



esPOCH

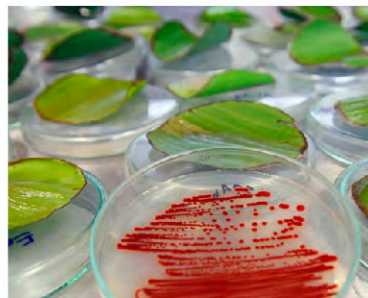
Facultad de Ciencias Pecuarias

RECIENTA

Revista Científica Agropecuaria



VOL. 3
Núm. 01
Noviembre 2022 - Abril 2023
ISSN 2773-7608



Líneas de investigación:

- Ciencias agrícolas y agroindustriales
- Ciencias zootécnicas y biológicas
- Ciencia e ingeniería de Alimentos
- Ciencia e ingeniería de biomateriales
- Medicina animal
- Procesos agropecuarios y agroindustriales
- Economía, gerencia y negocios agropecuarios
- Aplicaciones de otras ciencias a estas áreas.

Información: reciena.fcp@epoch.edu.ec



epoch.edu.ec



ISSN: 2773-7608

RECIENA.

Licencia Internacional Creative Commons

Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra Derivada (by-nc-nd)



Publicada por la Facultad de Ciencias Pecuarias

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Número 1, Año 3, Volumen 3 / Noviembre 2022 – Abril 2023

Contenido

1	IMPACTO DEL USO DE COLORANTES NATURALES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA. Enriquez Miguel, Infantes Sadid, Román Karla.	7 - 15
2	CARACTERIZACIÓN DE CEPAS BACTERIANAS CON RESISTENCIA A BAJAS TEMPERATURAS DE LA LAGUNA TOBAR DONOSO EN LA COMUNA PIÑÁN DE LA PROVINCIA DE IMBABURA. Gordillo-Vásquez Joselyn, Peñafiel-Muñoz Erika.	16 - 25
3	ADITIVOS ALIMENTARIOS: ASPECTOS DE REGULACIÓN Y SEGURIDAD DE LOS COLORANTES UN ENFOQUE DESDE LA LEGISLACIÓN ECUATORIANA. Quintana López Lorena Mishely, Caicedo Redin Pamela Liseth, Arboleda Álvarez Diego Alejandro.	26 - 34
4	DISEÑO, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN PLAN SANITARIO EN BASE AL DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO PARA EL CONTROL DE PARASITOS EN BOVINOS. Jessica Paola Choto, Maritza Lucía Vaca.	35 - 42
5	EL NUEVO ENTORNO DE LA ECONOMÍA DIGITAL EN LOS AGROEMPRESARIOS COMO UN RETO PARA LAS ADMINISTRACIONES TRIBUTARIAS. Grace Natalie Tamayo Galarza, Iván Alejandro Rueda Fierro, Maritza Tatiana Pérez Valencia, Carlos Alberto Mancheno Vaca.	43 - 51
6	CARACTERIZACIÓN DE MICROORGANISMOS AISLADOS DE SUELOS, MEDIANTE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. Luis Tello, Pablo Mancheno, Joe Lala, Grace Portilla.	52 - 56
7	EFFECTO EDULCORANTE DE LA SUCRALOSA EN LA ELABORACIÓN DE MERMELADAS. María González, Luis Arboleda, Alexis Ramos.	57 - 65
8	BIOPOLÍMEROS A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA): UNA REVISIÓN. López Ariel, Mejía Nora, Zavala Alicia, Ramos Flores Marcelo.	66 - 72



CORRESPONDENCIA Y SUSCRIPCIONES

Revista RECIENA

Panamericana Sur, km 1 1/2

ESPOCH Facultad de Ciencias Pecuarias

Riobamba-Ecuador

Tel.: (+593) 299 8200 ext. 2401

eMail: reciena.fcp@epoch.edu.ec



epoch

Facultad
de Ciencias
Pecuarias

Comité:

EDITORA GENERAL:

Ing. María Belén Bravo Avalos. PhD (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).

EDITOR JEFE:

Msc. Carlos Andrés Mancheno (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador).

MIEMBROS COMITÉ EDITORIAL

Pamela Vinuesa Vinuesa (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

William Orlando Caicedo (Universidad Estatal Amazónica, Ecuador)

Cira Duarte García (Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, Cuba)

Hugo López Insunza (Universidad Autónoma de Sinaloa, México)

José Miranda Yuquilema (Universidad de Cuenca, Ecuador)

Begonia Peinado Ramón (Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimenticio, España)

Ángel Poto Remacha (Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimenticio, España)

Andrés Suarez Usbeck (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

Aldo Rodríguez Hernández (Universidad de Chapingo, México)

Cecilia Rodríguez Haro (Universidad Regional Amazónica IKIAM, Ecuador)

Sungey Sánchez Llaguno (Universidad de las Fuerza Armadas, ESPE, Ecuador)

Juan Carlos Lliví (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador)

COMISIÓN DE SOPORTE

Soporte Informático:

Wilian Marcelo Bravo Morocho (ESPOCH, Ecuador)

Alex Erazo Luzuriaga (ESPOCH, Ecuador)

Revisión idioma inglés - español:

Isabel Escudero Orozco (ESPOCH, Ecuador)

Nora Tahirí Mejía (ESPOCH, Ecuador)

Soporte editorial y logístico:

Nora Tahirí Mejía (ESPOCH, Ecuador)

Diseño y Diagramación:

José Luis Heredia Hermida (ESPOCH, Ecuador)

IMPACTO DEL USO DE COLORANTES NATURALES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

IMPACT OF THE USE OF NATURAL COLORS IN THE FOOD INDUSTRY

Enríquez Miguel *

Infantes Sadid

Román Karla

Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica. Km. 2½, vía Puyo a Tena (Paso Lateral). Puyo-Ecuador.

* E-mail: menriquez@uea.edu.ec

RESUMEN

Los colorantes alimenticios en la actualidad representan un factor importante a la hora de elegir los alimentos procesados por las características que aportan. El objetivo de la investigación fue identificar el impacto del uso de los colorantes naturales en la industria alimentaria. El método empleado es de tipo exploratorio con enfoque documental de orden secundario, ya que se realizó una búsqueda minuciosa de información bibliográfica de documentos obtenidos en bases científicas con la información que sustente el trabajo. Se identificó la presencia de colorantes en 15 vegetales donde prevalecen los β -carotenos, betalainas, clorofila, curcumina, antocianinas, capsantinas bixina, tartrazina y ficocianina, en 11 frutas que contienen los siguientes componentes: antocianinas, carotenos y betalaina, y en 3 plantas medicinales: carotenos y betalaina amarantina. En conclusión, identificamos que los vegetales, frutas y plantas medicinales poseen compuestos que ejercen la función de tinción del colorante natural utilizados en la industria alimentaria y son empleados en su mayor parte la línea láctea y cárnica.

Palabras clave: *Pigmentos, Antocianinas, Betalaina, Carotenoides, Curcuminas.*

ABSTRACT:

Food dyes currently represent an important factor when choosing processed foods due to the characteristics they provide. The objective of the research was to identify the impact of the use of natural colorings in the food industry. The method used is of an exploratory

type with a documentary approach of secondary order, since a thorough search of bibliographic information of documents obtained on scientific bases with the information that supports the work was carried out. The presence of dyes was identified in 15 vegetables where β -carotenes, betalains, chlorophyll, curcumin, anthocyanins, capsanthins, bixin, tartrazine and phycocyanin prevail, in 11 fruits that contain the following components: anthocyanins, carotenes and betalain, and in 3 plants. medicinal: carotenes and betalaina amarantina. In conclusion, we identified that vegetables, fruits and medicinal plants have compounds that perform the staining function of the natural dye used in the food industry and are mostly used in the dairy and meat line.

Keywords: *Pigments, Anthocyanins, Betalain, Carotenoids, Curcumins.*




1. INTRODUCCIÓN

Los colorantes naturales comprenden los tintes y pigmentos que se originan de las plantas, insectos y minerales, William Henry Perkin en 1856 descubrió los primeros tintes sintéticos, que recibieron una aceptación más rápida debido a una amplia escala de aplicaciones en varios campos como: alimentos, cosméticos, terapia fotodinámica, actividad óptica no lineal y la industria textil (1). Se introdujeron colorantes sintéticos más baratos, lo que resultó en una disminución drástica en el uso de colorantes naturales, hay que tomar en cuenta que los colorantes se dividen en 2 grupos: naturales y artificiales (2). Según (3) los colorantes naturales abarcan las sustancias extraídas

de materias primas de origen vegetal, los compuestos obtenidos por síntesis, como ejemplo: la clorofila o el caramelo y los artificiales son compuestos químicos que se obtienen mediante síntesis, no identificados en productos de origen vegetal estos poseen características muy importantes como: producción económica, el tinte es fuerte, y también tienen una buena estabilidad química; ejemplos de éstos son el amarillo tartrazina o el rojo allura, también existen algunos minerales, incluyendo metales, que pueden usarse para dar color a los alimentos. El estudio experimental de los colores inicia desde tiempos antiguos, en el medio oriente donde empezaron a producir teñidos en pieles con elementos naturales, y su perfeccionamiento se dio en América con la técnica de tinturado indígena que ha sido utilizada en los países andinos desde el periodo Formativo (3500 a.C.), en la época colonial, los tintes se convirtieron en mercancías muy valoradas por los españoles debido a la variedad e intensidad de colores que generaban en sus prendas y sus exportaciones, debido al carmín extraído de la cochinilla (4). Desde los orígenes de la humanidad se han utilizado colorantes naturales en una variedad de actividades que van desde la pintura como expresión artística, hasta la alfarería y el teñido de telas y lanas, también se han usado como aditivo en alimentos, para otorgarles mejores cualidades organolépticas (5). Los pigmentos vegetales provienen de componentes biológicos que son aprovechados en la industria alimentaria y no alimentaria por sus componentes bioactivos también pueden ejercer funciones fúngicas y bacterianas evitando la toxicidad de los alimentos (6)

Los colorantes usados en la industria alimentaria son elaborados con la finalidad de mantener y mejorar las propiedades organolépticas de los alimentos durante la vida en anaquel, en los últimos años los colorantes de origen natural han mejorado significativamente tanto en calidad como en variedad, estos resultan inocuos, a diferencia de los artificiales, algunos pueden ayudar a mejorar el aspecto a los productos como es el caso de las antocianinas y los carotenoides, los cuales poseen propiedades antioxidantes y también tienen un impacto protector frente a las enfermedades crónico-degenerativas y en algunos tipos de cáncer (7). Fue solo después de 1856, cuando Perkin, descubrió el primer colorante sintético, al que pocos años más tarde lo comercializó con el nombre de Mauveína (púrpura de Perkin o anilina morada) Perkin, trabajando con Hoffmann, descubrió que por oxidación de la anilina se formaba una resina de la que, por tratamiento con alcohol, se aislaba un producto púrpura. La gran suerte de Perkin fue que la anilina estaba impurificada por una mezcla de toluidinas, ya que sin este producto la formación del colorante no tiene lugar. Pocos años más tarde, Perkin lo comercializó con el nombre de Mauveína, siendo el primero de los denominados de anilina Falcinelli (2019).

Las autoridades sanitarias encargadas de las normativas de uso de aditivos alimentarios son la FDA (Food and Drug Administration) en EE. UU. y la EFSA (European Food Safety Authority) en la Unión Europea, sin embargo, hay países que difieren respecto a las propuestas de los organismos antes mencionados según se detalla en la tabla 1.

Entidad	Logo/bandera	Características
Unión Europea		Todos los aditivos, incluidos los colorantes naturales, deben contar con autorización y cumplir con el reglamento CE 1333/2008 para ser utilizados. Adicionalmente, se les identifica con la letra E seguida de un número, que en el caso de los colorantes corresponde a los números entre 100 y 199. Son regulados respecto del tipo de alimentos al que pueden ser adicionados, en qué condiciones y las restricciones de venta de cada uno. Por ejemplo, el color rojo natural E120, corresponde a cochinilla y ácido carmínico, el que es extraído del exoesqueleto de un insecto y es usado en bebidas alcohólicas, carbonatadas, sopas y postres
EEUU -FDA		La FDA clasifica los colores permitidos en dos categorías: 1. Colorantes certificados: son producidos sintéticamente. Actualmente hay nueve autorizados en alimentos, los que llevan el prefijo FD&C o D&C, el color y un número. Por ejemplo: FD&C Yellow N° 6 (Tartrazina). 2. Colorantes liberados de certificación: son los que incluyen pigmentos derivados de fuentes naturales como frutas, hortalizas, minerales o animales. Ejemplos: el extracto de annatto (amarillo), betarragas deshidratadas, caramelo, beta-caroteno y extracto de piel de uva. En Japón la regulación de los aditivos alimentarios se rige bajo la ley de higiene alimentaria y no hace distinción entre sintéticos y naturales. Actualmente hay 345 aditivos aprobados por el Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar. Existen dos tipos de aditivos:
JAPON		1. Aditivos libres de certificación: corresponde a aquellos comercializados o usados actualmente y ratificados por la ley de higiene alimentaria y que aparecen en el listado de los 345 aditivos alimentarios aprobados. 2. Aditivos que requieren autorización: la autoridad japonesa se encuentra evaluando ciertos aditivos para su autorización, ya que existe la necesidad de revisar sustancias que han sido aprobadas en otros países y que han probado ser saludables y ampliamente usadas en el mundo. Lo anterior, debido a que el 60% de los alimentos que Japón consume son importados. De esta manera, disminuye la posibilidad que estos alimentos contengan aditivos que no estén autorizados en este país. La evaluación se basa en aditivos ya valorados por el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) y aquellos utilizados ampliamente en EE.UU. o la Unión Europea.

El principal problema es el desconocimiento y la utilización de los colorantes naturales en la industria alimentaria, en base a este antecedente se plantea como objetivo determinar el impacto del uso de colorantes naturales en la industria alimentaria.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación realizada fue específicamente de revisión bibliográfica y para el desarrollo se utilizó la metodología (Salsa) por las siglas en inglés: Search, Appraisal, Synthesis, Analysis, modificada por (8). El método Salsa tradicional para revisiones sistemáticas involucra cuatro pasos que son: búsqueda, evaluación, síntesis y análisis, sin embargo, Gunnarsdottir, añadieron un paso adicional conocido como la técnica de la bola de nieve como se observa en la (Figura 1 y 2).

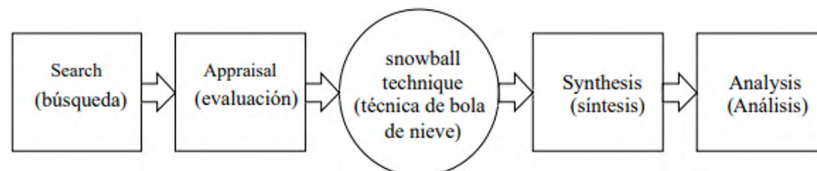


Figura 1. Diagrama general del método Salsa modificado por Gunnarsdottir

El método SALSA consiste en un proceso de búsqueda integral y una revisión crítica que permite elaborar documentos utilizando lo mejor de la información disponible mientras minimizan el potencial de sesgo (8) A continuación, se describe el método SALSA modificado utilizado para la elaboración de esta investigación, además se puede visualizar de forma esquematizada en la (Figura 2).

El primer paso del método SALSA consistió en buscar (search) información relevante sobre el uso e impacto de los colorantes naturales, en tesis de pregrado,

artículos científicos y libros encontrados en buscadores y bases de datos como son google académico, web of Science, Science, Direct, Scopus, Pubmed, Scielo. El segundo paso permite evaluar más a fondo si los resultados que cumplan con los criterios de inclusión (investigaciones cuantitativas y cualitativas, acceso completo a la información del impacto del uso de colorantes) y exclusión. Este punto permitió la valoración y clasificación de la literatura utilizada, además, sirvió de base para el continuar con el paso tres.

Análisis	Síntesis	Técnica de bola de nieve	Evaluación	Búsqueda
Estudios incluido el análisis cualitativo y cuantitativo Análisis descriptivo por categorías (Uso de colorantes en la industria)	Estudios incluidos en síntesis cualitativa Elaboración o desarrollo del documento	Permitió encontrar información bibliográfica sobre los colorantes utilizados en la industria y su impacto.	Estudios de texto según criterios de elegibilidad Criterio de inclusión: investigaciones cuantitativas y cualitativas, acceso completo sobre colorantes. Criterios de exclusión: investigaciones fuera del periodo de recogida de datos de colorantes naturales utilizados en la industria.	Realizada en base de datos: Términos Clave aislados Filtros año de publicación: de preferencia artículos del 2000 en adelante. Área: biotecnología, química, alimentos Tipos de documentos: artículos científicos, tesis, libros • Lenguaje: inglés, español y portugués

3. RESULTADOS

Tras generar la revisión bibliográfica se presenta en la tabla 2 la información referente a los impactos del uso de colorantes en la industria de alimentos.

Tabla 2. Colorantes naturales en los alimentos

Fuente	Producto	Colorante	Uso	Impacto sobre los alimentos	Discusión	Autor
VEGETALES	Zanahoria	Anaranjado (β-caroteno)	Embutidos	La inclusión del extracto de zanahoria en salchichas Frankfurt concentradas del 35-60 % de β-caroteno disminuyó la formación de ácido tiobarbitúrico.	Según (9) en su estudio sobre la utilización del extracto de zanahoria en chorizo de pollo determino la presencia de antioxidante que inhibe el crecimiento microbiano.	(10)

Fuente	Producto	Colorante	Uso	Impacto sobre los alimentos	Discusión	Autor
VEGETALES	Espinaca	Verde (Clorofila)	Yogurt	La clorofila en el yogurt se estabiliza a temperatura ambiente hasta el tercer día, transcurrido ese tiempo su Ph se reduce produciendo un descoloramiento e inestabilidad.	(12) en su estudio sobre la espirulina en la elaboración de pan sin gluten determino la capacidad antioxidante y desintoxicante en el análisis del producto final.	(13)
	Berro	Verde (Clorofila)	Crema chantillí	La clorofila se estabiliza en la crema chantillí a -4 °C en crema chantilly, conservando el color y pH.		
	Brócoli	Verde marrón (Clorofila)	Carnes	La adición de clorofila en la fabricación de Nuggets de carne de cabra ayuda a evitar el engracia miento de la grasa.	(14) en su estudio sobre la evaluación de la calidad de embutidos con extractos de nopal y brócoli determino que se enmarcan en los parámetros de la normatva vigente mexicana.	(15)
	Cúrcuma	Naranja amarillento (Curcumina)	Carnes	La cúrcuma se la utiliza como un colorante natural en carnes por su poder antioxidante y antimicrobiano.	Según (16) logra generar un pigmento idóneo en el pollo faenado añadiendo el 1.5 % de harina de cúrcuma del total del peso del producto, cumpliendo las expectativas del consumidor.	(17)
	Tomate	Rojo (Licopeno, carotenoides)	Carne procesada	Al añadir licopeno a la carne procesada se obtiene una coloración roja en el producto final con un valor de pH bajo y evitando el crecimiento de microorganismos.	(20) en su estudio sobre la utilización de licopeno de tomate como colorante de productos cárnicos estableció al incorporar el 4% mejora la coloración debido a la actividad antioxidante e inhibitoria que posee, dando así un pigmento rojo intenso en la carne.	(10)
	Pimentón	Rojo (Capsantina)	Embutidos cárnicos	La adición de paprika en embutidos tipo salchicha y chorizo genera una aceleración en la maduración de la carne, el pH del embutido es bajo debido al crecimiento de bacterias ácido-lácticas.	(21) en su estudio acerca de obtención de carotenoides de pimentón y su uso como colorante natural en salchichas tipo coctel, determino que la adición del colorante no afecta su composición nutricional e inhibe la actividad microbiana.	
	Achiote	Naranja-amarillo (Bixina)	Embutidos	La adición de <i>Bixa orellana</i> como colorante natural en sustitución de nitrito de sodio en salchichas frankfurter permitió mayores tonalidades rojas y amarillas y menor luminosidad.	Según (22) la aplicación del colorante natural de achiote en el yogurt inhibe la formación y proliferación de microorganismos proporcionándole un color rosado.	(22)
	Azafrán	Violáceo (Tartrazina)	Carnes	La oleoresina del azafrán de bolita es sensible a la temperatura y la presencia de oxígeno. Por lo tanto, es factible que pueda ser aplicado en alimentos que sean conservados a bajas temperaturas y bajos niveles de oxígeno.	(24) en su investigación resolvió que la adición de colorante de azafrán en yogurt tiene una mayor actividad antioxidante y es un alimento funcional que ayuda a la prevención de problemas de la salud.	(25)
	Col morada	Morado (Flavonoides, antocianinas)	Yogurt	La aplicación de colorante en el yogurt natural con una dosificación de 1.5 ml/ 100 L de yogurt natural, dio como resultado color rosa intenso, pH 4.34±0.02.	(26) en su investigación determina que se puede aplicar en Yogur porque sus antocianinas y flavonoides mejora el color del producto y obtuvo la aceptabilidad del consumidor.	(27)
	Espirulina	Azul (ficocianina)	Yogurt	La adición de espirulina a productos a base de leche fermentada mejora el desempeño de los cultivos iniciadores, mejora su tasa de crecimiento y la tasa de supervivencia durante el proceso y el almacenamiento y vida de anaquel.	(28) menciona en su investigación que la espirulina posee una estabilidad de color muy fuerte, debido a su alto contenido de pigmentos mejora notablemente la actividad antioxidante del yogurt.	
	Rábano	Rojo anaranjado (antocianina)	Mermeladas, bebidas.	Las antocianinas extraídas del rábano funcionan como pigmento en los alimentos gracias a su tono rojo brillante, y poseen propiedades antioxidantes.	(29) menciona que las antocianinas presentes en los pigmentos de cáscara de higo se utilizaron en el yogurt natural, lo cual le brinda un color rosado similar al comercial y una estabilidad de 25 días.	(30)

Fuente	Producto	Colorante	Uso	Impacto sobre los alimentos	Discusión	Autor
VEGETALES	Mashua púrpura	Morado (flavonoides, antocianinas)	Lácteos	Los pigmentos extraídos del tubérculo de <i>Tropaeolum tuberosum</i> , de piel y pulpa morada, poseen actividad antioxidante	Según (31) en su estudio sobre la adición de puré de mashua en el yogurt menciona que aumenta el contenido de polifenoles y un aporte de antocianinas, siendo un compuesto estable durante el almacenamiento.	(32)
FRUTAS	Uva	Violeta (Antocianina)	Bebidas Licores	Las antocianinas son utilizadas como pigmentos debido a las cantidades de compuestos bioactivos presentes, son utilizados en la industria de bebidas caramelos, licores.	Según (33) en su investigación adiciona el colorante natural de la uva en yogures comerciales y evaluó los cambios de color mediante coordenadas CIEL*a*b* durante el almacenamiento, la concentración de antocianinas y fenoles totales en OUP fue de 447,28±20,0 mg Cianidina3-glusido/g ms y 432,54±36,37 mg EAG/g ms respectivamente.	(34)
	Naranja	Naranja (Caroteno)	Postres Harinas	El caroteno de la cascara de naranja ayuda a potenciar el color en la harina utilizada en la panadería.	Según (35) Indica que estos compuestos son los responsables en la pigmentación de varios productos alimenticios procesados y que se los puede obtener de vegetales y frutas tales como: zanahoria, zumo de naranja, tomate, Claudia, uvilla, mango y estos pigmentos tienen propiedades antioxidantes que ayudan a la prevención de enfermedades del ser humano como: la aterosclerosis o incluso el cáncer.	(36)
	Claudia	Amarilla (Caroteno)	Bebidas Helados Cameros	Las antocianinas y carotenoides presentes en la fruta ayudan a dar un color intenso en los alimentos como: bebidas, caramelos, etc.		(37)
	Uvilla	Naranja (Caroteno)	Yogur Crema chantillí	(37) Sus carotenos actuaron de forma favorable al incluirlos en un yogur natural con crema chantillí intensificando el color y manteniendo sus características nutricionales.		(38)
	Mango	Naranja (Caroteno)	Yogur	Se aplicó en un yogur natural donde mejoro sus características organolépticas: color sabor y olor.		
	Piña	Naranja (Caroteno)	Yogur			
	Tuna	Violeta (Betalaína)	Yogur	La Betalaína presente en la tuna se aplicó al yogur natural y crema chantillí teniendo como resultado la conservación de los valores nutricionales del producto.		Según (39), la adición del colorante natural en crema chantillí presenta actividad antioxidante y mejora su vida en anaquel a 7 días de vida útil.
	Mortiño	Violeta (Antocianina)	Embutidos	La antocianina presente en el mortiño se aplicó en salchichas teniendo como resultado la inhibición de los microorganismos.	Según (41), en su investigación pudo establecer la efectividad de la tinción del colorante extraído, utilizando 0.5 gr del extracto del mortiño y 1.75 gr del extracto de la flor de la Jamaica al comparar por medio de colorimetría con una muestra de yogurt de mora industrial que fue tomado como referencia.	(42)
	Mora	Violeta (Antocianina)	Yogures	La antocianina presente se utilizó en yogur para mejorar las características sensoriales y potencia el color.	Según (43), el colorante de mora y motilón se aplicaron en productos lácteos comerciales (leche, kumis), generando una estabilidad y preservando las características nutricionales del producto.	(44)
	Motilón	Violeta (Antocianina)	Yogures			

Fuente	Producto	Colorante	Uso	Impacto sobre los alimentos	Discusión	Autor
FRUTAS	Cereza	Rojo (Antocianina)	Bebidas quesos Confituras Helados Productos lácteos	La utilización del colorante de la cereza en los alimentos genera las siguientes funciones: potenciar la tinción en producto final, estabilizarlo y mejoramiento del	Según (45), la investigación pudo determinar que únicamente los pigmentos presentes en los frutos de Cereza pH 4 y 5, Mora pH 5 y Saúco pH 5, presentan las características para ser utilizados como alternativas naturales del colorante artificial Rojo No.2 en bebidas comprendidas en el rango de pH 4 y 5.	(46)
PLANTAS MEDICINALES	Jamaica	Roja (Caroteno)	Yogur	La aplicación del colorante de Jamaica en un yogur natural influyo directamente sobre su apariencia mejorando la intensidad de este.	Según (47) se pudo establecer la efectividad de la tinción del colorante extraído utilizando 0.5 gr del extracto del mortiño y 1.75 gr del extracto de la flor de la Jamaica al comparar por medio de colorimetría con una muestra de yogurt de mora industrial que fue tomado como referencia.	(44)
	Caléndula	Naranja (Caroteno)	Lácteos	La Betalaina amarantina presente en el pigmento de <i>Calendula officinalis</i> , se pueden utilizar como colorantes en productos lácteos.	(47) menciona en su investigación que el extracto acuoso de caléndula, contiene flavonoides y aminoácidos, lo cual brinda un importante aporte nutricional al producto final.	(48)
	Sangorache	Rojo Violeta (Betalaina, amarantina)	Mortadela	La Betalaina amarantina del sangorache se aplica como colorante en la mortadela para darle acidez y color al producto.	(49) mencionan en su estudio que se puede aplicar el pigmento de sangorache en yogurt y salchichas tipo Viena aplicado en una dosificación establecidas en la norma INEN 2564 para yogurt e INEN 1339 para embutidos.	(50)

4. CONCLUSIONES

Se identificó la presencia de colorantes en 15 vegetales donde prevalecen los β -carotenos, betalainas, clorofila, curcumina, antiocianinas, capsantinas bixina, tartrazina y ficocianina que son compuestos que ayudan a la pigmentación de los alimentos a nivel industrial en el área láctea y cárnica en su mayor parte, reduciendo el uso de los elementos sintéticos y asegurando la calidad de los productos elaborados.

Se determinó compuestos en 11 frutas que contienen los siguientes compuestos: antiocianinas, carotenos y betalaina que son utilizadas en su mayoría en la línea láctea permitiendo el mejoramiento de las características sensoriales y la inhibición de microorganismos

En las plantas medicinales se identificó 2 compuestos: carotenos y betalaina amarantina en 3 plantas que ejercen la tinción de colorante natural y es utilizada en la línea láctea (yogur) mejorando sus características organolépticas y también potenciando el sabor.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- 1.- Bhute, K. H. P. and A. S. (2015). Plant based dyes and mordant : A Review. Journal of Natural Products and Plant Resources, 6(November), 649–664.
2. Arora, J. (2017). Arcoíris de Tintes Naturales en Textiles Utilizando Extractos de Plantas: Procesos Sostenibles y Eco-Amigables. Scientific Research, 13. Obtenido de https://www.scirp.org/html/3-5500264_74365.htm?pagespeed=noscript
3. Schmidl, H. (1990). Aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos. In Aplicaciones y comentarios de orden químico y tecnológico. https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/361/T_Q05_G774_2014.sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR1qDG_J_kN7eETOeLCZiKIOHGETU0F2d%0Ahttp://portal.export.com.gt/portal/clientes/fichas_tecnicas/Salsa_de_tomate.pdf
4. Ochoa, C. P. (2020). Revalorización de métodos ancestrales de tinturado natural en las provincias de Loja y Azuay del sur de

- Ecuador. Scielo, 7. Obtenido de http://scielo.senescyt.gov.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2477-88502020000200050
5. Enríquez, M. (2021). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido fenólico del aceite esencial de hojas secas y húmedas de guavidua (*Piper carponya* Ruiz & Pav.). *Semiárida*, 31(1), 9-15. doi:[https://doi.org/10.19137/semiarida.2021\(01\).09-15](https://doi.org/10.19137/semiarida.2021(01).09-15)
 6. Enríquez-Estrella, Miguel Ángel, Sonia Elizabeth Poveda-Díaz, y Glenda Indira Alvarado-Huatatoca. 2023. «Bioactivos De La Hierba Luisa Utilizados En La Industria». *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas* 14 (1). México, ME:1-11. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i1.3249>.
 7. Urbina, N. (2022). Utilización de licopeno de tomate (*Solanum lycopersicum*) como colorante en productos cárnicos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/16170>
 8. Gunnarsdottir, I.; Davidsdottir, B.; Worrell, E. and Sigurgeirsdottir, S. 2020. Review of indicators for sustainable energy development. *En renewable and sustainable energy reviews*. Elsevier Ltd. 133:1-22.
 9. Ajon Shiguango, L. A. (2020). Evaluación de colorantes naturales achiote (*Bixa orellana* L.), cúrcuma (*Curcuma longa* L.) y zanahoria (*Daucus carota* L.), en la elaboración de chorizo de pollo. <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/905>
 10. Girón, J. M. (2016). Pigmentos vegetales y compuestos naturales. 11(21), 51-62. Obtenido de <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Inventum/article/view/1450/1385>
 11. Morales, P. G. (2010). Sustitución parcial de Metionina por Betaína en la nutrición de pollos de engorde. Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3010/1/Tesis%20Lic%20Zoot%20Pahola%20Morales.pdf>
 12. Figueira, F. d. (2011). Elaboration of gluten-free bread enriched with the microalgae *Spirulina platensis*. *Brazilian Journal of Food Technology*, 14(4). Obtenido de <https://www.scielo.br/j/bjft/a/fhhHkrbCSbXGRCxxKXmQgjF/abstract/?lang=en&format=html>
 13. Cuesta, W. (2018). Obtención de colorantes naturales a partir de espinaca, berro, y brócoli para uso alimenticio. trabajo de titulación. escuela superior politécnica de chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/10431/1/96T00482.pdf>
 14. Cruz, A. C. (2013). Desarrollo y evaluación de calidad de un embutido cárnico adicionado con nopal (*Opuntia* sp.) y brócoli (*Brassica oleracea*). Universidad de Sonora, Hermosillo. Obtenido de <http://148.225.114.121/bitstream/unison/4402/1/cruzmontanoanacarolinal.pdf>
 16. Paz, C. (2020). Utilización de diferentes niveles de cúrcuma (*Curcuma longa*) 0.5; 1 y 1.5 % para la pigmentación de la carne de pollos de engorde. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7017/1/PC-000988.pdf>
 17. Banerjee, R. (2012). Antioxidant effects of broccoli powder extract in goat meat nuggets. *Meat Science*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22330944/>
 18. Hernández, V. (2016). Extracción de Antocianina a partir de maiz morado (*Zea mays* L) para ser utilizado como antioxidante y colorante en la industria alimentaria. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/878/BC-TES-5646.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 19. Abdeldaiem. (2013). Use of yellow pigment extracted from turmeric (*Curcuma longa*) rhizomes powder as natural food preservative and colorant. *Food Science and Quality Management*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/234683731.pdf>
 20. Urbina, N. (2022). Utilización de licopeno de tomate (*Solanum lycopersicum*) como colorante en productos cárnicos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/16170>
 21. Aguilar, A. (2020). Obtención de carotenoides del pimentón (*Capsicum annum* L) y su uso como colorante natural en salchichas tipo coctel. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/17050>
 22. Reyes, Z. (2015). Extracción y evaluación del colorante natural de achiote (*Bixa orellana* L.) como sustituto del colorante E-102 amarillo No. 5 (Tartracina) en la elaboración de un yogurt. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1334/1/Zoila%20Concepcion%20Reyes%20Buenafe.pdf>
 23. Peña, P. J. (2017). Efecto del reemplazo parcial de nitrato de sodio por achiote (*Bixa orellana* L.) en las propiedades de salchichas frankfurter. Escuela Agrícola Panamericana. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/e1612293-6241-494f-a118->

- 55bfb76ba977/content
24. Silvio, V. M. (2020). Parámetros físicos y químicos del azafrán y su uso como color en yogurt griego con sabor a gelatina de maracuyá. *Research, Society and Development*, 9(5). Obtenido de <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3244/4954>
 25. Pichardo, M. (2018). Evaluación de la estabilidad del pigmento de azafrán de bolita (*Ditaxis heterantha*) ante diferentes factores fisicoquímicos: temperatura, luz, antioxidante y oxígeno. División de Biotransformación. Obtenido de https://smbb.mx/congresos%20smbb/puertovallarta03/TRABAJOS/AREA_VI/CARTEL/CVI-26.pdf
 26. Guaranda, E., & Silva, J. (2017). Colorante avocodo. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4195/1/UTC-PC-000154.pdf>
 27. Hosseini, S. M. (2013). *Spirulina paltensis*: Food and Function. *Current Nutrition & Food Science*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Seyed-Marzieh-Hosseini/publication/262107454_Spirulina_paltensis_Food_and_Function/links/549a78af0cf2b80371359719/Spirulina-paltensis-Food-and-Function.pdf
 28. Barkallah, M. (2017). Effect of *Spirulina platensis* fortification on physicochemical, textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage. 84, 323-330. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643817303961>
 29. Aguilera, M. (2012). FIG ANTHOCYANINS AS PLAIN YOGHURT COLORANTS. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 14(01), 18-24. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971151003.pdf>
 30. Castillo, D. M. (2022). Extraction and Use of Anthocyanins from Radish (*Raphanus Sativus* L. Var *Crimson Gigant*) as a Natural Colorant in Yogurt. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*. Obtenido de <https://www.ejfood.org/index.php/ejfood/article/view/574/309>
 31. Ibarra, I. (2021). Evaluación de la capacidad antioxidante de un yogurt endulzado con *Stevia Rebaudiana* Y *Tropaeolum Tuberosum* "Mashua Púrpura" como colorante. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho. Obtenido de <http://repositorio.unjfc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/6415/IBALUT%20I%20IBARRA%20LUNA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 32. Inostroza, L. (2015). Actividad antioxidante de *Tropaeolum tuberosum* (MASHUA) y su aplicación como colorante para yogurt. *Ciencia e Investigación*, 18(2), 83-89. Obtenido de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/13615/12021>
 33. Chasoy, G. R. (2016). Evaluación del color en yogurt elaborado con extracto de residuos de uvas *Isabella* como colorante natural. Colombia: Researchgate. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Gilver-Rosero-Chasoy/publication/339886360_Evaluacion_del_color_en_yogur_elaborado_con_extracto_de_residuos_de_uva_Isabella_como_colorante_natural/links/5e6a758092851c6ba7fd773b/Evaluacion-del-color-en-yogur-elaborado-
 34. Agila, B. (2000). Extracto acuoso de *Calendula officinalis*. Estudio preliminar de sus propiedades. *Revista Cubana de plantas medicinales*, 5(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028-4796200000100008&script=sci_arttext&tlang=pt
 35. Melendez, A. (2004). Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. *SciELO*, 2. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000200003
 36. Ordoñez, L. (2020). Potencial agroindustrial del epicarpio de mandarina como alternativa de colorante natural en pan. *SciELO*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992020000200019
 37. Puente, C. A. (2020). Obtención de colorantes naturales a partir de la claudia roja (*prunus domestica*). *Polo del conocimiento*, 10. Obtenido de [file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-ObtencionDeColorantesNaturalesAPartirDeLaClaudiaRo-7554350%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-ObtencionDeColorantesNaturalesAPartirDeLaClaudiaRo-7554350%20(1).pdf)
 38. Diaz, M. (2019). "extracción de colorantes naturales del mango (*Manguifera Indica* L), mandarina (*Citrus reticulata*), piña (*Ananas comosus*), para el uso en la industria de alimentos". *riobamba: escuela superior politécnica de Chimborazo*. Obtenido de <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/10571/1/56T00857.pdf>
 39. Guerra, S. L. (2014). Extracción y actividad antioxidante del colorante natural de la pulpa del fruto de *Opuntia ficus-indica* "tuna morada" y su aplicación en crema chantilly. *Peru: Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Obtenido de http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/4243/L%20c3%b3pez_gs.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 40. Macas, W. (2018). "Obtención de colorantes naturales a partir de mortiño (*Vaccinium myrtillus* L.), uvilla (*Physalis peruviana*) y tuna

