los niveles de 2 cm y 5 cm.

Como parámetros de operación se estableció el motor generador de 2 A, la distancia de tiro de aire a la turbina de 28 cm.

Como factores de ruido se identifica la cantidad de luz, la temperatura del ambiente, la humedad y la presión.

Como variable de respuesta se estableció la Tensión Eléctrica medida en Voltios (V).

Se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS, para planificar un diseño experimental factorial multinivel estándar 2², con tres replicas, completamente aleatorio, con un total de 12 tratamientos. El diseño se ejecutó en 3 bloques y el orden de los experimentos ha sido completamente aleatorizado para aportar protección contra el efecto de variables ocultas.

Atributos de Diseño Factorial Multinivel

Clase de diseño: Factorial Multinivel

Nombre del archivo: Eóicalab.sfx

Diseño Base

Número de factores experimentales: 2

Número de bloques: 3

Número de respuestas: 1

Número de corridas: 12

Grados de libertad para el error: 6

Aleatorizar: Sí

Factores	Bajo	Alto	Niveles	Unidades
Velocidad viento	3,0	7,0	2	(m/s)
Dirección viento	2,0	5,0	2	(cm)

Respuestas	Unidades
Tensión Eléctrica	(V)

Procedimiento Experimental

En la figura 2, se presenta el diagrama de flujo del proceso experimental.

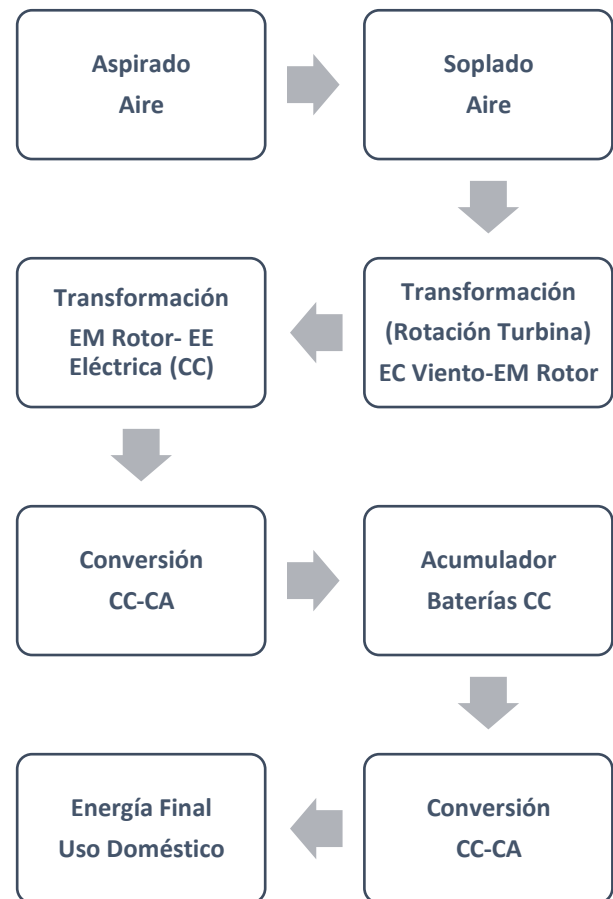


Figura 2. Diagrama de bloque producción de energía eólica.

Se procedió al aspirado y soplado del aire ambiente suministrado por un soplador de tiro forzado (figura 3). Soplador/Aspiradora de cuerpo plástico con potencia de 600W profesional, con una velocidad variable para un fácil control del flujo del aire, 16000,0 rpm y flujo de 3,5 m³/min. Marca STANLEY.



Figura 3. Soplador/aspirador de aire.

La **transformación** de energía cinética del viento en energía mecánica del rotor se realizó con una **turbina eólica tipo espiral de Arquímedes**, escala de laboratorio de 20 cm de diámetro, fabricada localmente por impresión 3D, en material PAL (ácido poliláctico) de color azul, es un plástico derivado del maíz, muy fácil de imprimir, no tóxico, biobasado y compostable (figura 4).



Figura 4. Turbina eólica tipo espiral de Arquímedes.

La **transformación** de energía mecánica del rotor a energía eléctrica se realizó con un DC Micro Motor; voltaje nominal DC 12 V; velocidad (sin carga) 18000 rpm, Corriente nominal 2A; Power nominal: 17 W; Par 5.54 oz/cm (figura 5).



Figura 5. Micro Motor DC 12 V 2 A.

La **conversión** de energía se debe realizar con una placa inversora de 12V a 5V regulados (figura 6), Regulación de carga: $\pm 0.5\%$ inversor de potencia, frecuencia de conmutación bits 340KHZ, Ondulación de salida 30mV universal, eficiencia de conversión 96% convertidor, voltaje de entrada inversores de potencia 7V-12V para vehículos, módulo no aislado reductor al aire libre (figura 6).

-Material: aleación de aluminio, ABS, regulador de voltaje DC-DC de cobre

Regulación de voltaje: $\pm 2.5\%$ usbc

-Tamaño: 6.30X2.70X1.15.7 in/2.48X1.06X0.55in regulador de voltaje del generador

Voltaje de salida: reguladores 5V 3A

Método de rectificación: fuente de alimentación de rectificación síncrona modular



Figura 6. Placa inversora de 12V a 5V

La **acumulación** de la energía se debe realizar en un Power bank de 5 V y 2 A (figura 7).



Figura 7. Power bank de 5 V 2 A

Para la inversión de la energía de CC-CA se debe realizar con un puente de diodos 2 A (figura 8).

