

REVISTA CIENTIFICA MANGIFERA



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL
DE LOS LLANOS OCCIDENTALES
EZEQUIEL ZAMORA
UNELLEZ



ISSN
26650010
Volumen 2
Enero-Diciembre 2019

REVISTA CIENTIFICA MANGIFERA

Volumen 2 Enero-Diciembre 2019

Revista arbitrada

ISSN 26650010

Depósito Legal N°CO2017000005

Periodicidad: Anual



La REVISTA CIENTIFICA MANGÍFERA constituye un órgano divulgativo del Programa Ciencias del Agro y del Mar de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora (UNELLEZ) - Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales (VIPI), Cojedes, Venezuela. La revista posee un carácter científico y humanístico, orientada a promover la investigación, la reflexión y la generación de conocimientos en las Ciencias del Agro y del Mar con sus áreas afines. Se presenta como una publicación anual, que tiene como prioridad al desarrollo agroindustrial del estado Cojedes lo que conlleva a la integración vertical desde el campo hasta el consumidor final de todo el proceso de producción de alimentos u otros rubros de consumo basado en la agricultura sustentable. De igual forma, enfoca sus investigaciones en el control de los procesos agroindustriales en los contextos: nacional, latinoamericano y mundial. Los artículos a publicarse en la revista deben ser originales. Las contribuciones son seleccionadas una vez sometidas al arbitraje y a las exigencias de las normas de la revista.

Revista disponible en: <http://revistas.unellez.edu.ve/revista/>

The SCIENTIFIC MAGAZINE MANGÍFERA constitutes an informative organ of the Program Sciences of the Agriculture and the Sea of the National Experimental University of the Western Plains Ezequiel Zamora (UNELLEZ) - Vicerrectorado of Infrastructure and Industrial Processes (VIPI), Cojedes, Venezuela. The journal has a scientific and humanistic character, oriented to promote research, reflection and generation of knowledge in the Sciences of Agriculture and the Sea with its related areas. It is presented as an annual publication, which has as a priority to contribute to the agro-industrial development of the Cojedes state which leads to vertical integration from the field to the final consumer of the entire process of food production or other consumption items based on sustainable agriculture. In the same way, it focuses its research on the control of agro-industrial processes in the contexts: national, Latin American and worldwide. The articles to be published in the journal must be original. The contributions are selected once submitted to the arbitration and to the requirements of the standards of the journal.

Magazine available in: <http://revistas.unellez.edu.ve/revista/>

Editora

MSc. Llelysmar Crespo Duran

Director

MSc. Jordy Javier Gámez

Comité Editorial:

Dr. Carlos Lameda
UNEXPO- Venezuela

Dr. Luis Ojeda
UC- Venezuela

Dr. Tonny García
UCLA- Venezuela

Dra. Marinela Barrero
UCV- Venezuela

Dr. Luis Chaparro
UCLA- Venezuela

Dr. Miguel Torrealba
UNELLEZ- Venezuela

Dra. Elodia M Soteldo
UNEXPO- Venezuela

Dr. Wilmer Salazar
UNELLEZ- Venezuela

MSc. William Zambrano
UNELLEZ- Venezuela

Diagramación: *Ing. Gabriel Cravo*

Diseño y digitalización de la portada: *Ing. Gabriel Cravo*

Dirección: Programa Ciencias del Agro y del Mar. Carretera vía Manrique km 4
UNELLEZ. San Carlos-Edo. Cojedes. Teléfono: 0258-4331412.

Email: revistamangifera@gmail.com / revistamanguifera@gmail.com

AUTORIDADES DE LA UNELLEZ

Dr. Alberto José Quintero
Rector

Dr. Oscar Ernesto Hurtado Jara
Secretario

Mg. Jesús Manuel Monsalve
Vice-Rector de Servicios

Profa. Arlene Josefina Vergaras
Vice-Rectora de Planificación y Desarrollo Social
Barinas, estado Barinas

MSc. Alberto Herrera
Vice-Rector de Producción Agrícola
Guanare, estado Portuguesa

Dr. Wilmer J. Salazar
Vice-Rector de Infraestructura y Procesos Industriales
San Carlos, estado Cojedes

Profa. Marys Orasma
Vice-Rectora de Planificación y Desarrollo Regional
San Fernando de Apure, estado Apure

Prof. Raúl García Palma
Secretario Ejecutivo de Creación Intelectual

Profa. Ana Iris Peña
Directora de Estudios Avanzados

MSc. Lino Rodríguez
Secretario Ejecutivo de Extensión

**AUTORIDADES DEL VICERRECTORADO DE INFRAESTRUCTURA Y PROCESOS
INDUSTRIALES UNELLEZ-COJEDES**

Dr. Wilmer Salazar
VICERRECTOR DE ÁREA

MSc. Jordy Javier Gámez V
JEFE PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR

MSc. María E Paredes
JEFE PROGRAMA INGENIERIA

Dr. Antonio Flores
JEFE PROGRAMA CIENCIAS SOCIALES Y ECONOMICAS

Abg. Morelia Vargas
JEFE PROGRAMA CIENCIAS JURIDICAS Y POLITICAS

Prof. Víctor Mendoza
JEFE PROGRAMA CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y HUMANIDADES

Prof. Víctor Mendoza
JEFE PROGRAMA TINAQUILLO

MSc. Carolina Varela
JEFE PROGRAMA DE ESTUDIOS AVANZADOS

Profa. Loredana Giust
SECRETARIA CONSEJO ACADÉMICO

MSc. Patricia Rojas
COORDINADOR DE CREACIÓN INTELECTUAL

MSc. Yuleimi Peña
COORDINADOR DE EXTENSIÓN

**AUTORIDADES DEL PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR UNELLEZ-
COJEDES**

MSc. Jordy Javier Gámez V.
JEFE PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR

Ing. Anny Flores
JEFE SUBPROGRAMA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

MSc. Héctor Petit
JEFE SUBPROGRAMA TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Ing. Pedro León
JEFE SUBPROGRAMA TECNOLOGÍA AGROINDUSTRIAL

MSc. Luis Reyes
JEFE SUBPROGRAMA INGENIERIA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