- (Opuntia ficus-indica) para el uso Alimenticio". Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8977/1/96T00472.pdf>
41. Rojas , L., Gómez , C., & Marín , N. (2020). Extracción de metabolitos a partir de Calendula officinalis y evaluación de su capacidad colorante y antibacterial. Revista Colombiana De Biotecnología. Obtenido de <https://www.proquest.com/openview/1a629e1f9ed151c81334e6765e6fae2e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2035764>
42. Cano, A. (2011). Extracción y uso de tres pigmentos naturales a partir de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.), mortiño (Vaccinium mytillus L.) y mora de castilla (Rubus glaucus) como alternativa colorante natural para alimentos". Sangolqui: Escuela Politecnica del Ejército. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4929/1/T-ESPE-IASA%20I-004583.pdf>
43. Ramírez, M. (2006). Obtención de un colorante natural alimentario de mora de Castilla (Rubus glaucus benth). Ciencia y desarrollo, 16. Obtenido de [file:///C:/Users/USER/Downloads/artinez,+Obtenci%C3%B3n+de+un+colorante.PDF%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/artinez,+Obtenci%C3%B3n+de+un+colorante.PDF%20(1).pdf)
44. Llamuca, A. (2018). "Extracción de colorantes naturales de jamaica (Hibiscus sabdariffa), mora andina (Rubus glaucus) y uva (Vitis vinífera) para el uso en la industria de alimentos". Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8904/1/56T00794.pdf>
45. Fuentes, W. (2005). Extracción, cuantificación y estabilidad de colorantes naturales presentes en los frutos de Prunus capuli Cav. (Cereza), Rubus urticaefolius Poir (Mora) y Sambucus canadensis L. (Saúco) COMO alternativas naturales de consumo de los colorantes artificiales. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala . Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2326.pdf
46. Juan, R. S. (2013). LA QUIMICA DEL COLOR EN LOS ALIMENTOS. QuimicaViva, 14. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86329278005.pdf>
47. Agila, B. (2000). Extracto acuoso de Calendula officinalis. Estudio preliminar de sus propiedades. Revista Cubana de plantas medicinales, 5(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S10284796200000100008&script=sci_arttext&tlng=pt
48. Rivas , C., & Revelo , M. (2016). Evaluación del pigmento obtenido de la semilla de dos variedades de aguacate (Persea americana var. Hass y Persea americana var. Fuerte) como alternativa de uso en la industria de alimentos. Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/485?mode=simple>
49. Alarcon, M., & Quinzo, J. (2018). Formulación de un proceso para la obtención de colorante orgánico a partir de las flores de Sangorache (Amaranthus quitensis), para ser usado como aditivo en la producción de yogurt y salchichas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10513/1/96T00507.pdf>
50. Orozco, E. (2016). Elaboración de mortadela utilizando colorantes naturales de remolacha (Beta Vulgaris) y sangorache (Amaranthus Quitensis L.) como reemplazo del colorante artificial. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3059/1/UNACH-ING-AGRO-2016-0014.pdf>

CARACTERIZACIÓN DE CEPAS BACTERIANAS CON RESISTENCIA A BAJAS TEMPERATURAS DE LA LAGUNA TOBAR DONOSO EN LA COMUNA PIÑÁN DE LA PROVINCIA DE IMBABURA

CHARACTERIZATION OF BACTERIAL STRAINS WITH RESISTANCE TO LOW TEMPERATURES FROM THE TOBAR DONOSO LAGOON IN THE PIÑÁN COMMUNE OF THE IMBABURA PROVINCE

¹ Gordillo-Vásquez, Joselyn	joselynlizethgv@gmail.com
² Peñafiel-Muñoz Erika	erikita2101@gmail.com

¹ Carrera de Ingeniería en Biotecnología Ambiental, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

² Investigador independiente, Ibarra, Ecuador.

* E-mail: joselynlizethgv@gmail.com

RESUMEN

En el presente trabajo se caracterizaron las colonias bacterianas extremófilas de la laguna Tobar Donoso en la comuna Piñán de la provincia de Imbabura, para ello se desarrolló el aislamiento de cepas bacterianas en el medio de crecimiento Plate Count Agar (PCA) mediante la técnica de vertido en placa y los cultivos fueron incubados a 10, 20 y 37 grados centígrados (°C) durante 120, 48 y 24 horas respectivamente, evidenciando el crecimiento de 19 colonias contables representativas, mismas que fueron sometidas a una caracterización macroscópica y aplicadas la técnica de tinción Gram para establecer una clasificación más específica. Estas colonias fueron purificadas en el mismo medio de cultivo e inoculadas por estriado y posterior a ello fueron sometidas a pruebas bioquímicas y enzimáticas; en base al comportamiento demostrado por cada cepa bacteriana se seleccionó a 5 con un perfil característico del género *Pseudomonas* y fueron evaluadas en presión selectiva en un medio mínimo Bushnell Haas con diversas concentraciones de hidrocarburos cuyo crecimiento fue evaluado por medio de densidad óptica a 600 nm. Los resultados arrojaron un porcentaje mayoritario de crecimiento a 10 y 20°C por lo que se determina la existencia de microorganismos psicrófilos en la laguna Tobar Donoso con un elevado potencial enzimático; además se demostró mayor resistencia al benceno en una concentración de 2% por parte de las colonias de 10°C, en tanto que, en diésel al 1% la cepa más tolerable corresponde a un aislamiento de 37°C. Los microorganismos psicrófilos de la laguna Tobar Donoso presentaron una elevada capacidad enzimática y una resistencia no significativa a hidrocarburos; sin

embargo, es importante continuar realizando estudios de microorganismos extremófilos en Ecuador.

Palabras clave: *Microbiología, Bioprospección, Psicrófilos, Presión selectiva, Hidrocarburos.*

ABSTRACT:

The aim of the current research was to characterize the extremophilic bacterial colonies of Tobar Donoso lagoon, located in Piñán rural community, Imbabura province. For this, it was necessary to isolate the bacterial strains in the Plate Count Agar (PCA) growth medium using the pour-plate technique; the cultures were incubated at 10, 20 and 37 degrees Celsius (°C) during 120, 48 and 24 hours respectively; thus, it was possible to evidence the growth of 19 representative colonies, which were exposed to macroscopic characterization. On the other hand, it was necessary to apply the Gram staining technique to establish a more specific classification. These colonies were purified in the same culture medium and inoculated by streaking, then they were exposed to biochemical and enzymatic tests. Based on the behavior reflected by each bacterial strain, 5 strains with a genus *Pseudomonas* characteristic profile were selected and evaluated under selective pressure in a Bushnell Haas minimum medium at different concentrations of hydrocarbons, whose growth was evaluated by means of optical density at 600 nm. The results revealed a higher growth percentage at 10 and 20°C, this allowed determining the existence of psychrophilic

microorganisms in the Tobar Donoso lagoon with a high enzymatic potential. In addition, a greater resistance to benzene at a concentration of 2% was demonstrated by the 10°C colonies, while for diesel at 1%, the most tolerable strain corresponds to an isolation of 37°C. The psychrophilic microorganisms of the Tobar Donoso lagoon reflected a high enzymatic capacity and a non-significant resistance to hydrocarbons; however, it is important to conduct permanent studies on extremophilic microorganisms in Ecuador.

Keywords: *Microbiology, Bioprospection, Psychrophiles, Selective pressure, Hydrocarbons.*

1. INTRODUCCIÓN

Estudios revelan la predominancia de ambientes fríos en la biósfera ocupando alrededor del 85% de la misma, dentro de los cuales se destacan zonas polares, océanos y cuerpos hídricos de alta montaña que constituyen un hábitat óptimo para bacterias, algas y hongos psicrófilos. Estos microorganismos en la actualidad constituyen un foco central de investigación debido al desarrollo de mecanismos biológicos de supervivencia que se traducen como un elevado potencial biotecnológico especialmente por la producción enzimática óptima a bajas temperaturas captando así el interés de la industria farmacéutica, petrolera, alimentaria, entre otras. La capacidad de los psicrófilos y psicrotolerantes para sobrevivir y desarrollarse en ambientes fríos que oscilan entre 0-15°C responde a una serie de adaptaciones como el incremento en la despolarización de sus membranas y por ende, la disminución del transporte de nutrientes por medio de ellas, la reducción de los procesos de reproducción celular por la minimización de los niveles de traducción y principalmente logran sobrevivir por la modificación del plegamiento proteico que impide la desnaturalización de proteínas (1).

La investigación de psicrófilos adquiere mayor importancia debido a los constantes hallazgos tales como la capacidad de reducción de metales pesados, específicamente Hierro (III) y Manganeseo (IV) por una bacteria psicrófila de géneros *Shewanella putrefaciens* aisladas en la Antártida, en dicho trabajo se manifiesta la eficiencia de transformación de hierro férrico a hierro ferroso y la transferencia de electrones de Mn (IV) convirtiéndolo en Mn(II) (2). Por otro lado, la industria alimentaria fija su atención en el microorganismo *Polaromonas vacuolata* procedente del océano Antártico cuya temperatura óptima de desarrollo es 4°C, debido a la necesidad de enzimas capaces de realizar funciones catalíticas a temperaturas muy bajas en funciones de procesamiento de alimentos (3).

Ecuador es un país con una amplia gama de lagunas de alta montaña que se caracterizan por la existencia de fluctuaciones de temperatura a lo largo del año, por lo

que también se presentan cambios en las condiciones nutricionales; sin embargo, existe la problemática de que estos ecosistemas son muy poco estudiados a nivel microbiológico, a pesar de tener un importante aporte a nivel biotecnológico con un enfoque especial en el ámbito de la bioprospección; tal es el caso de la Laguna Tobar Donoso de la comuna de Piñán en la provincia de Imbabura, por lo que se considera un repositorio natural de material biológico por explorar y con una aplicación importante en el campo de la biotecnología. Por otro lado, la actividad petrolera en el país se desarrolla a gran escala y, por tanto, los problemas de contaminación del agua subterránea son cada vez más frecuentes, para su remediación se emplean surfactantes químicos que alteran la composición natural del agua; por ello, el uso de biosurfactantes es más favorable por las características de biodegradabilidad que presentan y por la efectividad que demuestran al actuar en ambientes extremos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Laguna Tobar Donoso de la provincia de Imbabura a 3242 m de altura y forma parte de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas, la población de estudio corresponde a las colonias bacterianas presentes en las muestras de agua procedentes del cuerpo lacustre. Esta investigación es de tipo exploratoria-explicativo debido a que pretende indagar sobre un tema poco estudiado en el Ecuador, se considera explicativo ya que analiza las características principales de las colonias bacterianas de dicho cuerpo hídrico y se detalla el comportamiento de estos microorganismos ante la exposición a hidrocarburos; por otro lado, se desarrolló un diseño experimental puro aplicado a las muestras de agua de la Laguna Tobar Donoso en el cual se identifica variables independientes (temperatura y composición del medio de cultivo) evaluando la respuesta en variables dependientes (supervivencia a bajos niveles de temperatura y resistencia a hidrocarburos contenidos en el medio de cultivo). La metodología de investigación se llevó a cabo en 6 etapas.

Análisis físico-químico

La recolección de muestras se realizó en base a las consideraciones e indicaciones estipuladas en la Norma Técnica Ecuatoriana 2176, para la presente investigación se tomaron muestras puntuales de tipo manual recogidas en la superficie, para tal fin se seleccionaron tres puntos de muestreo por duplicado cuya toma se efectuará en recipientes ámbar evitando interferencias causadas por la exposición a la luz (4). Inicialmente se realizó un análisis in situ determinando los parámetros de temperatura, pH y conductividad medidos en la Laguna Tobar Donoso en los tres puntos de muestreo mediante un multiparámetro digital EZ-9908 que arroja los valores de forma automática y mediante equipos como el colorímetro, turbidímetro o procesos de titulación se establecieron en el

laboratorio los parámetros de color, turbiedad, dureza y alcalinidad.

Análisis microbiológico

El análisis de la diversidad microbiológica se realizó empleando el medio de cultivo Agar Plate Count (PCA), puesto que constituye un medio altamente enriquecido favorable para el crecimiento de bacterias aerobias de aguas naturales (5). Posterior a ello, se inoculó por triplicado a partir de un juego de diluciones de 10⁻¹ hasta 10⁻⁴ garantizando la consecución de un número contable de colonias; la siembra fue codificada considerando el punto de muestreo, temperatura de incubación y tipo de siembra, es así que las placas inoculadas de PCA fueron incubadas a tres temperaturas diferentes, 10°C, 20°C y 37°C, estas últimas se revisaron a las 24 horas, las de 20°C se realizó el conteo a las 48 horas, mientras que la de 10°C se incubaron durante 5 días.

Caracterización fenotípica

Se llevó a cabo la caracterización macroscópica de forma inicial observando aspectos como forma, borde, color, superficie, elevación y consistencia de las cepas bacterianas más representativas. La caracterización microscópica se efectuó mediante la tinción Gram; sin embargo, los tiempos convencionales del proceso fueron duplicados ya que los microorganismos extremófilos presentan modificaciones en la membrana que impide la coloración Gram en un corto tiempo (6).

Aislamiento y purificación

Para la purificación y aislamiento se realizó una selección de colonias bacterianas bajo criterios representativos como el color, borde y consistencia, el aislamiento de las cepas seleccionadas se desarrolló en el medio de cultivo PCA sobre el cual se inocularon las colonias mediante la técnica de estriado y las cepas se incubaron a 10, 20 y 37°C durante 5, 2 y 1 día respectivamente.

Caracterización bioquímica

Se efectuó los test de pruebas bioquímicas y enzimáticas, para lo cual se utilizó las tiras de papel reactivo compuesta de dicloruro de N,N-dimetil-1,4-fenilendiamonio 0,1 μmol; 1-naftol 1,0 μmol para la prueba de oxidasa; para evaluar la presencia de catalasa se fijó una colonia en la placa porta objetos y se añadió una gota de peróxido de hidrógeno al 30%. El test de ureasa se llevó a cabo inoculando las cepas en el agar Urea Christensen, así mismo, fueron sembradas en el medio de cultivo SIM para revelar la producción de sulfuro, indol y la presencia de flagelos que permiten su movilización; se evaluó además la fermentación de glucosa y lactosa al inocular las colonias bacterianas en medio de cultivo TSI (Triple Sugar Iron) y en Agar Citrato Simmons para verificar la producción de citrato (7). Adicionalmente, se evaluó la capacidad enzimática de las cepas a través de la inoculación en superficie por picadura en Agar almidón observando la hidrólisis

de almidón, así también, la hidrólisis de lípidos se comprobó mediante el medio PCA suplementado con manteca 1% V/V y la hidrólisis de caseína se analiza en medio de cultivo PCA con un suplemento de leche al 10% V/V.

Resistencia a hidrocarburos

De acuerdo a Acosta et al. (8) uno de los géneros con mayor resistencia a hidrocarburos es Pseudomonas, por lo que se procede a analizar los resultados de las pruebas bioquímicas y se selecciona a aquellas que cumplen con las características del género de interés como viables para aplicar presión selectiva a hidrocarburos, una vez identificadas las cepas se realizó una activación de las colonias mediante la inoculación en caldo Luria Bertani ya que representa un medio de crecimiento óptimo para la mayoría de microorganismos dejándolas en incubación a 30°C durante 48 horas aproximadamente realizando agitaciones manuales de 5 minutos cada 6 horas; el objetivo es alcanzar la densidad óptica de 0.5 a una longitud de onda de 600nm (9); finalmente, para determinar la resistencia a hidrocarburos se procedió a preparar el caldo del medio mínimo Bushnell Haas suplementado con benceno y diésel por separado a concentraciones de 0.5, 1 y 2% v/v, se sembró las colonias bacterianas desarrolladas en el caldo Luria Bertani con densidad óptica de 0.5 con el asa de cultivo y se trasladó a los tubos de ensayo con medio BH suplementado con hidrocarburo incubándose a 30°C durante 48 horas con controles y reporte de la densidad óptica en 1, 12, 24 y 48 horas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis físico-químico

Tabla 1: Resultados del análisis in-situ

Parámetro	Resultado
Temperatura	12.3°C
PH	7.12
Conductividad Eléctrica	3.2 μSiems/cm
Sólidos disueltos	19 ppm

Fuente: Autores, 2023

Tabla 2: Resultados del análisis ex-situ

Parámetro	Resultado
Color	25 UPtCo
Turbiedad	1.18 NTU
Sólidos en suspensión	2 mg/L
Alcalinidad	30mg/L
Dureza	24mg/L
DBO	3.4 mg/L

Fuente: Autores, 2023

Las muestras de agua de la laguna Tobar Donoso presentan una temperatura media de 12.3°C, dato similar al resultado de Chiguano (10), dicho valor registrado permite categorizar a este cuerpo lacustre como una laguna de alta montaña, puesto que Jiménez

(2) menciona un rango de 0-24°C como la temperatura media de este tipo de lagunas asociado con una elevación entre 3115 a 3779 msnm y la laguna Tobar Donoso se encuentra a 3242 msnm reafirmando la pertenencia a este grupo de sistemas lacustres.

El valor de pH es de 7.12 muy próximo a la neutralidad, lo que puede deberse a la inexistencia de factores antrópicos que puedan contribuir a la alcalinidad o acidez por la dificultad de acceso que supone la ubicación de la laguna Tobar Donoso, siendo la única vía de ingreso una de tercer orden de tierra, así lo menciona Chiza (11); además la carencia de agentes contaminantes y perturbadores introducidos por acción humana justifican que dichas aguas presenten valores mínimos de turbiedad y una coloración casi transparente.

La conductividad eléctrica es baja en las muestras de agua debido a la carencia de iones disueltos, valor que encaja con los resultados de dureza y alcalinidad que también se encuentra en un nivel bajo, de acuerdo a Solís-Castro et al. (12) estos tres parámetros guardan estrecha relación manteniendo un coeficiente de correlación muy próximo a 1.

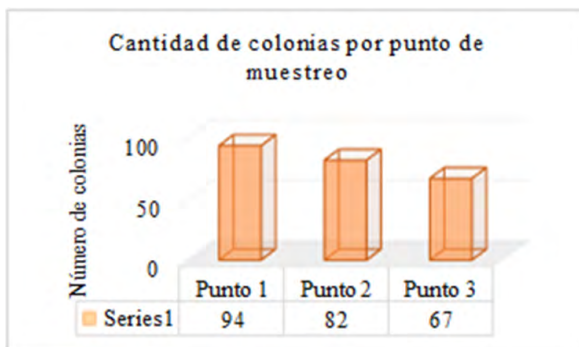


Gráfico 1: Cantidad de colonias por punto de muestreo.

Fuente: Autores, 2023

Después de haberse realizado la inoculación e incubación respectiva se contabilizó un total de 243 colonias bacterianas, de las cuales el 38.7% corresponden a la incubación de las muestras del punto 1 que en comparación con los otros puntos presenta mayor facilidad de contacto con el cuerpo lacustre, así también se observa mayor presencia y diversidad de flora nativa; el punto 2 otorgó una cantidad de 82 cepas que corresponden al 33.7% y finalmente, el punto 3 que se encuentra rodeado de paja únicamente presenta un crecimiento de 67 colonias que equivale al 27.6%.

Urbierta (13) describe que el nivel de radiación y accesibilidad alrededor del cuerpo hídrico son factores que determinan la variabilidad microbiológica en número y especie; tal formulación coincide con los resultados arrojados en esta experimentación ya que el punto 1 es más accesible y recibe menos incidencia de la radiación ya que se encuentra cobijado por vegetación arbórea; en tanto que el punto 3 recibe la radiación solar de forma directa.

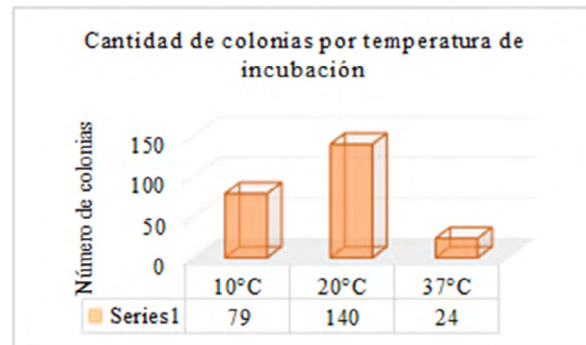


Gráfico 2: Cantidad de colonias según la temperatura de incubación.

Fuente: Autores, 2023

Una vez que las placas inoculadas se incubaron, se obtuvo el crecimiento bacteriano a tiempos diferentes para cada una de las temperaturas de incubación, de modo que las placas de 37°C mostraron las primeras colonias a partir de 8 horas, las de 20°C tomaron 48 horas para mostrar el desarrollo y las de 10°C tardaron 5 días. A esta última temperatura se demuestra un crecimiento del 32.51% del total de cepas crecidas; a 20°C se evidencia el mayor desarrollo bacteriano que representa al 57.61% y para la mayor temperatura la proliferación de bacterias fue muy baja y equivale únicamente al 9.87%.

Los resultados coinciden con la aseveración de Romero et al. (14), que indica que los microorganismos se desarrollan en mayor proporción en temperaturas óptimas de crecimiento, al ser expuestos a los extremos del rango tolerable o alejarse fuera de ellos produce una disminución en el metabolismo del microorganismo reduciendo sus capacidades de proliferación; las bacterias aisladas en la presente investigación son categorizadas como psicrófilos por el elevado porcentaje de crecimiento que demuestran a la temperatura de incubación de 10 y 20°C, ya que según Oliart-Ros et al. (15) los psicrófilos tienen como temperatura óptima 10-15°C hacia abajo y su rango tolerable se extiende hasta 25°C; en el caso de la laguna Tobar Donoso la temperatura reportada es de 12.3°C, por lo tanto, causó un nivel mínimo de estrés al ser aisladas a 10°C; sin embargo, el crecimiento es notorio ya que no se aleja en exceso de la temperatura ambiente. Por otro lado, al ser expuestas a 37°C su metabolismo impide el desarrollo mostrando muy poca tolerancia a tal nivel de calor.

Caracterización macroscópica

De las 243 colonias bacterianas contabilizadas se procede al aislamiento y purificación de 19 de ellas, seleccionadas por ser las más representativas en color, forma y demás características macroscópicas, el resto se descartan porque de acuerdo a los resultados arrojados en la caracterización fenotípica son consideradas cepas iguales a las elegidas. De las colonias aisladas se evidencia una predominancia al presentar pigmentación diferente: blanca, amarillo,

tomate, crema, rosa y anaranjado, esta característica se refleja en el 78.94% de las cepas; solamente 4 de ellas carecen de pigmentación lo que corresponde al 21.06%. Este rasgo responde a un mecanismo de protección que presenta la microbiota de sistemas altoandinos, así lo afirma Shivprasad et al. (16), quien argumenta que el proceso adaptativo de los microorganismos de alta montaña a la incidencia UV es el desarrollo de pigmentos endógenos, melaninas y carotenoides. Además, las cepas sin pigmentación son aisladas del punto 1 donde existe protección de la radiación por la vegetación arbórea.

Con relación a la superficie de las cepas bacterianas caracterizadas, la mayoría de ellas representadas por el 78.94% son lisas y el 21.06% que corresponde a 4 cepas son rugosas. Esta predominancia se atribuye a la presencia de lipopolisacáridos en la capa externa de la membrana, los cuales tienen un elevado contenido de ácidos grasos insaturados y de cadena corta, que son los responsables de atrapar los iones divalentes positivos propios de climas fríos y también son un mecanismo de defensa que impide el contacto directo con los cristales de hielo de su medio extracelular (17).

La mayoría de los aislamientos caracterizados tienen una forma irregular, lo que corresponde al 63.15%; en tanto que, el 34.84% restante reporta una forma circular. Además, se refleja una variedad en cuanto a elevación y borde así; 7 cepas son elevadas lo que equivale al 36.84%, el mismo porcentaje corresponde a una elevación convexa y las 5 faltantes son categorizadas como planas lo que respecta un 26.31%. La característica de borde irregular se observa con mayor frecuencia y se presenta en el 42.11%, seguido del 31.58% que muestra un borde entero, 2 cepas presentan borde filamentosos, esta cantidad equivale al 10.53% y finalmente, 1 cepa (5.26%) tiene un borde lobulado.

Las características ópticas reportadas de las cepas se aproximan a la mediación ya que el 52.63% son traslúcidas y el 47.37% restante son colonias opacas. Por último, la consistencia presentada con mayor frecuencia es la cremosa que corresponde al 73.68%, 3 (15.79%) cepas son suaves y el faltante 10.53% son colonias con una consistencia dura.

Caracterización microscópica

Una vez realizada la caracterización microscópica se observaron células redondas y otras alargadas con apariencia similar a mini varillas y con una coloración específica que permite clasificarlas como Gram negativas y Gram positivas; es así que, se determina una presencia mayoritaria de bacterias Gram positivas pues de los 19 aislamientos, 14 corresponde a esta categoría lo que representa un porcentaje del 73.68%; por otro lado, mostrando una coloración rosada se establece la existencia de 5 cepas bacterianas Gram negativas, lo que se traduce como el 26.32%. Estos resultados coinciden con los reportados por González et al. (18), quien menciona la prevaencia de Gram

positivas en su estudio del lago cratérico volcánico Cuicocha ubicado también en la provincia de Imbabura cuya altura es 3072 msnm y su temperatura oscila entre 8-16°C; características muy similares a las de la laguna Tobar Donoso.

Por otro lado, 10 (52.63%) de las colonias aisladas en la observación bajo microscopio mostraron forma alargada, por lo que se deduce su pertenencia a la morfología bacilos; mientras que el 47.37% de cepas restantes se visualizan como pequeñas esferas lo que corresponde a la morfología cocos.

Pruebas bioquímicas

Posterior a la aplicación de las pruebas bioquímicas a las 19 cepas aisladas y purificadas se obtiene como resultado que el 73.68% de las colonias son positivas para oxidasa denotando una coloración azul violeta en las tirillas de reacción; en cuanto a la producción de catalasa el porcentaje que se reporta como positivo tras la observación de burbujeo inmediato corresponde al 89.47%. En los dos casos se puede apreciar una minoría que muestran un resultado negativo.

Los resultados tras la inoculación en medio de cultivo SIM denotan la presencia de flagelos en 13 (68.42%) cepas, los cuales les permiten demostrar movilidad mediante la aparición de una nube en torno a la línea de siembra; por otro lado, la producción de indol es negativa para la mayoría de las cepas y se connota únicamente en el 21.05% que corresponde a 4 colonias. Así también, la producción de sulfuro es casi nula y se evidencia solo en 4 cepas bacterianas.

Cuando los aislamientos fueron inoculados en agar TSI, se observa que el 42.10% alcanzan un cambio de coloración del medio en la parte superior del pico de flauta siendo determinadas como positivas para la fermentación de lactosa; en tanto que, la fermentación de glucosa con el viraje de color en la parte inferior se demostró en menos proporción ya que únicamente se presenta en el 31.57% de las colonias y la producción de gas glucosa apenas se evidencia en dos cepas que corresponden al 10.53%.

En la producción de la enzima ureasa se presenta nulidad absoluta ya que ninguna de las cepas aisladas demuestra cambio de coloración y finalmente, en los cultivos en Citrato Simmons se visualiza un viraje de verde a azul únicamente en tres colonias, lo que respecta al 15.79% de positivas para esta prueba.

Pruebas enzimáticas

Después de realizar las pruebas enzimáticas a las 19 cepas bacterianas aisladas, se determina que el 63.16% son bacterias capaces de producir la enzima lipasa y por ende degradar los lípidos; el 78.94% que corresponde a 15 colonias producen amilasa y el 68.42% han dado como resultado positivo para la producción de la enzima caseinasa; de forma general se comprueba la producción enzimática en la mayoría de las cepas aisladas. Estos datos corroboran lo

manifestado por D'Amico et al. (1), quien pone de manifiesto la comparación de la gran producción de enzimas por microorganismos psicrófilos en contraste con la proporción en la que se desarrollan estas proteínas en microbiota mesófila. Así también indica que las enzimas psicrófilas poseen mayor eficiencia catalítica para procesos ejecutados a bajas temperaturas, mismos que resultan minimamente efectivos al trabajar con enzimas aisladas de ambientes mesófilos o termófilos.

De forma general, las cepas aisladas presentan una elevada capacidad enzimática especialmente en la hidrólisis del almidón, por lo que se destaca la posibilidad del uso de estas bacterias en la industria alimenticia y ganadera, ya que su función permite el aprovechamiento de los nutrientes en mayor proporción. Las cepas con capacidad lipolítica pudieran ser de especial interés para la industria petrolera y automotriz del país (19).

Cepas bacterianas seleccionadas

Tabla 3: Cepas bacterianas seleccionadas para aplicar presión selectiva

CEPA	OXIDASA	CATALASA	SIM			TSI			UREA	CITRATO	Enzimáticas		
			MOVILIDAD	INDOL	SULFURO	FERM. LACTOSA	FERM. GLUCOSA	GAS GLUCOSA			HIDRÓLISIS LÍPIDOS	HIDRÓLISIS ALMIDÓN	HIDRÓLISIS CASEÍNA
Ab	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Af	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Bd	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+
Bf	+	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+
Cb	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+

Fuente: Autores, 2023

Después de realizar un análisis de los resultados de las pruebas bioquímicas y enzimáticas, se determina 5 cepas que cumplen con las características para encajar dentro del género *Pseudomonas* y, por ende, son viables para la aplicación de presión selectiva con hidrocarburos a fin de evaluar su resistencia; las colonias seleccionadas demuestran la gran capacidad enzimática en la prueba lipolítica, proteolítica y amilolítica, razón por la cual Calderón y Aguilar (20) afirman que estas son capaces de sobrevivir en ambientes extremos con compuestos orgánicos e inorgánicos contaminantes presentando escasa sensibilidad ante ellos.

Densidad óptica alcanzada en caldo Luria Bertani

Tabla 4: Densidad óptica de las cepas bacterianas en Luria Bertani a 48h

CEPA	DENSIDAD ÓPTICA (600nm)
Ab	0.436
Af	0.445
Bd	0.473
Bf	0.460
Cb	0.480

Fuente: Autores, 2023

La inoculación de bacterias en caldo Luria Bertani permite la activación de las cepas seleccionadas, alcanzando un punto óptimo que sirve como partida para posteriores ensayos de crecimiento celular en otros medios de cultivo, así lo indica Corona (21) y Di Martino (22) menciona que la densidad óptica ideal a una longitud de onda de 600 nm para microorganismos extremófilos corresponde a 0.5, con un margen de error de ± 0.05 ; es así que en la experimentación se obtienen los valores de absorbancia reflejados en la Tabla 4. después de 48 horas de incubación; sin embargo las dos primeras cepas con nomenclatura **Ab** y **Af** están por debajo del margen de error estipulado en la bibliografía porque son cultivos procedentes de aislamientos de 10°C, y la incubación en caldo Luria Bertani se la realizó a 30°C; en tanto que, el resto de cepas seleccionadas proceden de incubaciones de 20 y 37°C lo que se traduce en mayor adaptabilidad a la nueva temperatura y por lo tanto, mayor crecimiento reflejado como un nivel superior de absorbancia.

Las mediciones se han realizado a 600 nm ya que Hernández y Acebo (23) manifiesta que bajo experimentación se ha demostrado que a dicha longitud de onda el nivel de absorbancia de las células es insignificante asegurando así que los valores reportados sean únicamente de la dispersión de la luz por acción de la muestra como tal lo que permite establecer de forma segura la correlación entre la densidad óptica con la concentración de células.

Absorbancia en diesel a diferentes concentraciones

Tabla 5: Absorbancia de las cepas en Bushnell Haas con diferentes concentraciones de diesel.

CEPA	CONCENTRACIÓN DE DIESEL											
	0.5 % v/v				1 % v/v				2 % v/v			
	60	720	1440	2880	60	720	1440	2880	60	720	1440	2880
Ab	0.001	0.015	0.056	0.068	0	0.059	0.106	0.114	0	0.039	0.036	0.043
Af	0	0.017	0.029	0.038	0.001	0.054	0.070	0.085	0.001	0.023	0.031	0.035
Bd	0	0.015	0.031	0.063	0	0.049	0.071	0.096	0	0.026	0.031	0.042
Bf	0	0.007	0.024	0.086	0.001	0.083	0.139	0.150	0	0.049	0.06	0.078
Cb	0.001	0.048	0.055	0.124	0.001	0.091	0.147	0.201	0	0.053	0.082	0.121

Fuente: Autores, 2023

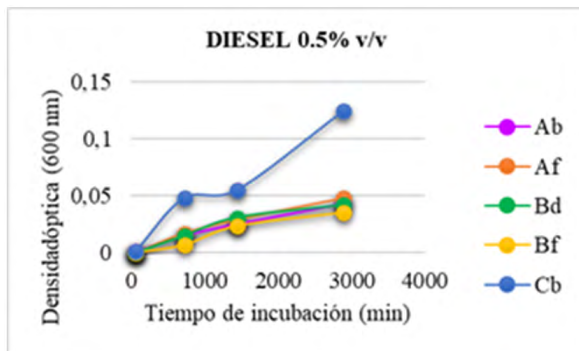


Gráfico 3: Curvas de crecimiento de cepas bacterianas en caldo suplementado con 0.5% v/v de diesel.