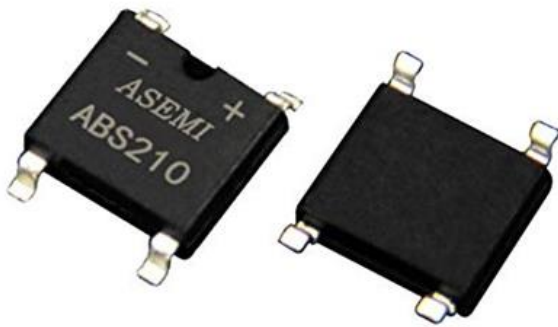


Figura 8. Puente de diodos 2 A

La **medición de la velocidad del viento** se realizó con un anemómetro digital de mano, serie BT-100, indicador de temperatura, velocidad del viento y calibrador, de marca BTMETER, acoplado al túnel de viento (figura 9).

Especificaciones:

- Rango de velocidad del viento: 0,67 – 67,1 mph (0,299 – 29,99 m/s)
- Unidades de velocidad: m/s, km/h, ft/min, nudos, mph.
- Rango de temperatura del viento: 14,0 °F-113 °F.
- Unidades de temperatura Opcional: °C/°F



Figura 9. Anemómetro Digital BT-100

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se presenta la matriz de resultados experimentales, como se observa se logra un mínimo de voltaje de 3,84 V cuando se trabaja con velocidad del viento de 3 m/s y una distancia de 2 cm respecto al radio de la turbina y un máximo de 13,5 V, cuando se trabaja con una velocidad del viento de 7 m/s y una distancia de 5 cm respecto al radio de la turbina.

Tabla 1. Matriz de Resultados Experimentales

BLOQ UE	Velocidad Viento (m/s)	Dirección Viento (cm)	Tensión Eléctrica (V)
1	7	2	9,92
1	3	5	5,39
1	7	5	12,71
1	3	2	3,91
2	7	2	8,23
2	7	5	12,68
2	3	2	3,84
2	3	5	4,67
3	7	2	8,26
3	3	5	4,62
3	3	2	3,93
3	7	5	13,15

Fuente: Elaboración autor.

Análisis de Varianza para Tensión Eléctrica

En la tabla 2, se presenta el análisis de varianza para Tensión Eléctrica, el ANOVA particiona la variabilidad de Tensión Eléctrica en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 3 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 2. Análisis de Varianza para Tensión Eléctrica

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Velocidad viento	124,099	1	124,099	492,34	0,0000
B: Dirección viento	19,0764	1	19,0764	75,68	0,0001
AB bloques	6,94641	1	6,94641	27,56	0,0019
Error total	0,872717	2	0,436358	1,73	0,2550
Total (corr.)	152,507	11			

Coefficiente de regresión para Tensión Eléctrica

En la tabla 3 se presenta el coeficiente de regresión para Tensión Eléctrica.

Tabla 3. Coeficiente de regresión para Tensión Eléctrica

Coefficiente	Estimado
constante	1,06583
A: Velocidad viento	0,720278
B: Dirección viento	-0,4275
AB	0,253611

Fuente: elaboración propia

Ecuación de regresión del modelo matemático ajustado a los datos:

Tensión Eléctrica = 1,06583 + 0,720278*Velocidad Viento - 0,4275*Dirección Viento + 0,253611*Velocidad Viento*Dirección Viento.

Optimización de la Respuesta

En la tabla 4, se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza los valores de Tensión Eléctrica sobre la región indicada.

Optimizar Respuesta

Meta: maximizar Tensión Eléctrica

Valor óptimo = 12,8467

Tabla 4. Optimización

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Velocidad Viento	3,0	7,0	7,0
Dirección Viento	2,0	5,0	5,0

Fuente: Elaboración autor

Diagrama de Pareto Estandarizado

En la figura 10, se presenta el Diagrama de Pareto Estandarizado para Tensión Eléctrica, como se observa, la velocidad del viento, la distancia respecto al radio y su respectiva correlación son significativos, por lo cual dichos factores deben conservarse en el modelo matemático empírico.

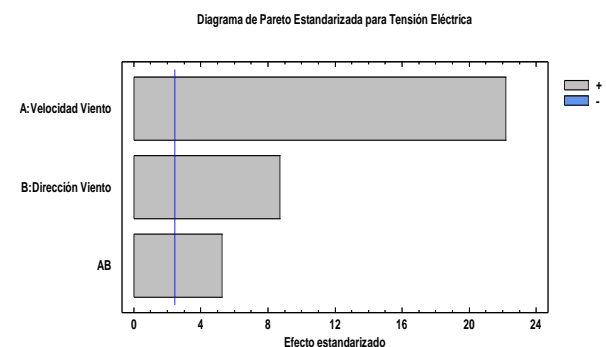


Figura 10. Pareto Estandarizada para Tensión Eléctrica

Superficie de Respuesta Estimada

En la figura 11, se presenta la Superficie de Respuesta Estimada para Tensión Eléctrica, en la cual se puede observar que el punto máximo de Tensión Eléctrica equivalente a 12,8467 V se logra con 7 m/s de velocidad del viento y 5 cm de distancia respecto al radio de la turbina.

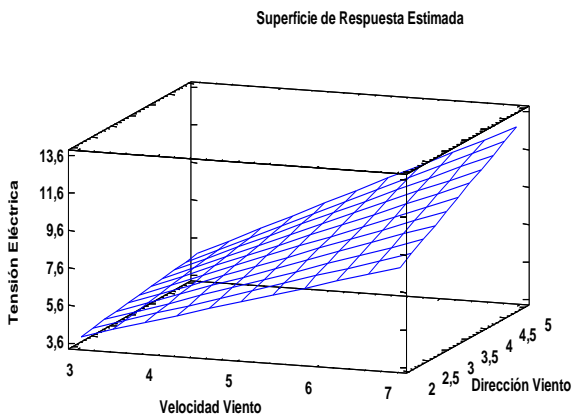


Figura 11. Superficie de Respuesta Estimada

CONCLUSIONES

Es de vital importancia para el país y el planeta el desarrollo de la energía eólica, como una alternativa para combatir el *cambio climático* generado por el *calentamiento global* debido a los *gases de efecto invernadero (GEI)* y lograr los objetivos de descarbonización.