Ing. Alberto García
COORDINADOR MEDICINA VETERINARIA

CONTENIDO

Artículo N°1. El Cultivo De Peces Y El Procesamiento De La Pulpa De Pescados De Aguas Continentales, ¿Una Alternativa Alimentaria?.....	13
Artículo N°2. Uso Del Fosfato En La Dieta Para Pollos De Engorde. Una Mirada Global.....	21
Artículo N°3. Visión Epistémica De La Microbiología Como Ciencia Para Otras Áreas Del Conocimiento.....	29
Artículo N°4. Uso Del Almidón De Sorgo (<i>Sorghum Vulgare</i>) En La Elaboración De Una Cerveza Tropical.....	44
Artículo N°5. Condiciones Para La Producción De Un Antibiótico De Uso Veterinario Empleando Hipercubo Latino.....	54
Artículo N°6. Evaluación Microbiológica Y Sensorial De Una Bebida A Base De Hierba Limón (<i>Cymbopogon Citratus</i>), Menta (<i>Mentha Piperita</i>), Extracto De Borojó (<i>Borojoa Patinoi</i>) Y Estevia (<i>Stevia Rebaudiana</i>).....	64
Artículo N°7. Uso De Microondas En El Tratamiento Térmico Sobre Las Características Fisicoquímicas Y Microbiológicas De Un Néctar De Lechosa (<i>Carica Papaya</i>).....	77
Artículo N°8. Evaluación De Dos Películas Comestibles, De Almidón Modificado De Maíz (<i>Zea Mays</i>) Y Almidón De Yuca (<i>Manihot Esculenta</i>) Sobre Las Características Física Químicas Y Microbiológicas De La Guayaba (<i>Psidium Guajava</i>).....	91
Artículo N°9. Análisis Del Perfil De Deseabilidad Del Valor Nutricional De Un Alimento En Barra A Base De Ajonjolí, Maní Y Suero Lácteo En Polvo.....	103
Artículo N°10. Condiciones De Secado Del Cilantro Cimarrón (<i>Eryngium Foetidum</i>) Aplicando Modelos Cinéticos.....	116
Artículo N°11. La Agricultura En El Estado Cojedes, Una Mirada Desde La Socioecología.....	130

CONTENT

Article.Nº1. <i>Fish Farming And Processing Of Fish From Inland Waters, ¿An Alternative Food...?</i>	13
Article.Nº2. <i>Use Of Phosphate In The Diet For Broiler Chickens. A Global Look</i>	21
Article.Nº3. <i>Epistemic Vision Of Microbiology As Science For Other Areas Of Knowledge</i>	29
Article Nº4. <i>Contribution Of Sorghum (Sorghum Vulgare) In The Processing Of A Tropical Beer</i>	44
Article Nº5. <i>Conditions For The Production Of An Antibiotic For Veterinary Use Using Hiperculo Latino</i>	54
Article Nº6. <i>Microbiological And Sensory Assessment Of A Lemon Grass Drink (Cymbopogon Citratus), Mint (Mentha Piperita), Borojó Extract (Borojoa Patinoi) And Stevia (Stevia Rebaudiana)</i>	64
Article Nº7. <i>Use Of Microwaves In The Thermal Treatment On The Physicochemical And Microbiological Characteristics Of A Milk Need</i>	77
Article Nº8. <i>Evaluation Of Two Eatables Films Edible Starch Modified Corn (Zea Mays) And Cassava Starch (Manihot Esculenta) On The Characteristics Physicochemical And Microbiological Of Guava (Psidium Guajava)</i>	91
Article Nº9. <i>Analysis Of Desirability Profile Of Proteins, Total Carbohydrates, Fat And Calories Of A Bar Food Based On Ajonjolí, Maní And Serum Dairy Powder</i>	103
Article Nº10. <i>Drying Conditions Of The Cimarrón Cilantro (Eryngium Foetidum) Applying Kinetic Models</i>	116
Article Nº11. <i>Agriculture In The State Cojedes, A Look From Socioecology</i>	130

EDITORIAL

El Programa Ciencias del Agro y del Mar (PCAM) consciente de la importancia de preservar la producción y creación intelectual de su personal docente realiza la publicación del segundo volumen de la revista científica *Mangifera*. Esta revista especializada fue diseñada con una estructura definida que permite la publicación de temas relevantes para todo el sector agroalimentario dirigida principalmente a la Ciencia y Tecnología de los Alimentos del país y de toda Latinoamérica. En este particular, la revista surgió como una necesidad imperiosa de formar docentes investigadores y estudiantes calificados, capaces de entender los distintos problemas de la región que se presentan en esta área prioritaria, y capaces al mismo tiempo de resolverlos generando un aporte al desarrollo de la nación.

En ese mismo sentido, los conocimientos científicos y tecnológicos con los que contamos actualmente son extraordinariamente amplios y profundos comparados con los que se tenían hace 4 o 5 décadas atrás. Cada una de las áreas de la Ciencia y Tecnología de los Alimentos ha creado una especialización continua, y cada día se hace más necesaria, ya que el cúmulo de conocimientos aumenta significativamente a medida que pasan los años.

Una de estas aristas es la ciencia de la carne, por lo que la presente edición está dedicada a esta área que implica las variadas y diferentes etapas de la transformación del músculo de animales a carne comestible, siendo un tema de estudios básicos y de desarrollo continuo de tecnología en todo el mundo, aun cuando muchos de los principios empleados en la ciencia de la carne son de validez universal, la problemática de cada región implica, a veces, tratamientos diferentes a situaciones similares. La carne es la organización estructural más compleja de todos los alimentos, y sus componentes estructurales influyen significativamente sobre su calidad. El estudio de la estructura muscular y sus componentes proteicos es esencial para entender las relaciones entre las propiedades del músculo y su empleo como carne. Los avances realizados en las últimas décadas han permitido conocer en profundidad la arquitectura del músculo, y uno de los objetivos primordiales en la

mayoría de las investigaciones de la carne es relacionar el estado de los sistemas estructurales con los parámetros de calidad. Muchas de las características de calidad de la carne, como la textura, terneza, jugosidad, así como su comportamiento ante los diversos sistemas de cocción o conservación, están ligadas a la estructura del sistema proteico muscular, así como a las reacciones químicas que en él se realizan. Sin embargo, es importante mencionar que la calidad de la carne también depende del movimiento y manejo a que son sometidos los animales antes de su sacrificio. Si durante el arreo, la carga, el transporte, la descarga, el alojamiento en corrales, y el propio proceso de matanza se lleva a cabo bajo un mal manejo, se produce un cuadro de estrés agudo provocando una alteración en la homeostasis de los animales que se traduce en una disminución significativa de la calidad de su carne.