Fuente: Autores, 2023

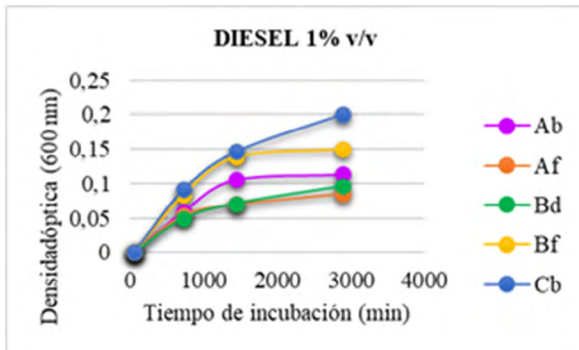


Gráfico 4: Curvas de crecimiento de cepas bacterianas en caldo suplementado con 1% v/v de diesel.

Fuente: Autores, 2023

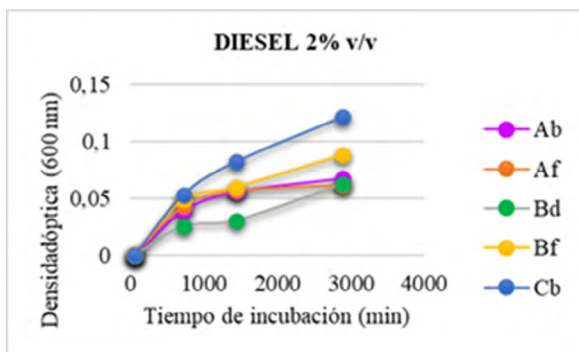


Gráfico 5: Curvas de crecimiento de cepas bacterianas en caldo suplementado con 2% v/v de diesel.

Fuente: Autores, 2023

La resistencia a diesel se evaluó a partir de un medio mínimo compuesto únicamente por sales, obligando de esta manera a las cepas bacterianas al consumo de dicho hidrocarburo como única fuente de carbono para su supervivencia; los monitoreos realizados a 1, 12, 24 y 48 horas de incubación arrojan resultados de absorbancia inferiores a los de las obtenidas como punto de partida en el caldo Luria Bertani cuyo valor oscila entre 0.436 y 0.480; en tanto que, en los ensayos con diésel el mayor valor de absorbancia se refleja a las 48 horas de incubación de la cepa bacteriana Cb en el medio con una concentración 1% v/v. Estos datos son coincidentes con los mencionados por Corona (21) quien reportó los resultados de resistencia bacteriana a gasolina cuyos datos de absorbancia también son inferiores a los del medio sin concentración alguna del contaminante; indica también que los valores se atribuyen a la necesidad de una pre-adaptación de supervivencia en el contaminante mediante una inoculación en el medio acostumbrado suplementado con hidrocarburo.

En la tabla 5 se evidencia que la densidad óptica alcanzada a las 48 horas es mayor para todas las cepas en el medio con concentración de diésel 1%v/v; seguido de los resultados en la concentración de 0.5% v/v, y finalmente, en todas las colonias bacterianas la absorbancia es menor para la concentración 2% v/v. Los resultados se justificarían basados en la teoría del punto óptimo de desarrollo, en la que se estipula que los microorganismos presentan un crecimiento idóneo con la cantidad exacta de nutrientes, por el contrario, cuando este es escaso se presenta una proliferación más lenta y cuando existe un exceso de nutriente provoca una sobresaturación del medio para el microorganismo resultando tóxico, así lo indica Meritxell (24). Lo manifestado permite determinar que la concentración 1% v/v es la mejor asimilada por las 5 cepas bacterianas, la de 0.5% v/v es insuficiente pero tolerable para las bacterias; mientras que la de 2% v/v se estima como tóxico y no asimilable por las colonias ya que los valores de densidad óptica a 48 horas son muy bajos.

Tras el análisis de los gráficos 3, 4 y 5 se establece que la cepa Cb es la que muestra los valores más altos de absorbancia para todas las concentraciones de diésel; en tanto que, Af es la de los resultados más bajos para las tres composiciones del medio. Esto se debe a la

influencia que ejerce la temperatura en la degradación de hidrocarburos siendo un factor determinante de la composición y población microbiana, es así que entre 30-40°C incrementa al máximo la velocidad metabólica de las bacterias degradadoras (25). Todas las cepas fueron incubadas a la misma temperatura (30°C) en este ensayo; sin embargo, la cepa que reporta mayor absorbancia es aislada de la temperatura de 37°C por lo que las nuevas condiciones de incubación no se muestran desagradables; por el contrario, Af proviene de un aislamiento de 10°C mostrando poca adaptación a la nueva temperatura y por ende su metabolismo no puede asimilar de forma ideal el hidrocarburo.

Absorbancia en benceno a diferentes concentraciones

Tabla 6: Absorbancia de las cepas en Bushnell Haas con diferentes concentraciones de benceno

CEPA	CONCENTRACIÓN DE BENCENO											
	0.5 % v/v				1 % v/v				2 % v/v			
	60	720	1440	2880	60	720	1440	2880	60	720	1440	2880
Ab	0	0.001	0.013	0.125	0.001	0.026	0.051	0.167	0	0.112	0.161	0.173
Af	0	0.019	0.040	0.147	0.001	0.034	0.065	0.194	0	0.064	0.089	0.219
Bd	0.001	0.007	0.061	0.132	0	0.006	0.02	0.038	0.001	0.008	0.014	0.024
Bf	0.001	0.038	0.045	0.151	0	0.012	0.022	0.045	0.001	0.004	0.011	0.031
Cb	0.001	0.004	0.009	0.013	0	0.001	0.006	0.008	0	0.002	0.005	0.007

Fuente: Autores, 2023

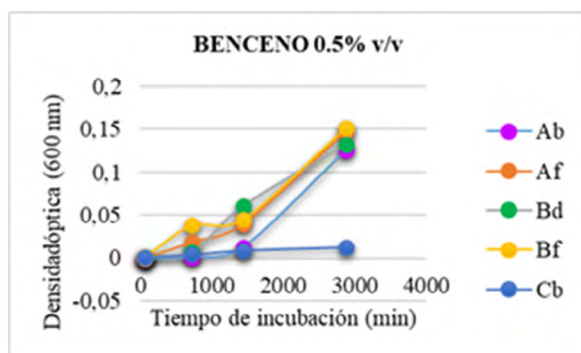


Gráfico 6: Curvas de crecimiento de cepas bacterianas en caldo suplementado con 0.5% v/v de benceno.

Fuente: Autores, 2023

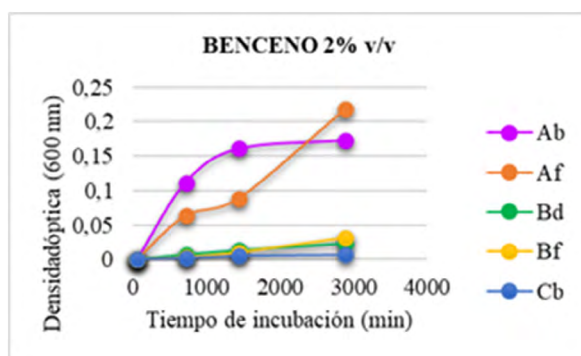


Gráfico 8: Curvas de crecimiento de cepas bacterianas en caldo suplementado con 2% v/v de benceno.

Fuente: Autores, 2023

La Tabla 6 refleja los valores de absorbancia que mostraron las cepas bacterianas en un medio mínimo suplementado con benceno a distintas concentraciones, tras el análisis se evidencia que no existe un comportamiento general para todas las cepas como se reportó en el análisis con diesel; es así que

en este ensayo las colonias bacterianas procedentes de aislamientos de 10°C alcanzan una absorbancia creciente en las concentraciones de benceno 0.5%, 1% hasta 2% v/v a las 48 horas de incubación, siendo Af la colonia con el valor más alto de densidad óptica en 2% v/v que corresponde a 0.219. Por otro lado, las bacterias originarias de aislamientos de 20 y 37°C tienen un comportamiento inverso, ya que la absorbancia decrece en el orden 0.5, 1 y 2% y el mayor nivel de densidad óptica a 0.5% v/v es de la cepa Bf con el valor de 0.151.

La colonia Cb presenta menor resistencia al benceno de los 5 aislamientos, esto se comprueba mediante las absorbancias reportadas. A partir de los resultados se estima que el benceno es un hidrocarburo con mayor resistencia al ataque microbiológico debido a factores físicos como la estructura molecular o por selectividad enzímica de las bacterias con las que se realizó el ensayo. (25)

4. CONCLUSIONES

1. La caracterización físico química del agua de la laguna Tobar Donoso presentó una temperatura media de 12.3°C, el pH cercano a la neutralidad con un valor de 7.12; son aguas con bajo color y turbiedad 25 UPtCo, 1.18 NTU respectivamente, la conductividad eléctrica es baja y presentó un valor de 3.2 μ Siems/cm y por ende la alcalinidad y dureza también lo son, reportando valores de 2 y 30 mg/L respectivamente y la demanda bioquímica de oxígeno mostró un resultado de 3.4 mg/L. Tras el análisis y sus resultados se determinó que es un agua de buena calidad ya que la perturbación antrópica que presenta es mínima.

2. El análisis microbiológico del agua de la laguna Tobar Donoso permitió el aislamiento de 243 cepas procedentes de 3 puntos de muestreo, inoculados en PCA e incubados a 3 temperaturas diferentes,

de las cuales el 38.7% proceden del punto 1, 33.7% corresponden al punto 2 y el 27.6% de cepas observadas pertenecen al punto 3; el punto 1 que registra la mayor diversidad microbiana se debe a la fácil accesibilidad al sitio de muestreo y la incidencia ocasionada por la variedad de vegetación que rodea al punto. En relación a las temperaturas de incubación, se registra una tasa de crecimiento del 57.61% a 20°C, el 32.51% se obtiene de las cajas incubadas a 10°C y el 9.87% restante proviene de la exposición a 37°C; esta última temperatura presenta la tasa más baja ya que se aleja de la temperatura ambiente que oscila los 12°C dificultando la aclimatación; en tanto que, las otras dos temperaturas permiten comprobar la existencia de cepas bacterianas psicrófilas.

3. La caracterización macro y microscópica permitió seleccionar 19 cepas representativas predominando las cepas con pigmentación típica como mecanismo de adaptación a la radiación UV, de superficie lisa y de forma irregular. En cuanto a la caracterización microscópica existe predominancia de cocos Gram positivos que corresponden a 9 cepas, 5 cepas son bacilos Gram negativos y la misma cantidad son colonias de bacilos Gram positivos. Después del análisis de los resultados de las pruebas bioquímicas y enzimáticas permitieron determinar 5 cepas bacterianas posiblemente pertenecientes al género *Pseudomonas*.

4. La evaluación de resistencia a hidrocarburos se aplicó únicamente a 5 cepas bacterianas (Ab, Af, Bd, Bf y Cb), las cuales presentan mayor resistencia al benceno puesto que se reportó valores superiores de absorbancia tras un periodo de incubación de 48 horas de incubación, comparados con los resultados obtenidos de los ensayos con diesel. La colonia más resistente al diésel es Cb, que alcanzó una densidad óptica de 0.201 para una concentración de 1% v/v, en tanto que la menos resistente a este compuesto fue la cepa Af que reportó una absorbancia de 0.085; por el contrario, en la experimentación con benceno, Af es la más resistente a 2%v/v, mientras que Cb es la más sensible ya que alcanzó una absorbancia máxima de 0.013 y corresponde a concentración de 1% v/v; datos que permiten concluir que las cepas de ensayo tienen un bajo nivel de resistencia a hidrocarburos como diésel y benceno.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- D'Amico S, Collins T, Marx JC, Feller G, Gerday C. Psychrophilic microorganisms: Challenges for life. *EMBO reports* [Internet]. 2006 [Consultado 13 May 2022]; 7(4): 385-9. DOI: 10.1038/sj.embor.7400662.
- Jiménez Tapia EM. Bacterias poliextremófilas en lagunas de alta montaña y el potencial de su bioprospección: revisión. [Tesis de pregrado].
- Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2021 [Consultado 17 de mayo de 2022]; Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/15323>
- Ramírez JAS, D NR, T HS. Microorganismos extremófilos. *Actinomicetos halófilos en México. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas* [Internet]. 2006 [citado 13 de mayo de 2022];37(3):56-71. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57937307>. ISSN: 1870-0195.
- INEN. NTE INEN 2176:2013 AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS DE MUESTREO [Internet]. 614.777:620.113 2013 p. 15. Disponible en: https://gestionambiental.pastaza.gob.ec/biblioteca/legislacion-ambiental/patrimonio_natural/nte_inen_2176_1_agua_calidad_agua_muestreo_tecnicas_muestreo.pdf
- Bertullo E. Recuento estandar en placa (Aerobic Plate Count) en productos de la pesca. *Veterinaria (Montevideo)* [Internet]. 1981 [citado 22 de julio de 2022];17(78):141-3. Disponible en: <https://revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/view/1025>. ISSN: 1688-4809.
- Forbes BA. *Diagnóstico Microbiológico*. 12th. ed. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana; 2009. 1050p.
- Moreno JR, Albarracín VH. Aislamiento, cultivo e identificación de microorganismos ambientales a partir de muestras naturales. *Reduca (Biología) Serie (Microbiología)* [Internet]. 2012 [Consultado 22 de julio de 2022]; 5(5): 79-93 Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/17156>. ISSN: 1989-3620
- Acosta-Rodríguez I, Moctezuma-Zárate MG, Tovar-Oviedo J, Cárdenas-González JF. Aislamiento e Identificación de Bacterias y Levaduras Resistentes a Petróleo. *Información tecnológica* [Internet]. 2011 [citado 24 de febrero de 2022]; 22(6):103-10. DOI: 10.4067/S0718-07642011000600011
- Ugaz-Hoyos J, Vega-Cruz H, Iglesias-Osores S, Carreño-Farfan C. Biosurfactantes en la biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos [Internet]. *SciELO Preprints*; 2020 [citado 24 de abril de 2022]. DOI: <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.642>
- Chiguano Ñacato AD. Diseño de una revista ecoturística de la Reserva Ecológica Cotacachi - Cayapas ubicada en la provincia de Imbabura - Ecuador con la finalidad de informar y difundir un lugar natural a los estudiantes de turismo. [Tesis de pregrado]. Quito: Tecnológico Superior Cordillera; 2017 [Consultado 17 de mayo de 2022];

- Disponible en: <http://www.dspace.cordillera.edu.ec:8080/xmlui/handle/123456789/4516>
11. Chiza Roja ML. Estudio de factibilidad para la implementación del turismo comunitario en la comunidad de Culquiloma, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. [Tesis de pregrado]. Quito: Universidad Politécnica Salesiana; 2011 [Consultado 17 de mayo de 2022]; Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5009>
 12. Solís-Castro Y, Zúñiga-Zúñiga LA, Mora-Alvarado D. La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *TM* [Internet]. 2018 [Consultado 17 de mayo de 2022];31(1):35. DOI: 10.18845/tm.v31i1.3495.
 13. Urbietta MS. Diversidad microbiana en ambientes volcánicos [Internet] [Tesis doctoral]. Argentina: Universidad Nacional de La Plata; 2013 [Consultado 17 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/30890>
 14. Romero E, Cobo J, Melendres KP, Polo LÁT. EVALUACIÓN DE FACTORES FÍSICOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS MICROORGANISMOS. :8.
 15. Oliart-Ros RM, Manresa-Presas Á, Sánchez-Otero MG, Oliart-Ros RM, Manresa-Presas Á, Sánchez-Otero MG. Utilización de microorganismos de ambientes extremos y sus productos en el desarrollo biotecnológico. *CienciaUAT* [Internet]. 2016 [Consultado 17 de mayo de 2022];11(1):79-90. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582016000200079&lng=es. ISSN: 2007-7521
 16. Shivprasad S, Page WJ. Catechol Formation and Melanization by Na⁺-Dependent Azotobacter chroococcum: a Protective Mechanism for Aeroadaptation? *Applied and Environmental Microbiology* [Internet]. 1989 [Consultado 18 de mayo de 2022];55(7):1811-7. DOI: <https://doi.org/10.1128/aem.55.7.1811-1817.1989>
 17. Collins T, Margesin R. Psychrophilic lifestyles: mechanisms of adaptation and biotechnological tools. *Appl Microbiol Biotechnol* [Internet]. 2019 [Consultado 18 de mayo de 2022];103(7):2857-71. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-019-09659-5>
 18. González M, Alarcón D, Araque J, Viteri F, Villacis L, Escobar S, et al. Microbiología del agua perteneciente al lago cratérico volcánico Cuicocha. Imbabura. Ecuador: Estudio inicial. *Rev. Fac. Farm;* 2021 [Consultado 18 de mayo de 2022];63(1). DOI: 10.53766/REFA/2021.63.01.03
 19. Dorado MG. ENZIMAS MICROBIANAS. 2016 [citado 22 de julio de 2022]; Disponible en: https://www.academia.edu/36468317/ENZIMAS_MICROBIANAS
 20. Calderón G, Aguilar L. Resistencia antimicrobiana: Microorganismos más resistentes y antibióticos con menor actividad. *Rev Med Cos Cen* [Internet]. 2016 [Consultado 19 mayo de 2022]; 73(621):757-63. Disponible en: <https://www.binasss.sa.cr/revistas/rmcc/621/art03.pdf>. ISSN: 2215-5201
 21. Corona Galicia AM. Evaluación de cepas bacterianas promotoras del crecimiento vegetal para degradar hidrocarburos ligeros y compuestos aromáticos (BTX). [Tesis de pregrado]. Puebla: Benemérita Universidad de Puebla; 2018 [Consultado 19 de mayo de 2022];57. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/7730>
 22. Di Martino C. Estudio de bacterias del género Pseudomonas en la degradación de hidrocarburos y síntesis de biosurfactantes: análisis del efecto de los polihidroxialcanoatos. [Internet]. Universidad de Buenos Aires; 2015 [Consultado 19 de mayo de 2022]. Disponible en: http://repositorioubasisbi.uba.ar/gsd/cgi-bin/library.cgi?e=d-10000-00---off-0aextesis--00-2---0-10-0---0---0direct-10-SU--4-----0-11--10-es-Zz-1---20-about-HIDROXILACION--00-3-1-00-00--4---0-0-01-00-0utfZz-8-00&a=d&cl=CL2.5&d=tesis_n5752_DiMartino_oai
 23. Hernández-García AT, Acebo-González D. Los métodos Turbidimétricos y sus aplicaciones en las ciencias de la vida. *Revista CENIC Ciencias Biológicas* [Internet]. 2013 [Consultado 19 de mayo de 2022];44(1). Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181226886003>. ISSN: 0253-5688.
 24. Meritxell. Modelización de crecimientos microbianos en medios heterogéneos y de movilidad reducida. En: *Modelling in Science Education and Learning* [Internet]. Universitat Politècnica de Valencia; 2016 [citado 20 de mayo de 2022]. p. 81-120. DOI: [doi: 10.4995/msel.2016.57890](https://doi.org/10.4995/msel.2016.57890)
 25. Bracho M, Díaz L, Soto LM. Degradación de Hidrocarburos Aromáticos por Bacterias Aisladas de Suelos Contaminados con Petróleo en el Estado Zulia, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* [Internet]. 2004 [citado 16 de diciembre de 2021];38(3). Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/view/31>. ISSN: 2477-9458.

ADITIVOS ALIMENTARIOS: ASPECTOS DE REGULACIÓN Y SEGURIDAD DE LOS COLORANTES UN ENFOQUE DESDE LA LEGISLACIÓN ECUATORIANA

FOOD ADDITIVES: REGULATORY AND SAFETY ASPECTS OF COLORINGS AN APPROACH FROM ECUADORIAN LEGISLATION

¹ Quintana – López, Lorena Mishely *	lore_michelle@hotmail.com
² Caicedo – Redín, Pamela Liseth	pcaicedo.istt@gmail.com
³ Arboleda – Álvarez, Diego Alejandro	diego_arboleda11@hotmail.com

¹ Universidad Nacional de Chimborazo- Ecuador.

² Docente Instituto Superior Tecnológico Tungurahua- TSPA- Ecuador.

³ Investigador independiente – Ecuador.

* E-mail: lore_michelle@hotmail.com

RESUMEN

El presente trabajo valora la metodología de una revisión bibliográfica, como técnica de búsqueda de información en el área de seguridad e inocuidad de alimentos, particularmente con un enfoque en los aditivos alimentarios que sirven como una herramienta importante en la industria alimentaria. Su uso obedece a razones tecnológicas, sanitarias y calidad. Estas sustancias son reguladas y evaluadas de forma periódica por diferentes organismos competentes tanto a nivel internacional (OMS, FAO, FDA, EFSA, JEFCA), como nacional y dentro del Ecuador quienes autorizan su uso al cumplir los requisitos de inocuidad y seguridad establecidos son el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). A pesar de esto, existe desconfianza entre los consumidores por los posibles riesgos a la salud que su uso supone. Lo cierto es que la ingesta de estas sustancias ha aumentado en las últimas décadas, debido al predominio en el consumo de alimentos procesados. Esto se ha convertido en un problema de salud pública, ya que el riesgo de sobrepasar los límites permitidos es latente. El objetivo de este trabajo es abordar los aspectos de regulación y seguridad de los colorantes de los que son utilizados dentro del estado ecuatoriano. Dejando en evidencia mediante la revisión que en el Ecuador aún existe cierta desconfianza en la población, por la falta de conocimiento en aspectos legales y de seguridad.

Palabras clave: *colorantes, aditivos alimentarios, requisitos, regulación, salud.*

ABSTRACT:

This review assesses the methodology of a bibliographic review, as a technique for searching for information in the area of food safety and innocuousness, particularly with a focus on food additives that serve as an important tool in the food industry. Its use is due to technological, sanitary and quality reasons. These substances are regularly regulated and evaluated by different competent bodies both internationally (WHO, FAO, FDA, EFSA, JEFCA), as well as nationally and within Ecuador, who authorize their use by meeting the established safety and security requirements are the Ecuadorian Institute for Standardization (INEN) and the National Agency for Sanitary Regulation, Control and Surveillance (ARCSA). Despite this, there is distrust among consumers due to the possible health risks that its use entails. The truth is that the intake of these substances has increased in recent decades, due to the predominance in the consumption of processed foods. This has become a public health problem, since the risk of exceeding the permitted limits is latent. The objective of this article is to address the aspects of regulation and safety of dyes that are subject to within the Ecuadorian state. Leaving in evidence through the review that in Ecuador there is still some distrust in the population, due to the lack of knowledge in legal and security aspects.

Keywords: *colorants, food additives, requirements, regulation, health.*

1. INTRODUCCIÓN

El empleo de aditivos y otras sustancias se remonta varios siglos atrás, donde su uso se inicia en forma empírica ya que se utilizaban estos compuestos sin alguna regulación sanitaria o legal y el principal propósito de uso era ocultar los defectos de elaboración o las condiciones insalubres en la preparación de los alimentos. Con los avances de la química en el siglo XIX y con las nuevas necesidades de la industria agroalimentaria, la búsqueda de compuestos para añadir a los alimentos se hace sistemática. Es hasta finales del siglo XIX cuando en el lenguaje de la ciencia de los alimentos se incluye el término “aditivo”; ya que bajo esta denominación también se agrupaban diversas sustancias o compuestos químicos que al ser agregados durante la elaboración de los alimentos ejercen distintos efectos en el procesamiento o resaltan alguna cualidad deseada grata al consumidor, ejemplo de ellos se encuentran los colorantes, saborizantes, espesantes, coadyuvantes tecnológicos, Intensificadores de sabor, compuestos bacteriostáticos y/o bactericidas (conservadores), entre otros.

El uso generalizado que la industria alimentaria actualmente hace de tipo de sustancias obliga a establecer unos mecanismos de control que regulen su correcta utilización y que verifiquen sus resultados. Para que una sustancia sea admitida como aditivo debe estar bien caracterizada químicamente y debe superar los controles toxicológicos establecidos por parte de los correspondientes organismos sanitarios. Asimismo, ha de demostrarse su necesidad de tal modo que su uso suponga ventajas tecnológicas y beneficios para el consumidor. Los motivos por los que deberá establecerse dicha necesidad son:

- Conservar la calidad nutritiva de un alimento.
- Proporcionar alimentos con destino a un grupo de consumidores con necesidades dietéticas especiales.
- Aumentar la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades organolépticas.
- Favorecer los procesos de fabricación, transformación o almacenado de un alimento, siempre que no se enmascare materias primas defectuosas o prácticas de fabricación inadecuadas.

Son varios los organismos con competencias en materia de aditivos alimentarios. Así, la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS) (15), creó un conjunto de comités que evalúan diversos aspectos de los aditivos. En la Unión Europea, previo estudio del Comité Científico de la Alimentación Humana, el Consejo de Europa ha emitido Directivas para armonizar la legislación de los países miembros en materia de aditivos.

Hoy en día, es importante señalar que los alimentos industrializados son productos que se encuentran en

constante cambio, algunas veces muy rápidos como ocurre en la elaboración y diseño de subproductos cárnicos (ejemplo, embutidos crudos o cocidos) subproductos lácteos (ejemplo, yogur y postres lácteos), hortalizas enlatadas y otros más lentos como tiene lugar en el empaquetamiento de hortalizas en fresco. Es decir, todo alimento debe ser considerado un sistema dinámico en el que ocurren de manera continua cambios físicos y químicos, que pueden significar una alteración que conduce al deterioro de la calidad del alimento. Por ello, la industria alimentaria ha introducido el uso de sustancias químicas, que se adicionan con el propósito de resolver estos problemas. En algunos casos se trata de corregir algún problema que se produce sobre la estabilidad físico química en el alimento; y en otros casos, se intenta facilitar la correcta formación de sistemas fisicoquímicos, determinantes en las propiedades específicas de cada alimento; además de procurar apoyar algunas de sus características sensoriales.

Con el empleo de estas sustancias, conocidas con el nombre de aditivos alimentarios, se pretenden alcanzar objetivos que el ser humano ha intentado desde hace siglos, el mejorar las características sensoriales y paliativas, poner al alimento en las condiciones más adecuadas para su ingestión, alargar la vida de anaquel del producto, mejorar sus propiedades fisicoquímicas, etc. En general, el papel que corresponde a un aditivo es el de evitar que un alimento ya producido se estropeeé, o bien darle una presentación más agradable para que pueda tener una aceptación favorable por parte del consumidor. Es conveniente resaltar que en la elaboración de alimentos industrializados solo se pueden emplear como aditivos químicos aquellas sustancias cuyo uso se ajustan a los requisitos marcados por la legislación vigente, que son compuestos sintéticos o de origen natural con una aplicación específica destinados para consumo humano.

Para establecer si un compuesto o sustancia es incorporada en los alimentos como aditivo son necesarias pruebas toxicológicas que aseguren su inocuidad y la dosis idónea para su uso. Se puede determinar la toxicidad de una sustancia como su capacidad para producir efectos nocivos en un organismo vivo (Figura.1). Esta toxicidad depende de factores tales como: dosis (cantidad de sustancia absorbida), frecuencia de administración (única o repetida), grado de toxicidad de la sustancia y tiempo para que se manifiesten los efectos. Los tipos de ensayos obligados para determinar la inocuidad del compuesto son pruebas de toxicidad aguda y crónica, además de pruebas de teratogénesis, carcinogénesis y mutagénesis.

Para establecer la cantidad máxima de un compuesto que puede consumirse diariamente durante toda la vida, sin que pueda causar un riesgo apreciable para la salud humana, se ha considerado el término de Ingesta Diaria Aceptable (IDA), se especifica como la

cantidad de la sustancia (aditivo) que puede ingerirse diariamente a través de la dieta, aun durante toda la vida sin que represente un riesgo para la salud, tomando en consideración todos los factores conocidos científicamente hasta el momento de la evaluación. La IDA se expresa en miligramos (mg) de sustancia ingerida por kilo (Kg) de peso corporal y por día. Para su cálculo se toma la dosis que no haya causado ningún efecto toxicológico en la especie animal más sensible y se reduce mediante un factor de seguridad para aplicarlo al uso humano. Normalmente se admite un factor de seguridad de 100, aunque en algunos casos también puede usarse un factor de 1000.

Hoy en día, se han incorporado nuevos compuestos como aditivos alimentarios, cuya finalidad es mejorar las características fisicoquímicas del producto, a través de coadyuvantes en los procesos tecnológicos, y sobre todo se ha buscado mejorar la palatabilidad de los alimentos industrializados que se ofrecen en el mercado. Luego entonces, la regulación de toda clase de aditivos es fundamental para que el consumidor tenga la seguridad que el producto que oferta la industria alimentaria cumpla con una normatividad en términos de inocuidad del alimento, ya que en nuestro país todavía algunas empresas por falta de un desarrollo tecnológico y sobre todo de buenas prácticas de manufactura incorporan compuestos para corregir los defectos de fabricación y sobre todo enmascarar la mala calidad sanitaria.

Los aditivos alimentarios desempeñan un papel importante en el complejo abastecimiento de alimentos que hoy en día consume la población mundial. Nunca, ha existido una variedad tan amplia de alimentos o subproductos industrializados, en cuanto a su disponibilidad en supermercados, tiendas alimenticias especializadas y cuando se come fuera de casa. Mientras que una proporción cada vez menor de la población se dedica a la producción primaria de alimentos, los consumidores exigen que haya alimentos más variados y fáciles de preparar, y que sean seguros, nutritivos y baratos. Sólo se pueden satisfacer estas expectativas y exigencias de los consumidores utilizando las nuevas tecnologías de transformación de alimentos, y el uso de aditivos, cuya seguridad y utilidad están avaladas por su uso continuo y por rigurosas pruebas toxicológicas que demuestran su inocuidad.

Los aditivos cumplen varias funciones útiles en los alimentos, que a menudo damos por hecho. Los alimentos están sometidos a muchas condiciones medioambientales que pueden modificar sus características originales, como los cambios de temperatura, la oxidación de sus componentes y la exposición a microorganismos. Los aditivos alimentarios tienen un papel fundamental a la hora de mantener las cualidades y características de los alimentos que exigen los consumidores, y hacen que los alimentos continúen siendo seguros, nutritivos y apetecibles. La utilización de aditivos está estrictamente regulada y los criterios que se tienen en cuenta para

su uso es que tengan una utilidad demostrada desde el punto de vista tecnológico, sean seguros en términos de inocuidad y no se utilicen para la fabricación de productos fraudulentos al consumidor.

La Legislación Ecuatoriana a través del ARSCA ha clasificado a los aditivos como: "A las sustancias permitidas para ser utilizadas como aditivos y coadyuvantes en los productos y se agrupan en once categorías o grupos, en los que se especifican, para cada uno de los aditivos alimentarios o grupos de aditivos alimentarios, las categorías de productos en que se reconoce el uso del compuesto como aditivo".

1. Aditivos con diversas clases funcionales y con una IDA (Ingestión Diaria Admisible) establecida.
2. Aditivos con diversas clases funcionales que pueden ser utilizados de acuerdo a las BPF (Buenas Prácticas de Fabricación).
3. Colorantes con una IDA establecida.
4. Colorantes que pueden ser utilizados de acuerdo a las BPF.
5. Sustancias purificadas para masticar.
6. Enzimas.
7. Edulcorantes con una IDA establecida.
8. Edulcorantes que pueden ser utilizados de acuerdo a las BPF.
9. Aditivos permitidos en fórmulas para lactantes, fórmulas de continuación y fórmulas para necesidades especiales de nutrición.
10. Coadyuvantes de elaboración.
11. Saborizantes.

La Unión Europea ha catalogado, a los aditivos con base a la función en el producto terminado y la sustancia específica utilizada, nombrada ya sea haciendo referencia a su NÚMERO E o al nombre. El sistema de NÚMEROS E se utiliza como una manera práctica y sencilla de etiquetar los aditivos autorizados en todos los idiomas de la Unión Europea. El hecho de que un aditivo tenga un número E asignado otorga la garantía de que este ha pasado los controles de seguridad y que ha sido aprobado para su uso en la Unión Europea.

La Normatividad Ecuatoriana a través del servicio ecuatoriano de normalización (INEN) determinó como aditivo: "Cualquier sustancia que no se consume normalmente como alimento, ni tampoco se usa como ingrediente básico en alimentos, tenga o no valor nutritivo, y cuya adición al producto con fines tecnológicos en sus fases de producción, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetado, transporte o almacenamiento, resulte (directa o indirectamente) y los sus subproductos de estos, en un componente que afecte las características del alimento (incluidos las sensoriales). Esta definición no incluye "contaminantes" o sustancias añadidas al producto para mantener o mejorar las cualidades nutricionales".

No se considerarán aditivos alimentarios:

1. Los monosacáridos, disacáridos u oligosacáridos utilizados por sus propiedades edulcorantes, ni los alimentos que los contengan.
2. Los alimentos, ya sea deshidratados o concentrados, incluidos los aromatizantes, incorporados durante la fabricación de alimentos compuestos por sus propiedades aromáticas, sápidas o nutritivas y con un efecto colorante secundario.
3. Las sustancias utilizadas en los materiales de recubrimiento o revestimiento que no formen parte de los alimentos y que no estén destinadas a ser consumidas con ellos.
4. Los productos que contengan pectina o derivados de pulpa de manzana deshidratada o pieles de cítricos o membrillos, o de una mezcla de ambos, por la acción de un ácido diluido seguida de una neutralización parcial con sales de sodio o potasio («pectina líquida»).
5. Las gomas base para chicle.
6. La dextrina blanca o amarilla, el almidón tostado o dextrinado, el almidón modificado por tratamiento ácido o alcalino, el almidón blanqueado, el almidón modificado por medios físicos y el almidón tratado con enzimas amilolíticas.
7. El cloruro de amonio.
8. El plasma sanguíneo, la gelatina comestible, los hidrolizados de proteínas y sus sales, la proteína láctea y el gluten.
9. Los aminoácidos y sus sales, a excepción del ácido glutámico, la glicina, la cisteína y la cistina y sus sales sin función tecnológica.
10. Los caseinatos y la caseína.
11. La inulina.

En la literatura, la industria alimentaria considera como aditivo alimentario a todo compuesto o mezcla de sustancias que directa o indirectamente modifiquen las características físicas, químicas, sensoriales y los efectos en su mejoramiento, preservación o estabilización de un alimento. Asimismo, ha de demostrarse su necesidad, de tal modo que su uso suponga ventajas tecnológicas y beneficios para el consumidor. Algunos de los motivos por los que deberá establecerse la necesidad de su incorporación en alimentos procesados son:

- Conservar la calidad nutritiva de un alimento.
- Proporcionar alimentos con destino a un grupo de consumidores con necesidades dietéticas especiales.
- Aumentar la estabilidad de un alimento o mejorar sus propiedades sensoriales.
- Favorecer los procesos de fabricación, transformación

o almacenamiento de un alimento, siempre que no se enmascare materias primas defectuosas o prácticas de fabricación inadecuadas.

- Su empleo se justifique por razones tecnológicas, sanitarias, nutricionales, etc.
- Además, que el aditivo en uso cumpla con la legislación vigente en términos de pureza química, control sanitario, y que se haya demostrado bajo la normatividad nacional o internacional a través de pruebas toxicológicas su inocuidad en las condiciones de uso como aditivo en la incorporación de alimentos transformados.

La Normatividad Ecuatoriana e Internacional vigente prohíbe la adición de aditivos en los siguientes casos:

- Ocultar defectos de calidad.
- Encubrir alteraciones en la materia prima o en el producto terminado.
- Disimular materias primas no aptas para el consumo humano.
- Ocultar técnicas y procesos defectuosos de elaboración, manipulación, almacenamiento y transporte.
- Reemplazar ingredientes en los productos que induzcan a error o engaño sobre la verdadera composición de los alimentos.
- Alterar los resultados analíticos de los productos en que se agregan.
- Enmascarar la calidad sanitaria, química, de composición y/o sensorial del producto fabricado en forma dolosa para el consumidor.