Se logra un óptimo de Tensión Eléctrica igual a 12,8467 V, cuando se trabaja con una velocidad de viento de 7 m/s y una distancia de 5 cm respecto al radio de la Turbina tipo espiral Arquímedes.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente, por su cooperación en la realización de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Peter, J. (2019). How does climate change affect electricity system planning and optimal allocation of variable renewable energy? *Applied Energy*. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2019.113397>
2. Stanton, M., Dessai, S., & Paavola, J. (2016). A systematic review of the impacts of climate variability and change on electricity systems in Europe. *Energy*, 109, 1148-1159. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2016.05.015>.
3. Schlott, M., Kies, A., Brown, T., Schramm, S., & Greiner, M. (2018). The impact of climate change on a cost-optimal highly renewable European electricity network. *Applied Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.084>.
4. Mideksa, T., & Kallbekken, S. (2010). The impact of climate change on the electricity market: A review. *Energy Policy*, 38, 3579-3585. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2010.02.035>.
5. Golombek, R., Kittelsen, S., & Haddeland, I. (2011). Climate change: impacts on electricity markets in Western Europe. *Climatic Change*, 113, 357 - 370. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0348-6>.
6. Craig, M., Cohen, S., Macknick, J., Draxl, C., Guerra, O., Sengupta, M., Haupt, S., Hodge, B., & Brancucci, C. (2018). A review of the potential impacts of climate change on bulk power system planning and operations in the United States. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2018.09.022>.
7. Auffhammer, M., Baylis, P., & Hausman, C. (2017). Climate change is projected to have severe impacts on the frequency and intensity of peak electricity demand across the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114, 1886 - 1891. <https://doi.org/10.1073/pnas.1613193114>.
8. Franco, G., & Sanstad, A. (2008). Climate change and electricity demand in California. *Climatic Change*, 87, 139-151. <https://doi.org/10.1007/S10584-007-9364-Y>.
9. Steinberg, D., Mignone, B., Macknick, J., Sun, Y., Eurek, K., Badger, A., Livneh, B., & Averyt, K. (2020). Decomposing supply-side and demand-side impacts of climate change on the US electricity system through 2050. *Climatic Change*, 158, 125-139. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02506-6>.
10. Grauers, A. (1996). Efficiency of three wind energy generator systems. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 11, 650-657. <https://doi.org/10.1109/60.537038>.
11. Karakasis, N., Tsioumas, E., Jabbour, N., Bazzi, A., & Mademlis, C. (2019). Optimal Efficiency Control in a Wind System With Doubly Fed Induction Generator. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 34, 356-368. <https://doi.org/10.1109/TPEL.2018.2823481>.
12. Mesemanolis, A., Mademlis, C., & Kioskeridis, I. (2012). High-Efficiency Control for a Wind Energy Conversion System With Induction Generator. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 27, 958-967. <https://doi.org/10.1109/TEC.2012.2213602>.
13. Jang, H., Kim, D., Hwang, Y., Paek, I., Kim, S., & Baek, J. (2019). Analysis of Archimedes Spiral Wind Turbine Performance by Simulation and Field Test. *Energies*, 12, 4624. <https://doi.org/10.3390/en12244624>.
14. Fathy, A., Alharbi, A., Alshammari, S., & Hasanien, H. (2021). Archimedes optimization algorithm based maximum power point tracker for wind energy generation system. *Ain Shams Engineering Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.06.032>.

Información de revisión por pares: Revista Biorrefinería agradece a los revisores anónimos por su contribución a la revisión por pares de este trabajo utilizando <https://reviewerlocator.webofscience.com/>.

Acceso abierto: Todos los artículos publicados por Revista Biorrefinería son accesibles en línea de forma gratuita y permanente inmediatamente después de su publicación, sin cargos de suscripción ni barreras de registro.

Nota del Editor: Revista Biorrefinería se mantiene neutral con respecto a reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

Copyright: © 2024 por los autores. Presentado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

8 DESARROLLO DE UN PROCESO ESCALA DE LABORATORIO PARA LA PRODUCCIÓN DE CELULOSA A PARTIR DE FIBRA DE ABACÁ (*Musa textiles*)

DEVELOPMENT OF A LABORATORY SCALE PROCESS FOR THE PRODUCTION OF CELLULOSE FROM ABACÁ FIBER (*Musa textiles*)

Leah Jazmín Chávez- Moran¹, Julio Pineda-Insuasti², Alejandro Pineda-Soto²

¹Universidad Central del Ecuador, Facultad de ingeniería Química, Carrera de Ingeniería Química. Quito, Ecuador.

²Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente, CEBA. Ibarra, Ecuador

Autor para correspondencia: jmchavez1@uce.edu.ec

Recibido: 22/11/24

Aceptado: 22/12/24

Publicado: 30/12/24

RESUMEN

Se identifica que existe limitado conocimiento sobre el proceso de producción de celulosa a partir de fibra de abacá. El objetivo de esta investigación es desarrollar un proceso a escala de laboratorio para la producción de celulosa de abacá, mediante el análisis de procesos químicos. La investigación se realizó con un diseño experimental factorial 2² se consideró como factores de estudio la concentración de NaOH en sus niveles de 5,0 y 10 N(mol/l) y el tamaño partícula entre 1,5 y 10 cm. Se logra un óptimo de celulosa igual a 4,31253 g con 10 cm de tamaño de partícula y 10 N de concentración de NaOH. Se ajustó un modelo matemático empírico que relaciona la celulosa con los factores estudiados, lo que permite optimizar el proceso.