La principal función del tejido muscular esquelético es transformar la energía química en energía cinética. Los procesos bioquímicos que proveen la energía necesaria para mantener el mecanismo de contracción-relajación muscular *in vivo* son similares aquellos que tienen lugar en la etapa *postmortem* y que llevan a la transformación de músculo en carne, por lo que es necesario conocer en profundidad la bioquímica del músculo *in vivo* (Por ejemplo en un mal Manejo) para comprender los cambios que se suscitan después de la muerte y que afectan la calidad final de la carne.

En este contexto, la creación intelectual en la Ciencia y Tecnología de los Alimentos juega un papel fundamental, en la que se hace indispensable implementar un modelo de Investigación, Desarrollo e Innovación que permita identificar; tendencias y oportunidades de desarrollo tecnológico en la región, así como las amenazas a la inocuidad y seguridad agroalimentaria, para conseguir alimentos de alta calidad. Es ahí donde la experiencia del programa Ciencias del Agro y del Mar (PCAM) y de todos sus docentes investigadores obtenida a lo largo de los años, constituye una ventaja que da luces para alcanzar estos propósitos y que se ve reflejada en la revista *Mangifera* quien es la encargada de difundir las distintas investigaciones científicas que evidencian los aportes del PCAM de la

UNELLEZ Cojedes al estado y la empresa como apuesta, generadora de conocimiento y transformación.

En este propósito, el primer artículo de esta edición centra su atención en el cultivo de peces y el procesamiento de la pulpa de pescados de aguas continentales como una alternativa de alimentación capaz de generar una gran gama de productos terminados. Asimismo, el segundo artículo muestra las ventajas del uso productivo de los fosfatos en pollos de engorde, específicamente analiza el efecto de diferentes fuentes de fósforo sobre el crecimiento y la mineralización ósea. Seguidamente, el tercer artículo presenta una visión epistémica de la microbiología como ciencia para otras áreas del conocimiento, lo cual permite integrar la incidencia de los microorganismos con diferentes ecosistemas, para así visualizar los efectos que pueden ejercer en cada uno de ellos, así como conocer la importancia de estos seres vivos diminutos en las conversiones biológicas suscitadas en el seno de las diversas áreas de interés para la ciencia y la vinculación con el contexto social.

En ese mismo sentido, se presenta el cuarto artículo como una opción altamente viable que busca establecer la contribución del almidón de sorgo (*Sorghum vulgare*) en la elaboración de una cerveza tropical, respetando lo establecido en la Norma COVENIN 99-2000 que enfatiza que la cerveza es una bebida alcohólica obtenida de fermentación mediante levadura del cultivo de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, extracto obtenido de cereales entre los cuales debe figurar la cebada malteada como componente mayoritario (>50%) y el resto, de otros cereales malteados o no, y/o de otros adjuntos cerveceros, adicionada de lúpulo o sus derivados, a fin de impartirle aroma y sabor amargo característicos. Por otra parte, el quinto, artículo pretende explorar las condiciones para la producción de un antibiótico de uso veterinario empleado hipercubo latino con la finalidad de obtener fármacos seguros, eficaces, de gran calidad que tiendan a controlar y prevenir enfermedades, además de garantizar el bienestar de los, con una formulación que garantice una buena tolerabilidad, baja incidencia de alergia, mínima toxicidad, alta capacidad de penetración en la piel. Posteriormente, el sexto artículo exhibe la evaluación microbiológica

de una bebida a base de hierba limón (*Cymbopogon citratus*), menta (*Mentha piperita*), extracto de borojón (*Borojón patinoi*) y estevia (*Stevia rebaudiana*), con la finalidad de aprovechar los productos agrícolas de la amazonia ecuatoriana e incentivar el crecimiento de la economía, otorgándole un valor agregado a los productos cultivados en la provincia de Sucumbíos, recinto San Miguel.

Asimismo, el séptimo artículo contempla la evaluación del uso de microondas en el tratamiento térmico sobre las características físicas-químicas y microbiológicas de un néctar de lechosa (*Carica papaya*), tomando en consideración que un néctar de este tipo no pasteurizado, es un alimento que puede contaminarse con diferentes tipos de agentes que puede alterar o no sus características y dependiendo del agente se distingue la contaminación física, química o biológica. Por su parte, el octavo artículo muestra la evaluación de dos películas comestibles de almidón modificado de maíz (*Zea mays*) y almidón de yuca (*Manihot esculenta*) sobre las características físicas, químicas y microbiológicas de la guayaba (*Psidium guajava*), tomando como base que los frutos mínimamente procesados tienen una alta demanda en la actualidad porque los consumidores requieren comer sano, con el fin de garantizar un buen nivel de vida.

Al mismo tiempo, el noveno artículo presenta un análisis del perfil de deseabilidad del valor nutricional de un alimento en barra a base de ajonjolí, maní y suero lácteo en polvo, evidenciándose que el uso de dichos componentes, teóricamente compensan en gran medida el déficit de calorías de personas en estado de malnutrición, suministrando cantidades importantes de proteínas, carbohidratos, lípidos y calorías. Adicionalmente, el décimo artículo centra su atención en determinar las condiciones de secado del cilantro cimarrón (*Eryngium foetidum*) aplicando modelos cinéticos, considerando al secado como una operación unitaria empleada para la conservación de alimentos, que reduce las reacciones bioquímicas e inhibe el crecimiento microbiano a fin de prolongar la vida útil de los alimentos. Seguidamente, el décimo primer artículo plantea una mirada desde la socioecología a la agricultura en el estado Cojedes, a fin de generar conciencia en el ser

humano para disminuir el deterioro del ambiente, a través de la implementación de prácticas como el uso de cultivos protectores (pastos) en rotación con cultivos más limpios (maíz y sorgo), uso de labranza conservacionista y labranza en contorno con barreras vivas para el maíz y el sorgo, uso de franjas amortiguadoras intercaladas con cultivos limpios, entre otras.