Aditivos

Colorantes sintéticos

El coloreado de los alimentos alcanzó su apogeo con el desarrollo en el siglo XIX de la industria de los colorantes orgánicos de síntesis. Ya en 1860 se coloreaba el vino en Francia con fucsina; más adelante se colorearon los macarrones y la mantequilla con dinitrocresol, etc. En los últimos años el interés de los consumidores por la seguridad de los alimentos ha llevado a muchas empresas a revisar la formulación de sus productos y sustituir cuando es tecnológicamente factible los colorantes artificiales por otros naturales. Además, aunque en general son más resistentes que los colorantes naturales, los colorantes sintéticos presentan también problemas en su uso; por ejemplo, en muchos casos se decoloran por acción del ácido ascórbico, efecto importante en el caso de las bebidas refrescantes, en que esta sustancia se utiliza como antioxidante.

Conservantes

La principal causa de deterioro de los alimentos es la actividad de los microorganismos (bacterias, levaduras

y mohos). El problema de las alteraciones microbianas de los alimentos tiene implicaciones económicas, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo). A los métodos físicos, como el calentamiento, deshidratación, irradiación o congelación, pueden asociarse métodos químicos que causen la muerte de los microorganismos o que al menos eviten su crecimiento.

Entre los conservantes más polémicos destacan las sales de nitrato y nitrito, ya que en alimentos sometidos al asado se pueden formar unos compuestos cancerígenos denominados “nitrosaminas”. Por otro lado, no se autoriza su uso en la carne picada, ya que mantienen la apariencia de fresca. En muchos alimentos existen de forma natural sustancias con actividad antimicrobiana: el ácido benzoico y el ácido cítrico de ciertas frutas o el ácido láctico liberado en la fabricación de leches fermentadas. Los ajos, cebollas y muchas especias también contienen agentes antimicrobianos, o precursores que se transforman en ellos al triturarlos. Actualmente se intenta reducir en lo posible la adición de conservantes, sustituyéndolos por el empleo de medios físicos, como la esterilización, las atmósferas controladas en embalajes adecuados, o el mantenimiento de cadenas de frío entre la producción y el consumo. Sin embargo, esto no siempre es práctico, ya que algunos alimentos no pueden calentarse lo suficiente, algunas bacterias son muy resistentes al calor, no siempre se puede garantizar la continuidad de la refrigeración, y además ésta no frena del todo el crecimiento microbiano. Otros procedimientos físicos de conservación, como la irradiación, tienen mala reputación por su relación con la industria nuclear. En algunos casos se puede recurrir al uso de conservantes ya presentes en los alimentos, pero esto no siempre es factible. El uso de ajos o de sus extractos en la elaboración tradicional de embutidos, dificulta el deterioro por la acción de los microorganismos.

Antioxidantes

La oxidación de las grasas es la forma de deterioro de los alimentos más importante después de las alteraciones producidas por microorganismos, y representa el factor limitante de la vida útil de muchos de ellos, desde las galletas de aperitivo hasta el pescado congelado. Las industrias alimentarias intentan evitar la oxidación de los alimentos utilizando diferentes técnicas, que van desde el envasado hermético al vacío hasta el uso de sustancias con propiedades antioxidantes. La mayoría de los productos grasos tienen sus propios antioxidantes naturales, aunque muchas veces estos se pierden durante el procesado (refinado de los aceites, por ejemplo), pérdida que debe ser compensada de forma artificial. Las grasas vegetales son en general más ricas en sustancias antioxidantes que las animales. También otros ingredientes, como ciertas especias (el

romero, por ejemplo), pueden aportar antioxidantes a los alimentos elaborados con ellos. Por otra parte, actualmente se propone que las grasas predominantes de la dieta sean insaturadas, con el fin de prevenir las enfermedades cardíacas, por ello hace más necesario el uso de antioxidantes, ya que son estas grasas las susceptibles de sufrir los fenómenos de oxidación. Los antioxidantes actúan deteniendo la oxidación de las grasas. Otras sustancias refuerzan la acción de los antioxidantes eliminando las trazas de ciertos metales, como el cobre o el hierro, que facilitan la oxidación. Los primeros son los antioxidantes propiamente dichos, mientras que los segundos reciben la denominación legal de “sinérgicos de antioxidantes”, o más propiamente, de “agentes complejantes¹³”. Los antioxidantes retrasan la alteración oxidativa del alimento, pero no la evita de una forma definitiva. Es más, el uso de antioxidantes en cantidades o en condiciones inadecuadas puede incluso acelerar la oxidación. Otros aditivos alimentarios (por ejemplo, los sulfitos) tienen una cierta acción antioxidante, además de la acción primaria para la que específicamente se utilizan. Esta acción lateral se indicará también al tratar cada uno de ellos. En este grupo se incluyen aquellas sustancias, también denominadas a veces sinérgicos de antioxidantes, que tienen acción antioxidante por un mecanismo específico, el secuestro de las trazas de metales presentes en el alimento. Estas trazas (cobre y hierro fundamentalmente) pueden encontrarse en el alimento de forma natural o incorporarse a él durante el procesado, y tienen una gran efectividad como aceleradores de las reacciones de oxidación. Algunos de estos aditivos tienen también otras funciones, como acidificantes o conservantes, mientras que otros aditivos, cuya principal función es distinta, poseen cierta actividad antioxidante por este mecanismo, por ejemplo, los fosfatos, el sorbitol, etc.

Gelificantes, espesantes y estabilizantes

Algunas sustancias, químicamente bastante complejas, insolubles en agua a concentraciones mayores del 5%, se destinan a la modificación de la textura de los alimentos. Se obtienen de fuentes vegetales o de microorganismos. Nutricionalmente no se digieren y, por esta razón, no aportan nutrientes. Por ello, se utilizan ampliamente para elaborar alimentos bajos en calorías. También son muy útiles en los alimentos precocinados congelados para mantener su estabilidad y evitar la pérdida de líquido al descongelarlos. Algunos de estos productos no están bien definidos químicamente, pero todos tienen en común el tratarse de cadenas muy largas formadas por la unión de muchas moléculas de azúcares más o menos modificados. La industria de estos aditivos se desarrolló en Europa y América durante la 2ª Guerra Mundial, tras interrumpirse el suministro de los tradicionales gelificantes procedentes de Asia. Las limitaciones legales a su uso se refieren normalmente al conjunto de sustancias de este tipo que pueden añadirse, sea

la que se añade una sola o una mezcla de varias. Las gomas vegetales son productos obtenidos de exudados (resinas) y de semillas de vegetales, o producidas por microorganismos. No suelen formar geles sólidos, sino soluciones más o menos viscosas. Se utilizan, por su gran capacidad de retención de agua, para favorecer el hinchamiento de diversos productos alimentarios, para estabilizar suspensiones de pulpa de frutas en bebidas o postres, para estabilizar la espuma de cerveza o la nata montada, etc. En general son indigeribles por el organismo humano, aunque una parte es degradada por los microorganismos presentes en el intestino. Asimilables metabólicamente a la fibra dietética, pueden producir efectos beneficiosos reduciendo los niveles de colesterol del organismo.

La Organización Mundial de Salud (OMS) define a un aditivo alimentario como toda sustancia añadida de forma intencional a un alimento con la finalidad de facilitar su elaboración, envasado, conservación y/o mejorar sus características sensoriales (color, sabor, textura), excluyendo sustancias que afecten la salud. Su uso ha permitido mejorar procesos de elaboración, conservación, generar nuevos productos, características organolépticas o mejorar el valor nutritivo (15). Los aditivos pueden clasificarse de acuerdo con diversos criterios, siendo su función tecnológica la más empleada (Cuadro 1). Dentro de esta clasificación se encuentran los colorantes que se clasifican en diferentes grupos (cuadro 2)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los aditivos alimentarios desempeñan un papel importante en el complejo abastecimiento de alimentos que hoy en día consume la población mundial. Nunca antes, ha existido una variedad tan amplia de alimentos o subproductos industrializados, en cuanto a su disponibilidad en supermercados, tiendas alimenticias especializadas y cuando se come fuera de casa. Mientras que una proporción cada vez menor de la población se dedica a la producción primaria de alimentos, los consumidores exigen que haya alimentos más variados y fáciles de preparar, y que sean seguros, nutritivos y baratos.

Sólo se pueden satisfacer estas expectativas y exigencias de los consumidores utilizando las nuevas tecnologías de transformación de alimentos, y el uso de aditivos, cuya seguridad y utilidad están avaladas por su uso continuo y por rigurosas pruebas toxicológicas que demuestran su inocuidad.

Los aditivos cumplen varias funciones útiles en los alimentos, que a menudo damos por hecho. Los alimentos están sometidos a muchas condiciones medioambientales que pueden modificar sus características originales, como los cambios de temperatura, la oxidación de sus componentes y la exposición a microorganismos. Los aditivos alimentarios tienen un papel fundamental a la hora

de mantener las cualidades y características de los alimentos que exigen los consumidores, y hacen que los alimentos continúen siendo seguros, nutritivos y apetecibles. La utilización de aditivos está estrictamente regulada y los criterios que se tienen en cuenta para su uso es que tengan una utilidad demostrada desde el punto de vista tecnológico, sean seguros en términos de inocuidad y no se utilicen para la fabricación de productos fraudulentos al consumidor.

El uso generalizado que la industria alimentaria actualmente hace de este tipo de sustancias obliga a establecer mecanismos de control que regulen su correcta utilización y que verifiquen sus resultados.

Hoy en día, se han incorporado nuevos compuestos como aditivos alimentarios, cuya finalidad es mejorar las características fisicoquímicas del producto, a través de coadyuvantes en los procesos tecnológicos, y sobre todo se ha buscado mejorar la palatabilidad de los alimentos industrializados que se ofrecen en el mercado. Luego entonces, la regulación de toda clase de aditivos es fundamental para que el consumidor tenga la seguridad que el producto que oferta la industria alimentaria cumpla con una normatividad en términos de inocuidad del alimento, ya que en nuestro país todavía algunas empresas por falta de un desarrollo tecnológico y sobre todo de buenas prácticas de manufactura incorporan compuestos para corregir los defectos de fabricación y sobre todo enmascarar la mala calidad sanitaria.

En el siguiente estudio recoge las clases de aditivos más usados desde los puntos de vista tecnológico y de sus implicaciones sobre la salud, y se ha tratado de contestar aquellas preguntas sobre seguridad, toxicidad y, en general, alarmismo que existen para algunos de los aditivos alimentarios tratados.

Se realizó una revisión bibliográfica con compilación de la información de artículos científicos, documentos, revistas. La búsqueda se llevó a cabo en la web, en su gran mayoría con información comprendida entre los últimos diez años. Además, se incluyeron referencias y normas que hacían alusión a la regulación de los aditivos alimentarios.

3. RESULTADOS

REGULACIÓN Y SEGURIDAD

La regulación y seguridad de todos los aditivos es una tarea en la que participan diversos organismos en el mundo, entre ellos, el Comité Conjunto de la OMS/FAO de Expertos en Aditivos Alimentarios (JEFCA), la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) y la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA). Su trabajo consiste en evaluar periódicamente tanto aditivos permitidos como nuevas propuestas en términos de inocuidad, aprobando aquellos que son seguros y no representan riesgos significativos para la salud de los consumidores, reafirmando, restringiendo

y/o modificando sus condiciones de (1).

Para ser aprobado, cada aditivo es sometido a protocolos de investigación que incluyen: evaluaciones de toxicidad (aguda, subaguda, subcrónica y crónica), carcinogénicas, mutagénicas, teratogénicas y metabólicas (absorción, distribución y excreción), su efecto sobre microbiota o alguna función del organismo, reacciones alérgicas, interacción con fármacos, drogas, entre otras (2). Estas pruebas, algunas de larga duración, son realizadas en animales de laboratorio los cuales se exponen a diferentes dosis por periodos de tiempo variables para así conocer los posibles efectos adversos y/o riesgos a la salud (5).

Con esta información, el JEFCA determina el nivel máximo de aditivo en el que no se observan efectos toxicológicos demostrables (NOAEL, por sus siglas en inglés). Este parámetro se toma como base para determinar la Ingesta Diaria Aceptable (IDA), que es la cantidad máxima que puede ser ingerida por una persona al día durante toda su vida, sin que represente riesgo a su salud. Algunos aditivos tienen una IDA “no especificada”, debido a que su toxicidad es muy baja y no representan riesgo a la salud, sin que esto justifique que su ingestión sea ilimitada. Otros en cambio, tienen una IDA “no asignada”, es decir, su uso es aceptable, aunque solo en casos específicos y bajo autorización (1).

Con base a los resultados emitidos por el JEFCA, la Comisión del Codex Alimentarius (16) establece y publica las dosis máximas a emplear en la fabricación de alimentos para cada aditivo. Esto sirve de referencia a otros países (incluido Ecuador), en materia de legislación y comercio internacional. De esta forma, los niveles permitidos para el consumo total de un aditivo y bajo los cuales se deben adecuar los fabricantes de alimentos, garantizan que estén por debajo del IDA, por lo que casos por intoxicaciones son poco probables (6)

Cuadro 1.

Clasificación de aditivos alimentarios de acuerdo a su función tecnológica.

SIN	FUNCIÓN
E100-199	Colorantes
E200-299	Conservantes
E300-399	Antioxidantes y reguladores de PH
E400-499	Espesantes, estabilizantes, emulsificantes y gelificantes.
E500-599	Secuestrantes, antiaglomerantes
E600-699	Potenciadores de sabor
E900-999	Varios: edulcorantes, enzimas y agentes de recubrimiento, otros.
E1400-1452	Almidones modificados

El número E corresponde a un Sistema Internacional de Identificación (SIN) adoptado por la Unión Europea que asegura que el aditivo ha sido aprobado por la Unión Europea y el JEFCA. Tomado y modificado de (2).

En Ecuador, el uso de estas sustancias es supervisado por la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), quien por medio del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), publica aquellos aditivos permitidos, incluyendo límites y disposiciones sanitarias en general en la Norma Técnica Ecuatoriana (3).

USO DE COLORANTES EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

En la industria alimentaria es importante tanto la inocuidad de un producto como la apariencia y percepción del consumidor es básica para su aceptación. Para lograr un producto “atractivo a la vista” se tiene especial cuidado en su procesamiento y se requiere, en muchos casos, de sustancias que permitan resaltar o reforzar una característica organoléptica propia del alimento a consumir. Uno de estas características básicas para la aceptación de un producto, es el color (7).

Los colorantes alimenticios son aditivos añadidos a los productos alimenticios para compensar las pérdidas de color después de la exposición a la luz, el aire, la humedad y las variaciones de temperatura; mejorando los colores de origen natural y agregando color a los alimentos que de otro modo serían incoloros o de color diferente (9).

En el ámbito de la legislación alimentaria, los colorantes alimentarios son aquellas sustancias que dan color a un alimento o les devuelve su color original, estas pueden ser componentes naturales de los alimentos y sustancias naturales, sustancias artificiales o sintéticas que normalmente no se consumen como alimentos en sí mismas, ni se emplean como ingredientes característicos de los alimentos (10).

Cuadro 2. *Clasificación de colorantes alimenticios.*

Colorantes naturales
Colorantes sintéticos
Colorantes artificiales

Fuente: (4)

En el Ecuador se permite el uso de colorantes en ciertos alimentos y no en todos. Existe información en el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) que indica, además, la cantidad máxima del aditivo que puede emplearse. Este límite surge luego de una evaluación de cada sustancia y de su posible uso. La normativa exige, asimismo, que los colorantes se declaren en la rotulación como parte de la lista de ingredientes (11).

Esto permite que el consumidor elija alimentos que contengan o no estos aditivos, según su preferencia personal o si presenta una intolerancia a alguno en particular. En ocasiones, los problemas de utilizar los aditivos alimentarios, en particular de los colorantes, causan preocupación en el consumidor que con cierto

nivel de desconfianza lo consumen o dejan de hacerlo (3).

Los colorantes pueden ser componentes naturales de los alimentos y sustancias naturales que normalmente no se consumen como alimentos en sí mismas, ni se emplean como ingredientes característicos de los alimentos (4).

Actualmente a nivel mundial los colorantes alimentarios son muy empleados por grandes y pequeñas industrias en la mayoría de los productos (8). Los colorantes alimentarios en los últimos años constituyen un importante marcador de calidad para la mayoría de los productos del mercado, pues se los relaciona con términos de nutrición, sabor y calidad (7).

En el Ecuador se permite el uso de colorantes en ciertos alimentos y no en todos. Existe información en el Instituto Ecuatoriano de Normalización que indica, además, la cantidad máxima del aditivo que puede emplearse. Este límite surge luego de una evaluación de cada sustancia y de su posible uso (5).

La normativa exige, asimismo, que los colorantes se declaren en la rotulación como parte de la lista de ingredientes. Esto permite que el consumidor elija alimentos que contengan o no estos aditivos, según su preferencia personal o si presenta una intolerancia a alguno en particular. En ocasiones, los problemas de utilizar los aditivos alimentarios, en particular de los colorantes, causan preocupación en el consumidor que con cierto nivel de desconfianza lo consumen o dejan de hacerlo (8).

Restricciones y limitaciones en la utilización de los colorantes

La legislación ecuatoriana se basa en los reglamentos internacionales como la JECFA que hace referencia a los aditivos aprobados por la FDA, el número de Reglamento en el caso de aditivos aprobados por la UE y las notas que aporten información adicional del aditivo o de los alimentos en los que se usa y las restricciones y excepciones de uso, cuando aplique (1).

1. Colorantes azoicos

Sobre este tipo de colorantes se planteó una restricción en forma de aviso o advertencia, tal y como se fija en el Reglamento CFR.

Cuadro 3. Colorantes azoicos, restricciones del Reglamento CFR.

Alimentos que contienen uno o varios de los siguientes colorantes alimentarios	Información
Amarillo anaranjado (E 110)	Puede tener efectos negativos sobre la actividad y la atención de los niños."
Amarillo de quinoleína (E 104)	
Carmoisina (E 122)	
Rojo allura AC (E 129)	
Tartracina (E 102)	
Rojo cochinilla A (E 124)	

Fuente: (12)

2. Colorantes para el marcado de carnes azoicos

De acuerdo al reglamento CFR los colorantes pueden emplearse para el marcado sanitario de carnes frescas y otros productos cárnicos, así como para la coloración decorativa y el marcado de cáscaras de huevo.

De acuerdo con el Reglamento 853 CRF, se limita el uso de colorantes en marcado sanitario a los contemplados única y exclusivamente en el Anexo II.

Colorantes alimentarios autorizados por el Reglamento CFR con carácter general son los que se especifican en la siguiente tabla:

Cuadro 4. Colorantes alimentarios autorizados por el Reglamento CFR con carácter general.

Número	Denominación
E 100	Curcumina
E 101	Riboflavina
E 104	Amarillo de quinoleína
E 110	Amarillo ocazo FCF / anaranjado S
E 120	Cochinilla, ácido carmínico, carmines
E 122	Azorrubina, carmoisina
E 123	Amaranto
E 124	Ponceau 4R rojo cochinilla A
E 127	Eritrosina
E 129	Rojo Allura AC
E 131	Azul patente V
E 132	Indigotina, carmín índigo
E 133	Azul brillante FCF
E 140	Clorofilas y clorofilinas
E 141	Complejos cúpricos de clorofilas y clorofilinas
E 142	Verde S
E 150a	Caramelo natural
E 150b	Caramelo de sulfito cáustico
E 150c	Caramelo amónico
E 150d	Caramelo de sulfito amónico
E 151	Negro brillante PN
E 153	Carbón vegetal
E 155	Marrón HT
E 160a	Carotenos
E 160b	Annato, bixina, norbixina
E 160c	Extracto de pimentón, capsantina, capsorrubina
E 160d	Licopeno
E 160e	Beta-apo-8'-carotenal (C 30)
E 161b	Luteína
E 161g	Cantaxantina
E 162	Rojo de remolacha, betanina
E 163	Antocianinas
E 170	Carbonato de calcio
E 171	Dióxido de titanio
E 172	Óxidos e hidróxidos de hierro
E 173	Aluminio
E 174	Plata
E 175	Oro
E180	Litolrubina BK

Fuente: (12)

4. DISCUSIÓN

A pesar de las ventajas del empleo de colorantes, en la actualidad existe cierta desconfianza en la población ecuatoriana y el mundo, ya que se piensa que su uso no es del todo seguro, provocado en parte por información insuficiente o errónea, generando incertidumbre entre los consumidores. De ahí la importancia de proporcionar información clara y confiable a los consumidores (13).

Existen además casos de alergias a ciertos aditivos particularmente en personas susceptibles. El consumo del colorante tartrazina pueden llegar a provocar síntomas alérgicos como urticaria, dermatitis, angioedema, cuadros de asma e hiperactividad, respectivamente. En estos casos, se considera más una condición agravada que generada por el propio aditivo (14).

El verdadero problema no son propiamente los aditivos, sino el elevado consumo de alimentos procesados derivado de los hábitos alimenticios actuales que ha originado que la ingesta de estas sustancias sea cada vez mayor. Por lo que los organismos encargados de su regulación deben evaluar la posibilidad de sobrepasar las IDA's establecidas, de forma que puedan representar un riesgo real a los consumidores (13). Contribuir a solucionar esta problemática está en manos de los consumidores, acciones como mantenerse informados, leer etiquetas para evaluar productos que mejor se adapten a sus necesidades y posibilidades, además de tener una alimentación equilibrada que incluya tanto alimentos procesados como naturales (libres de aditivos), son algunas opciones (14).

4. CONCLUSIONES

Los aditivos alimentarios están presentes en la mayoría de nuestros alimentos y la situación en materia de colorantes alimentarios y legislación alimentaria ha evolucionado en los últimos años de forma positiva podemos considerar que ahora es más sencillo y claro el uso y aplicación de estos aditivos a través normativa internacionales existentes que detallan cuales son los colorantes permitidos y restringidos, además de las dosis recomendadas. En el Ecuador el uso de estos aditivos es regulado por el ARCSA. A pesar de ello, en el país existe cierta desconfianza por la población, entorno a los riesgos asociados a su consumo, debido principalmente a que se desconocen los aspectos legales y de seguridad, así como las ventajas que tiene su adecuada utilización. Es importante que los consumidores estén informados y revisen las etiquetas para identificar aquellos aditivos causantes de efectos adversos o alergias, eligiendo así sus alimentos adecuadamente. No se trata de dejar de lado los alimentos procesados, sino de equilibrar nuestra alimentación con productos naturales, sin aditivos.

Con el empleo de estas sustancias, conocidas con el nombre de aditivos alimentarios, se pretenden alcanzar objetivos que el ser humano ha intentado desde hace siglos, el mejorar las características sensoriales y

paliativas, poner al alimento en las condiciones más adecuadas para su ingestión, alargar la vida de anaquel del producto, mejorar sus propiedades fisicoquímicas, etc.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. JEFCA. 2018. Comité Mixto OMS/FAO de Expertos en Aditivos Alimentarios. 2018.
2. Calvo, Carrillo. 2013. Aditivos alimentarios. Toxicología de los alimentos. 2da edición. CDMX: McGraw-Hill, 2013.
3. Jimenez , Acosta. 2019. Seguridad alimentaria y nutricional con una mirada Global. 2019.
4. Sánchez, J. 2013. La Química del color en los alimentos. s.l. : Química Viva, 2013
5. Contreras, Martha. 2015. Colorantes Naturales: Alternativas Saludables. [En línea] 2015. <https://alimentosecuador.com/2015/10/06/colorantes-naturales-alternativas-saludables/>.
6. Codex Stan. 1995. Norma General del Codex para Aditivos alimentarios. [En línea] 1995. http://www.fao.org/gsaonline/docs/CXS_192e.pdf.
7. Kraser, R y Hernández, B. 2020. Colorantes alimentarios y su relación con la salud. [En línea] 2020.
8. González, Escalante y Reséndiz, Martínez. 2014. La importancia de los aditivos alimentarios en los alimentos industrializados. Boletín Científico Educación y Salud. [En línea] UAEH, 2014.
9. Belmonte, Juan. 2016. Colorantes artificiales en alimentos. [En línea] 2016. <http://quimica.ugto.mx/index.php/nyt/article/viewFile/204/pdf>.
10. Facua. 2015. Etiquetado alimentario. España: s.n., 2015.
11. Jusidman, C. 2014. El derecho a la alimentación como derecho humano. [En línea] 2014. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5170/4996>.
12. FDA. 2001. Código Federal de Regulaciones (CFR). [En línea] 2001.
13. Ferrer, Jose. 2015. Colorantes alimentarios. AINIA. [En línea] 2015. <https://www.ainia.es/ainia-news/colorantes-alimentarios/>.
14. Guerrero, T. 2014. Posibles riesgos para la salud al consumo de aditivos. 2014.
15. Organización Mundial de la Salud. 2018. Aditivos alimentarios. [En línea] 2018. <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/food-additives>.
16. Norma general del Codex para los aditivos alimentarios. FAO. CODEX STAN 192-1995, Rev.7-2006

DISEÑO, APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN PLAN SANITARIO EN BASE AL DIAGNÓSTICO DE LABORATORIO PARA EL CONTROL DE PARASITOS EN BOVINOS.

DESIGN, MANAGEMENT AND EVALUATION OF A HEALTH PROGRAM BASED ON LABORATORY DIAGNOSIS FOR CONTROL OF PARASITES IN CATTLE.

¹ Jessica Paola Choto*	paolachoto@gmail.com
² Maritza Lucía Vaca	maritza.vaca@esPOCH.edu.ec

¹ Investigadora Independiente - Riobamba - Ecuador

² Docente - Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

* E-mail: paolachoto@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tuvo como objetivo el diseño, aplicación y evaluación de un plan sanitario en base al diagnóstico de laboratorio para el control de parásitos en bovinos del sector rural "San Francisco", ubicado en el Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo, para esto se determinó la eficacia antihelmíntica de tres desparasitantes comerciales (Albendazol, Fenbendazol y Triclabendazol), a los 8, 15 y 30 días post aplicación, se utilizaron 30 bovinos de diferente edad, sexo y peso; esta actividad se dividió en dos fases: la de diagnóstico parasitario donde se tomaron muestras de heces para la determinación del tipo y carga parasitaria inicial y la fase de evaluación de los antiparasitarios a la cual se aplicó un Diseño Completamente Al Azar con 3 tratamientos y 10 repeticiones; para la respectiva desparasitación se agrupó a los animales de 10 en 10 y cada grupo recibió un producto desparasitante distinto, cada uno de los animales tratados fueron identificados para un posterior análisis de cargas parasitarias de acuerdo a los días establecidos y los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de estadística descriptiva y a una comparación de medias según Duncan. Los resultados de esta investigación arrojaron la presencia de parásitos gastrointestinales *Trichuris ovis* y *Cooperia*, respecto a la eficacia se evidenció que a los 30 días post aplicación no existieron diferencias significativas con ninguno de los tratamientos; 93,96% de eficacia para el (T1), 95,47 % para el (T2) y el 100% de efectividad al utilizar el (T3). Se concluye que el diseño de un Plan de sanitario apoyado en pruebas de laboratorio es de vital importancia para evitar la propagación de parásitos y se recomienda seguir las

manifestaciones técnicas planteadas dentro del mismo con el fin de evitar enfermedades y posteriormente pérdidas económicas.

Palabras clave: *Sanitario, antihelmíntica, desparasitante, bovino, trichuris, cooperia.*

ABSTRACT:

This degree work had as objective the design, application, and evaluation of a sanitary plan based on laboratory diagnosis for the parasites control in cattle in "San Francisco" rural area, located in the Chambo canton, Chimborazo province. For this purpose, the efficacy anthelmintic of three commercial dewormers (Albendazole, Fenbendazole, and Triclabendazole) was determined at 8, 15, and 30 days after application, using 30 cattle of different ages, sex, and weight. This activity was divided into two phases: The diagnostic phase, where stool samples were taken to determine the type and initial parasite load, and the Evaluation phase of the deworming, in which a completely randomized design was applied with 3 treatments and 10 repetitions; for the respective deworming, the animals were grouped 10 by 10, and each group received a different deworming product, each group of the treated animals was identified and then an analysis of parasite loads according to the established days and the results obtained were subjected to descriptive statistical analysis and a comparison of averages according to Duncan. The results showed the presence of gastrointestinal parasites *Trichuris ovis*, and *Cooperia*. Regarding efficacy, it was evidenced

that 30 days after application there were no significant differences with any of the treatments; 93.96% efficacy for (T1), 95.47% for (T2), and 100% efficacy using (T3). It concluded that the design of a Sanitary Plan supported by laboratory tests is of vital importance to avoid the propagation of parasites and suggested following the technical recommendations proposed to avoid diseases and future economic losses.

Keywords: Health, anthelmintic, deworming, bovine, trichuris, cooperia.

1. INTRODUCCIÓN

La crianza de ganado bovino es una de las actividades económicas pecuarias que contribuyen al suministro de alimento y fuente de ingresos económicos, fundamental para la población, pese a las condiciones donde se desarrolla, la crianza y producción de estos animales puede verse afectada por agentes patógenos como los parásitos ocasionando lesiones, mermas en el crecimiento, ganancia de peso, alteración de la fertilidad de los animales; disminuyendo la producción y reproducción del hato, es decir las parasitosis representan una amenaza en la ganadería bovina en las áreas andinas de nuestro país ya que causan efectos a nivel de la producción y productividad (1).

El deficiente manejo sanitario en los animales es la principal causa de estas parasitosis ocasionando pérdidas por disminución de la producción, por costos de tratamientos, pérdidas por muerte del animal entre otras y por ende la única forma de evitar el mayor daño posible es mediante el desarrollo de una plan sanitario, el mismo que abarca un programa de desparasitación el cual tienen como objetivo la prevención de enfermedades y generar la inmunización en los animales, minimizando así las pérdidas económicas producidas por agentes infecciosos, además ayudando a la toma de medidas de bioseguridad como complemento para que no ingrese enfermedades a la explotación (2).

Respecto al sector rural San Francisco ubicado en el cantón Chambo se conoce que la mayoría de sus habitantes se dedican a la actividad pecuaria de crianza de bovinos para la extracción y venta de leche convirtiéndose así en una de las fuentes de ingresos económicos permanente para dicho sector (3).

En la actualidad la producción de leche no es la esperada por los productores debido a las enfermedades presentes en sus animales, teniendo como principal causa el desconocimiento de programas de desparasitación los cuales no deben ser únicos sino variados, es decir que se debe valorar periódicamente, ya que las condiciones climáticas varían frecuentemente por este motivo es necesario ajustar un plan sanitario que se adapte a las necesidades presentes, además las desparasitaciones deben apoyarse como primera

instancia en la identificación de los parásitos mediante la realización de análisis coproparasitarios (4).

El desarrollo del presente trabajo de investigación permitirá disponer información de primera mano sobre los principales parásitos que afectan a los bovinos del sector rural "San Francisco", mediante la comparación de la eficacia de distintos desparasitantes se demostrará que no todos los productos ampliamente utilizados para el control de parásitos internos resultan ser eficientes, ocasionando que las pérdidas económicas imperceptibles para el productor se incrementen, por lo tanto, este trabajo experimental constituye un valioso aporte para el sector, puesto a que los resultados nos permitirá la elaboración de un plan sanitario adecuado para "San Francisco".

En la actualidad la aplicación de un plan sanitario en el manejo de bovinos es indispensable, debido a la afectación de los parámetros productivos y reproductivos causada principalmente por parasitosis, provocando graves consecuencias para el productor como para el consumidor, es por esto que a pesar de los esfuerzos realizados por el productor para mantener la salud de sus hatos, el resultado no es del todo satisfactorio, ello se traduce en cuantiosas pérdidas económicas para el sector ganadero como producto de la utilización de las prácticas sanitarias, sin diagnóstico previo que permitan conocer los problemas patológicos que están incidiendo en el ganado y sin el diseño de un plan sanitario preventivo (5).

Por lo expuesto anteriormente los objetivos en esta investigación son los siguientes:

- Realizar el diagnóstico parasitario de laboratorio en bovinos del sector rural "San Francisco".
- Evaluar la eficiencia de tres productos antiparasitarios comerciales (Triclabendazol, Albendazol y Febendazol), en bovinos parasitados de diferentes edades, raza y sexo.
- Determinar los costos de la tecnología sanitaria aplicada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Métodos para la sistematización de la información

La investigación fue de tipo experimental tanto de campo como de laboratorio y Los datos recolectados fueron sometidos a análisis estadísticos como: estadística descriptiva: media, desviación estándar, varianza, porcentajes, ADEVA y separación de medias según Duncan ($P \leq 0,05$) y ($P \leq 0,01$).

Métodos

La presente investigación, tuvo lugar en el sector rural "San Francisco", el cual está ubicado en el cantón

Chambo, a once kilómetros de la ciudad de Riobamba, perteneciente a la provincia de Chimborazo, en dicho sector se hizo la toma de muestras de los semovientes y posteriormente el análisis de las cargas parasitarias se lo realizó en el laboratorio de Biotecnología y Microbiología animal, el cual está ubicado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

En cuanto a las unidades experimentales se utilizaron treinta bovinos de una edad y peso promedio, en los cuales se realizó el muestreo inicial respectivo, análisis coproparasitario, determinación de la eficacia de los desparasitantes y la adaptación de un plan sanitario.

Métodos de evaluación Toma de muestras

Para la toma de muestras de los bovinos del sector rural de "San Francisco" se lo realizó con la ayuda de la mano protegida con un guante de látex lubricado para así estimular la zona rectal del animal permitiendo la apertura del mismo con la finalidad de facilitar la extracción de las heces, una vez obtenidas las muestras se procedió a su identificación para luego ser llevadas al laboratorio.

Técnicas de análisis de laboratorio

Para los análisis coproparasitarios efectuados en esta investigación, se tomó en consideración tres tipos de técnicas de laboratorio, con el fin de determinar el tipo de parásito en las muestras obtenidas en el campo de estudio.

Técnica de flotación

Esta técnica es cualitativa y se realiza el siguiente procedimiento:

- Se coloca 4g de heces con 60ml de solución salina en un envase y mezclar.
- Esta mezcla se debe cernir y dejar en reposo por 20 minutos para que los huevos de los parásitos suban a la superficie del envase.
- Una vez sucedido esto se procede a situar un cubreobjetos sobre la solución durante aproximadamente 5 minutos y posteriormente colocarlo en el portaobjetos.
- Finalmente observarlo en el microscopio.

Técnica de Mc Master

Esta técnica es cualitativa y cuantitativa y se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Se procede a pesar cuatro gramos de heces.
- Luego diluirlo en 60 ml de solución salina.
- Se procede a cernir haciendo uso de una gasa o tamiz.
- Trasladar la solución de un vaso a otro mínimo 10

veces.

- Hacer uso de la pipeta para tomar una pequeña cantidad de dicha solución.
- Depositar la solución en las cámaras de Mc Master
- Posteriormente llevar al microscopio
- Contar los parásitos existentes en cada una de las cámaras.
- El número de parásitos obtenidos multiplicarlo por el valor de 50, para así obtener el valor final en HPG.

Técnica de sedimentación y lavado

Es una técnica usada en el diagnóstico de heces fecales que probablemente contengan huevos de Fasciola hepática y el procedimiento es el siguiente:

- Mezclar en un envase o recipiente 4 gramos de heces con agua.
- Cernir la mezcla.
- Esperar cinco minutos
- Verter la mayor cantidad de agua con el fin de que se quede únicamente el sedimento.
- Añadir agua nuevamente al sedimento y repetir el procedimiento anterior dos veces más.
- Una vez repetido el procedimiento quedarse el sedimento con una cantidad mínima de agua.
- Tomar el sedimento con la pipeta colocarlo en una placa porta objetos.
- Agregar una gota de azul de metileno a la muestra y tapar con el cubreobjetos.
- Finalmente observar en el microscopio.