Palabras clave: abacá, celulosa, fibras, NaOH

ABSTRACT

It is identified that there is limited knowledge about the process of cellulose production from abaca fiber. The objective of this research is to develop a laboratory-scale process for the production of cellulose from abaca, through the analysis of chemical processes. The research was carried out with a 22 factorial experimental design, and the concentration of NaOH at levels of 5.0 and 10 N (mol/l) and the particle size between 1.5 and 10 cm were considered as study factors. An optimum cellulose equal to 4.31253 g is achieved with 10 cm particle size and 10 N NaOH concentration. An empirical mathematical model was adjusted that relates cellulose with the factors studied, which allows optimizing the process.

Keywords: abaca, cellulose, fibers, NaOH

INTRODUCCIÓN

La fibra de abacá se obtiene de una planta de la familia del plátano. Crece principalmente en Filipinas, Ecuador y Costa Rica y se cultiva por su valor comercial. El abacá se extrae de la vaina de las hojas que rodean el tronco de la planta. Se trata de una fibra vegetal compuesta por células largas y delgadas que forman parte de la estructura de soporte de la hoja (Terranova, 2011).

Ecuador es uno de los principales productores y exportadores de abacá, ocupando el segundo lugar a nivel mundial con un total de 14 831 hectáreas del cultivo establecidas en nuestro país y producciones de 1 000 a 1 500 kg / Ha. El cantón La Concordia, perteneciente a Santo Domingo de los Tsáchilas, por sus características edafoclimáticas, posee suelos aptos para este cultivo y es reconocido por ser el 39 % de la producción a nivel Nacional (Álvarez Castillo, n.d.)

En la investigación moderna, las fibras naturales han recibido mucha atención debido a sus mayores potenciales, como su bajo peso, su respeto al medio ambiente, su enorme rigidez específica, su mayor capacidad de inmersión en impactos y su precio comparativamente más bajo (Sivasankar et al., 2023).

En el contexto actual, caracterizado por un creciente reconocimiento de la importancia de la sostenibilidad y la reducción de la contaminación ambiental, el uso de fibras naturales como el abacá presenta desafíos y oportunidades significativas. El abacá, una fibra derivada de la planta de banano de Manila, se destaca por su resistencia, durabilidad y versatilidad. Estas características lo convierten en un material valioso para una amplia variedad de aplicaciones. El abacá se considera una genial materia prima en la preparación de papel de seguridad y de alta calidad, pañales, servilletas, filtros de maquinaria, textiles para centros de salud

(delantales, viseras, guantes) y cables de conducción eléctrica (tejidos, 2020).

En el panorama actual, donde la preocupación por los efectos devastadores de los materiales sintéticos y la contaminación plástica ha alcanzado un punto crítico, la búsqueda de alternativas sostenibles se ha vuelto imperativa. Las fibras naturales, incluido el abacá, representan una solución prometedora para abordar estos desafíos. Al utilizar materiales renovables y biodegradables, se puede reducir significativamente la dependencia de los productos derivados del petróleo y mitigar el impacto negativo en el medio ambiente, ya que el abacá es una de las pocas culturas no madereras que al procesarse puede adquirirse pulpa celulosa; gracias a sus características ecológicas y su resistencia a plagas o enfermedades es considerada una buena opción para los productores de la zona, sin embargo, el desconocimiento acerca del cultivo ha sido el mayor impedimento. Está compuesto de un 77% de celulosa caracterizados por su resistencia, longitud de fibra y el brillo que la conforma (Álvarez Castillo, n.d.).

En este sentido, el abacá y otras fibras naturales representan no solo una alternativa viable, sino un paso crucial hacia un futuro más armonioso y respetuoso con el medio ambiente.

PROCESO DE OBTENCIÓN DE FIBRA DE ABACÁ Deshoje

Se realiza el corte de todas las hojas de la planta y de la flor, esto se realiza con la ayuda de una cuchilla con filo para facilitar su corte (Cárdenas Veliz, n.d.).

Corte del tallo

Esta actividad se utiliza un machete y el corte se lo realiza de manera inclinada hacia afuera a 10 cm sobre el suelo, para facilitar el corte de la persona que lo realiza (FAO, n.d.).

Tuxeo

Aquí se extraen tiras de las capas que cubren al pseudotallo, donde son extraídas tiras finas o llamadas tuxies con un ancho entre 5 a 8 cm y la longitud depende del tamaño del tallo y variedad (Cárdenas Veliz, n.d.).

Desfibrado

En esta actividad se realiza la remoción del material no fibroso, esto se hace con la ayuda de una máquina conformada por un motor, un rodillo, un sistema de embrague y cuchillas; el cual su motor funciona con la aplicación de diésel que tiene un movimiento generado entre los 8 y 14 caballos de fuerza. Para su extracción de la fibra se toma una parte de los tuxes de similar color y estas se los coloca en la cuchilla las puntas de la parte inferior y lo que sobra hacia abajo va en el rodillo, con ayuda manual se extrae la fibra separada del residuo no fibroso (Cárdenas Veliz, n.d.).

Secado

Se lo realiza un secado solar al ambiente, aquí se utilizan tendales hechos con cañas u otro tipo de estructura resistente, el tiempo en secarse va a depender de las condiciones climáticas como la temperatura y la humedad. En días muy soleados el secado toma alrededor de 3 a 5 horas y en días poco soleados se tarda en secarse de 1 a 3 días. La fibra es secada en forma separada por su color y calidad, para después formarlas en pacas para ser almacenada en bodegas con cubierta y con ventilación de acuerdo con cada categoría (Terán L, n.d.).

Se identifica que existe limitado conocimiento sobre el proceso de producción de celulosa a partir de la fibra de abacá.

El objetivo principal de este estudio es el desarrollar un proceso escala de laboratorio para la producción de celulosa a partir de fibra de abacá, mediante el análisis de procesos químicos, que permita el máximo aprovechamiento de las materias primas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en laboratorio de ingeniería Química de la Universidad Central del Ecuador, localizado en la ciudad de Quito.