Finalmente, en esta publicación hacemos un reconocimiento especial a los autores de cada artículo por haber confiado en *Mangifera* como medio para dar a conocer sus valiosos avances científicos.

JORDY JAVIER GAMEZ VILLAZANA

Director

**EL CULTIVO DE PECES Y EL PROCESAMIENTO DE LA PULPA DE
PESCADOS DE AGUAS CONTINENTALES, ¿UNA ALTERNATIVA
ALIMENTARIA...?.**

*(FISH FARMING AND PROCESSING OF FISH FROM INLAND WATERS, ¿AN
ALTERNATIVE FOOD...?)*

Miguel Ángel Luque Serrano.

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Programa
Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela.

cachamay01@gmail.com

Recibido: 05-01-2019/ Aceptado: 13-11-2019

**Nota técnica*

Una de las razones y el principal objetivo por el cual fue creada la Ilustre Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”, (UNELLEZ); fue precisamente el desarrollo integral de esta región. En el Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales ubicado en la ciudad de San Carlos del estado Cojedes se forman ingenieros agroindustriales desde hace 40 años aproximadamente, que han pasado a ser parte activa en el desarrollo de la zona de influencia de nuestra institución. Basado en ello, me voy a permitir presentar la nota científica: **“...El cultivo de peces y el procesamiento de la pulpa de pescados de aguas continentales, ¿una alternativa alimentaria...?”**

Debido al incremento demográfico, la disminución de los espacios en las aguas continentales, aunado a la creciente demanda de proteína de origen animal por parte de la población; no queda más alternativa que desarrollar bajo basamento científico el cultivo de las especies de peces propias y autóctonas de la región de los Llanos Occidentales. Y aunque la mayor parte de las especies capturadas y cultivadas se consumen frescas, ya se deben desarrollar o darles continuidad a proyectos viables en esta área, someter a procesamiento la pulpa de esos pescados para presentar diferentes alternativas al consumidor en forma de: embutidos, jamones, enlatados, derivados curados y ahumados o

cualquier otro producto innovador, como los tantos desarrollados en el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos, en el Programa Ciencias del Agro y del Mar de nuestro Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales. Tal es el caso, del cultivo del híbrido de cachama, (*Colossoma x Piaraactus*); desarrollado y cultivado en jaulas flotantes en el embalse El Pao-la Balsa, estado Cojedes. Lógicamente se debe evaluar la factibilidad económica, las condiciones de manejo, cantidad y calidad de alimento para permitir alcanzar mejores tasas de crecimiento específico y conversión de alimento.

Muchos pescados provenientes de agua dulce han sido considerados de suma importancia como fuente de alimento. Billy (1974), señaló el papel que presentan los bagres como fuente de alimento en áreas tropicales y subtropicales de África, Asia, América del Sur y Norte América, al igual el también desarrollo extraordinario que ha logrado la industria del bagre en USA a pesar de su origen reciente. Por otra parte, un gran número de pescados comestibles en Nigeria entre los cuales podemos señalar *Sarotherodon sp* (tilapia), *Chysichthys*, *Clarias*, *Arius*, *Synodontis*, *Bagrus*, *Citharinus*, *Distochodus*, *Labeo niloticus*, *Schilbe* y *Mormyus*, son especies de agua dulce.

La Tilapia constituye más del 80% de los pescados presentes en algunos ríos de Nigeria, así como también en algunas regiones del oeste de África. Se caracteriza por ser de gran importancia comercial. Los bagres por su parte también son utilizados en estas regiones como fuente de alimento, presentando un alto costo en comparación con otros pescados que se encuentran presentes en el comercio (Adebona, 1982).

En Malasia, los pescados de agua salada son considerados como la principal fuente de proteína animal; sin embargo, el incremento del costo de estos pescados, la contaminación ambiental y los problemas relacionados con una excesiva explotación de los recursos marinos hacen de los pescados de agua dulce la mejor alternativa como fuente de proteínas. Actualmente los pescados de agua dulce constituyen alrededor del 10%-20% del total de la producción de pescados de nuestro país. Muchas de estas especies de pescados son cultivadas extensivamente en algunas regiones y son muy populares entre los consumidores

locales, vendiéndose a buenos precios en los mercados y exportándose además a muchos países cercanos. Los ríos Amazonas, Paraná, (Paraguay) y Orinoco en Venezuela forman parte de las fuentes de capturas comerciales con fines de consumo humano, particularmente las especies de los géneros *Colossoma* y *Piaractus*, (Cachamas, Morocotos, Tambaquí) y la especie *Mylossoma duriventris*, (Pacú o palometa de río); (Fink 1978 citado por Machado-Allison, 1982).

La especie *Colossoma macropomun* denominada comúnmente cachama es una especie íctica presente en las aguas continentales de Venezuela que tienen gran importancia comercial y amplia distribución en Suramérica. Se ha propagado su cultivo intensivo en todo el territorio nacional. Venezuela se considera como uno de los países Latinoamericanos con mayores posibilidades de desarrollo en acuicultura; sin embargo, por falta de políticas coherentes y un desconocimiento del potencial hídrico y su aprovechamiento; y otras debilidades, esta actividad no se ha desarrollado acorde a sus potencialidades. En nuestra geografía nacional la acuicultura es una labor agroeconómica relativamente reciente, por cuanto, si bien es cierto, existen antecedentes de su práctica que se remontan a varias décadas en especies como la trucha, introducida en los Andes Venezolanos en el año 1937, y el cultivo de peces ornamentales en otras regiones y a pequeña escala, es a partir del 1970, cuando se trabaja en cultivos en forma experimental y/o en escala piloto, desarrollándose algunas a escala comercial (algas, moluscos, cachama, coporo, bagre rayado, tilapia, camarón de malasia y camarones peneidos). La producción piscícola de cachamas recae principalmente en pequeños y medianos agro productores (Aguirre, 2001). En cuanto a la talla de cosecha en el mercado nacional aún no está generalizado el consumo a pesos menores de 0,5 kg; sin embargo, existen precedentes que ofertados a bajos precios son aceptados en clases populares (Mora y Salaya, 1994). Actualmente, la talla comercial puede variar según la zona geográfica entre 0,8 y 1,2 kg o de 1,2 a 1,5 kg, y se expende en el mercado local, pequeños restaurantes o transportistas intermediarios en forma de pescado entero fresco eviscerado. Una de las alternativas que se debe desarrollar ampliamente es el deshuesado mecánico de las especies tanto capturadas