Los materiales y equipos utilizados en esta investigación se dividieron en materiales de campo y materiales de laboratorio; para la identificación, desparasitación y muestreo inicial de heces de los semovientes se utilizaron materiales de campo como: sogas, botas, overol, guantes desechables, marcadores y jeringas desechables, para el análisis de heces de las muestras recolectadas con el fin de identificar los parásitos y la carga parasitaria se hicieron uso de los siguientes materiales y equipos de laboratorio: placas porta objetos y cubre objetos, cámaras de mc máster, pipetas Pasteur, varillas agitadoras, espátulas, probeta, gasas, papelería, reactivos par técnicas parasitológicas: solución salina, azul de metileno al 3%, microscopios, computador, refrigerador, cámara de video para microscopio, balanza digital y cámara de fotos.

Respecto a los tratamientos y diseño experimental

en el período de diagnóstico parasitario no se utilizó ningún tipo de diseño experimental, es decir nada de tratamientos ni repeticiones, en el período de valoración de los antiparasitarios (Albendazol, Fenbendazol y Triclabendazol), se aplicó un diseño completamente al azar obteniendo la carga parasitaria inicial de todos los bovinos, y posteriormente dividiéndolos en grupos de 10 en 10 con el fin de aplicar los distintos desparasitantes, para la validación de los mismos se realizó un análisis de cargas parasitarias observadas a los 8, 15 y 30 días luego de aplicar los antiparasitarios obteniendo así tres tratamientos experimentales con diez repeticiones por cada tratamiento. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), el cual se acopló al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij} \text{ Donde:}$$

- Y_{ij} : Valor estimado de la variable
- μ : Media general
- α_i : Efecto del tratamiento
- ϵ_{ij} : Efecto del error experimental

Durante la investigación experimental también se tomaron en cuenta las siguientes mediciones experimentales: Caracterización de los animales (sexo, edad, peso), carga parasitaria inicial (hpg, opg), tipos de parásitos encontrados, eficacia de los antihelmínticos a los 8, 15 y 30 días post aplicación expresados en porcentaje, eficiencia del plan sanitario, costos de la tecnología sanitaria aplicada.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se trabajaron con una totalidad de 30 bovinos: 23 hembras y 7 machos con una edad promedio de 8,63 ± 0,49 meses y un peso promedio de 191,10 ± 1,60 kg. En la (tabla 1-3), se puede observar la información obtenida.

Tabla 1-3: Peso y edad promedio de los semovientes en estudio

Variable	Media	Desviación estándar
Peso (Kg)	191,1	1,60
Edad (años)	8,63	0,49

Fuente: Autores, (2021)

Determinación de la carga parasitaria inicial (hpg, opg)

Los bovinos utilizados en la investigación mostraron una carga inicial de parásitos del orden Trichinelloidea

(*Trichuris ovis*) 261,67 ± 183,21 HPG y del orden Strongylida (Cooperia) 178,33 ± 97,07 HPG, y fueron divididos en grupos para esta investigación.

Los animales desparasitados con Albendazol (10 bovinos), presentaron una carga inicial de 150 ± 52,70 *Trichuris ovis* HPG y una carga inicial de 185 ± 52,97 Cooperia HPG, los animales desparasitados con Fenbendazol (10 bovinos), presentaron una carga inicial de 395 ± 146,15 *Trichuris ovis* HPG y una carga inicial de 125 ± 35,36 Cooperia HPG, y por último los animales tratados con Triclabendazol (10 bovinos), presentaron una carga inicial de 240 ± 223,36 *Trichuris ovis* HPG y una carga inicial de 225 ± 143,86 Cooperia HPG. En el gráfico (1-3), se puede visualizar la carga parasitaria inicial.

Tipos de parásitos encontrados

Los parásitos encontrados durante la investigación fueron parásitos gastrointestinales; *Trichuris ovis* perteneciente al orden Trichinelloidea y Cooperia al orden Strongylida es decir no hubo la presencia de ectoparásitos, ni *Fasciola hepática*.

Los *Trichuris ovis* adultos miden de 3 a 8 cm de longitud y son de color amarillento. Tienen una forma característica que recuerda a un látigo con su mango: la parte posterior del cuerpo es mucho más gruesa (sería el mango), mientras la parte anterior es filiforme (sería el látigo). En machos, la parte posterior está enrollada y solo tienen una espícula. Los huevos son pardo- amarillentos, tienen una típica forma de tonel, con una membrana bastante gruesa y un tapón en ambos extremos y miden unas 40x70 micras.

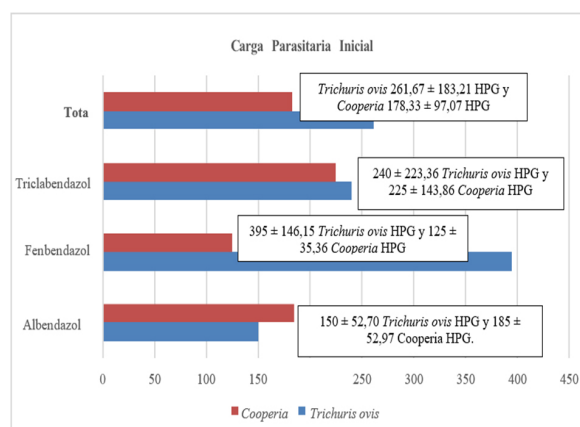


Gráfico 1-3: Carga inicial total de los parásitos encontrados en los bovinos del sector rural "San Francisco"

Fuente: Autores, (2021)

Los gusanos del género *Trichuris* tienen un ciclo vital directo. Tras salir del hospedador a través de las heces, las larvas infectivas se desarrollan dentro de los huevos tras 3 o más semanas en el exterior.

Estos huevos infectivos son muy resistentes al frío, incluso a heladas, y a la sequía y pueden sobrevivir en el entorno durante años. Los huevos con las larvas infectivas infectan al hospedador final a través de pastos, aguas u otros alimentos contaminados con huevos. Tras alcanzar el término del intestino delgado, las larvas salen del huevo y permanecen allí durante 2 a 10 días antes de trasladarse al ciego donde completan su desarrollo a adultos y se reproducen (6).

Las larvas irritan la mucosa, y los adultos penetran en la pared del ciego con sus finos extremos para alimentarse de sangre. El daño es relativamente leve y sin síntomas, salvo en caso de infecciones masivas (más de 500 adultos por animal). En este caso, puede darse enteritis, ulceración e incluso hemorragia intestinal. También puede haber trastorno de la absorción de fluidos, las infecciones masivas pueden causar diarrea acuosa o sangrienta, pérdida progresiva de peso, anemia y lógicamente bajas en la producción (4)

Los individuos del género *Cooperia* tiene un color rojizo y alcanzan una longitud máxima de unos 10 mm. Tiene una cabeza típicamente hinchada debida a una prominente vesícula cefálica. La superficie corporal posee aristas longitudinales con estrías transversales. Los machos tienen espículas gruesas y cortas. Sus huevos tienen paredes paralelas y alcanzan un tamaño de 40x 80 micras (7).

Los parásitos del género *Cooperia* poseen un ciclo vital directo común para los nematodos. Los huevos en los excrementos eclosionan dentro de las 24 horas de su expulsión y en el exterior se desarrollan a larvas L3 infecciosas en unos 4 días. Las larvas infecciosas pueden sobrevivir entre 5 y 12 meses en el medio ambiente y puede hibernar. El hospedador final se infecta pastando. El periodo de prepatencia antes de alcanzar la madurez sexual es de 2 a 3 semanas, pero las larvas L4 inhibidas pueden permanecer en el hospedador final hasta 5 meses antes de completar su desarrollo hasta la madurez sexual (5).

Las larvas L4 y los adultos penetran en la mucosa intestinal, especialmente del duodeno, causando daños generales al tejido y a los vasos sanguíneos. Los primeros síntomas clínicos aparecen al inicio del verano sobre todo en forma de diarrea acuosa, verde oscura o negra que evoluciona a deshidratación y pérdida de peso como consecuencia del escaso aprovechamiento de la comida. También puede darse hipoproteinemia (escasez de proteínas en sangre). Otros síntomas típicos son falta de apetito, apatía y baja en la producción. Infecciones masivas pueden afectar gravemente a animales jóvenes que

pueden sufrir de anemia (2).

Evaluación de la eficiencia antihelmíntica a los 8, 15 y 30 días post aplicación

La eficacia antihelmíntica se evaluó en relación a la carga parasitaria inicial y a las cargas establecidas a los 8, 15 y 30 post aplicación, en los gráficos (2-3), (3-3) y (4-3), se indica la eficiencia de cada uno de los desparasitantes en los días establecidos, esta información se clasifica y se muestra de la siguiente manera:

Los bovinos desparasitados con Albendazol (T1), mostraron una carga inicial de $150 \pm 52,70$ HPG de *Trichuris ovis*, a los 8 días luego de aplicar el desparasitante las cargas fueron $105 \pm 49,72$ HPG por lo tanto la eficacia del antihelmíntico fue del 30%, a los 15 días luego de aplicado el desparasitante los resultados arrojados fueron de $20 \pm 25,82$ HPG arrojando una efectividad de 86,67%, a los 30 luego de aplicado el producto se obtuvo una carga de $10 \pm 21,08$ HPG, por lo tanto una efectividad de 93,33%.

Los mismos bovinos desparasitados con Albendazol (T1), mostraron una carga inicial de $185 \pm 52,97$ HPG de *Cooperia*, a los 8 días luego de aplicar el desparasitante arrojó una carga de $110 \pm 45,95$ HPG por lo tanto la efectividad del antihelmíntico fue del 40,54%, a los 15 días luego de aplicado el producto se obtuvo una carga de $45 \pm 36,89$ HPG en las muestras analizadas, mostrando una eficacia antihelmíntica de 75,68%, a los 30 luego de aplicado el desparasitante las cargas obtenida fue de $10 \pm 21,08$ HPG, arrojando una efectividad de 94,59%.

En cuanto a los bovinos desparasitados con Fenbendazol (T2), mostraron una carga parasitaria inicial de $395 \pm 146,15$ HPG de *Trichuris ovis*, al analizar las muestras a los 8 días luego de aplidado el producto se obtuvo una carga de $115 \pm 24,15$ HPG por lo tanto una efectividad de 70,89%; a los 15 días post aplicación los resultados fueron $70 \pm 25,82$ HPG obteniendo por tanto una eficacia de 82,28%; a los 30 luego de aplicado el desparasitante se obtuvo una carga de $20 \pm 25,82$ por lo tanto arroja una efectividad del 94,94%.

Los mismos bovinos desparasitados con Fenbendazol (T2), mostraron una carga parasitaria inicial de $125 \pm 35,36$ HPG de *Cooperia*, a los 8 días luego de aplicado el desparasitante las cargas fueron de $70 \pm 34,96$ HPG mostrando una eficacia del 72%, a los 15 días luego de aplicado el producto se obtuvo una carga de 0, por lo tanto la efectividad del desparasitante es del 100%; a los 30 días luego de aplicado el producto se evidenció nuevamente cargas parasitarias de $5 \pm 15,81$ HPG arrojando una eficacia del 96%.

En cuanto a los bovinos desparasitados con Triclabendazol (T3), presentaron una carga parasitaria inicial de $240 \pm 223,36$ HPG de Trichuris ovis, al analizar las muestras a los 8 días post aplicación las cargas fueron de $100 \pm 40,82$ HPG por lo tanto una efectividad de 58,33%; a los 15 días luego de aplicado el desparasitante se obtuvo una carga de $25 \pm 26,35$ por lo tanto una efectividad del producto de 89,58% a los 30 días luego de aplicado el desparasitante, los resultados arrojados reportaron una carga de 0, es decir ninguna de las muestras presento huevos de parásitos por lo tanto la efectividad del producto fue de 100%.

Los mismos bovinos desparasitados con Triclabendazol (T3), presentaron una carga inicial de $225 \pm 143,86$ HPG de Cooperia, a los 8 días luego de aplicado el producto las cargas fueron de $70 \pm 34,96$ HPG por lo tanto una efectividad del desparasitante de 68,89%; a los 15 días luego de aplicado el desparasitante se obtuvo cargas de $5 \pm 15,81$ por lo tanto una efectividad de 97,78%; a los 30 luego de aplicado el desparasitante las cargas obtenidas fueron de 0 es decir la efectividad del desparasitante fue del 100%. Analizada tal información existen diferencias significativas, no significativas y altamente significativas entre los productos utilizados, los cuales se pueden evidenciar en las tablas (2-3) y (3-3).

Eficiencia del plan sanitario

Gracias al estudio realizado se determinó que el desarrollo de un plan sanitario es 100% eficiente para el sector rural “San Francisco” ya que de los bovinos tratados la mayoría evidenció respuestas positivas a la aplicación de los desparasitantes y la eficacia de uno de ellos alcanzó un 100 % a los 30 días, cabe mencionar que a los 15 días la carga parasitaria también fue mínima con cualquiera de los antihelmínticos en relación a la carga inicial, es por esto que el plan sanitario diseñado fue en base a la respuesta biológica de los bovinos, en la tabla (4-3), se puede visualizar el plan sanitario dispuesto para el sector rural de “San Francisco”.

Análisis de los costos de la tecnología sanitaria aplicada

El análisis de costos se lo puede evidenciar en la tabla (5-3), en donde se dan a conocer los costos invertidos en cada bovino, en resumen se puede decir que el T2 que corresponde al (Febendazol) tiene un menor costo frente a los otros desparasitantes ya que el costo del mismo es de 2,83 dólares americanos por animal, mientras que el costo con el T1 (Albendazol) es de 2,91 dólares americanos y con el T3 (Triclabendazol) es de 3,05 dólares americanos.

Tabla 2-3 Efecto de la aplicación de antihelmínticos en el control parasitario de bovinos del sector rural San Francisco ($P \leq 0,01$)

Carga parasitaria HPG	Días	Desparasitantes			Error Experimental	Probabilidad	Significancia
		Albendazol	Febendazol	Triclabendazol			
Trichuris ovis	8	105 ^A	115 ^A	100 ^A	1574,0741	0,6938	NS
Trichuris ovis	15	20 ^A	70 ^B	25 ^A	675,9259	0,0003	*
Trichuris ovis	30	10 ^A	20 ^B	0 ^A	370,3704	0,0853	NS
Cooperia	8	110 ^B	35 ^A	70 ^{A,B}	1305,5556	0,0004	**
Cooperia	15	45 ^B	0 ^A	5 ^A	537,0370	0,0003	*
Cooperia	30	10 ^A	5 ^A	0 ^A	231,4815	0,3538	NS

Fuente: Autores, (2021)

Letras iguales, no muestran significancia: (NS)

Significancia: (*)

Altamente significativo: (**)

Tabla 3-3 Efecto de la aplicación de antihelmínticos en el control de parásitos de bovinos del sector rural San Francisco ($P \leq 0,05$)

Carga Parasitaria HPG	Días	Desparasitantes			Error Experimental	Probabilidad	Significancia
		Albendazol	Febendazol	Triclabendazol			
Trichuris ovis	8	105 ^A	115 ^A	100 ^A	1574,0741	0,6938	NS
Trichuris ovis	15	20 ^A	70 ^B	25 ^A	675,9259	0,0003	*
Trichuris ovis	30	10 ^{A,B}	20 ^B	0 ^A	370,3704	0,0853	NS
Cooperia	8	110 ^C	35 ^A	70 ^B	1305,5556	0,0004	**
Cooperia	15	45 ^B	0 ^A	5 ^A	537,0370	0,0003	*
Cooperia	30	10 ^A	5 ^A	0 ^A	231,4815	0,3538	NS

Fuente: Autores, (2021)

Letras iguales, no muestran significancia: (NS)

Significancia: (*)

Altamente significativo: (**)

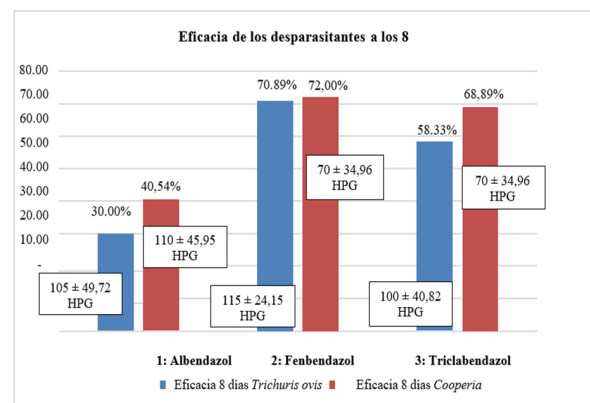


Gráfico 2-3 Porcentaje de eficiencia de los antihelmínticos a los ocho días post aplicación.

Fuente: Autores, (2021)

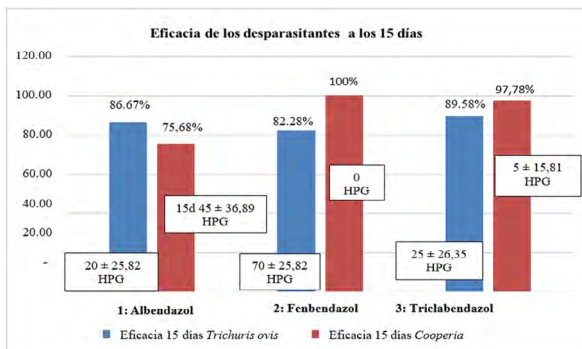


Gráfico 3-3 Porcentaje de eficacia de los antihelmínticos a los quince días post aplicación.

Fuente: Autores, (2021)

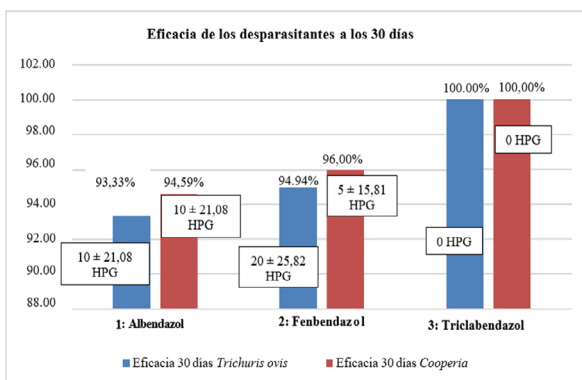


Gráfico 4-3 Porcentaje de eficacia de los antihelmínticos a los treinta días post aplicación.

Fuente: Autores, (2021)

Tabla 4-3 Plan sanitario para el sector rural San Francisco (cantón Chambo).

ENFERMEDAD	PRODUCTO	V.A	MESES												OBSERVACIONES	
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Ivermectina	Triclabendazol	Oml	X													Al utilizar ivermectinas hacerlo en combinación con Dronsectin o Lactoxus macrociclicas con el fin de evitar resistencia parasitaria.
	Subcutánea				X											
	Albendazol	Oml							X							
	Febendazol	Oml											X			
AD3E, omega 3	Oml	X			X			X				X			El mismo día de la desparasitación ya que sirven como coadyuvante para la regeneración de epitelios gastrointestinales.	
	Sal mineral	Oval			X			X				X		X		
Fiebre aftosa	Subcutánea		X											X	De acuerdo con las Campañas de vacunación de Agrociudad.	
	Subcutánea						X									
4 virus- Ibr, pi3, bvd, bcs	hiperbovis 4	Subcutánea					X								Revacuación después de 21-30 días desde de recuerdo una vez al año.	
Bruceosis	rb51	Subcutánea							X						Vacunar a las terneras a los 4 meses y revacuar Con RB51 a los 15 meses.	
Leptosira	Profil 18	Subcutánea		X								X			Revacuación 21 días primera vez. Dosis de recuerdo cada 6 meses.	

Fuente: Autores, (2021)

Tabla 5-3 Costos de la dosificación de los antihelmínticos y de la toma de muestras de los bovinos del sector rural "San Francisco".

PRODUCTOS	CANTIDAD	T1(USD)	T2(USD)	T3(USD)
Albendazol	1	0,46	0	0
Febendazol	1	0	0,38	0
Triclabendazol	1	0	0	0,6
Jeringa desechable	1	0,4	0,4	0,4
Funda hermética	1	0,15	0,15	0,15
Guantes desechables	1	0,3	0,3	0,3
Otros	1	1,6	1,6	1,6
Costo Total (USD)*		2,91	2,83	3,05

Fuente: Autores, (2021)

4. CONCLUSIONES

Al efectuar el análisis de laboratorio de las muestras fecales de los bovinos del sector rural "San Francisco" se pudo evidenciar la presencia de parásitos gastrointestinales como Trichuris ovis y Cooperia, los mismos que afectan significativamente en el rendimiento de los bovinos, por lo que el plan de sanitario es vital para evitar la propagación de este tipo de parásitos dentro del organismo animal.

Al comparar los tres productos desparasitantes: Albendazol, Febendazol y Triclabendazol a los 8, 15 y 30 días; se encontraron diferencias no significativas a los 8 días post aplicación del desparasitante para Trichuris ovis, mientras que para Cooperia existieron diferencias altamente significativas, a los 15 días post aplicación del producto tanto para Trichuris ovis como para Cooperia existieron diferencias significativas, a los 30 días post aplicación no existieron diferencias significativas obteniendo resultados que se aproximaban al 100 % de la eficacia con cada uno de los desparasitantes; 93,96% de eficacia para el Albendazol , 95,47 % de eficacia para el Febendazol y el 100% de efectividad al utilizar Triclabendazol

Al realizar un análisis de costos por animal se determinó un menor costo con el Febendazol de 2,83 dólares norteamericanos, un costo de 2,91 dólares norteamericanos al utilizar Albendazol y un mayor costo al utilizar Triclabendazol de 3,05 dólares norteamericanos, la aplicación de un plan sanitario y la desparasitación como una actividad clave dentro del mismo permitirá la reducción de cargas parasitarias en los bovinos y por ende existirá una mejora en la producción animal.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- CHÁVEZ, E. Lineamientos de un programa efectivo de gestión sanitaria. Temuco : Cuneta, 2019. ISBN 321-865-37-6789-1, pág.26.
- CORNEJO, J. Síntomas clínicos producidos por el género Cooperia. Bogotá : Mantis, 2019. ISBN 553-887-37-0998-1, pág. 43.
- CORTÉZ, N. El bienestar animal en una explotación ganadera. Oviedo : Mateu, 2018. ISBN 438-127-37-1756-8, pág. 65.
- CUTILLAS, F. 2019. Parásitos del orden Trichinelloidea. Monterrey : CIDCLI, 2019. ISBN 567-987-37-0886-1, pág. 56.
- FERNÁNDEZ, H. Ciclo vital del género Cooperia.

- Orizaba : Volkan, 2018. ISBN 978-607-37-0556-1, pág. 34
6. FIALLOS, R. Ciclo vital del género *Trichuris*. Guadalajara : Mago, 2018. ISBN 678-437-37-4576-2, pág. 23.
 7. F0766-7, págs. 54-76.
 8. GAD Chambo. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Chambo. [En línea] 2016. [Citado el: 25 de Octubre de 2020.] Disponible en: <https://www.gob.ec/gadmc-chambo>.
 9. MACHADO, L. EL medio ambiente y la gestión sanitaria aplicada en las explotaciones ganaderas. Chillán : Laurel, 2019. ISBN 345-678-67-4568-5, pág. 24.
 10. ZURITA, O. Condiciones adecuadas para explotaciones animales. Lima : Arpa, 2018. ISBN 765-607-37-432-8, pág. 88.

EL NUEVO ENTORNO DE LA ECONOMÍA DIGITAL EN LOS AGROEMPRESARIOS COMO UN RETO PARA LAS ADMINISTRACIONES TRIBUTARIAS.

NEW DIGITAL ECONOMY ENVIRONMENT IN AGRIBUSINESSES AS A CHALLENGE FOR TAX ADMINISTRATIONS.

¹ Grace Natalie Tamayo Galarza *

² Iván Alejandro Rueda Fierro

³ Maritza Tatiana Pérez Valencia

⁴ Carlos Alberto Mancheno Vaca

¹ Instituto de Altos Estudios Nacionales

² Pontificia Universidad Católica del Ecuador

³ Instituto de Altos Estudios Nacionales

⁴ Universidad Politécnica Nacional

* E-mail: grace.tamayo@iaen.edu.ec

RESUMEN

La economía basada en el comercio digital y la tecnología, dio paso a la transformación digital, lo que evidenció la situación real de las administraciones tributarias previas a la crisis de salud, financiera y organizacional provocada por la pandemia producida por el COVID 19; presentando retos y oportunidades bidimensionales en el ámbito tributario, contraviniendo de cierta forma las reglas y sistemas tradicionales, creados bajo escenarios típicos, denotando sus debilidades al confrontarse a una época digitalizada que exige cambios imperativos en los sistemas y estructuras de las administraciones. Para esto se utilizó una metodología descriptiva, confrontada con información cualitativa que enriquece las particularidades temáticas en el campo fiscal y tributario. Los principales retos, sin duda están en los cambios en la normativa tributaria y su aplicación como una administración a la medida, adscritos a un aprendizaje organizacional y cultural que implica al sujeto activo o estado como también al contribuyente en todos sus tipos, así como la necesidad de adelantarse al futuro, previendo quizás otros tipos de crisis mundiales y administraciones flexibles que se adapten a otros escenarios sin perjuicio de cubrir los fines recaudatorios y de control, adheridos al funcionamiento eficiente de estas administraciones. Con estos resultados y sus conclusiones las administraciones tributarias deberán enfocar sus esfuerzos hacia una nueva visión, la cual presenta retos e innovaciones que podrían atraer

también costos y mostrar la necesidad de modificar el comportamiento de quienes están vinculados al hacer tributario, tanto como sujeto activo o sujeto pasivo, en este caso los agroempresarios.

Palabras clave: *economía digital, gestión pública, tributación, agroempresarios*

ABSTRACT:

The economy based on digital commerce and technology gave way to digital transformation, which evidenced the real situation of tax administrations prior to the health, financial and organizational crisis caused by the pandemic produced by COVID 19; presenting two-dimensional challenges and opportunities in the tax field, contravening in a certain way the traditional rules and systems, created under typical scenarios, denoting their weaknesses when confronted with a digitized era that demands imperative changes in the systems and structures of the administrations. For this, a descriptive methodology was used, confronted with qualitative information that enriches the thematic particularities in the fiscal and tax field. The main challenges, without a doubt, are in the changes in the tax regulations and their application as a tailored administration, attached to an organizational and cultural learning that involves the active subject or state as well as the taxpayer in all

its types, as well as the need to anticipate the future, perhaps anticipating other types of global crises and flexible administrations that adapt to other scenarios without prejudice to covering collection and control purposes, adhered to the efficient functioning of these administrations. With these results and their conclusions, the tax administrations should focus their efforts towards a new vision, which presents challenges and innovations that could also attract costs and show the need to modify the behavior of those who are linked to doing tax, both as active subject or passive subject, in this case the agro-enterprises.

Keywords: *digital economy, public management, taxation, agribusiness.*

1. INTRODUCCIÓN

Se inició este recorrido teórico señalando que la Economía Digital trae consigo numerosas promesas y oportunidades ilimitadas para la creación de riqueza y desarrollo social. A la vez, implica peligro potencial para aquellos individuos, empresas o sociedades que se queden atrás, el castigo puede ser inclemente según (1), ha transcurrido más de una década y esta afirmación cobró importancia cuando los sistemas económicos se enfrentaron a la crisis de salud provocada por el Covid 19 y sus afectaciones tributarias, fiscales, financieras, sociales y políticas. Entonces, se evoca otros conceptos poscovid, dentro de los cuales señala (2) la digitalización tanto de bienes como de prestación de servicios ha planteado nuevos desafíos tanto para los operadores de dicho mercado como para la fiscalidad internacional, donde la presencia física ya no es impedimento para la expansión del comercio internacional. Las formas más conocidas de comercio electrónico o digital son aquellas desarrolladas entre empresas (*business to business* o B2B); entre empresa y consumidor (*business to consumers* o B2C); entre empresa y la administración (*business to administrations* o B2A); entre empresa y los empleados (*business to employee* o B2E), y entre consumidores (*consumer to consumer* o C2C).

Al direccionarlo a los sistemas nacionales, según (3) los gobiernos han ido adaptando sus legislaciones y prácticas frente a la irrupción y acelerada difusión de la digitalización, circunstancia que plantea diversos retos, tanto en países desarrollados como en desarrollo, lo que abarca, sin duda los retos que suscitan a la administración tributaria y al fisco en general.

Una de las consecuencias de la pandemia y sus medidas de confinamiento asociadas ha sido el crecimiento del consumo vía plataformas digitales, que en algunos

países aún no está gravado o, al menos, no en la medida deseable. Esto no solo tiene un importante costo en términos de recaudación, sino que además está creando una fuerte competencia desleal con los sectores tradicionales, en especial en contra de las pequeñas empresas.

Varias empresas que operan a nivel global, por el tipo de servicios que ofrecen, tienen presencia económica significativa en muchos países, no así residencia. Este es normalmente el caso de los servicios digitales automatizados, que incluyen desde los motores de búsqueda y servicios de publicidad en línea a la venta de información de usuarios/as. Las empresas que los proveen, al no tener residencia en todos los mercados nacionales en los que operan, tampoco tienen allí obligaciones tributarias, como por ejemplo servicios de publicidad dirigida a un país específico, emitida a través de sitios web o de una red social que opera globalmente, no está sujeta al esquema de tributación vigente en ese país. Lo mismo ocurre con las plataformas de intermediación de servicios como el hospedaje, turismo, transporte, o el material audiovisual a través de internet (streaming) provistos desde el exterior, entre otros.

Con la presencia del Covid, que estremeció a los gobiernos y en sí a los pueblos en general, obligando a generar reacciones inmediatas dentro de las organizaciones, (4) recopila las reacciones de las Administraciones tributarias y para complementar esta recopilación de medidas aplicadas por los gobiernos, asevera que las tendencias indican el camino. Es decir, el señalar políticas fiscales y monetarias, que en la primera fase de la pandemia se caracterizan por gestión de deudas privadas, para garantizar el financiamiento de las empresas privadas, ubicándose originalmente en el campo económico clásico, las obligaciones tributarias y los servicios sociales, se deberían adecuar a la capacidad de pago de las empresas y de los trabajadores. Sin embargo, priman entre las medidas la condonación de deudas tributarias y propuestas en seguridad social debido a la necesidad en esta primera fase de diseñar medidas de aplazamiento para manejar la reacción social, posponiendo sin duda para la segunda fase los correspondientes ajustes definitivos en función de los cambios que se hayan producido en la capacidad de pago gravada en cada impuesto entre otras medidas necesarias que se tomaron posteriormente (4)

(3) destaca que si bien las distintas iniciativas de transparencia y cooperación tributaria internacional muestran avances y gran parte de los países de América Latina se han ido sumando a ellas, no han resultado suficientes para detener el desvío de utilidades, la

erosión de las bases imponibles y la competencia tributaria internacional; problemas que se ven agravados por la rápida expansión de la economía digital y la generación de mayores oportunidades para las prácticas elusivas.

En una de las regiones más desiguales del mundo como es Latinoamérica, con notables desafíos para cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible, la pérdida de recursos como consecuencia de esas acciones tiene importantes implicancias en términos de eficiencia, equidad y justicia tributaria y por tanto; en los principios tributarios, generalmente concentrados y regulados en las constituciones de los países.

Teniendo en cuenta que el campo de la justicia tributaria internacional se encuentra aún en su infancia (5), con la presencia de la pandemia, se tornó precipitado el normar –temas urgentes- como por ejemplo los derivados de la economía digital. En este contexto, se describe en primer lugar ciertos procesos que deben abarcar a todos los contribuyentes y todas sus interacciones con la administración tributaria, iniciando con las declaraciones, pagos, consultas, devoluciones y en sí servicios on line. Según el (6) las funciones de la administración tributaria se relacionan con las principales obligaciones o deberes de los contribuyentes, concretamente: la inscripción en el registro, la presentación de declaraciones en plazo, el pago oportuno de las obligaciones tributarias y la exactitud y completitud de las declaraciones presentadas.

Partiendo de estas obligaciones, el (6) señala que la actividad principal de las administraciones tributarias gira en torno a las funciones de registro e identificación de contribuyentes, servicios al contribuyente, proceso de las declaraciones, gestión de pagos y cuenta corriente, control tributario/auditoría, cobranza ejecutiva, devoluciones, resolución de disputas: gestión de recursos administrativos y judiciales, contabilidad de ingresos. Es así como se entiende que

en un momento determinado por la crisis de salud, las Administraciones Tributarias (ATT) tuvieron la obligación de modificar sus comportamientos en relación a los procesos y sus formas, para cumplir con estas funciones eficientemente para no dejar de cubrir las necesidades presupuestarias de los países a resguardar con los ingresos tributarios (6).

Retornando al tema central que relaciona la economía digital con la eficiencia y eficacia del cumplimiento de las funciones de las ATT, (7) concluye que las medidas tomadas ante la expansión del virus trajo consigo la paralización forzosa de las actividades económicas, que tuvo como consecuencia la contracción y desplome de los ingresos tributarios más significativos como los son el impuesto a la renta y el impuesto general a las ventas, así como se agravó la situación de los trabajadores informales que por la naturaleza de su empleo no contaban con los beneficios otorgados por ley, ocasionándose así un gran impacto en la economía.

Según la (8) existen dos pilares fundamentales para afrontar estos retos, que los plantean como “pilares de negocios”, el Pilar 1, propone adaptar el sistema tributario internacional a la era de transformación digital, mediante cambios en las reglas tributarias que propongan un derecho de imposición en la jurisdicción que operan las empresas multinacionales con contenido digital de manera significativa e incluso en donde se encuentre el mercado o los intangibles de mercadeo de dichas entidades, aun cuando éstas no cuenten con una presencia física. El segundo pilar propone el pago de un “impuesto mínimo global” sobre los beneficios percibidos por las grandes compañías multinacionales, sin considerar el domicilio o jurisdicción en las que se llevan a cabo sus actividades, tomando en cuenta la aplicación de una tributación mínima, evitar la doble imposición o una tributación en ausencia de beneficio económico, así como, asegurar la transparencia y la equidad de trato y minimizar los costes administrativos y de cumplimiento, como se observa en el resumen expuesto en la Tabla 1.

Tabla 1: *Propuestas OCDE economía digital.*

Propuestas OCD		
Pilar 1	Pilar 2	Otras
Adaptar el sistema tributario internacional a la era de transformación digital.	Pago de un “impuesto mínimo global” sobre los beneficios percibidos por las grandes compañías multinacionales	Modificación de Convenios que impida la aplicación de los beneficios contenidos en los mismos a aquellos ingresos que hayan sido sometidos a tarifas por debajo de la mínima establecida.
Incorporarse el criterio de una presencia “remota” o “no física”.	Asegurar la equidad y transparencia.	“Establecimiento Permanentes Digitales”

Fuente: OCDE, 2021. *Economía digital y sus efectos tributarios.*

Así mismo, se ha reforzado otros estamentos en el análisis de la economía digital, a través de varias acciones que ya propusiera la OCDE a través de las BEPs o planes de acción para combatir la elusión y la evasión. El Plan añadió a las mesas de discusión quince acciones concretas para alcanzar el objetivo, entre ellas encontramos a la primera, que tiene que ver justamente con la economía digital, adicionalmente se incluyen otras como: la coherencia internacional; el restablecimiento de los estándares internacionales; la transparencia y seguridad jurídica; y la rápida aplicación de las medidas.