Materia prima

Como materia prima se utilizó la fibra de abacá proporcionada por el Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente-CEBA de la ciudad de Ibarra (figura 1). Fibra de calidad B, suministrada por los productores de la Cooperativa Abacá Ecuador (CAE) de Santo Domingo de los T'sachilas.



Figura 1. Fibra de abacá

Fuente: CEBA

Diseño experimental

Como unidad experimental se estableció una muestra de 5 g de fibra de abacá calidad B, como factores de estudio. Como factores de estudio se seleccionó la concentración del solvente NaOH entre 5 y 10 N y el tamaño de partícula de la fibra de 1, 5 y 10 cm.

Como variable de respuesta se estableció la cantidad de celulosa medida en gramos.

Se utilizó el software estadístico STATGRAPHICS, para planificar un diseño experimental factorial multinivel estándar 2^2 , con tres replicas, completamente aleatorio,

con un total de 12 tratamientos. El diseño se ejecutó en 3 bloques y el orden de los experimentos ha sido completamente aleatorizado para aportar protección contra el efecto de variables ocultas.

Atributos de Diseño Factorial Multinivel

Clase de diseño: Factorial Multinivel

Diseño Base

Número de factores experimentales: 2

Número de bloques: 3

Número de respuestas: 1

Número de corridas: 12

Grados de libertad para el error: 6

Aleatorizar: Sí

Factores	Bajo	Alto	Niveles	Unidades
Concentración NaOH	5,0	10,0	2	(mol/l)
Tamaño partícula	1,0	10,0	2	(cm)

Respuestas	Unidades
Celulosa	(g)

Procedimiento Experimental

En la figura 2, se presenta el diagrama de flujo del proceso experimental.

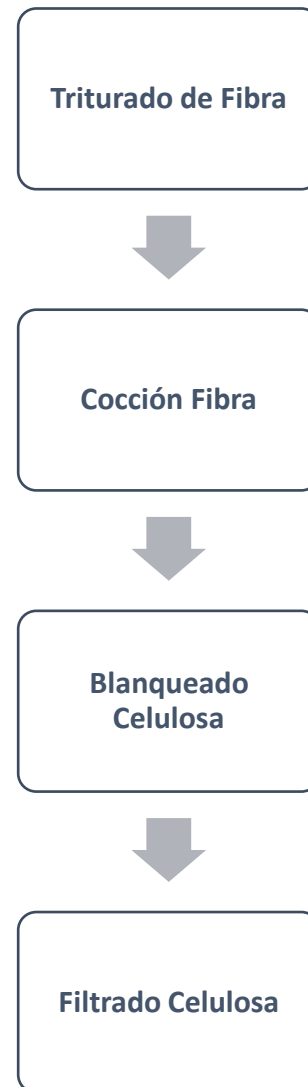


Figura 2. Diagrama de bloque producción de celulosa de abacá.

Se procedió al aspirado y soplado del aire ambiente suministrado por un soplador de tiro forzado (figura 3). Soplador/Aspiradora de cuerpo plástico con potencia de 600W profesional, con una velocidad variable para un fácil control del flujo del aire, 16000,0 rpm y flujo de 3,5 m³/min. Marca STANLEY.

Se procedió al triturado de la fibra en 1,5 cm aproximadamente y colorar la fibra picada en el matraz.



Figura 3. Fibra de abacá triturada de 1,5 cm
Fuente: Autores



Figura 4. Fibra de abacá triturada de 10 cm
Fuente: Autores

Se procedió a preparar una solución de NaOH de 100 ml al 5 % N y agregarlo al matraz del paso anterior.

La mezcla se llevó a la estufa y se mantuvo a temperatura de ebullición hasta observar el desprendimiento de lignina.

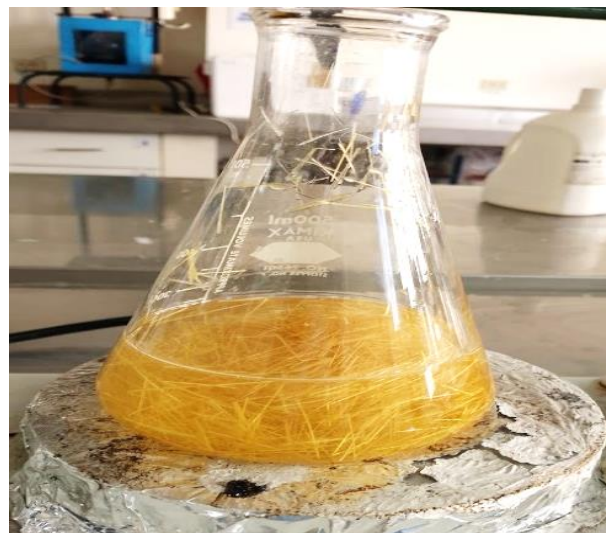


Figura 5: Cocción de la fibra de 1.5 cm.
Fuente: Autores

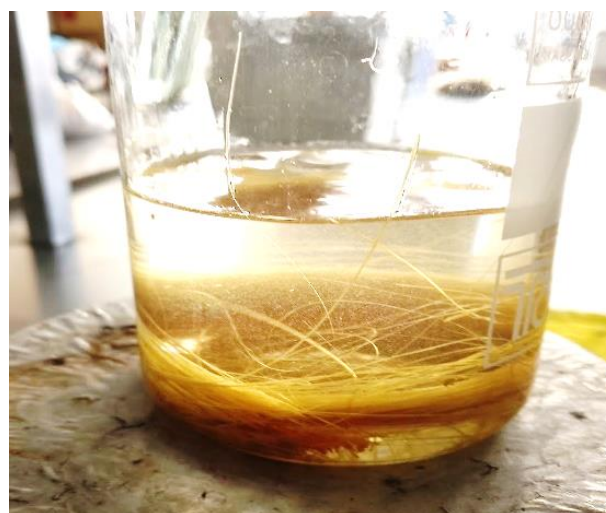


Figura 6: Cocción de la fibra de 10 cm.
Fuente: Autores

Luego se retiró la mezcla de la estufa, eliminarlo del medio acuosa y lavado.