en los hábitats naturales como las cultivadas, ya que se obtendría la pulpa y mediante diferentes tratamientos aplicados a especies ya industrializadas, (despulpado, curado, cocinado, ahumado, esterilizado); la gama de presentación de productos en anaqueles sería muy amplia. De acuerdo a trabajo de investigación desarrollado por el autor del presente artículo, se obtuvo con la pulpa de cachama híbrido (*Colossoma x Piaractus*), un embutido tipo bologna que tuvo gran acogida en los consumidores que tuvieron acceso al mismo. La amplia necesidad que presenta la población venezolana sobre el consumo de proteínas de origen animal, la limitada accesibilidad que refleja dicha fuente proteica, conjuntamente con el poco interés en el desarrollo de proyectos viables en esta área; son hechos que despiertan el interés de conocer profundamente el comportamiento que rigen y caracterizan a cada una de las especies que mayor demandan los consumidores en la región. Estos estudios representan una alternativa válida de aporte inmediato como una solución positiva ante fluctuaciones en la oferta futura de especies que pueden ser cultivadas de forma dirigida. Por otra parte, surge la necesidad de someter a procesamiento parte de lo obtenido bajo condiciones controladas y presentar un abanico o diversidad de productos terminados al público, simplemente con la creación de tecnologías o mediante la adaptación de tecnologías ya establecidas de forma industrial en otras especies: bovinos, cerdos, pollos, especies marinas, etc. Una vez obtenida la pulpa ésta debe cumplir con lo establecido: (Norma Covenin 3086:1994. Pulpa de pescado, Requisitos); que la define: "...pulpa de pescado de una o varias especies libre de espinas, escamas y piel, obtenido por extrusión, deshuesado mecánico o fileteado y molido...".

En la Figura 1, se puede apreciar un resumen de la secuencia de un esquema tecnológico de obtención de un embutido tipo Bologna a base de pulpa de cachama. Se observa un individuo cultivado en jaulas flotantes de aproximadamente 0,5 Kg de peso, talla comercial, equipo despulpador de pescados de tecnología japonesa, una porción de pulpa de cachama extraída y el embutido obtenido tipo bologna, como producto terminado.



Figura 1. Cachama, máquina despulpadora, pulpa de cachama y embutido tipo “Bologna”.

En la actualidad en la región de los Llanos Occidentales de Venezuela, área de influencia de la Universidad "Ezequiel Zamora", (UNELLEZ); las especies piscícolas de aguas continentales y específicamente la cachama del género (*Calossoma*), el bagre rayado, (*Pseudoplatystoma, fasciatum*); su consumo ha alcanzado cada vez más un valor muy preciado de manera fresca como también los productos generados mediante la transformación o procesamiento de su pulpa, aunque aún está muy incipiente a nivel industrial. La fuerte demanda de este rubro, se debe a la importancia alimenticia del pescado; ya que es fácil de digerir, pues contiene muy poco colágeno, bajo contenido graso y proteínas de un alto valor nutritivo.

Al mecanizar el proceso de despulpado de pescados planos como la cachama, el rendimiento obtenido en pulpa está por el orden del 40,00%, siendo el porcentaje restante residuos, (cabeza, vísceras, piel, espinas, huesos, entre otros); dependiendo del volumen de manejo (capacidad de operación), estos vienen a constituirse en residuos contaminantes que pueden ser arrojados al ambiente y causar un gran impacto negativo al ambiente. El uso de

tecnologías existentes (ensilado químico o biológico), nos permite procesar esos residuos para obtener y conservar con ácidos orgánicos, (ácido fórmico), inorgánicos, bien sea solos o mezclados; un subproducto que sirva como premezcla para la elaboración de un alimento de calidad nutritiva y energética para la alimentación del cultivo y cría intensiva de cachamas, y otras especies. Según Windsor y col, (1984), la mejor especie de pescado produce solamente alrededor del 50% de materiales comestibles en forma de filetes o carne de pescado, en forma de pulpa. El resto, el esqueleto, la cabeza, las vísceras, entre otros); poseen un contenido en proteínas casi tan alto como el del propio filete y en cambio, no suele consumirse.

En muchos países en vías de desarrollo los residuos generados en las fábricas manufactureras de pescado son arrojados en efluentes, terrenos, etc., con la terrible consecuencia de la contaminación ambiental. El autor planteó y desarrolló otro trabajo de investigación con la finalidad de hacer uso de esos residuos para darle aún más valor agregado a este tipo de proceso, y entonces hablar de aprovechamiento integral de las especies. El trabajo fue desarrollado con el título: "...Elaboración de Ensilado Químico Obtenido y Conservado con Ácido Fórmico; usando Residuos Generados en el Proceso de Despulpado Mecánico de la Cachama híbrido, (*Colossoma x Piaractus*)".

Según Gildberg y col., (1979), las proteínas de vísceras poseen una composición en aminoácidos el cual se asemeja a las del músculo, (pulpa), de la misma especie. Un ensilado completamente preservado de vísceras desmenuzadas es obtenido por adición de 0,75% (v/p) de ácido propiónico y 0,75% (v/p) de ácido fórmico. Después de varios días de autólisis a 27°C, el ensilado puede ser separado en tres fases: 1) Fase gaseosa; 2) Fase acuosa soluble y 3) Fase de sedimentos. La fase acuosa, la cual contiene mayor cantidad de proteínas y mucho menor de grasas, es utilizada para alimentación animal. El principio de preservación de ensilado de pescado por ácido fue estudiado por primera vez por Edin (1940). La producción de ensilado de pescado en escala comercial comenzó en Dinamarca hace cuarenta años donde aún la industria permanece.