Ahora bien, respecto a lo que atañe a la economía digital, se estableció la acción primera que tiene como meta identificar las principales dificultades y problemas de la economía digital en la aplicación de tributos. Para el efecto, se estableció como plazo de acción el ejercicio económico 2014, culminando con la publicación del informe de la OCDE "Addressing the Tax Challenges of the Digital Economy" en donde se conceptúa a la economía digital como aquella "transformación de un proceso caracterizado por la información y la comunicación tecnológica como elementos que han permitido mejorar la eficiencia y rapidez en la compra-venta en el mercado, abaratar costes entre proveedor-cliente, perfeccionar el modelo de negocio y fortalecer la innovación como base de muchos sectores". (8)

Esta acción desarrolla los que serán y han sido los planteamientos de la OCDE de cara a la identificación de mecanismos de creación de valor en la nueva era digital, como hemos explicado en el apartado 3. El objetivo fundamental es detectar las estrategias fiscales para deslocalizar beneficios y establecer una regulación concreta. Más allá de la acción primera, se presentaron otro conjunto de acciones que explicaré de forma resumida, dado que no presentan un vínculo tan estrecho con la fiscalidad de la economía digital.

Por otra parte, los agro emprendimientos asociativos rurales se definen como iniciativas empresariales que buscan dar respuesta a diferentes problemáticas presentadas en el sector rural (9), según (10) el proceso de caracterización de un agro emprendimiento debe garantizar el fundamento de la construcción participativa e involucrar a todos los factores que, de una u otra forma, intervienen en el proceso de estos grupos asociativos, dado que esta condición permite que se lleve a cabo una planeación más consciente de las necesidades y estrategias que realmente respondan a las condiciones desfavorables

de una comunidad y a la identificación de las oportunidades y potencialidades de sus habitantes. Esto vuelve un objeto relevante desde el enfoque de la administración tributaria tanto como sujeto pasivo como también como un contribuyente que puede requerir el diseño de nuevos incentivos y beneficios tributarios y fiscales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se trata de una investigación de corte cualitativo, en la cual se pretendió conocer a fondo el problema planteado, sus bases teóricas, su caracterización, sus condiciones, en un segundo momento, se exploró mediante la aplicación de una entrevista semiestructurada aplicada a un grupo de expertos la visión desde su perspectiva de las variables estudiadas dentro del problema central. Se ubica además como una investigación transversal que analiza el comportamiento actual de las variables, considerando que es un tema nuevo que no requiere un análisis comparativo se define como un análisis prospectivo, no se requiere indagar datos del comportamiento pasado. La guía de la entrevista fue validada por expertos en un grupo focal reunido virtualmente, cuyas observaciones se incorporaron al instrumento aplicado. el proceso fue estudiado desde la perspectiva de expertos del sector tributario y fiscal, utilizando el enfoque de la Grounded Theory (teoría fundamentada). Los datos se recogieron utilizando entrevistas semiestructuradas; para analizar los datos se utilizó el modelo emergente de Glaser.

3. RESULTADOS

Los últimos acontecimientos mundiales han acelerado la transformación digital generando nuevos modelos de negocio que han interpuesto desafíos para las distintas aristas fiscales, tributarias y por tanto económicas, así como dentro de la política pública y las políticas tributarias dentro de las organizaciones en general que fungen como sujetos pasivos de las administraciones tributarias.

En las entrevistas realizadas a expertos, se analiza el tema desde un enfoque cualitativo, determinándose entre los resultados coincidentes que los principales retos son mejorar la atención, perfeccionar los procedimientos de control, minimizar la evasión e identificar los mejores canales de comunicación con los contribuyentes y terceros para mejorar la recaudación tributaria, la tabla 2, compila los principales resultados en esta variable.

Tabla 2: Identificación de los principales retos de las AT.

Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	Experto 6
Los principales retos son mejorar la atención y los canales de comunicación con los contribuyentes y terceros para mejorar la recaudación tributaria.	Poder establecer el control a efectos de que estas economías tributen como debe ser.	Modificación de Convenios que impida la aplicación de los beneficios contenidos en los mismos a aquellos ingresos que hayan sido sometidos a tarifas por debajo de la mínima establecida.	Utilizar la información de forma útil orientada a cerrar brechas fiscales	Generar accesos amigables para los contribuyentes que sean de fácil uso, garantizar la seguridad de la información que se registra y quede debidamente guardada y soportada.	Tratar de minimizar la evasión, esto se vuelve más complejo por la rapidez del comercio electrónico, y por lo que se rompe las barreras nacionales.

Fuente: Entrevistas a expertos (2022).

En esta variable, uno de los expertos consultados diversifica en algunos puntos estos retos, presentando su respuesta en puntos específicos como el capacitar a los funcionarios a cargo de la gestión e identificación de riesgos fiscales, en torno a cuáles son los principales o más frecuentes esquemas de negocios utilizados en la economía digital. No es posible, identificar los riesgos fiscales inherentes a este sector de la economía si no se tiene conocimiento de cómo y cuánto se comercia en línea o por internet. Considera, también el fijar para los dos impuestos más importantes para el Gobierno Central que serían el impuesto a la renta y el impuesto al valor agregado, las formas más eficientes, simples, de gravar las manifestaciones de riqueza implícitas en cada uno de los referidos tributos, que tienen como escollo la deslocalización o desmaterialización de las fuentes que generan los ingresos. Esto implica establecer claros criterios normativos de vinculación con el territorio y definir adecuadamente los hechos imponible y la integración de sus elementos esenciales.

Otro punto importante expuesto es el equilibrar y armonizar la regulación tributaria de este sector entre los Estados de la región, de tal manera que la tributación de estas actividades no se convierta o se traduzca en un desincentivo a las inversiones en el sector, en un obstáculo o impedimento al tráfico comercial o en un desincentivo al consumo e identificar los actores, agentes económicos, multinacionales que realizan comercio digital en o desde Ecuador y desde afuera del territorio hacia el Ecuador. Ello supone levantar un registro o catastro de contribuyentes o sujetos que puedan considerarse obligados en calidad de responsables.

Informa además la necesidad de generar una matriz de riesgo en la que se identifiquen los mecanismos de control que utilizará la Administración Tributaria para verificar el cumplimiento de las obligaciones de los sujetos obligados por operaciones o transacciones realizadas en el marco de la economía digital. Releva

también el decidir qué tipo de medidas se adoptarán para hacer frente a la masificación de las importaciones de bienes o servicios de escaso valor, que no implique que los costos del control sean más onerosos que los beneficios de la recaudación obtenida.

Se identificaron, además; como desafíos dentro de la economía digital el lograr que se articulen de mejor forma los convenios internacionales de doble imposición y que estas empresas que llegan con capitales extranjeros cumplan con todas las normas establecidas a efectos de poder verificar los hechos generadores de impuesto, establecer el origen de la renta a fin de aplicar los impuestos y retenciones de forma adecuada.

Se plantea desde este enfoque que los desafíos pueden ser diferentes según se trate de impuesto a la renta o de impuesto al valor agregado; es así como consideran los expertos que en la imposición al consumo, uno de los principales desafíos es establecer mecanismos adecuados para la recaudación del tributo, si el contribuyente no tiene residencia o domicilio en el país. La utilización del sistema bancario o de los agentes del sistema financiero como agente de retención por ejemplo, cuando el consumidor va a realizar el pago, comporta algunas dificultades prácticas, como, por ejemplo, el banco no tiene conocimiento de si está frente a una transacción objeto o no de gravamen. Así mismo, el bitcoin o el uso de otras monedas digitales, que escapan a la utilización del sistema financiero, podría generar algunas aberturas que den lugar a la no recaudación del impuesto.

Opinan que, en materia de imposición a la renta, el gran desafío es poder establecer un nexo adecuado o criterio de vinculación con el territorio, en el que se verifica la causa más próxima o directa que genera la renta. Si los elementos de vinculación son indirectos o remotos, evidentemente se multiplicará de forma exponencial el riesgo de doble o múltiple imposición. Muchos autores señalan que el problema en esta materia es que las medidas adoptadas para mitigar o

evitar la doble o múltiple imposición (CDI por ejemplo) fueron creadas y diseñadas en una era o tiempo en el que no estaba desarrollado el comercio digital como lo está hoy en día y por eso, tales soluciones previstas en los convenios o instrumentos multilaterales resultan

insuficientes para resolver el desafío antes señalado.

En la tabla 3 se muestra la respuesta de los expertos enfocadas en como las AT enfrentan estos retos y desafíos, compilándose los principales aportes.

Tabla 3: *Iniciativas implementadas por las administraciones tributarias para hacer frente a los retos de la economía digital*

Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	Experto 6
La mejora en las herramientas tecnológicas y en las telecomunicaciones.	La obligatoriedad de la facturación electrónica permite tratar de tener un mejor control respecto de las operaciones tributarias y respecto de la simplicidad administrativa se han incrementado portales electrónicos con la finalidad de dar atención al contribuyente.	Aquellas iniciativas tendientes a mejorar el uso de la página web de la administración tributaria de tal manera que permita al contribuyente ahorro de tiempo y que los diferentes formularios al momento de ser llenados tengan información clara de su contenido y uso.	La facturación electrónica.	Aquellas iniciativas tendientes a mejorar el uso de la página web de la administración tributaria de tal manera que permita al contribuyente ahorro de tiempo y que los diferentes formularios al momento de ser llenados tengan información clara de su contenido y uso.	El uso del mecanismo de retención a través del sistema financiero en el caso del IVA que se genera sobre transacciones electrónicas es el que tiene mayor impacto en la función recaudatoria.

Fuente: *Entrevistas a expertos (2022).*

En este contexto, se destaca, además; entre las opiniones de los expertos sobre estas iniciativas, el que el uso del mecanismo de retención a través del sistema financiero en el caso del IVA que se genera sobre transacciones electrónicas es el que tiene mayor impacto en la función recaudatoria -en este momento-. No implica que sea el más justo o que esté exento de problemas prácticos. El contribuyente debería ser el proveedor de servicios no residente, pero frente al alto riesgo de que no declare ni pague, esta vía luce de momento como la más conveniente. Claro que, la implementación del IVA digital en la legislación ecuatoriana es un hecho relativamente nuevo en el país (desde finales de 2019), por lo que todavía se puede considerar que las medidas adoptadas en este particular requieren ser evaluadas con detenimiento.

Respecto a la simplicidad, las estrategias más efectivas consisten en la utilización de formularios simples por parte de los sujetos obligados a declarar, en calidad de responsable o contribuyente, los valores a pagar, evitando establecer numerosos o complicados deberes formales en torno a esta obligación, que no deja de representar costos transaccionales que terminan siendo soportados en definitiva los usuarios del sistema financiero.

Al analizar las iniciativas de las administraciones tributarias los entrevistados hacen referencia a la facturación electrónica, que es una evolución de la factura física llenada por el emisor, es otra forma de emisión de facturas de venta que cumple con los requisitos legales y reglamentarios para la

autorización por parte de la administración tributaria, garantizando la autenticidad de su origen e integridad de su contenido, ya que incluye la firma electrónica del emisor. Beneficia y viabiliza las relaciones comerciales al reducir costos de envío y recepción de facturas, así como facilita el seguimiento del estado de las facturas electrónicas como: recepción, rechazo o aceptación; brinda la posibilidad de obtener reportes y alertas permanentes en tiempo real. Sin duda, durante la pandemia además colaboró con el distanciamiento social y el cumplimiento de los deberes formales del contribuyente.

En Ecuador, además, se dio el paso al sistema de tributación simplificado, denominado Régimen Simplificado para Emprendedores y Negocios Populares (RIMPE) es el nuevo régimen aplicable en Ecuador desde el 2022 que reemplaza al Régimen Impositivo Simplificado (RISE) y al Régimen de Microempresas, señalándose también por parte de uno de los entrevistados como una iniciativa óptima por parte de las ATT.

4. DISCUSIÓN

La simplificación de los sistemas tributarios en todos los países, por medio de la utilización de las TIC's permitió el cumplir con los fines de las administraciones tributarias durante la pandemia, y es necesario según los entrevistados el analizar pos pandemia estos procesos y procedimientos, para reforzar el marco normativo y las capacidades técnicas de las organizaciones rectoras

en temas tributarios, aduaneros y fiscales de los países; aprender de las experiencias positivas internacionales en cuanto a mecanismos de control y un buen uso de la economía digital frente a los retos y desafíos futuros para los estados. Es necesario hacer una relación de los resultados expuestos, con el principio de simplicidad administrativa, que según la (11) en su artículo 300, indica que el régimen tributario se regirá por los principios de generalidad, progresividad, simplicidad administrativa, irretroactividad, equidad, transparencia y suficiencia recaudatoria. En este contexto todos los entrevistados hablaron sobre las iniciativas propuestas por las AT para dentro de un entorno nuevo -economía digital- aplicar facilidades y propuestas de cambios tecnológicos que faciliten al contribuyente el cumplimiento de sus obligaciones, su autocapacitación tributaria y el acercamiento voluntario u obligatorio a la AT.

Sugiere el (6) que un sistema simple con reglas simples, contribuye a entender mejor las obligaciones tributarias que deben cumplirse, fomentando un ambiente que promueve la buena conducta fiscal, con la consiguiente recaudación tributaria justa. Las entrevistas coinciden en el cumplimiento del principio de simplicidad administrativa, contemplado en la (11) que prescribe que el régimen tributario se regirá por los principios de generalidad, progresividad, eficiencia, simplicidad administrativa, irretroactividad, equidad, transparencia y suficiencia recaudatoria. Se priorizarán los impuestos directos y progresivos. La política tributaria promoverá la redistribución y estimulará el empleo, la producción de bienes y servicios, y conductas ecológicas, sociales y económicas responsables.

El uso de estas nuevas herramientas, constituye una oportunidad para la mejora del desempeño de las administraciones tributarias que debe ser aprovechada para impulsar un crecimiento económico sostenido e inclusivo que favorezca el bienestar de los ciudadanos.

Al ser consultados sobre si las iniciativas implementadas por las administraciones tributarias para hacer frente a los retos de la economía digital se denota la importancia que ha cobrado actualmente este acápite de la economía y finanzas, que muestra sin duda una visión futura destacada para las naciones, siendo también una fuente de ingresos tributarios que alimentarán los presupuestos estatales.

La (8), señala la prioridad por parte de las ATT de mantener la salud y bienestar de sus funcionarios y de los contribuyentes, por tanto, la razón de apartar la importancia de esta nueva forma de gestión, que innova procesos, normas y procedimientos en diversos niveles, frente al reto evidente de gestionar la recaudación y la

facultad sancionatoria para que funcione correcta y continuamente el sistema tributario, lo que coincide al cien por ciento con la opinión de los entrevistados en este contexto.

Del mismo modo, es importante considerar por parte de las ATT, un conjunto de escenarios para los diferentes niveles/funciones de la administración que respondan, preferiblemente, a la planificación de escenarios a gran escala por los distintos gobiernos, lo que mitigaría posibles efectos futuros de la pandemia y podría ayudar a los estados a enfrentar otros escenarios negativos no previstos que podrían ser similares al ocasionado por el COVID 19, entonces nace la interrogante sobre cuán preparadas están las ATT para el futuro inmediato y lejano.

Otro apartado importante, hace referencia a los beneficios tributarios temporales otorgados durante la pandemia, en algunos países se conservaron como beneficios tributarios extendidos, lo que sin duda es recomendable para el aprovechamiento de los contribuyentes, que casi siempre redundan a favor del estado en forma de tributos.

Finalmente, otro parámetro importante a considerarse haría referencia al comercio exterior, ligado a la economía digital, en un orden de prioridad se podría dar el primer lugar al facilitar las operaciones internacionales y recaudar los impuestos que corresponden a los movimientos generados, luego; también tiene un lugar importante el control de estos movimientos financieros para evitar la evasión y elusión de impuestos y en otras palabras -mantener la situación bajo control- en estas operaciones, lo cual se define también en la colaboración mutua de las aduanas y el respecto a los convenios internacionales que la sustentan. Esto para asegurar las cadenas internacionales de suministro y aplicar políticas para hacer frente a la crisis del COVID-19. Estas medidas se centran principalmente en las operaciones relacionadas con la movilización de ingresos, la facilitación del comercio y la protección de las fronteras.

5. CONCLUSIONES

En conclusión, se añade que las herramientas tecnológicas que se destacan en la economía digital, están sobrepasando la gestión de la administración tributaria que se enfrenta en algunas jurisdicciones a la acumulación de la riqueza por el desarrollo de la tecnología frente a otros países de menor desarrollo y de menos imposición.

La tecnología agrícola consiste en la investigación, desarrollo e innovación que se da en el sector

agronomo. Esta investigación, desarrollo e innovación (en adelante, I+D+i) debe tener como metas mejorar la agricultura y similares en términos de eficiencia, eficacia y efectividad. Desde el enfoque de la AT la pregunta principal es ¿Cómo el estado puede ayudar a los agronegocios orientando correctamente la política pública? Quizás la primera respuesta lógica sería iniciar con una mejor propuesta de incentivos tributarios que incluso beneficiar al Estado si se revierte en crecimiento sectorial con un coherente despunte en los ingresos para el presupuesto y el aporte de este tipo de negocios.

Estas herramientas fueron incorporadas por los agro productores para poder adherirse a este cambio en sus actividades y para poder llegar a los diferentes segmentos de sus demandantes y superar los inconvenientes suscitados en sus microeconomías por efecto de la pandemia.

Por otro lado, hablar de la tributación del comercio electrónico implica traer a colación la discusión sobre la vulneración de la potestad impositiva de los estados. Sin duda que la aplicación de tributos en comercio electrónico y su capacidad de recaudo cuestiona a los países en menor desarrollo, que se ven afectados por: una menor recaudación por lo que van en la búsqueda del incremento en los tributos a los contribuyentes para mejorar la recaudación tributaria. pero que afecta de otro lado, la competitividad nacional frente a las multinacionales internacionales.

En resumen, se imponen en este nuevo siglo varios desafíos internacionales: como el acoplarse de manera inmediata a los cambios tecnológicos desde las esferas estatales hasta las empresas y negocios para seguir competitivos en un mundo que avanza con rapidez pero que aboga cada vez más a la intervención humana mínima, afectando la gestión pública.

La administración tributaria debe buscar nuevos derroteros mirando no solo la propuesta de gravar los ingresos de los no residentes por transacciones internacionales, sino que debe mirar un nuevo diseño en la tributación del e-commerce de las empresas multinacionales. De esta manera, se podría hacer frente a los nuevos retos del futuro, no solo a la pandemia de COVID 19 que tantos estragos ha provocado en las economías, sino que se establezca claras reglas de juego en la economía digital para la tributación.

Los estados se convierten en la parte importante de un engranaje internacional, en donde la ayuda mutua y la cooperación son sinónimos de progreso. Por ello, es que la conformación de apoyo al Foro Global sobre Transparencia e Intercambio de Información con Fines Fiscales es una herramienta primordial en la

participación de las administraciones tributarias en el intercambio de información y la participación con uso de nuevas tecnologías que permitan mejorar el control y atención a los contribuyentes; pero además que implementen estándares internacionales en materia de transparencia fiscal (12)

Esta investigación, apertura una agenda que se dirigirá a hacer el seguimiento del comportamiento de las ATT a futuro, cuando aún no se ha superado en su totalidad la pandemia causada por el COVID 19, existen nuevos problemas en el área de salud de afectación mundial y la economía digital provee nuevos escenarios a la par de los adelantos tecnológicos y en las comunicaciones a nivel internacional.

Los agro emprendimientos destacan durante la pandemia, para la obtención de recursos familiares y para la sostenibilidad de estos negocios agrícolas, entonces se podría concluir que requieren ser objeto de la atención de la Administración Tributaria, ya que necesitan incentivos apropiados y técnicos y también beneficios tributarios enfocados en esta nueva economía.

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Tapscott, D., & Osorio, M. B. (1997). La economía digital. Bogotá: McGraw-Hill.
2. Faúndez-Ugalde, A., Vidal Olivares, A., Olguín Romero, A., & Molina Marisio, F. (2021). Tributación en la economía digital: Propuestas impulsadas por la OCDE y el impacto frente a los principios rectores de todo sistema tributario. *Revista chilena de derecho y tecnología*, 10(1), 9-28.
3. CEPAL (2019), Panorama Fiscal de América Latina y el Caribe 2019 (LC/PUB.2019/8-P), cap. II, Santiago, CEPAL
4. Tamayo-Galarza, G., Subía-Guerra, J., & Pérez-Valencia, T. (2020). Retos y desafíos de las administraciones tributarias frente a la crisis sanitaria mundial ocasionada por el COVID 19.
5. Dietsch, P. & Rixen, T., (2019). In defence of Fiscal Autonomy: A reply to Risse and Meyer. *The Journal of Political Philosophy*. 27 (4), 499 - 51.
6. Centro Interamericano de Administraciones Tributarias - CIAT (Ed.) (2020). Barraza. Las TIC como Herramienta Estratégica para Potenciar la Eficiencia de las Administraciones Tributarias / 20202021. CIAT.
7. Torres Iparraguirre, A. G. R. ., & Ferrel Burgos, N. M. . (2020). COVID 19 - ¿POR QUÉ NO EMPEZAMOS A

TRIBUTAR?. *Journal of Management & Business Studies*, 2(1). <https://doi.org/10.32457/jmabs.v2i1.525>

8. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE]. (2015). Proyecto OCDE/G20 sobre la Erosión de la Base Imponible y el Traslado de Beneficios. Resúmenes Informes Finales. París: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico [OCDE].
9. Llusco, B. L. G. (2017). Emprendimientos Asociativos Rurales en el Marco de la Economía. *Revista da UI_IPSantarém-Unidade de Investigaçã do Instituto Politécnico de Santarém*, 5(5), 54-76.
10. Tirado, L. F. O., Espinosa, H. R., & Peña, R. E. P. (2022). Caracterización de los agroempresarios asociativos rurales en Antioquia para el fortalecimiento de la acción colectiva y el desarrollo local. *Jangwa Pana*, 21(2).
11. Constitución de la República del Ecuador, Asamblea Nacional del Ecuador, 2008.
12. Foro Global sobre Transparencia e Intercambio de Información con Fines Fiscales, 2000, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).

CARACTERIZACIÓN DE MICROORGANISMOS AISLADOS DE SUELOS, MEDIANTE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

CHARACTERIZATION OF MICROORGANISMS ISOLATED FROM SOILS, THROUGH BIBLIOGRAPHIC REVIEW

¹ Luis Tello *	luis.tellof@esPOCH.edu.ec
² Pablo Mancheno	pablo.mancheno@esPOCH.edu.ec
³ Joe Lala	joe.lala@esPOCH.edu.ec
⁴ Grace Portilla	graceportilla@gmail.com

¹ Laboratorio de Ciencias Biológicas – Facultad de Ciencias Pecuarias – ESPOCH.

² Laboratorio de Reproducción Animal – Facultad de Ciencias Pecuarias – ESPOCH.

³ Carrera de Agroindustria, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

⁴ Carrera de Biotecnología, Universidad Politécnica Salesiana1/2, Riobamba-Ecuador.

* E-mail: luis.tellof@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

Se realizó una investigación a profundidad sobre un microorganismo obtenido del suelo como es la levadura *Candida Utilis* la cual en estudios realizados por (2), (3) y (7) nos indican que dicha levadura contiene un alto valor de aminoácidos esenciales para el crecimiento de los distintos animales como es la proteína y los minerales que fueron los que dieron un mayor valor a comparación de los otros aminoácidos. Para esta investigación se realizó una búsqueda y selección del microorganismo con el que se trabajaría para lo cual se escogió la levadura *Candida Utilis*.

Palabras clave: *Candida Utilis*, aminoácidos, minerales, proteína.

ABSTRACT:

An in-depth investigation was carried out on a microorganism obtained from the soil such as the *Candida Utilis* yeast, which in studies carried out by (2), (3) and (7) indicate that said yeast contains a high value of essential amino acids for the growth of the different animals, such as protein and minerals, which were the ones that gave a higher value compared to the other amino acids. For this investigation, a search and selection of the microorganism with which work would

be carried out was carried out, for which the yeast *Candida Utilis* was chosen.

Keywords: *Candida Utilis*, amino acids, minerals, protein.

1. INTRODUCCIÓN

La singularidad de los microorganismos, impredecible naturaleza y capacidades biosintetizadoras, en un específico juego de condiciones de cultivo y medioambiente, los han hecho candidatos para solventar problemas difíciles en las ciencias vivas, al igual que en otros campos. Las diferentes maneras en las que los microorganismos han sido usados los pasados 50 años abarcan avances en tecnologías médicas, humanas y salud animal, procesamiento de alimentos, seguridad y calidad de alimentos, ingeniería genética, protección del medio ambiente, biotecnología agrícola y tratamiento efectivo de desechos agrícolas y municipales, generando el más impresionante registro de alcances (4).

La siguiente investigación tuvo como objetivo principal realizar una revisión bibliográfica sobre la caracterización de la levadura *Candida utilis* la cual es extraída de suelos.

2. METODOLOGÍA

Se realizó una grande búsqueda y selección de un microorganismo del suelo como es el caso de la levadura *Candida utilis* de las más prominentes fuentes bibliográficas, con esta investigación nos permitió identificar la caracterización de la levadura la cual se realizó una comparación entre tres autores los cuales hablan de la misma levadura *Candida utilis* los cuales usan como sustrato el bagazo de la caña de azúcar.

Microorganismos del suelo

De manera general se puede afirmar que los microorganismos se distribuyen según las condiciones ambientales y la disponibilidad de alimento. Por ej., en los primeros centímetros del suelo existe mayor cantidad de restos orgánicos y O₂, por lo que allí se dispone la mayor cantidad de organismos con metabolismos aeróbicos. A mayor profundidad los microorganismos aeróbicos se localizan donde se conjugan condiciones óptimas de humedad y aireación. Exceso de humedad satura los poros y se crean condiciones de falta de O₂. En las capas más profundas del suelo superficial existe mayor cantidad de microorganismos tolerantes a la falta de O₂ y/o anaeróbicos que degradan compuestos derivados de la actividad de los microorganismos más superficiales (1).

El suelo en sí es un ecosistema muy complejo, éste podría ser considerado como un microcosmos donde minerales y materia orgánica (viva o muerta), el agua y el aire, comparten un espacio de gran actividad físico-química. El suelo es una combinación de fases que interactúan íntimamente entre ellas en un sistema que no tiene comparación. Tal complejidad puede ser percibida por la heterogeneidad de estos componentes minerales y las diversas propiedades físico-químicas

que se generan, lo cual varía debido al grado de meteorización del suelo. De manera similar, la materia orgánica es heterogénea, porque puede tener múltiples orígenes y diferentes estados de descomposición (5).

Los microorganismos del suelo son entidades que influyen varios aspectos del suelo y cada uno desempeña diferentes actividades. De particular interés son aquellos microorganismos involucrados en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. Así, en muchos casos, los microorganismos del suelo pueden determinar la disponibilidad de nutrientes (5).

La presencia de microorganismos en el suelo es variable, pero sigue la tendencia que a mayor profundidad se disminuye la cantidad de éstos. La razón para ello es que buena parte de los microorganismos que se aíslan en medio de cultivos agarizados son heterótrofos y aeróbicos, y con la profundidad los compuestos carbonáceos y el O₂ disminuyen. En consecuencia, la densidad de las poblaciones microbiales disminuye (5).

Levadura *Candida utilis*

La mayoría de las especies de levaduras se propagan en diferentes medios. Sin embargo, la especie *Candida utilis* se caracteriza por su gran poder de adaptación ante los cambios en las condiciones de crecimiento y multiplicación. Además, posee alto contenido de proteínas y excelente perfil de aminoácidos esenciales. A partir de estas bondades, en Cuba se desarrolló una tecnología de producción de levadura *Candida utilis*, que utiliza como sustrato base la vinaza de destilería. La reducción de la carga orgánica de este residual y al mismo tiempo, la obtención de un producto valioso y escaso (fuente proteica) es la gran ventaja de este proceso (6).

3. RESULTADOS

Candida utilis

Autor	Materia seca	Proteínas	Fibra	Grasa	Cenizas	Minerales	Calcio	Fósforo	Magnesio	Humedad
(Gutiérrez Ramírez, y otros, 2008)	93%	49%	3%	0,3%	0,6%	35%	0,3%	1%	0,3%	---
(Ferrer, y otros, 2004)	96,7%	53%	3,5%	0,8%	6,5%	36,2%	0,6%	1,8%	0,14%	---
(Saura Laria, 2016)	--	47,5%	---	25%	8,5%	---	---	3,7%	---	7%

Tal como se puede observar en la Ilustración 1, sobre el contenido de materia seca en la levadura, según (2) presenta un porcentaje más alto en comparación de los otros autores con un valor de 96,7% a comparación de (3) con un porcentaje de 93% respectivamente, presentando el último autor un valor de cero en el contenido de materia seca.

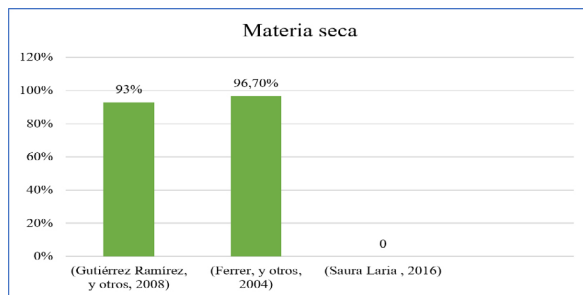


Ilustración 1: Contenido de materia seca de la levadura (*Candida utilis*).

Hay que mencionar que el contenido de proteína es uno de los principales componentes que tiene la levadura (*Candida utilis*), considerando que tiene porcentajes altos en cuanto se puede observar en la Ilustración 2, según los tres autores, ya que mayor contenido que posee es según (2) con un valor de 53% respectivamente.

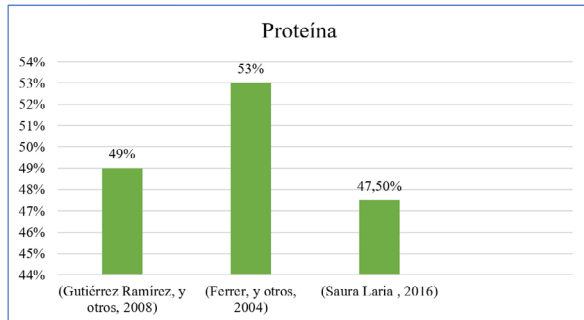


Ilustración 2: Contenido de proteína en la levadura (*Candida utilis*).

El contenido de fibra es muy similar según los autores (3) y (2) con valores de 3% y 3,5% cada uno respectivamente, es decir son bajos tal como se puede observar en la Ilustración 3, pero según (7), el contenido de fibra que presenta la levadura es de 0% respectivamente.

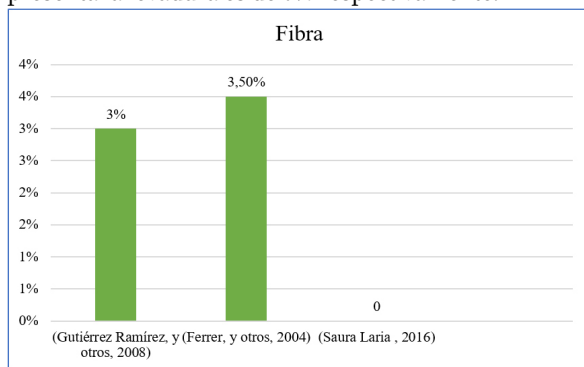


Ilustración 3: Ilustración 3. Contenido de fibra en la levadura (*Candida utilis*).

De acuerdo al contenido de grasa en la levadura se puede decir que según los autores (2) y (3) son muy bajos, con valores de 0,8% y 0,3% cada uno respectivamente, tal como se puede ver en la Ilustración 4. Hay que recalcar que existe un valor muy alto en cuanto al contenido de grasa que es del 25%, esto lo menciona (7).

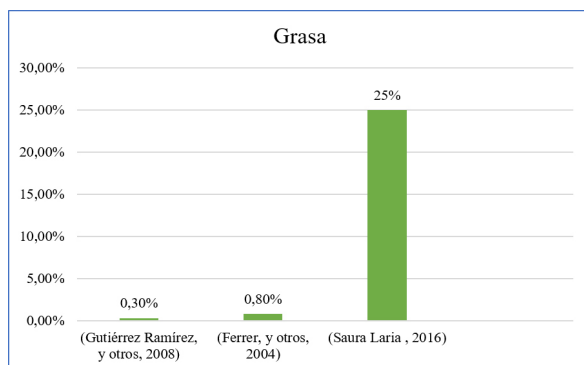


Ilustración 4: Contenido de grasa en la levadura (*Candida utilis*).

Según (3) y (2) el contenido de minerales es muy similar y no varían tanto, así como se había visto en la Ilustración 3, sobre el contenido de fibra que posee también valores muy similares y no varían tanto igualmente, pero solían ser bajos. Aunque en este caso el contenido de minerales suele ser muy alto con valores de 35% y 36,2% cada uno respectivamente. Según (7), igualmente presenta un valor de 0% de contenido de minerales, tal como se puede observar en la Ilustración 5.

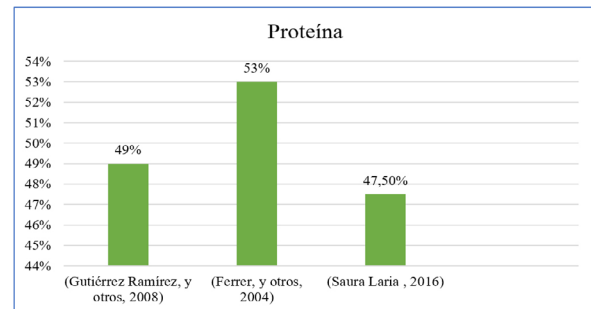


Ilustración 5: Contenido de minerales en la levadura (*Candida utilis*).

Los valores en cuanto al contenido de cenizas según los tres autores suelen estar por debajo del 10%, tal como se puede observar en la Ilustración 6. El mayor valor lo presenta (7) con un 8,5% aproximadamente, y el menor valor lo menciona (3) con un valor de 0,6%.

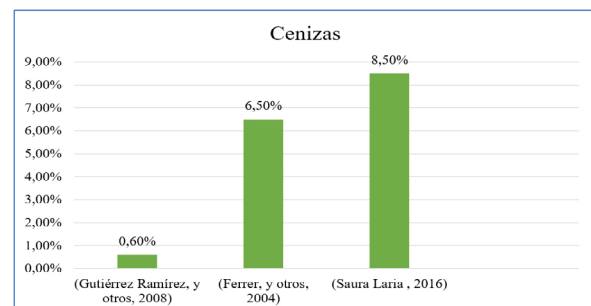


Ilustración 6: Contenido de cenizas en la levadura (*Candida utilis*).

Ya se había mencionado sobre el contenido de minerales que presenta la levadura, el fósforo es uno de ellos, ya que los tres autores lo describen en sus investigaciones, siendo (7) la que presentó un porcentaje mayor en su investigación, con un valor de 3,7% respectivamente, tal como se puede observar en la Ilustración 7.

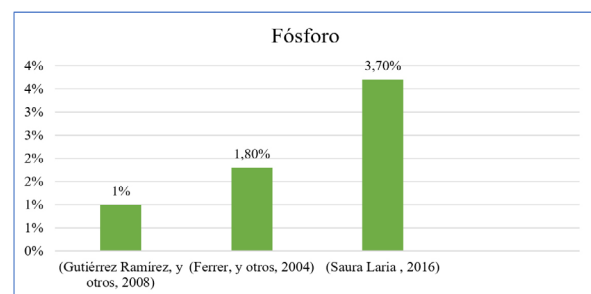


Ilustración 7: Contenido de fósforo en la levadura (*Candida utilis*).