Se preparó una solución de H₂O₂ al 10 %, y se agregó al matraz con la pulpa obtenida, se llevó la mezcla a ebullición hasta obtener el blanqueado deseado.

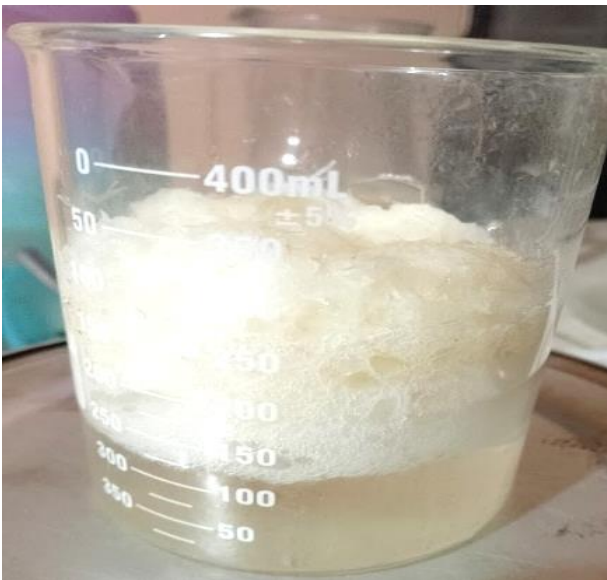


Figura 7. Blanqueamiento de la celulosa
 Fuente: Autores

Se debe repetir todos los pasos descritos anteriormente para las concentraciones de 10 y 5 N de NaOH.



Figura 8. Celulosa obtenida de abacá
 Fuente: Autores

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se presenta la matriz de resultados experimentales, como se observa se logra un mínimo de celulosa de 4,0021 g, cuando se trabaja con una concentración de NaOH de 5 N y 1,5 cm de tamaño de partícula de abacá y un máximo de celulosa de 4,3245 g cuando se trabaja con una concentración de NaOH de 10 N y 10 cm de tamaño de partícula

Tabla 1. Matriz de Resultados Experimentales

BLOQUE	Concentración NaOH (mol/l)	Tamaño partícula (cm)	Celulosa (g)
1	5	1,5	4,0021
1	10	10	4,3021
1	5	10	4,0156
1	10	1,5	4,2584
2	5	1,5	4,0130
2	5	10	4,1002
2	10	1,5	4,2671
2	10	10	4,3110
3	5	10	4,1058
3	10	10	4,3245
3	5	1,5	4,0228
3	10	1,5	4,2514

Fuente: Elaboración autor.

Análisis de Varianza para Celulosa

En la tabla 2, se presenta el análisis de varianza para Celulosa, el ANOVA particiona la variabilidad de Celulosa en piezas separadas para cada uno de los efectos. entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 2 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 2. Análisis de Varianza para Celulosa

Fuente	Suma de Cuadrados	G	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A: Concentración NaOH	0,176419	1	0,176419	321,64	0,0000
B: Tamaño partícula	0,00988428	1	0,00988428	18,02	0,0054
AB	0,0000440833	1	0,0000440833	0,08	0,7863
bloques	0,00240979	2	0,0012049	2,20	0,1924

Error total	0,00329097	6	0,000548495		
Total (corr.)	0,192048	11			

Fuente: elaboración propia

Coefficiente de regresión para celulosa

En la tabla 3 se presenta el coeficiente de regresión para celulosa.

Tabla 3. Coeficiente de regresión para Tensión Eléctrica

Coefficiente	Estimado
constante	3,75414
A: Concentración NaOH	0,0495373
B: Tamaño partícula	0,00810588
AB	-0,000180392

Fuente: elaboración propia

Fuente: elaboración propia

Celulosa	=	3,75414	+
0,0495373*Concentración NaOH			+
0,00810588*Tamaño partícula			-
0,000180392*Concentración NaOH*Tamaño partícula			

Optimización de la Respuesta

En la tabla 4, se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza los valores de celulosa sobre la región indicada.

Optimizar Respuesta

Meta: maximizar Celulosa

Valor óptimo = 4,31253

Tabla 4. Optimización

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Concentración NaOH	5,0	10,0	10,0
Tamaño partícula	1,5	10,0	10,0

Fuente: Elaboración autor

Diagrama de Pareto Estandarizado

En la figura 9, se presenta el Diagrama de Pareto Estandarizada para celulosa, como se observa, el tamaño de partícula y concentración de NaOH son significativos, por

lo cual dichos factores deben conservarse en el modelo matemático empírico.

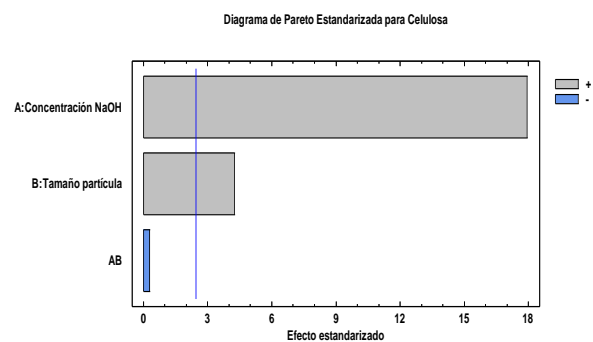


Figura 9. Pareto Estandarizada para celulosa

Superficie de Respuesta Estimada

En la figura 10, se presenta la Superficie de Respuesta Estimada para celulosa, en la cual se puede observar que el punto máximo de celulosa equivalente a 4,31253 g se logra con 10 cm de tamaño de partícula y 10 N de concentración de NaOH.