En la siguiente Figura 2, se presenta el ensilado químico obtenido con los residuos del proceso de despulpado mecánico de cachama, envasado molido y granulado.



Figura 2. Ensilado químico obtenido a partir de residuos del despulpado mecánico de cachama.

Evidentemente, el cultivo de peces de aguas continentales, para no depender de las capturas que nos proporciona la naturaleza, que son muy estacionales, aunado al proceso de industrialización mediante el despulpado mecánico para la obtención de pulpa, tecnológicamente nos abren un abanico de opciones o posibilidades de generar una gran gama de productos terminados procesados, a base de pulpa de pescado.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Adebona, M. (1982). "Studies on the Preservation of Fish by Ice", FAO. Fish. Rep. No. 262 sup. 27.

- Aguirre, M. (2001). La cadena agroalimentaria de alimentos balanceados para acuicultura en Venezuela. Tesis. Decanato de Estudios de Postgrado. Universidad Simón Bolívar. Sartenejas, Venezuela. 70 p.
- Billy, T. (1974). "Pond-Grown Catfish in the United States: Present Situation and Future Opportunités". En "Fishery Products". Fishing News, London.
- Fink, W. (1978). "Sistematic Evolution and Ecology of Piranhans Genus *Serrasalmus* (Pisces: Characidae)". En "Estudios sobre la Subfamilia Serrasalminae. (Teleosti, Characidae). Parte 1. - Estudio de los Juveniles de las "cachamas de Venezuela. (Género *Colossoma* y *Piaractus*). Acta Biol. Venezuela., 11(3)1.
- Machado-Allison, A. (1982). "Estudios sobre la Sub-familia Serrasalminae (Teleostei, Characidae). Parte 1.- Estudio de los juveniles de la cachama de Venezuela (Géneros *Colossoma* y *Piaractus*). Acta. Biol. Venezuela., 11(3), 1.
- Mora, J. A. y J. J. Salaya. (1994). Evaluación del engorde y rendimiento de *Colossoma macropomun* cultivada en jaulas flotantes comerciales. Memorias VIII Congreso Latinoamericano de Acuicultura. Asociación Latinoamericana Acui-Red Regional Acui. América Latina-CILDESERC. Bogotá. pp. 409 -415.
- Tatherson, I y Windsor, M. (1974). Fish silage. J. Food Science.
- Gildberg, A. y Raa, J. (1979). Solubility and Enzymatic Solubilization of Muscle and Skin of Capellán, (*Mallotus villosus*"); at different pH and Temperatura. Comp. Biochem. Physiol.
- Windsor, M. Y Barlow, S. (1984). Introducción a los Subproductos de Pesquería. Editorial Acribia. Zaragoza – España.

**USO DEL FOSFATO EN LA DIETA PARA POLLOS DE ENGORDE. UNA
MIRADA GLOBAL**

***(USE OF PHOSPHATE IN THE DIET FOR BROILER CHICKENS. A GLOBAL
LOOK)***

Daisebrys Rojas, José Ramos

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Programa
Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela.

Daisebrys@gmail.com / Alejanrt@gmail.com

Recibido: 24-11-2018/ Aceptado: 20-03-2019

**Nota técnica*

RESUMEN

El fósforo tiene un efecto significativo sobre el crecimiento, la mineralización ósea y la retención del fósforo en aves, por tanto es necesario que las dietas de las mismas sean complementadas con fuentes de fosforo inorgánicos. Es por ello, que en la presente investigación se hace una revisión sobre el uso productivo de fosfatos en pollos de engorde para determinar el efecto de diferentes fuentes y proporciones. La investigación es de tipo documental, enmarcada en la línea de investigación Ciencias del Agro y Ambientales, e hizo hincapié en el uso del fosfato en la dieta para pollos, profundizando en los beneficios que aporta el mismo en pollos de engorde. La revisión permitió concluir que el fosfato mejora el rendimiento productivo de pollos de engorde en el crecimiento, en la ganancia de peso e índice de eficiencia productiva.

Palabras clave: Fosfatos, dietas, pollos de engorde.

SUMMARY

Phosphorus has a significant effect on growth, bone mineralization and phosphorus retention in birds, therefore it is necessary that their diets are supplemented with inorganic phosphorous sources. That is why, in this research, a review is made on the productive use of phosphates in broilers to determine the effect of different sources and proportions. The research is of a documentary type, framed in the Agricultural and Environmental Sciences research line, and emphasized the use of phosphate in the diet for chickens, delving into the benefits that it provides in broilers. The review allowed to conclude that phosphate improves the productive performance of broilers in growth, in weight gain and productive efficiency index.

Keywords: Phosphates, diets, broilers.

INTRODUCCIÓN.

La industria de alimentos balanceados de uso avícola dispone de diversos suplementos minerales fosfatados, nacionales e importados, con variadas características químicas, que al ser incorporados a las dietas difieren en las respuestas productivas de las aves, probablemente debido a sus diferencias de composición, que además varía entre partidas de productos semejantes (Sullivan y col, 1993). En este sentido, se afirma que el fósforo (P) presente en las camas de pollos proviene de tres fuentes: 1) del P fítico vegetal no digerido, 2) del exceso de P suministrado en las dietas, por sobre los requerimientos reales, y 3) del fosfato mineral no digerido (Waldroup, 2004).

Por otra parte, muchos fosfatos contienen elementos minerales "contaminantes" tóxicos o potencialmente tóxicos para las aves, como Aluminio (Al), Vanadio (V), Cadmio (Cd), y Fluor (F), los cuales ya han sido encontrados en estos productos en estudios recientes (Rama y Ramasubba, 2001). Este hecho obliga además a la completa evaluación de los suplementos que se ofrecen comercialmente, ya que el mercado exige más que nunca alimentos nutritivos, exentos de tóxicos y sanos. Cabe destacar, que la selección de fuentes de fósforo es de gran relevancia en la fabricación de dosis para aves, ya que sólo mediante una suplementación del componente y con un alto grado de utilización, pueden ser alcanzadas las necesidades para pollos en desarrollo. Un gran número de trabajos se han

realizado en la evaluación de diferentes complementos minerales de fósforo, midiéndose la evolución anatómico durante cuatro semanas y el contenido de cenizas en la tibia como primordiales razonamientos de utilización.