El magnesio es otro de los minerales que posee la levadura, aunque solo (3) y (2) los describen en sus investigaciones con valores muy bajos que no superan el 0,5%, tal como se describe en la Ilustración 8, con valores de 0,30% y 0,14% cada uno respectivamente.

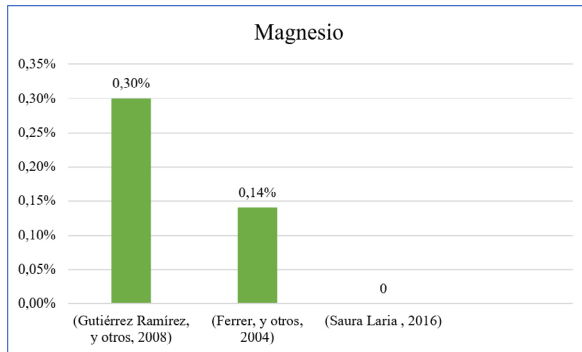


Ilustración 8: Contenido de magnesio en la levadura (*Candida utilis*).

Igualmente, al contenido de magnesio, en este caso en cuanto al contenido de calcio, solo los mencionan (3) y (2). Los valores no suelen superar el 1% de contenido de calcio. En la Ilustración 9, el contenido de calcio de 0% es según el autor (7).

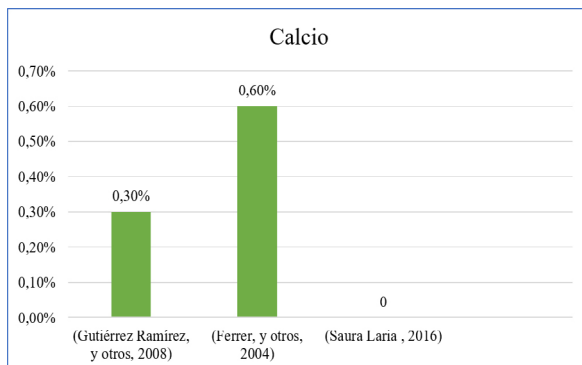


Ilustración 9: Contenido de calcio en la levadura (*Candida utilis*).

En la Ilustración 10, se puede observar solamente que un autor menciona sobre el contenido de humedad en la levadura con un valor del 7%, se trata de (7), mismo valor que no supera el 10%.

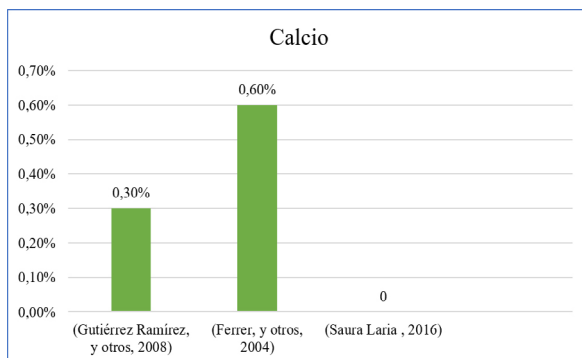


Ilustración 10: Contenido de humedad en la levadura (*Candida utilis*).

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de acuerdo a los tres autores, se puede mencionar que la composición de la levadura (*Candida utilis*), la proteína es el único componente que existe en la revisión bibliográfica de los tres autores con valores de 49% para (3), mientras que para (2), presenta un valor de 53%, y finalmente para (7) presenta un valor de 47,5% respectivamente, siendo para (2) el valor más alto del contenido de proteína. Según (3), destaca que las proteínas de levadura tienen un alto valor nutricional, ya que se caracteriza por un perfil de aminoácidos balanceado teniendo un elevado contenido de lisina y treonina, lo cual le atribuye un extraordinario potencial para su uso como complemento de dietas de cereales para animales, ya que estos son deficientes en estos aminoácidos.

Los autores anteriormente mencionados también nos indican que el contenido de minerales que posee la levadura es igualmente alto, con valores muy similares de acuerdo con (3) y (2) con valores de 35% y 36,2% cada uno respectivamente en base seca, mientras que (7) no nos presenta ningún valor en cuanto al contenido de minerales. Los minerales más indispensables que se lograron encontrar de acuerdo con (3) y (2) fueron calcio, fósforo y el magnesio. Cabe destacar que el único mineral que posee la levadura según (7) es el fósforo con un valor de 3,7% respectivamente.

5. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado una grande búsqueda y selección de un microorganismo del suelo como es la levadura *Candida utilis* de las más prominentes fuentes bibliográficas, se llegó a la conclusión de que la levadura *Candida Utilis* presento un contenido balanceado de aminoácidos por lo que puede ser aplicado como concentrados proteicos para los animales.

Con la comparación realizada entre los tres autores se llegó a identificar que en los estudios realizados por cada uno de ellos la levadura *Candida Utilis* poseen un alto valor proteico; además, (2) y (3) nos indican que también tienen un elevado valor de minerales, mientras que (7) nos dice que la levadura no posee minerales.

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Burbano, Hernán. 1989. El suelo: una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Colombia : s.n., 1989.
2. Ferrer, y otros. 2004. Producción de proteína microbiana a partir de los desechos del procesamiento de la caña de azúcar (bagacillo). 2004.

3. Gutiérrez Ramírez, Luz Adriana y Gómez Rave, Alejandro de Jesús. 2008. Determinación de proteína total de *Candida utilis* y *Sacharomyces cerevisiae* en bagazo de caña. 2008, Vol. 5, 1.
4. Higa, Teruo. 1989. MICROORGANISMOS BENÉFICOS Y EFECTIVOS PARA UNA AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE SOSTENIBLE. Japón : s.n., 1989.
5. Osorio Vega, Nelson Walter. 2009. Microorganismos del suelo y su efecto sobre la disponibilidad y absorción de nutrientes por las plantas. Colombia : s.n., 2009.
6. Rodríguez , Bárbara, y otros. 2010. Composición química y valor nutritivo de la levadura torula (*Candida utilis*), desarrollada sobre vinaza de destilería, en la alimentación de aves. Cuba : s.n., 2010.
7. Saura Laria , Gustavo. 2016. Descontaminación de residuales de destilería mediante propagación de proteína microbiana (DRD/PPM). La Habana : s.n., 2016.

EFECTO EDULCORANTE DE LA SUCRALOSA EN LA ELABORACIÓN DE MERMELADAS

Sucralous sweetener effect on the elaboration of jams

¹ María González	mariav.gonzalez@esPOCH.edu.ec
² Luis Arboleda	luisf.arboleda@esPOCH.edu.ec
³ Alexis Ramos	alexisrr2210@correo.ugr.es



Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Facultad de Ciencias Pecuarias – Carrera de Agroindustria

* E-mail: mariav.gonzalez@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

La presente revisión bibliográfica tiene como objetivo investigar el efecto de la sucralosa en la elaboración de productos como son las mermeladas, jaleas que ayudan a la conservación de frutas, para lo cual se comparó el valor calórico del edulcorante y las mermeladas tradicionales identificando los factores fisicoquímicos, microbiológicos y de aceptabilidad de acuerdo a las formulaciones que adquieren las mermeladas con la sucralosa. A través de la búsqueda de tesis, artículos científicos, repositorios de universidades con los respectivos criterios de selección y el análisis descriptivo permite establecer los resultados de varios autores que por cada 100 g de mermelada con sucralosa se obtiene el 3,04 de pH, 2,48 acidez, un valor promedio de 58.48 Kcal a diferencia de la sacarosa que puede aportar hasta 270 Kcal y los sólidos solubles totales marcan rangos entre 8.05 a 29.43 °Brix por lo que le hace susceptible al desarrollo de microorganismos patógenos. En las propiedades organolépticas la de mejor aceptación se evalúa en la escala hedónica para la mermelada producida a partir del fruto de mate *Crescentia cujete L* con sucralosa al 60 % presenta un color rojo intenso, viscosidad espesa, sabor ácido, y una buena aceptabilidad por parte del panel de catadores. Por lo que se concluye que la cantidad de energía de la sucralosa que se suministra es baja y su efecto edulcorante no influye en el pH y acidez que debe cumplir una mermelada comercial, pero a diferencia de los °Brix alcanza bajas concentraciones. Por lo que se recomienda su aplicación en la industria de la alimentación en reemplazo del azúcar comercial..

Palabras clave: mermelada, sucralosa, edulcorante, conservación de frutas, análisis organoléptico.

ABSTRACT:

The present bibliographic review aims to investigate the effect of sucralose in the elaboration of products such as jams and jellies that help preserve fruits. The caloric value of the sweetener and traditional jams were compared and physical chemical, microbiological and acceptability factors were analyzed according to the formulations acquired by the jams with sucralose. By analyzing thesis, scientific articles, university repositories according the selection criteria and descriptive analysis, it is possible to establish the results of several authors that for every 100 g of jam with sucralose, a pH of 3.04, 2 is obtained. 48 acidity, an average value of 58.48 Kcal, unlike sucrose that can contribute up to 270 kcal and total soluble solids range between 8.05 and 29.43 °Brix, making it susceptible to the development of pathogenic microorganisms. In the organoleptic properties, the one with the best acceptance is evaluated on the hedonic scale for the jam produced from the *Crescentia cujete L* mate fruit with 60% sucralose, it has an intense red color, thick viscosity, acid taste, and good acceptability on the part of the cupping panel. Therefore, it is concluded that the amount of energy supplied by sucralose is low and its sweetening effect does not influence the pH and acidity that a commercial jam must meet, but unlike ° Brix it reaches low concentrations. Therefore, its application is recommended in the food industry as a replacement for commercial sugar..

Keywords: jam, sucralose, sweetener, fruit preservation, organoleptic analysis.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la sociedad ha venido experimentando nuevos estilos y hábitos relacionado al consumo de alimentos, esto debido a la mala alimentación de la población al adquirir productos que contienen baja cantidad de nutrientes, pero exceso contenido de azúcar y sal, lo que ha ocasionado enfermedades crónicas como son la obesidad, la hipertensión arterial y la diabetes. Es así que según las últimas cifras reportadas por el (11), establece que las 2 mayores de causas de fallecimiento en el Ecuador está relacionado a “Enfermedades del Corazón” con 8574 casos y la “Diabetes Mellitus” con 4890 casos. Por otro lado, en Ecuador desde el año 2015, ha adquirido el compromiso con la agenda global 2030, y el cumplimiento de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible que garanticen desde la perspectiva nacional un nuevo modelo de producción de alimentos con un valor agregado que sintonice con los fines de erradicar la pobreza, mitigación del hambre e igualdad de género (3).

La industria de alimentos, con el pasar de los años da inicio a nuevos nichos de mercado en donde la sociedad busca adquirir productos de calidad, innovadores, bajos en calorías o también denominados light, con el fin que los consumidores mejoren sus hábitos alimenticios, pero para esto se debe recurrir a aditivos alimentarios como la sucralosa, que es aproximadamente 600 veces más dulce que el azúcar es por ello que se lo debe de utilizar en dosis recomendadas. Además, estudios reportan que la sucralosa no es una sustancia que afecte a la composición de la microbiota (20).

Respecto al sabor la sucralosa es diferente del azúcar común, entre las propiedades importantes que posee es su alta estabilidad al calor, su efecto sinérgico al combinarse con otros edulcorantes haciendo que sea muy utilizada a nivel mundial en donde se puede encontrar en más de 4.500 alimentos y bebidas (14). De la misma manera, la sucralosa tiene un amplio uso para elaborar productos como son los helados, productos lácteos, dulces, confituras, gomas de mascar, horneados, bebidas no alcohólicas, salsas, jaleas entre otros (7).

Según (19), reporta que para un alimento light sea considerado como tal, su composición final debe tener una reducción del valor calórico mínimo del 30% en relación a su producto referencia. Pero para lograr este objetivo (18) manifiesta, que se debe utilizar o implementar diferentes rutas como sustituir el azúcar por edulcorantes menos calóricos, eliminando parcial o totalmente la grasa del alimento así se va a lograr modificar la composición del alimento. Por otro lado, (12) resalta que al elaborar un alimento como es mermelada, se debe realizar con todo los implementos y estándares de calidad e inocuidad, esto con el fin de garantizar que el producto elaborado sea apto para el consumo humano, cumpla con la normativa establecida y no presente riesgo para el consumidor. Para cumplir estas especificaciones de inocuidad, se debe utilizar materias primas que se encuentren en un estado de

madurez óptimo (nivel 4), libres de sustancias tóxicas, los equipos y materiales deben ser esterilizados previos a su utilización para así evitar contaminación cruzada al momento de la producción (12). Al momento de elaborar las mermeladas hay que tener mucha precaución en la cristalización que es un defecto que se desarrolla por una gran cantidad de azúcar, una acidez muy alta y en otros casos por una acidez muy baja, también este efecto se da por someter a cocción mucho tiempo la mermelada en los recipientes (olla o paila) (2).

Otro punto a tomar en cuenta, es lo que manifiesta (9) que, la aparición de microorganismos patógenos como son los mohos, que se pueden desarrollar en la superficie de las mermeladas y son producidos por los envases que no se han esterilizado de forma correcta, la tapa no tiene un buen sellado hermético o sufrió un golpe generando una estructura débil con bajo contenido de °Brix y por último en su elaboración existió contaminación cruzada. Otros defectos en la elaboración de mermeladas son los manifestados por (6) en donde está la caramelización de azúcares producida por una cocción extensa combinado con un enfriamiento lento en el recipiente de elaboración, la estructura débil en cambio se da por una inestabilidad en la formulación de ingredientes, por la pérdida de la pectina debido a una larga cocción no controlada y también por un envasado demasiado bajo. Y otro defecto es el endurecimiento de la fruta que se da de la misma forma por exceso de azúcar, una utilización de agua dura con gran cantidad de minerales (6).

Por tal razón, la finalidad de la presente investigación busca mediante la revisión bibliográfica comparar el valor calórico mediante diferentes estudios revisados de mermeladas utilizando sucralosa con relación a las mermeladas tradicionales, identificar qué factores fisicoquímicos inciden en el efecto edulcorante de la sucralosa en la elaboración de mermeladas, establecer las propiedades organolépticas y de aceptabilidad de las formulaciones reportadas en la bibliografía.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio es tipo teórico descriptivo. La ruta metodológica está comprendida básicamente cuatro momentos: búsqueda, organización, sistematización y análisis de documentos relacionados con el tema efecto edulcorante de la sucralosa en la elaboración de mermeladas.

La investigación está realizada en una selectiva revisión bibliográfica y un profundo análisis crítico de los datos obtenidos relacionado con el estudio. Para la localización de información relacionada con el tema se utilizaron varias fuentes como: Scielo, Redalyc, Google académico, Science Direct, etc. Gran parte de información cualitativa y cuantitativa proviene de diversos temas tanto primarias como secundarias como: libros, revistas, tesis todos los encontramos electrónicos y para completar la búsqueda se hizo lectura y rastreo de bibliografía haciendo referencia en los documentos seleccionados.

- Criterios de selección

Para el análisis se establecieron algunos criterios de selección entre ellos la utilidad para la recolección de información que se utilizó durante el proceso de investigación e establecieron los parámetros siguientes: La información con un nivel de validez alto es decir que sea reconocidos académicamente como libros, revistas, reportes técnicos, tesis donde el 80% pertenece a los últimos 8 años y el 20% corresponde a años anteriores esta información se recopiló de países nacionales e internacionales. Como criterios de búsqueda se incluyen los siguientes descriptores: “mermelada”, “edulcorante”, “sucralosa”. Estas palabras claves fueron combinadas en varias formas, con el objetivo de ampliar los criterios de búsqueda. Al realizar la búsqueda de los documentos, se preseleccionaron varios archivos de los cuales se escogía los que se centraban más a fin de acuerdo con

los criterios de inclusión y exclusión.

- Métodos para sistematización de la información

En el presente trabajo para sistematizar la información se realizará mediante cuadros las cuales estarán constando información comparativa de cuatro y cinco autores, además se contará con su respectiva deducción para cumplir con cada objetivo planteado.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del valor calórico

En la tabla 1, se procedió a comparar con los estudios realizados por varios autores las mermeladas elaboradas a partir de la sucralosa con relación a las mermeladas elaboradas tradicionalmente.

Tabla 1: Análisis del valor calórico.

Autor	Tema	Tratamiento de aceptación	Componentes	Cantidad empleada (%)	Valor Calórico 100gr
(Mazón, 2015)	Elaboración de mermelada baja en calorías a partir de tomate de árbol	Testigo	Sacarosa	50	242,92
		T3	Sucralosa	0.09	119,04
(Chia & Paredes, 2018)	“Elaboración de mermelada light, utilizando carica papaya l. (papaya), enriquecida con camu camu”	Testigo	Sacarosa	50	277.34
		T3	Sucralosa	0.03	46.06
(León, 2020)	Industria de conservas dulces reducidas en calorías y aporte de Zamorano en la investigación de alimentos y bebidas reducidas en azúcar, grasa y sal	T1	Sacarosa	55	257
		T2	Sucralosa	0.25	106
(Márquez et al., 2016)	Efecto de edulcorantes no calóricos sobre el desarrollo de mermelada de mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth)	Testigo	Sacarosa	63.7	254,99
		T2	Sucralosa	0.3	22,96
(García & Murayari, 2019)	Evaluación de antioxidantes, capacidad oxidativa y elaboración de mermelada light a partir de pomarrosa.	Testigo	Sacarosa	50	277.34
		T3	Sucralosa	0.02	23.39

Realizado por: (Autores, 2023)

Después de revisar lo expuesto por varios autores en sus investigaciones, reportan resultados del valor calórico utilizando el edulcorante sucralosa una reducción notable comparado con una mermelada tradicional, aprobando lo que manifiesta la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994 que debe haber una reducción de por lo menos 40% de calorías que el producto regular. (15) realizó 3 formulaciones de sucralosa al 0.03, 0.06, 0.09 dando como mejor tratamiento al número 3 de acuerdo con el análisis sensorial, el T3 dio como resultado de 119.04 y al compararlo con la mermelada tradicional reporto un 50% de reducción del su valor calórico. De la misma manera (4) comparo su estudio con el de (Mayhuasque, 2014), en donde la variación fue al momento de utilizar sucralosa es por ello que se reporte el resultado del valor calórico de 46.96 mientras que al utilizar sacarosa al 50% se reportó

un contenido calórico de 277.34 (13) realizó el estudio comparativo de 2 mermeladas presentes en el mercado denominadas Smucker's, en donde la mermelada de fresa tradicional presenta un valor calórico de 51.4 mientras que la mermelada de fresa con sucralosa presenta un valor calórico de 106 (14) realizó el estudio formulando 6 tratamientos en donde utilizaban edulcorantes como la stevia y sucralosa, el tratamiento 2 se formuló con 0.3 de sucralosa dando como un contenido calórico de 22.96 y reducción de calorías del 90.90% con respecto al tratamiento testigo que se utiliza sacarosa (10) reporto en su investigación el tratamiento 3 como mejor aceptación en donde utilizo 0.02 de sucralosa dando un aporte calórico de 23.39. A continuación, en el gráfico 1-3 se puede observar el valor calórico expresado en barras.

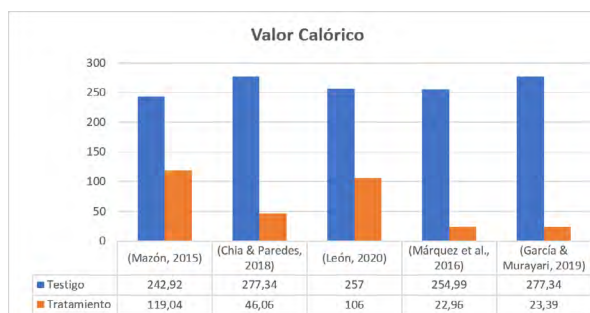


Ilustración 1: Comparación de valor calórico en la elaboración de distintos tipos de mermeladas.

Fuente: (Autores, 2023)

Tabla 2: Análisis de pH de las diferentes investigaciones.

Autor	Tema	Tratamiento de aceptación	Componentes	Cantidad empleada(%)	Total de pH
(Márquez et al., 2016)	Efecto de edulcorantes no calóricos sobre el desarrollo de mermelada de mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth)	T2	Sucralosa	0.3	2.75
(Álvarez & García, 2019)	Desarrollo y Caracterización de mermelada producida a partir del fruto de mate <i>Crescentia cujete</i> L	T3	Sucralosa	60	3.25
(Mazón, 2015)	Elaboración de mermelada baja en calorías a partir de tomate de árbol	T3	Sucralosa	0.09	3.07
(Murgueytio, 2015)	Elaboración de mermelada baja en calorías a partir de arazá.	T2	Sucralosa	0.06	2.81
(Flores, 2017)	Elaboración y evaluación de las características sensoriales de la mermelada de tomate utilizando tres edulcorantes no calóricos: stevia, sucralosa y sacarina	T2	Sucralosa	60	3.47

Realizado por: (Autores, 2023)

Después de revisar la comparación de varios autores para las características fisicoquímicas (pH) se puede establecer la relación de 1, (15), (16) y (8) cumplen la NTE INEN 419 en donde se establece el parámetro mínimo que es 2.8 y máximo de 3.5 para el parámetro pH, tomando en cuenta que es una normativa para la elaboración de mermeladas en general. Tomando en cuenta que (1) y (8) trabajan con el 60% de edulcorante debido a que hacen la relación de 1gr de azúcar es igual a 600 gr de sucralosa (14) en su investigación reporto un total de pH de 2.75 que tiene un acercamiento al parámetro mínimo establecido y que por ende se acepta la investigación. Después de realizar un estudio comparativo con diversas investigaciones se puede establecer que el uso de edulcorante no calórico (sucralosa) en la elaboración de mermelada bajas en calorías representa un rango promedio de 3.07 el cual se acepta según la normativa garantizando la conservación y protección del crecimiento de bacterias patógenas. Sin embargo, aunque estos valores limiten el desarrollo de la mayoría de las bacterias, no pueden asegurar la inhibición del crecimiento de hongos y levaduras, por lo que la adición de conservantes es necesaria para garantizar una ausencia total de microorganismos contaminantes. A continuación, en el gráfico 2 se puede observar que los estudios realizados por los diferentes

Análisis de pH

El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencias en la alteración y estabilidad de los alimentos, así como la proliferación de microorganismos. La mermelada debe llegar hasta un pH de 3,5 para garantizar la conservación del producto. Sin embargo, aunque estos valores limiten el desarrollo de la mayoría de las bacterias, no pueden asegurar la inhibición del crecimiento de hongos y levaduras.

autores muestran que los valores de pH están en los parámetros establecidos por la norma que es 2.8-3.5.

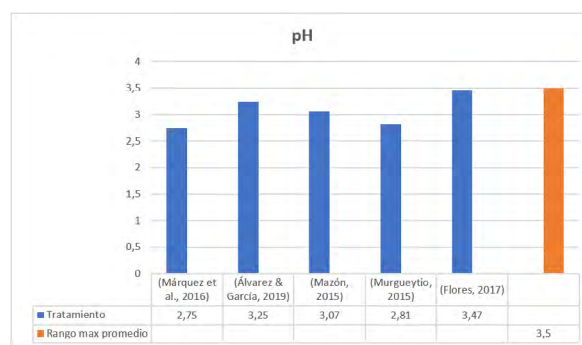


Gráfico 2: Comparación de pH en la elaboración de distintos tipos de mermeladas.

Fuente: (Autores, 2023)

Análisis de acidez

La acidez no solo afecta al sabor, sino que influye en la capacidad de proliferación de los microorganismos, como las bacterias y los hongos. En la tabla 3 se puede observar el análisis de la acidez que exponen varios autores en sus investigaciones.

Tabla 3: Análisis de acidez de las diferentes investigaciones.

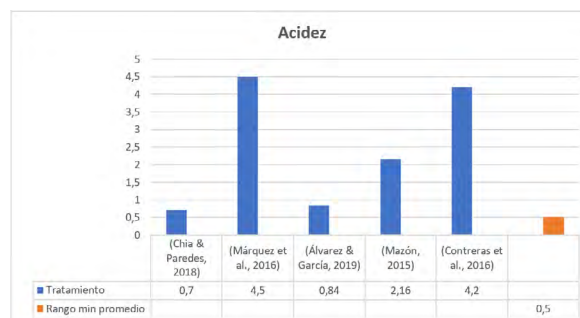
Autor	Tema	Tratamiento de aceptación	Componentes	Cantidad empleada (%)	Total de acidez (%)
(Chia & Paredes, 2018)	“Elaboración de mermelada light, utilizando carica papaya l. (papaya), enriquecida con camu”	T3	Sucralosa	0.2	0.70
(Márquez et al., 2016)	Efecto de edulcorantes no calóricos sobre el desarrollo de mermelada de mora (Rubus glaucus Benth)	T2	Sucralosa	0.3	4.50
(Álvarez & García, 2019)	Desarrollo y Caracterización de mermelada producida a partir del fruto de mate Crescentia cujete L	T3	Sucralosa	60	0.84
(Mazón, 2015)	Elaboración de mermelada baja en calorías a partir de tomate de árbol	T3	Sucralosa	0.09	2.16
(Contreras et al., 2016)	Caracterización de mermeladas de tomate de árbol (Cyphomandra betacea) elaboradas con edulcorantes no calóricos	T2	Sucralosa	40	4.20

Realizado por: (Autores, 2023)

Los autores (4) y (1) reportan en sus investigaciones valores cercanos de 0.70% y 0.84% lo que permite aprobar puesto que según la NTC 285 manifiesta que la cantidad o límite mínimo que debe poseer una mermelada es de 0.5%. (1) desarrollo y caracterizo una mermelada a partir del fruto de mate utilizando tratamiento con la sucralosa, donde presenta un valor de 60% puesto que el autor hace relación 1gr de sacarosa es igual a 600 gr de sucralosa, el resultado de acidez es de 2.16% que cumple con la normativa establecida. (14) y (5) reportan en sus investigaciones valores de acidez 4.50% y 4.20% al no haber un límite máximo permitido por la normativa se aprueba, pero no obstante el tener valores muy alto de acidez que no es favorable para su conservación debido a que las mermeladas que utilizan presentan bajo contenido de °Brix en relación a las tradicionales y puede causar sinéresis.

Mediante el análisis de comparación de la tabla 3 se comparó el rango de acidez que proporciona a una mermelada con edulcorante no calórico (sucralosa) estableciendo una puntuación promedio de 2.48, esto se debe a las características fenotípicas particulares de las frutas utilizadas en los estudios, como por ejemplo en (14) se trabajó con la pulpa de mora que presenta una acidez de 3.01%. A continuación, en el gráfico 3 se presenta el análisis de barras del parámetro acidez, se puede observar que todas las investigaciones cumplen

y están sobre el límite mínimo que dice la normativa de 0.5%.

**Gráfico 3:** Comparación de acidez en la elaboración de distintos tipos de mermeladas.

Fuente: (Autores, 2023)

Análisis de °Brix

Los sólidos solubles o °Brix, permiten medir la cantidad de azúcares que esta presenta en la mermelada, es importante que posean las cantidades mínimas establecidas para asegurar el crecimiento microbiano. A continuación, en la tabla 4 se expone las investigaciones de diferentes autores de los valores °Brix utilizando sucralosa comparando con las mermeladas tradicionales.

Tabla 4: Análisis de °Brix de las diferentes investigaciones

Autor	Tema	Tratamiento de aceptación	Componentes	Cantidad empleada (%)	Total de °Brix (%)
(Flores, 2017)	Elaboración y evaluación de las características sensoriales de la mermelada de tomate utilizando tres edulcorantes no calóricos: stevia, sucralosa y sacarina	T2	Sucralosa	60	13.2
(Chia & Paredes, 2018)	“Elaboración de mermelada light, utilizando carica papaya l. (papaya), enriquecida con camu camu”	T3	Sucralosa	0.2	11.50
(Mazón, 2015)	Elaboración de mermelada baja en calorías a partir de tomate de árbol	T3	Sucralosa		29.43
(Contreras et al., 2016)	Caracterización de mermeladas de tomate de árbol Cyphomandra betacea) elaboradas con edulcorantes no calóricos	T2	Sucralosa	40	15.20
(Márquez et al., 2016)	Efecto de edulcorantes no calóricos sobre el desarrollo de mermelada demora (Rubus glaucus Benth)	T2	Sucralosa	0.3	8.75

Realizado por: (Ramos, Alexis, 2023)

Los autores de todas las investigaciones reportan valores notables en la reducción de °Brix esto debido a la utilización de la sucralosa que al ser un edulcorante no calórico no va aportar carbohidratos, como lo es en la elaboración de mermeladas tradicionales en donde se utiliza azúcar y se debe cumplir la NTE INEN 419 que establecidos parámetros de 65 - 68 °Brix. Al no haber una normativa establecida para mermeladas utilizando edulcorantes se procedió a revisar bibliografía en donde varios autores manifiestan que una mermelada light debe poseer cantidades menores a 30 °Brix, por ende, se acepta todos los estudios realizados. 15 reporta el valor 29.43°Brix que es el más alto de todos los estudios realizados, pero hay que tomar en cuenta que el estudio se formuló con 0.09 % de sucralosa y 15.83% de sacarosa es por ello el valor más alto. El promedio final expresa un resultado de 15.61 solidos solubles, aprobando lo dicho por varios autores en donde está bajo el rango de 30°Brix como el límite máximo permitido. A continuación, en el grafico 4 está la representación gráfica de °Brix.

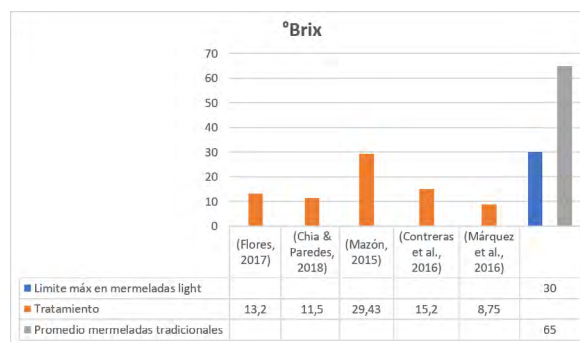


Gráfico 4: Comparación de °Brix en la elaboración de distintos tipos de mermeladas.

Fuente: (Autores, 2023)

Análisis microbiológicos

Es imprescindible que la mermelada no tengas patógenos que puedan afectar a la calidad de la mermelada. Las principales causas para la aparición son los mohos y levaduras que se origina principalmente por contaminación interior al cierre de los envases, un pH que no esté en los parámetros indicados, entre otros. En la tabla 5 se muestra el análisis de mohos y levaduras de los diferentes estudios realizados.

Tabla 5: Análisis de mohos y levaduras de las diferentes investigaciones.

Autor	Tema	Evaluación microbiológica	UFC	Cultivo utilizado (agar)	Incubación	Utilización de conservante
(Álvarez & García, 2019)	Desarrollo y Caracterización de Mermelada producida a partir del fruto de mate Crescentia cujete L	Mohos y levaduras	Ausencia	Rose Bengal Chloramp henicol Agar	26,1°C por 5 días	Si
(Murgueytio, 2015)	Elaboración de mermelada baja en calorías a partir de arazá	Mohos y levaduras	<10 UFC	-	-	Si
(Mazón, 2015)	Elaboración de mermelada de tomate baja en calorías a partir del tomate de árbol	Mohos y levaduras	< 10 UFC	Agar sal- levaduras de Davis	25 °C por 5 días	Si
(García & Murayari, 2019)	Evaluación de antioxidantes, capacidad oxidativa y elaboración de mermelada light a partir de pomarrosa.	Mohos y levaduras	< 10 UFC	Agar papa dextrosa	22 a 25 °C por 5 días	Si
(Chia & Paredes, 2018)	“Elaboración de mermelada light, utilizando (papaya), enriquecida con camu camu”	Mohos y levaduras	< 15 UFC	Agar papadextrosa	22 a 25 °C por 5 días	Si

Realizado por: (Ramos, Alexis, 2023)

Los reportes de análisis de mohos y levaduras de los diferentes autores, se puede precisar en la aprobación de todos los estudios puesto que cumplen la normativa establecida en este caso la NTC 285, que dice que el recuento de mohos y levaduras no debe haber un índice mayor de 30 UFC/g, pero hay que indicar que la relación de las investigaciones (1), (16), (4) y (10) presentan en sus formulaciones la adición de conservante sorbato de potasio y en (15) la adición de benzoato de sodio, lo que permite garantizar ausencia o estar por debajo de los rangos máximos permitidos, los resultados puede exponer que la mayor parte de investigaciones tienen ausencia o está en los rangos establecidos de mohos y levaduras que permiten aceptar los tratamientos, los

resultados presentados se puede deber al proceso de elaboración de las respectivas mermeladas que se lo realiza con todas las Buenas prácticas de Manufactura que logra obtener productos inocuos y aptos para el consumo humano.

Análisis sensorial

En la tabla 6, el autor (15) reporto en su investigación la evaluación del análisis sensorial 5 parámetros, en donde participaron 100 panelistas sin entrenamiento, los resultados dieron como mejor tratamiento de aceptación el T2 en donde se utilizó sucralosa al 0.09%, proporcionando características sensoriales similares al tratamiento testigo en donde se utilizó sacarosa.

Hay que recalcar que dependiendo el tipo de azúcar y aminoácidos determinan el tipo de compuesto formado relacionado con el sabor (17). Los investigadores (4) realizaron la correspondiente evaluación sensorial en su estudio donde participaron 15 panelistas no entrenados, analizando las propiedades de olor, sabor, color, textura, dando como resultado promedio de la calificación hedónica de 4.00 que corresponde al mejor tratamiento T3 en donde se utiliza edulcorantes de sucralosa 0,03% y stevia 0,20%. (1) en su investigación desarrollo y caracterización de mermelada producida a partir del fruto de mate *Crescentia cujete* L, participaron 13 estudiantes para realizar el respectivo análisis sensorial, los parámetros a evaluar fueron color, viscosidad, sabor y aceptabilidad. Dando como mejor resultado de la escala hedónica realizada el tratamiento

3 donde presento un color rojo intenso, viscosidad espesa, sabor ácido y una buena aceptabilidad. (10), reporta los resultados del análisis sensorial de su investigación en donde se evaluó las características de color = 4.56, olor = 4.16, sabor = 3.6, apariencia general = 4.00, correspondiendo como mejor tratamiento el T3, en donde se utiliza sucralosa 0.02% y stevia 0.16%. (16) en su investigación manifiesta que participaron en su panel de catadores 50 personas de rangos entre 13 – 65 años, evaluando los parámetros de color, sabor, olor y textura. Exponiendo como mejor tratamiento el T2 en donde la sucralosa esta presenta en cantidad del 0.06%. En el gráfico 6 se puede observar el análisis sensorial de las diferentes investigaciones, en donde (1) es la mejor investigación de acuerdo a los resultados en la escala hedónica de 1 a 5.