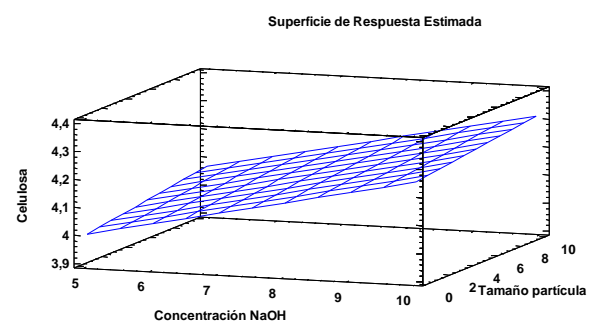


Figura 10. Superficie de Respuesta Estimada

CONCLUSIONES

Se desarrolla un proceso para la producción de celulosa de abacá y se logra un óptimo de celulosa igual a 4,31253 g con 10 cm de tamaño de partícula y 10 N de concentración de NaOH.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente y Universidad Central de Ecuador, por su cooperación en la realización de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. (Zhao et al., 2020) → Presento la idea ^{Error! No se encuentra el origen de la referencia.}
2. Álvarez Castillo, N. Elizabeth. G. C. D. F. (n.d.). *DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA : "ESTUDIO DE LA CINÉTICA DEL CRECIMIENTO EN EL PROCESO FERMENTATIVO DEL ABACA.*
3. Cárdenas Veliz, J. E. (n.d.). *ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA EXPORTACIÓN DE LA FIBRA NATURAL DE ABACÁ HACIA EL REINO UNIDO.*
4. FAO. (n.d.). *Future Fibres: Abacá.* Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. Retrieved February 14, 2024, from <https://www.fao.org/economic/futurefibres/fibres/abaca0/es/>
5. Sivasankar, G. A., Arun Karthick, P., Boopathi, C., Brindha, S., Nirmalraj, R. J. T., & Benham, A. (2023). Evaluation and comparison on mechanical properties of abaca and hemp fiber reinforced hybrid epoxy resin composites. *Materials Today: Proceedings.* <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2023.04.400>
6. Terán L. (n.d.). *Fibra del abaca - UNIVERSIDAD EQUINOCCIAL FACULTAD DE ARTES Y HUMANIDADES CARRERA DE DE MODAS. Ensayo acerca de la fibra de abacá.* Retrieved February 14, 2024, from <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-ute/ambiental/fibra-del-abaca/3043957>
7. Zhao, H., Yu, R., Qiao, H., & Liu, C. (2020). Study on the Formation of Glycine by Hydantoin and Its Kinetics. *ACS Omega*, 5(23), 13463–13472. <https://doi.org/10.1021/acsomega.9b03868>

Información de revisión por pares: Revista Biorrefinería agradece a los revisores anónimos por su contribución a la revisión por pares de este trabajo utilizando <https://reviewerlocator.webofscience.com/>.

Acceso abierto: Todos los artículos publicados por Revista Biorrefinería son accesibles en línea de forma gratuita y permanente inmediatamente después de su publicación, sin cargos de suscripción ni barreras de registro.

Nota del Editor: Revista Biorrefinería se mantiene neutral con respecto a reclamos jurisdiccionales en mapas publicados y afiliaciones institucionales.

Copyright: © 2024 por los autores. Presentado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

GUÍA DE AUTORES -BIORREFINERÍA

TÍTULO EN ESPAÑOL

ENGLISH TITLE

Nombre y apellidos¹, Nombre y apellidos² (subrayar el responsable de la correspondencia)

¹Institución, ciudad, País

²Institución, ciudad, País

Autor para correspondencia:

Recibido: día/mes/año (Esta fecha la colocará el Consejo Editorial)

Aceptado: día/mes/año (Esta fecha la colocará el Consejo Editorial)

RESUMEN

Exponga el problema de investigación en una sola oración, si es posible; el método experimental, incluyendo los mecanismos, procedimientos de recopilación de datos, nombres de las pruebas; los hallazgos, incluyendo los niveles de significación estadística; y las conclusiones, implicaciones, recomendaciones y/o aplicaciones. Máximo 120 palabras.

Palabras clave: no más de cinco, en orden alfabético, no incluidas en el título del trabajo. Debe basarse en tesauros de gran impacto como el oficial de la UNESCO, SKOS, CAB, EUROVOC, National Agricultural Library

(USDA), AGROVOC, MeSH, entre otros específicos del área de estudio.

ABSTRACT

State the problem under investigation in a single sentence. If it is possible, also include the experimental method, including the mechanisms, data collection procedures, full names of tests, the findings, including levels of statistical significance, and the conclusions and implications or applications. Maximum 120 words.

Keywords: no more than five.

INTRODUCCIÓN

La introducción presenta la teoría que sustenta la experimentación. Contiene el planteamiento del problema, el desarrollo de los antecedentes, fundamentación y objetivos. Las contribuciones enviadas a la revista deben abordar temáticas relacionadas con el desarrollo de la Bioeconomía con base Biotecnológica en los campos agrícola, alimentos, salud, ambiente, energías e industria.

Se aceptarán contribuciones de los siguientes tipos: revisión, de investigación, de reflexión, metodológicos, estudios de caso y notas breves. Se aceptarán solamente

contribuciones inéditas, **no sometidas** al mismo tiempo a ninguna otra publicación impresa o digital. El envío de estas contribuciones supone el compromiso del autor a **ceder sus derechos** a la revista. Serán enviadas al correo electrónico [biorrefinería.ceba@gmail.com](mailto: biorrefinería.ceba@gmail.com) y sometidas al sistema de revisión por pares, en la modalidad ciego, manteniendo el anonimato. Este recurso es inapelable.