Así pues, en preparados complementarios dosis máxima en 100 ml del producto listo para el consumo, Fosfato de dialmidón 0,5 g, sólo o mezclados en los productos a base de soja, en cuanto a los Fosfato de dialmidón acetilado, Fosfato de dialmidón fosfatado, Adipato de dialmidón acetilado 2,5 g sólo o mezclados en los productos a base de proteínas hidrolizadas y/o aminoácidos solamente definido (Codex Stan, 1987:156).

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el uso de fosfato en la dieta de pollos de engorde.

FOSFATO EN LA DIETA PARA POLLOS

El bajo rendimiento de la fosforita puede ser atribuido al contenido de flúor (2.37%) de este mineral lo que proporciona limitaciones en el uso de suplementos de fósforo con un alto porcentaje de flúor, sin embargo se encontraron que con rocas fosfatadas con un contenido de flúor de 3,5% los resultados eran satisfactorios sólo a un nivel del 1 % de la ración. Con la excepción del testigo, la eficiencia alimenticia fue similar en mucho de los grupos. Tampoco se encuentran mayores diferencias en el contenido de cenizas al comparar diferentes fuentes de fósforo (Motzok y col, 1961).

Así pues, los ortofosfatos, incluyendo los de grado químico, son excelentes fuentes de fósforo y ligeramente mejores que la harina de hueso. Motzok y col (ob. cit.). Señalan que muchos de los suplementos comúnmente usados, como harina de hueso, fosfato dicálcico defluorinado y fosfato de Curazao proporcionan resultados satisfactorios, aunque con algún grado de variabilidad en su utilización. Similares resultados han sido señalados por Miller y Joukovski (1953) con raciones de 0,4% de fósforo y agregando los suplementos para elevar el nivel del elemento a 0,8%.

Asimismo, Culioli (1994), señala algunos fosfatos más utilizados en la industria como dieta para pollos:

✓ Fosfato dicálcico. Es una de las formas del fosfato cálcico. Normalmente el fosfato dicálcico se encuentra en forma de dihidrato ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), aunque también se puede encontrar en forma anhidra (CaHPO_4). Este compuesto es una buena fuente de fósforo y calcio, por lo que se utiliza como complemento mineral en la fabricación de algunos alimentos como cereales y pastas enriquecidas, también se añade ampliamente en la fabricación de piensos para animales.

✓ Fosfato Defluorinado. Es una mezcla de calcio y fósforo con fórmula química $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, es un constituyente normal del cuerpo, su aspecto es de polvo blanco, inodoro, tiene la dificultad de disolverse en el agua, pero es soluble en ácidos, es estable en el aire. Fuente de Fósforo, Calcio y Sodio biológicamente asimilable, ideal para la producción de concentrados y la preparación de sales mineralizadas para consumo animal. Recomendado para ganado de carne y leche; caballos, pollos y gallinas ponedoras; cerdos, conejos y ovejas. Suplemento mineral con alta disponibilidad biológica y partículas que permiten excelente dispersión en el alimento. La respuesta a las necesidades de crecimiento, producción, reproducción y economía de sus animales.

✓ Fosfato monocálcico. Fuente de fósforo y calcio de alta disponibilidad para lograr los requerimientos de nutrientes esenciales que permiten formar un sistema músculo-esquelético fuerte del ganado y las aves dando como resultado animales grandes y sanos. Su composición garantizada; fósforo min 21.0%, calcio min 15.0% y flúor max 0.21%.

Cabe mencionar, que los resultado de muchas investigaciones de dietas de pollos bajas en fósforo, para las fases de inicio (0.42%), de crecimiento (0.40%) y de acabado (0.36%), las cuales se suplementaron con fosfato mono-dicálcico dihidratado (FDCDH),

fosfato mono-dicálcico (FMDC), harina de huesos (HHU), FDCDH/HHU y FDCDH/FMDC, arrojan diferencias significativas ($P < 0.05$) en el grupo suplementado con HHU presentando menor ganancia de peso en relación a otras fuentes comerciales, que no muestran diferencias significativas (Navarro y Vergara, 1993).

Así mismo, La suplementación con FDCDH y sus diferentes combinaciones a las dietas de inicio, producen un mayor contenido de cenizas y fósforo en las tibias, siendo estadísticamente diferentes a los grupos suplementados con HHU. Sin embargo, no se observan diferencias entre las diversas fuentes de fósforo a los 42 días. El mayor rendimiento de carcasa se logra con la combinación FDCDH/HHU. La combinación de FDCCH/HHU produce una mayor retribución económica del alimento. La suplementación con FDCDH produce un mayor número de pollos con desordenes de patas, Navarro y Vergara (ob. cit.).

Entre las razas más utilizadas para estudios de dietas de fosfatos tenemos la raza Cobb. En los que la dieta basal cubría los requerimientos energéticos y proteicos recomendados por las especificaciones nutricionales de la línea Cobb 500. La agricultura más eficaz del mundo del pollo tiene la modificación de alimento más baja, la tasa de desarrollo mejorada y la capacidad para desdoblarse nutrición es de baja consistencia y mínimo costo. Juntas, estas tipologías le brindan a Cobb500 la ventaja competitiva de menor costo por kilogramo de peso vivo producido para la progresiva base de compradores en todo el mundo (Echegaray y Vergara, 2010).

BENEFICIOS DE FOSFATOS EN POLLOS DE ENGORDE

Los beneficios que otorgan los fosfatos para el crecimiento de los pollos de engorde son crecientemente reconocidos hoy día por la colectividad científica internacional, entre ellos pueden mencionarse:

- Mayor tasa de crecimiento.

- Mejor peso corporal.
- Consumo de agua con mayor frecuencia.
- Alto nivel de porcentaje proteico.
- Dietas más económicas y mejor balanceadas.