Tabla 6: *Análisis sensorial.*

Autor	Tema	Tratamiento de aceptación	Metodología	Características evaluadas	Calificación hedónica de 1 a 5
(Mazón, 2015)	Elaboración de mermelada de tomate baja en calorías a partir del tomate de árbol.	T3	Se evaluó con la ayuda de 100 panelistas sin entrenamiento	Color Olor Sabor Textura	3.96 3.89 4.04 3.75
(Chia & Paredes, 2018)	“Elaboración de mermelada light, utilizando papaya, enriquecida con camu camu”.	T3	Se realizó con la evaluación de 15 panelistas no entrenados	Color Olor Sabor Textura	3.72 4.76 4.72 4.64
(Álvarez & García, 2019)	Desarrollo y Caracterización de mermelada producida a partir del fruto de mate <i>Crescentia cujete</i> L	T3	Se empleó 13 estudiantes para la evaluación	Color Viscosidad Sabor Aceptabilidad	4.00 5.00 4.50 5.00
(García & Murayari, 2019)	Evaluación de antioxidantes, capacidad oxidativa y elaboración de mermelada light a partir de pomarrosa.	T3	Se empleó 25 panelistas no entrenados	Color Olor Sabor Apariencia general	4.56 4.16 3.6 4.00
(Murgueytio, 2015)	Elaboración de mermelada baja en calorías a partir de arazá.	T2	Participaron 50 posibles consumidores de mermelada	Color Sabor Olor Textura	3.98 4.05 4.00 3.84

Realizado por: (Ramos, Alexis, 2023)

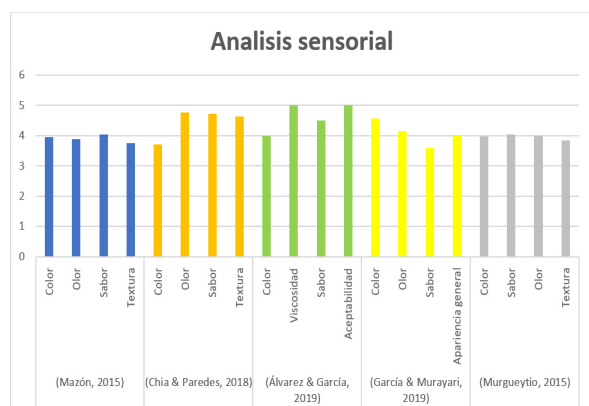


Gráfico 6: *Comparación de análisis sensorial de las diferentes investigaciones*

4. CONCLUSIONES

Posterior a la revisión de diversos trabajos bibliográficos y referentes al efecto edulcorante de la sucralosa en la elaboración de mermeladas se concluye que el valor calórico que suministra la sucralosa es mínimo en relación a las mermeladas tradicionales. Se calcula que por cada 100 g de mermelada a base de sucralosa se obtiene un valor promedio de 58.48 calorías a diferencia de la mermelada tradicional que puede aportar hasta 270 calorías.

El análisis expuesto nos indica los parámetros físicos químicos evaluados en las mermeladas con la sucralosa, la misma que alcanza un pH total 3,07. Estos valores limitan el crecimiento de bacterias

patógenas, ya que no son capaces de crecer a pH inferiores a 3.5. Con respecto a la acidez se obtiene una puntuación promedio de 2.48 concluyendo que el efecto edulcorante de la sucralosa no influye en los parámetros en los dos parámetros físicos químicos de la mermelada.

Se evalúa el análisis sensorial con los parámetros color, sabor, olor, textura, viscosidad, aceptación de las mermeladas con la sucralosa en las distintas investigaciones de cada autor. Concluyendo que la de mejor aceptación y evaluada en la escala hedónica es la mermelada producida a partir del fruto de mate *Crescentia cujete L.*, utilizando 60% de sucralosa puesto que se hace la relación 1gr de sacarosa es igual a 600gr de sucralosa, los resultados presentaron en la investigación un color rojo intenso, viscosidad espesa, sabor ácido, y una buena aceptabilidad.

Dentro del análisis bibliográfico se pudo determinar aspectos adicionales como son los °Brix y análisis microbiológicos en las mermeladas a base de sucralosa, los °Brix está en rangos entre 8.05 a 29.43 de concentración sólidos solubles totales, concluyendo que cumple la normativa reportada por varios autores que manifiesta que un mermelada baja en calorías debe contener cantidades menores a 30°Brix pero hay que tomar en cuenta que las bajas cantidades de azúcares aumenta la actividad de agua en el producto favoreciendo el desarrollo bacteriano de organismos dañinos. Y en lo que se refiere a los análisis microbiológicos se reportan bajas concentraciones de unidades formadoras de colonias para mohos y levaduras concluyendo que se ajusta a los requisitos que deben cumplir las mermeladas de frutas según la normativa NTC 285, por lo que son aptas para el consumo humano.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Álvarez, F., & García, M. (2019). *Desarrollo y caracterización de mermelada producida a partir del fruto de mate (Crescentia cujete L.)* [Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30555>
2. Bazan, R. (2019). *Elaboración y evaluación reológicas de mermelada de camu camu (Myrcianaria dubia HBK Mc Vaugh)* y estabilidad en el almacenamiento [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://1library.co/document/zxvwpr4y-elaboracion-evaluacion-reologica-mermelada-myrcianaria-mcvaugh-estabilidad-almacenamiento.html>
3. Cajamarca, D., Baño, D., & Arboleda, L. (2022). Soberanía alimentaria, un derecho constitucional ecuatoriano de producción sostenible agroindustrial. *Polo del conocimiento*.
4. Chia, M., & Paredes, D. (2018). *Elaboración de mermelada lighth, utilizando Carica papaya l. (papaya), enriquecida con Myrcianaria dubia h.b.k. (camu camu), planta piloto Fia-Unap 2016* [Universidad de la Amazonia Peruana]. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5363/Monica_Tesis_Titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. Contreras, K., Figueroa, J., & Márquez, C. (2016). Caracterización de Mermeladas de tomate de árbol (Cyphomandrabetacea) elaboradas con edulcorantes no calóricos. *Agronomía Colombiana Suplemento Vol. 1*, 990-993.
6. Cuadrado, G. (2019). *Diseño de un proceso industrial para la elaboración de mermelada a partir de zapallo (Cucurbita máxima) para la asociación Asosambay de la parroquia Bayushig* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/11059/1/96T00536.pdf>
7. Echeverría, M. (2020, May 7). *Sucralosa endulza a la industria alimentaria*. The Food Tech. <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/sucralosa-endulza-a-la-industria-alimentaria/>
8. Flores, Y. (2017). Elaboración y evaluación de las características sensoriales de la mermelada de tomate utilizando tres edulcorantes no calóricos: stevia, sucralosa y sacarina. *Agrociencias*, 2, 47-51.
9. Galiano, C. (2019, November 4). *¿Qué hacer con una mermelada que tiene moho?* Comprar, Conservar y Congelar Nuestros Alimentos. <https://cristinagaliano.com/2019/que-hacer-con-una-mermelada-moho/>
10. García, G., & Murayari, W. (2019). *Evaluación de antioxidantes, capacidad oxidativa y elaboración de mermelada lighth a partir de Syzygium malaccense (pomarrosa) en la planta piloto FIA-UNAP Iquitos 2016* [Universidad Nacional De La Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6301>
11. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2017, November 13). *Diabetes, segunda causa de muerte después de las enfermedades isquémicas del corazón*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/diabetes-segunda-causa-de-muerte-despues-de-las-enfermedades-isquemicas-del-corazon/>
12. Javier, N. (2014). *Elaboración y evaluación reológicas de mermelada de piña (Ananás comosus)* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://1library.co/document/yr2rv7jz-elaboracion-evaluacion-reologica-mermelada-pina-ananas-comosus.html>

13. León, K. (2020). *Revisión de Literatura: Industria de conservas dulces reducidas en calorías y aporte de Zamorano en la investigación de alimentos y bebidas reducidas en azúcar, grasa y sal* [Escuela Agrícola Panamericana Zamorano]. <https://bdigital.zamorano.edu/items/2f108205-f37a-4859-948b-7dc4f82fa89d>
14. Márquez, C., Caballero, B., & Vanegas, K. (2016). Efecto de edulcorantes no calóricos sobre el desarrollo de mermelada de mora (*Rubus glaucus* Benth). *Temas Agrarios*, 21, 32–39. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5805268>
15. Mazón, G. (2015). *Elaboración de mermelada baja en calorías a partir de tomate de árbol* [Universidad Tecnológica Equinoccial]. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14278/1/62172_1.pdf
16. Murgueytio, F. (2015). *Elaboración de mermeladas baja en calorías a partir de arazá* [Universidad Tecnológica Equinoccial]. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14288/1/62307_1.pdf
17. Quitral, V., González, Ma. A., Carrera, C., Gallo, G., Moyano, P., Salinas, J., & Jiménez, P. (2017). Efecto de edulcorantes no calóricos en la aceptabilidad sensorial de un producto horneado. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(2), 137–143. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000200004>
18. Ros, E. (2019, April 2). *Ventajas y desventajas de los productos light*. <https://zonadealimentacion.com/2019/04/02/ventajas-y-desventajas-de-los-productos-light/>
19. Torija Isasa, E. (2016). Functional foods: interest and current situation Title in Spanish: Alimentos funcionales y obesidad. Interés y realidad ANALES DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA. *Corresponding Author: Meteorija@ucm.Es An Real Acad Farm*, 82, 260–276.
20. Velasco, A., López-García R, Zúñiga-Guajardo S, Riobó-Serván P, Serra-Majem L, Suverza-Fernández A, Mg, E.-F., Molina-Segui F, Pedroza-Islas R, Rascón-Hernández, M., 10, D.-M. S., 12, T.-P. J., & Laviada-Molina. (2017). *Análisis de la evidencia disponible para el consumo de edulcorantes no calóricos. Documento de expertos* (Vol. 33, Issue 1). www.medicinainterna.org.mx

BIOPOLÍMEROS A PARTIR DE ALMIDÓN DE YUCA (MANIHOT ESCULENTA): UNA REVISIÓN

BIOPOLYMERS FROM CASSAVA STARCH (*Manihot esculenta*): A REVIEW

¹ López Ariel	-
² Mejía Nora	nora.mejia@esPOCH.edu.ec
² Zavala Alicia *	azavala@esPOCH.edu.ec
² Ramos Flores Marcelo	jmramos@esPOCH.edu.ec

¹ Carrera de Agroindustria · Facultad de Ciencias Pecuarias Riobamba · Escuela Superior Politécnica de Chimborazo · Ecuador

² Grupo de Investigación y Desarrollo en Agroindustria IDEA · Facultad de Ciencias Pecuarias · Escuela Superior Politécnica de Chimborazo · Riobamba · Ecuador

* E-mail: jmramos@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

En los últimos años, el uso de biopolímeros como alternativa a los plásticos convencionales, conocidos como polímeros sintéticos, ha aumentado considerablemente debido a su sostenibilidad, biodegradabilidad y capacidad de reducir la huella de carbono en la industria. El almidón de yuca (*Manihot esculenta*) se extrae de la raíz de la planta y es una materia prima abundante y sobre todo renovable, que se ha utilizado para producir biopolímeros con diversas aplicaciones no solo en la industria, sino también en la vida cotidiana. Este artículo de revisión tiene como objetivo presentar una visión general de los biopolímeros derivados del almidón de yuca y sus potenciales aplicaciones. Se describen las propiedades físicas y químicas de estos biopolímeros, también se examina el impacto ambiental de los biopolímeros de almidón de yuca en comparación con los polímeros sintéticos convencionales. En conclusión, este artículo de revisión ofrece una descripción completa y actualizada de los biopolímeros de almidón de yuca, junto con sus características y potenciales aplicaciones. Se destacan sus ventajas en términos de biodegradabilidad, y se discuten las perspectivas futuras de estos materiales como alternativas no contaminantes y eficientes.

Palabras clave: Almidón, yuca, biopolímeros.

ABSTRACT:

In recent years, the use of biopolymers as an alternative to conventional plastics, known as synthetic polymers, has significantly increased due to their sustainability, biodegradability, and ability to reduce carbon footprint in the industry. Cassava starch (*Manihot esculenta*) is extracted from the root of the plant and is an abundant and renewable raw material that has been used to produce biopolymers with various applications not only in industry but also in everyday life. This review article aims to present an overview of cassava starch-derived biopolymers and their potential applications. The physical and chemical properties of these biopolymers are described, and the environmental impact of cassava starch biopolymers is examined in comparison to conventional synthetic polymers. In conclusion, this review article offers a comprehensive and up-to-date description of cassava starch biopolymers, along with their characteristics and potential applications. Their advantages in terms of biodegradability are highlighted, and the future prospects of these materials as non-polluting and efficient alternatives are discussed.

Keywords: Starch, cassava, biopolymers.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de plásticos derivados del petróleo ha tenido un impacto negativo en el medio ambiente y la sociedad en general [1]. A pesar de ser materiales muy versátiles y económicos, los plásticos también son altamente resistentes a la degradación y pueden persistir en el medio ambiente durante cientos de años [2]. Estos desechos plásticos pueden acumularse en los océanos y ríos, afectando a la vida silvestre y la salud humana [3]. Además, la producción de plásticos a partir de recursos no renovables ha contribuido al agotamiento de estos recursos [4].

Debido a estos problemas, ha habido una necesidad urgente de desarrollar alternativas sostenibles y biodegradables a los plásticos derivados del petróleo [5]. Los biopolímeros, que se pueden producir a partir de fuentes renovables, cuyas propiedades físicas y químicas se asemejan a los polímeros sintéticos convencionales, pero con la ventaja de ser biodegradables y menos contaminantes, por lo que han sido propuestos como una solución prometedora [6]. Los biopolímeros son materiales poliméricos naturales o sintéticos que se derivan de fuentes biológicas, como plantas, animales o microorganismos [7]. A diferencia de los plásticos derivados del petróleo, los biopolímeros son biodegradables y no dañan el medio ambiente [9][10][11].

En este contexto, el almidón de yuca (*Manihot esculenta*) se ha destacado como una materia prima prometedora para la producción de biopolímeros, debido a su abundancia, bajo costo y biodegradabilidad [12]. Sin embargo, para lograr una aplicación efectiva de estos biopolímeros a base de almidón de yuca, es necesario abordar varios desafíos técnicos, como la mejora de sus propiedades mecánicas y la reducción de su sensibilidad a la humedad [13].

La yuca es una planta resistente que se cultiva en muchas partes del mundo, especialmente en América del Sur, África y Asia [14]. El almidón de yuca es un polisacárido que se encuentra en los tubérculos de la planta de yuca, y se puede extraer y purificar para producir biopolímeros [16]. El almidón de yuca es una materia prima renovable y abundante, lo que lo convierte en una excelente alternativa [16].

La producción de biopolímeros a partir de almidón de yuca es un proceso relativamente simple [17][18]. Primero, se extrae el almidón de los tubérculos de yuca y se purifica para eliminar las impurezas. Luego, el almidón se somete a un proceso de hidrólisis y polimerización para producir el biopolímero [19].

El almidón de yuca es una fuente de carbohidratos ampliamente utilizada en diversas industrias, debido a sus propiedades químicas y físicas [20]. Algunas de las principales propiedades del almidón de yuca son:

biodegradabilidad, es decir, se puede descomponer naturalmente en el medio ambiente; compatibilidad con alimentos, puesto que es un ingrediente seguro y no tóxico, y se utiliza ampliamente en la industria alimentaria como espesante, estabilizador y agente de gelificación; buena capacidad de retención de agua, lo que lo hace útil en la producción de alimentos y productos farmacéuticos; alta viscosidad le da usos en la producción de salsas, aderezos y otros productos alimentarios que requieren texturas espesas; propiedades mecánicas favorables, ya que puede formar películas y envases biodegradables con buenas propiedades mecánicas, como resistencia y elasticidad, además tiene un bajo costo y es renovable, lo que lo hace una alternativa económica a otros materiales sintéticos utilizados en la producción de productos alimenticios y de empaque [21][22]. En resumen, el almidón de yuca es un ingrediente ampliamente utilizado en diversas industrias debido a sus propiedades físicas y químicas únicas.

En base a la revisión de la literatura, se formulan las siguientes hipótesis y objetivos específicos: (i) los biopolímeros tienen características similares a los plásticos tradicionales, (ii) la modificación química del almidón de yuca puede mejorar significativamente las propiedades de los biopolímeros resultantes, (iii) los biopolímeros a base de almidón de yuca son menos contaminantes y tienen potenciales aplicaciones no solo en la industria, sino también en otras áreas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo una revisión sistemática en las bases de datos científicas: PubMed, Scopus y Web of Science, utilizando los términos de búsqueda: biopolímeros + almidón + *Manihot esculenta*, en combinación de los términos propiedades físicas y químicas, aplicaciones, usos. Los criterios de inclusión para los estudios fueron aquellos que abordaban las propiedades físicas y químicas de biopolímeros a partir de almidón de yuca. Se excluyeron estudios que no estaban escritos en inglés o español y aquellos que no estaban disponibles en línea.

En cuanto al análisis de datos, se llevó a cabo una síntesis narrativa de la literatura seleccionada, en la que se resumieron los principales hallazgos y se discutieron las implicaciones de los resultados. No se realizó un análisis estadístico formal debido a la naturaleza de esta revisión.

3. RESULTADOS

Tabla 1: Características físicas y químicas de los biopolímeros.

Densidad	Resistencia	Elongación	Deformación	Solubilidad	Humedad	Temperatura de gelatinización	Biodegradabilidad en el suelo									
Referencia	g/cm ³	Referencia	MPa	Referencia	%	Referencia	°C	Referencia	Días	%						
(Bustamante y Peralta, 2018)	1,2	(Jaramillo et al., 2019)	0,59	(Vedove et al., 2020)	33,6	(Jaramillo et al., 2019)	9,25	(Yautibug, 2021)	47,7	(Yautibug, 2021)	0,29	(Pérez et al., 2017)	70	(Shalahudin et al., 2022)	30	50,5
(Arias, 2019)	1,25	(Espinoza y Puglisevich, 2019)	0,29	(Namory et al., 2022)	29,3	(Duarte, 2017)	6,19	(Chimbo, 2021)	41	(Dávila y Zavaleta, 2019)	10,4	(Montoya y Arrieta, 2017)	70	(Kanokwan y Sa-Ad, 2018)	30	82,6
(Travalini et al., 2019)	1,36	(Bejarano, 2018, p. 42)	0,7	(Espinoza y Puglisevich, 2019, p. 99)	30,96	(Espinoza y Puglisevich, 2019)	35,67	(García y Morales, 2019)	60,8	(Cazzaniga; et al, 2019)	9,14	(Namory et al., 2022)	70	(Cambisaca y De la O, 2022)	30	66,6
(Bejarano, 2018, p. 64)	1,15	(Rodríguez et al., 2022)	0,3	(Vásquez, et al., 2020)	33	(Rojas, 2019)	40	(Arias, 2019, p. 10)	41,9	(Cambisaca y De la O, 2022)	11,1	(Parra et al., 2022)	70	(Yautibug, 2021)	28	50,5
(Aldana; et al, 2020, p. 26)	1,34	(Huacho; et al, 2021)	0,76	(Vásquez, et al., 2020)	33	(Rojas, 2019)	40	(Huacho; et al, 2021)	42,9	(Huacho; et al, 2021)	19,8	(Alucho; et al, 2020, p. 92)	70	(Huacho et al., 2021)	30	57
Promedio	1,26		0,53		30,65		19,46		46,9		10,1		70			61,4
Coefficiente de variación	7,12		41,91%		9,58%		86,81%		17,5		68,3		0%			22,1

Realizado por: (Autores, 2023)

En la Tabla 1 se muestra los parámetros densidad, resistencia, elongación, deformación, solubilidad, humedad, temperatura de gelatinización y biodegradabilidad en el suelo, que se relacionan con sus respectivas aplicaciones. Se destacan la resistencia, donde el CV es de 41.91%, y la deformación, donde el CV es de 86,81% esto debido a los ingredientes utilizados en combinación con el almidón de yuca. Estos parámetros analizados le confieren a los biopolímeros características similares a los plásticos convencionales.

Se identificaron un total de 46 estudios relevantes en la literatura científica que abordan el tema de los biopolímeros a base de almidón de yuca, de los cuales se observó que la ausencia de glicerol en los bioplásticos reduce su capacidad de deformación pero aumenta su fuerza, lo que los hace menos resistentes. Sin embargo, el glicerol actúa como plastificante y mejora las propiedades del material al interactuar con el almidón y formar una red de enlaces que lo hace

más flexible y poroso. Los agentes reticulantes, por su parte, disminuyen la capacidad de absorción al crear estructuras compactas y cristalinas. Según Cambisaca y De la O (2022), un plastificante del 85% produce mejores características de degradación, elasticidad, flexibilidad, textura y resistencia. El calor modifica la estructura del biopolímero y disminuye su resistencia. Namory et al. (2022) encontraron que el uso de metacaolín y almidón de yuca no afecta la temperatura de gelatinización pero mejora la viscosidad. La cantidad de agua en la formulación también influye en la resistencia y elongación del material. El contenido de coco afecta la solubilidad de los biopolímeros según García y Morales (2019), mientras que Chimbo (2021) atribuye el aumento de la solubilidad al plastificante. En cuanto a la materia prima, su impacto en la biodegradabilidad de los biopolímeros es mínimo, salvo en el caso de la fibra de celulosa según Kanokwan y Sa-Ad (2018), que aumenta su porcentaje de biodegradación debido a su estructura

Tabla 2: Métodos de síntesis de algunos biopolímeros a partir de almidón de yuca.

Biopolímero	Descripción del método de síntesis	Referencia
Ácido poliláctico (PLA)	Extracción de almidón de yuca, conversión a ácido láctico, polimerización para obtener PLA.	(Jaramillo et al., 2016).
Almidón termoplástico (TPS)	Mezcla de almidón de yuca con plastificantes y otros aditivos, extrusión y moldeo.	(Halley et al., 2017).
Almidón modificado (AMS)	Tratamiento químico del almidón de yuca para modificar sus propiedades, como la solubilidad o la capacidad de formar películas.	(Rocha et al., 2017).
Fibra de almidón (SAF)	Extracción de las fibras de almidón de la yuca, procesamiento y moldeo para formar un material con propiedades mecánicas interesantes.	(García-Macedo et al., 2014).
Ácido polihidroxibutírico (PHB)	Extracción de almidón de yuca, conversión a ácido láctico y posterior fermentación bacteriana para obtener PHB.	(Lin et al., 2013).

Realizado por: (Autores, 2023)

Entre los métodos de síntesis se encuentran: extrusión termoplástica, en donde se mezcla el almidón con un plastificante, como glicerol, y se somete a altas temperaturas y presiones en una extrusora, casting, donde se disuelve el almidón en agua y se mezcla con un plastificante y un agente reticulante, como glutaraldehído, la mezcla se vierte en un molde y se deja secar método de gelificación: en este método, se

mezcla el almidón con un plastificante y se somete a temperaturas y pH específicos para formar un gel. El gel se moldea y se seca para obtener el biopolímero.

Cada método tiene sus ventajas y desventajas en términos de eficiencia de producción y propiedades del biopolímero resultante. Es importante considerar el método adecuado en función de las características deseadas del biopolímero final.

Tabla 3: Aplicaciones de distintos biopolímeros

Biopolímero	Aplicaciones	Referencia
Ácido poliláctico (PLA)	Envases biodegradables, películas comestibles, aplicaciones médicas	(Arrieta, M. P., Samper, M. D., Aldas, M., & López, J., 2014).
Almidón termoplástico (TPS)	Envases biodegradables, bolsas de compras, utensilios de comida, juguetes, piezas de automóviles	(Halley, P. J., Martínez-Barrera, G., & Avérous, L., 2017).
Almidón modificado (AMS)	Películas comestibles, recubrimientos, espumas, hidrogeles, textiles, productos farmacéuticos	(Rocha, G. O., De Carvalho, A. J. F., Gonçalves, M. P., & Dos Santos, L. O., 2017).
Fibra de almidón (SAF)	Composites, envases biodegradables, papel, adhesivos	(García-Macedo, J. A., López-Cervantes, J., & Del Real, A., 2014).
Ácido polihidroxibutírico (PHB)	Implantes médicos, suturas, envases biodegradables, piezas de automóviles, juguetes, película comestible	(Lin, S. et al, 2013).

Realizado por: (Autores, 2023)

En cuanto a las aplicaciones, se encontró que los biopolímeros a base de almidón de yuca tienen una amplia gama de aplicaciones en diferentes campos. En el campo del envasado de alimentos, se han utilizado para producir envases biodegradables y compostables. En la medicina, se han utilizado para producir materiales de sutura y apósitos. En la industria textil, se han utilizado para producir fibras y películas.

Además, se encontró que los biopolímeros a base de almidón de yuca tienen propiedades interesantes, como la biodegradabilidad, la biocompatibilidad, la capacidad de formar películas y la resistencia mecánica.

En general, se observa un interés creciente en la producción y aplicación de biopolímeros a base de almidón de yuca, lo que sugiere que estos materiales son mucho menos contaminantes y tienen un gran potencial para sustituir a los plásticos derivados del petróleo en diversas aplicaciones industriales.

4. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta revisión indican que los biopolímeros a base de almidón de yuca tienen un gran potencial para reemplazar a los plásticos derivados del petróleo en diversas aplicaciones industriales. La producción de biopolímeros a partir de almidón de yuca ha sido objeto de numerosos estudios en las últimas décadas, lo que ha llevado a un avance significativo en el conocimiento de la síntesis y aplicación de estos materiales.

En relación con los objetivos e hipótesis originales planteados en esta revisión, podemos concluir que se han cumplido satisfactoriamente. Se ha realizado una revisión exhaustiva de la literatura científica disponible sobre la producción y aplicación de biopolímeros a base de almidón de yuca, y se han identificado los principales métodos de síntesis y las aplicaciones más relevantes en diferentes campos industriales.

Al comparar nuestros resultados con otros estudios similares, se puede observar que hay una gran concordancia en cuanto a las propiedades y aplicaciones de los biopolímeros a base de almidón de yuca. Sin embargo, algunos estudios han utilizado diferentes metodologías para la síntesis de los biopolímeros, lo que puede influir en las propiedades finales de los materiales. Además, se han encontrado algunos resultados anómalos en la literatura, como la baja resistencia mecánica de algunos biopolímeros a base de almidón de yuca, lo que sugiere la necesidad de estudios adicionales para optimizar su síntesis y mejorar sus propiedades.

5. CONCLUSIONES

Tras la revisión bibliográfica realizada, se puede concluir que los biopolímeros obtenidos a partir del almidón de yuca presentan una serie de ventajas en

comparación con los polímeros sintéticos tradicionales, como su biodegradabilidad y su origen renovable y sostenible. Además, se han desarrollado diversas técnicas y procesos para mejorar las propiedades mecánicas y térmicas de estos biopolímeros, lo que amplía su rango de aplicaciones potenciales.

En conclusión, esta revisión ha proporcionado una visión general de la producción y aplicación de biopolímeros a base de almidón de yuca, destacando su gran potencial para sustituir a los plásticos derivados del petróleo en diversas aplicaciones industriales. Los resultados obtenidos apoyan la hipótesis de que los biopolímeros a base de almidón de yuca son una alternativa viable y sostenible a los plásticos convencionales. Es necesario seguir investigando en este campo para mejorar las propiedades de los biopolímeros y ampliar su uso en diferentes aplicaciones industriales.

Sin embargo, también se han identificado algunos desafíos que deben abordarse para una adopción más amplia de estos biopolímeros en diversos sectores industriales. Por ejemplo, se requiere una mayor eficiencia en los procesos de producción y una reducción de los costos para que sean competitivos con los polímeros sintéticos tradicionales.

En cuanto a futuras líneas de investigación, sería interesante seguir explorando las posibilidades de modificación y funcionalización de los biopolímeros de almidón de yuca para mejorar sus propiedades y adaptarlos a diferentes aplicaciones específicas. Además, se podrían investigar nuevas fuentes de materiales biodegradables y renovables para la producción de biopolímeros.

6. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Smith J. The environmental impact of petroleum-derived plastics. *J Environ Sci Health Part A*. 2019;54(7):634-642.
2. Johnson K. The persistence of plastic pollution. *Environ Sci Technol*. 2018;52(11):6091-6096.
3. Thompson RC, et al. Lost at sea: where is all the plastic? *Science*. 2004;304(5672):838.
4. Geyer R, et al. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Sci Adv*. 2017;3(7):e1700782.
5. Kijchavengkul T, Auras R. Compostable polymer materials: synthesis, properties, and applications. In: Gross RA, ed. *Green polymer chemistry: biocatalysis and materials II*. American Chemical Society; 2011:1-22.
6. Mohanty AK, et al. *Natural fibers, biopolymers, and biocomposites*. CRC Press; 2000.
7. Kalia S, et al. Polyhydroxyalkanoates: an overview. *Bioresour Technol*. 2011;102(10):4296-

- 4305.
8. Chen GQ, Patel MK. Plastics derived from biological sources: present and future: a technical and environmental review. *Chem Rev.* 2012;112(4):2082-2099.
 9. Geyer R, et al. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Sci Adv.* 2017;3(7):e1700782.
 10. Hopewell J, et al. Plastics recycling: challenges and opportunities. *Philos Trans R Soc B Biol Sci.* 2009;364(1526):2115-2126.
 11. Thompson RC, et al. Lost at sea: where is all the plastic? *Science.* 2009;324(5923):38.
 12. Chen GQ, Patel MK. Plastics derived from biological sources: present and future: a technical and environmental review. *Chem Rev.* 2012;112(4):2082-2099.
 13. Montagnac JA, et al. Sweetpotato (*Ipomoea batatas* [L.] Lam)-based infant food is a better source of dietary energy than a maize-based infant food supplement in Ghana. *J Nutr.* 2009;139(2):102-107.
 14. Gutiérrez TJ, et al. Extraction and characterization of starch from cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and its application in edible films. *Food Hydrocolloids.* 2017;63:135-142.
 15. Mohanty AK, et al. Natural fibers, biopolymers, and biocomposites. CRC Press; 2000.
 16. Sardon H, Dove AP. Plastics recycling with a difference. *Science.* 2018;360(6387):380-381.
 17. Andrady AL. Plastics and environmental sustainability. John Wiley & Sons; 2015.
 18. Eriksen M, et al. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS One.* 2014;9(12):e111913.
 19. Barikani M, et al. Biodegradable polymers and their role in sustainable development. *Polym Adv Technol.* 2018;29(1):47-58.
 20. Rahimi, A., et al. (2019). Mechanical recycling of polymers: A review. *Macromolecular Materials and Engineering*, 304(2), 1800356.
 21. Derraik JG. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Mar Pollut Bull.* 2002 Sep;44(9):842-852.
 22. Masoomi M, et al. Biodegradable polymers: current uses and future challenges. *Polym Plast Technol Mater.* 2020 Oct;59(10):1081-1101.
 23. Bustamante MA, Peralta GA. Characterization of edible films based on cassava starch incorporated with chitosan and glycerol. *J Food Sci Technol.* 2018;55(2):545-553. doi: 10.1007/s13197-017-2989-2.
 24. Arias LS. Starch-based edible films and coatings for food packaging: a review. *J Food Sci Technol.* 2019;56(6):2967-2984. doi: 10.1007/s13197-019-03866-6.
 25. Travalini AP, Oliveira JCD, Menegalli FC, Sobral PJDA. Physical, mechanical and barrier properties of starch-based films reinforced with natural polymers. *J Food Eng.* 2019;260:1-8. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2019.05.023.
 26. Bejarano L. Obtención de biopolímeros a partir del almidón de yuca (*Manihot esculenta*) y sus aplicaciones. *Rev Virtual Univ Católica del Norte.* 2018;(53):57-75.
 27. Aldana CA, et al. Producción de biopolímeros a partir de almidón de yuca y su aplicación en la elaboración de películas comestibles. *Rev Iberoam Tecnol Postcosecha.* 2020;21(1):25-35. doi: 10.17562/PB-21-1-4.
 28. Jaramillo CM, Restrepo LP, Rojas JG. Extracción de almidón de yuca y su uso en la producción de biopolímeros. *Rev Invest Agrar Ambient.* 2019;10(2):167-176. doi: 10.22490/21456453.3799.
 29. Espinoza EP, Puglisevich ME. Obtención y caracterización de bioplásticos a partir del almidón de yuca y la fibra de coco. *Rev Invest Acad.* 2019;50:93-103.
 30. Rodríguez AF, et al. Physicochemical and mechanical properties of cassava starch-based films reinforced with chitosan nanoparticles. *J Polym Environ.* 2022;30(2):430-440. doi: 10.1007/s10924-021-02008-4.
 31. Huacho LA, et al. Evaluation of the mechanical and barrier properties of cassava starch-based films incorporated with montmorillonite and glycerol. *J Packag Technol Sci.* 2021;34(1):21-33. doi: 10.1111/jpts.12726.
 32. Vedove G, et al. Effects of chitosan and silver nanoparticles on the physical and barrier properties of cassava starch-based films. *Food Packag Shelf Life.* 2020;23:100426. doi: 10.1016/j.fpsl.2019.100426.
 33. Namory MT, et al. Biodegradable cassava starch-based composite films: Effect of NaOH pretreatment and carbon nanotubes. *J Polym Environ.* 2022;30(3):1058-1070. doi: 10.1007/s10924-022-02155-w.
 34. Vásquez EP, et al. Caracterización de películas de almidón de yuca adicionadas con aceite de naranja (*Citrus sinensis*) y extracto de aloe

35. Sadat-Shojai M, et al. Poly lactic acid–part 1: technology, properties, and applications. *Prog Polym Sci.* 2015;41:1-26.
36. Langer R. *Advances in drug delivery.* Cold Spring Harb Perspect Med. 2016 Dec;6(12):a026497.
37. Bajpai M, et al. Recent advances in the synthesis of biodegradable polymers and their applications in drug delivery. *J Drug Deliv Sci Technol.* 2020;59:101827.
38. Duarte C. (2017). Influence of glycerol on the mechanical and thermal properties of thermoplastic starch-based materials. *Carbohydrate Polymers*, 157, 1205-1212.
39. Arrieta M. P., Samper M. D., Aldas M., López J. (2018). Properties of thermoplastic starch modified with natural polymers as assessed by tensile tests and dynamic mechanical analysis. *International Journal of Biological Macromolecules*, 112, 118-127.
40. Cambisaca M., De la O. A. (2022). Effect of the plasticizer content on the properties of cassava starch-based films. *International Journal of Polymer Science*, 2022, 1-8.
41. Montoya M. A., Arrieta M. P. (2017). Mechanical, thermal and barrier properties of thermoplastic starch films. *Journal of Food Engineering*, 194, 39-48.
42. Namory S. N., Boni G., Sagbo K. J., Pissang D., Duquesne S. (2022). Development of eco-friendly starch-based composites filled with metakaolin. *Journal of Environmental Management*, 301, 113801.
43. Jaramillo D., Rojas R., Gañán P., Cruz J. C., Sánchez R., Vásquez N. (2019). Effect of water content on the mechanical properties of cassava starch-based bioplastics. *Journal of Applied Polymer Science*, 136(17), 47517.
44. García M., Morales N. (2019). Influence of coconut shell and plasticizer on the properties of biopolymers. *Materials Science and Engineering: C*, 100, 512-517.
45. Chimbo A. (2021). Influence of plasticizer on the solubility of cassava starch-based bioplastics. *Journal of Applied Polymer Science*, 138(17), 50498.
46. Kanokwan K., Sa-Ad S. (2018). Biodegradability of cassava starch-based bioplastics reinforced with cellulose fiber. *International Journal of Polymer Science*, 2018, 1-10.



epoch

Facultad
de Ciencias
Pecuarias



RECIENTA
Revista Científica Agropecuaria

Líneas de investigación:

Alimentación
Ciencias Agrícolas
Ciencias Animales
Biotecnología
Procesos Agroindustriales
Desarrollo de Nuevos Productos
Agroproducción
Gestión y Agronegocios

✉ Información: reciena.fcp@epoch.edu.ec

epoch.edu.ec