Las contribuciones se escribirán en español o inglés con fuente **Calibri Light**, tamaño de **12 puntos**, **interlineado sencillo**, un espacio entre párrafos y una extensión máxima de 8 páginas. **El formato del papel debe ser A4**, con

márgenes de 2 cm a cada lado. El procesador de texto a utilizar será Microsoft Word. Los **títulos se escribirán en negrita y mayúscula sostenida**, mientras que los subtítulos tendrán sólo la primera letra en mayúscula. Las tablas deben crearse en Word y separarse únicamente con líneas horizontales. Las figuras (fotografías, gráficos, esquemas) deben insertarse en formato JPG con una resolución de 300 dpi y enviarse también como documento adjunto. Las tablas y figuras se citarán en el texto de acuerdo con el orden de aparición y en el siguiente formato: Tabla 1, Fig. 1, Figs. 1 y 2, Fig. 1(A) (cuando una imagen se subdivide en varios recuadros), se insertarán en el lugar exacto de aparición y se acompañarán de su correspondiente título y pie de figura, respectivamente. El número de tablas y figuras no será superior a 5 para artículos y 3 para notas breves. Las unidades de medida a utilizar serán las especificadas en el Sistema Internacional de Unidades. Los separadores de decimales serán la coma para artículos en español y el punto para artículos en inglés. La estructura de los artículos de revisión es libre y notas breves, siempre y cuando no sobrepase las 10 páginas en el formato de fuente indicado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Informe en tiempo pretérito qué es lo que usted hizo y cómo lo hizo, incluyendo la descripción de participantes (muestras), Herramientas o materiales, método estadístico, diseño experimental (incluyendo nivel de confianza) y procedimiento. Identifique en el texto todos los reactivos utilizados (reseñando el nombre del fabricante y el país entre paréntesis), el modelo de cada equipo y el sitio de obtención del material biológico (incluyendo las coordenadas del sitio de recolección).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados responden a los objetivos planteados en el experimento, incluyendo el análisis estadístico y los hallazgos relevantes.

Los resultados se pueden presentar en tablas y/o figuras, siendo preferibles las figuras. Las discusiones interpretan los resultados obtenidos con base en la teoría y los contrastan con los resultados de otros autores, se escriben en tiempo presente.

CONCLUSIONES

Las conclusiones responden al problema científico expuesto en la introducción el cual dio origen al experimento. Incluyen consecuencias, deducciones y generalizaciones que emanan de la evidencia aportada por los resultados y su interpretación. Sintetiza la idea planteada y los argumentos que se utilizaron para sustentarla. Evalúa lo planteado, señalando sus alcances y sus limitaciones. Plantea implicaciones o nuevos interrogantes al problema y recomendaciones. Escribir en tiempo presente.

AGRADECIMIENTO (opcional)

Se mencionarán las fuentes de financiación de los proyectos de investigación y/o apoyos recibidos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Se aplicará la norma internacional APA tanto para citación como para referenciación. Se recomienda usar un software.

Ejemplos:

- Adelin, E., Servy, C., Martin, M.-T., Arcile, G., Iorga, B. I., Retailleau, P., ... Ouazzani, J. (2014). Bicyclic and tetracyclic diterpenes from a *Trichoderma* symbiont of *Taxus baccata*. *Phytochemistry*, *97*, 55–61. <http://doi.org/10.1016/j.phytochem.2013.10.016>
- Arango, M., Ordoñez, N., Castañeda, E., & Restrepo, A. (1988). *Manual Hongos contaminantes del laboratorio*. Bogotá: Instituto Nacional de Salud y Corporación para Investigaciones Biológicas.
- Bailey, B., Bae, H., Strem, M., Roberts, D., Thomas, S., Crozier, J., ... Holmes, K. (2006). Fungal and plant gene expression during the colonization of cacao seedlings by endophytic isolates of four *Trichoderma* species. *Planta*, *224*(6), 1449–164. <http://doi.org/10.1007/s00425-006-0314-0>
- Baldwin, J. E., Bansal, H. S., Chondrogianni, J., Field, L. D., Taha, A. A., Thaller, V., ... Taylor, A. (1985). Biosynthesis of 3-(3'-isocyanocyclopent-2-enylidene) propionic acid by (*bon.*) *bain.* aggr. *Tetrahedron*, *41*(10), 1931–1938. [http://doi.org/10.1016/S0040-4020\(01\)96556-1](http://doi.org/10.1016/S0040-4020(01)96556-1)
- Barnet, H. L., & Hunter, B. B. (1972). Illustrated Genera of Imperfect Fungi. *Mycologia*, *64*(4), 930–932. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/3757954>
- Barnet, H. L., & Hunter, B. B. (1978). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (5th ed.). New York: MacMillan Pub. Company.

BIODIVERSITY®



SERVICIOS

- proyectos de investigación.
- Desarrollo de productos escalas Laboratorio, Banco y Piloto.
- Escalado Semi-industrial e Industrial.

PRODUCTOS

- Alimentos
- Suplementos
- Fitofármacos
- Fármacos
- Cosméticos
- Bebidas

Contacto

Cel.: +593 99 758 9267, Email: info.biodiversity@gmail.com, <https://www.facebook.com/BiodiversityEC>. Ibarra-Ecuador.

BIOECOLÓGICOS



SERVICIOS

- Elaboración proyecto de inversión.
- Dirección técnica instalación industrial.
- Asesoría técnica para la producción.
- Capacitación técnica y adiestramiento al personal de planta.

PRODUCTOS

- Micelios (semillas) de hongos nutracéuticos.
- Extractos de hongos nutracéuticos.

Contacto: Cel.: +593 99 596 8529, www.bioecologicos.com, Email: bioecologicosec@gmail.com
<https://www.facebook.com/BioecologicosEC/> . Ibarra-Ecuador