Otras recomendaciones que deben seguirse para la elaboración de dietas son:

1. La dieta debe ser adecuada en lo relativo a proteínas, minerales, vitaminas, energía, para los fines que se persiguen.
2. La dieta debe ser agradable a las aves.
3. Los ingredientes usados deben ser obtenidos fácilmente en cualquier época: esto hará que no exista la necesidad de hacer substituciones de ingredientes que resultaría en per juicio de las aves.
4. El costo de la fórmula debe ser lo más bajo posible.
5. Es aconsejable, de cualquier manera, consultar a un especialista que ayude y oriente al avicultor para un mejor éxito.

CONCLUSIONES

Los fosfatos contienen un alto grado alimenticio, por el elevado contenido de flúor y la baja concentración y biodisponibilidad del fósforo. Se puede mencionar beneficios que otorgan los fosfatos para el crecimiento de los pollos de engorde mejor peso corporal, mayor tasa de crecimiento, dietas más económicas y balanceadas.

Los resultados obtenidos en la investigación mostraron que el mejor rendimiento productivo (peso corporal, ganancia de peso e índice de eficiencia productiva) fue obtenido en las aves suplementadas con fosfato dicálcico defluorinado y fosfato de curazao proporcionan resultados satisfactorios.

Cabe mencionar, que es de relevante importancia continuar la línea investigativa y creativa de la dieta de fosfatos para pollos de engorde que permita dar a conocer los beneficios y generar alternativas más vigorosas para la elaboración de productos que más allá de brindar buenas opciones organolépticas tengan propiedades que fortalezcan el sistema inmunológico de los pollos de engorde, permitiendo a su vez contenidos proteico de las aves en el tiempo intimado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ammerman, C.B., Douglas, C.R. Davis, G.K. and Harms, R.H. (1961). *Comparison of phosphorus availability assay techniques for chicks*. Poul. Sci., 40: 548-553. [En línea]. Disponible en: http://www.sian.inia.gob.ve/revistas_ci/agronomia%20tropical/ [Consulta: 2018, Octubre 8].
- Codex Stan 156-1987. Norma CODEX para preparados complementarios. [En línea]. Disponible en: <http://www.google.co.ve/search?source=hp&ei=8n3ow9mcauty5glokqoo&q=%28code+x+stan> [Consulta: 2019, Octubre 10].
- Culioli, J. (1994). *Process 9th european poultry Conference Glasgow*. Vol. 2. Pp: 25-28. [En línea]. Disponible en: <http://www.google.com/search?client=firefoxbd&ei=qGJ1XLjcGYKctAX125SwBg&q=> [Consulta: Octubre 15].
- Echegaray, J.G. y Vergara, R.V. (2010). *Disponibilidad bilógica del fósforo del fosfato dicalcico en pollos de carne en la etapa de inicio*. [En línea]. Disponible en: <https://docplayer.es/27769193-resumenes-de-investigacion-en-pollos.html>. [Consulta: 2018, octubre 15].
- Motzok, I., Arthur, D. and Branion, H.D. (1956). *Utilization of phosphorus from various phosphate supplements by chicks*. Poultry Science, Volume 35: 627-648. [En línea]. Disponible en: http://www.sian.inia.gob.ve/revistas_ci/agronomia%20tropical/at2103/arti/armas_a.htm . [Consulta: 2018, Octubre 18].
- Miller, M.M. and Joukovski, V.V. (1953). *Availability of phosphorus from various phosphate materials for chicks*. Poul. sci., 32: 78-81. [En línea]. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S15163598201200110004. [Consulta: 2018, Noviembre 5].

- Navarro, B.P. y Vergara, R.V. (1993). Evaluación de tres fuentes comerciales de fósforo en dietas de pollos de carne. [En línea]. Disponible en: <https://docplayer.es/27769193-resumenes-de-investigacion-en-pollos.html>. [Consulta: 2018, octubre 21].
- Sullivan, T.W., González, N.J. y Doualas, J.H. (1993). *Quality factors related to the feeding value of Biometry. The Principles and Practice of Statistic in Biological Research Phosphorus Supplements*. V Seminario Internacional de Patología y Producción Avícola. Valdivia, Chile. p. 1-14. [En línea]. Disponible en: http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?pid=S0301732X2005000200006&script=sci_arttext [Consulta: 2018, Octubre 30].
- Rama-Rao, S.V. y Ramasubba, R.V. (2003). *Relative bio-availability and utilization of phosphatic fertilisers as sources of phosphorus in broilers and layers*. *Br Poult Sci* 44(1), 96-103. [En línea]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12737231>. [Consulta: 2018, Octubre 10].
- Waldroup, P. (2004). *Phosphorus and Phytase...Striking a balance between the chicken and the environment*. In: BASF Technical Symposium, January 27, 2004 International Poultry Exposition, Georgia World Congress Center, Atlanta, Georgia. [En línea]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/1730/173013750006/index.html>. [Consulta: 2018, Octubre 18].

**VISIÓN EPISTÉMICA DE LA MICROBIOLOGÍA COMO CIENCIA PARA
OTRAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO**

***(EPISTEMIC VISION OF MICROBIOLOGY AS SCIENCE FOR OTHER AREAS OF
KNOWLEDGE)***

Miguel Torrealba

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Programa
Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela.

torrealbap38@hotmail.com

Recibido: 16-03-2019/ Aceptado: 01-05-2019

**Nota técnica*

Introducción

La microbiología por ser una ciencia que estudia a las células de tamaño diminuto y su funcionamiento, trata de su diversidad y analiza lo que estos seres hacen en el ecosistema, contemplando la interpretación de los procesos bioquímicos vitales. Es importante tomar en cuenta que las propiedades de un ecosistema están controladas en gran parte por las actividades microbianas, en el que obtienen nutrientes del medio para sus procesos metabólicos y los usan para formar nuevas células. Por otro lado, al generar metabolitos primarios y secundarios en su etapa de crecimiento, pueden aportar efectos favorables, perjudiciales, patogénicos, y perjudiciales - patogénicos, que pueden ejercer un efecto favorable, neutro o perjudicial para un ecosistema.

Es por ello que los efectos de los microorganismos entre sí y en su hábitat se relacionan con su ambiente físico y químico, en el que cooperan con otros organismos, pero en muchos casos pueden ocasionar daños a ellos mismos como a otras especies macro y microbianas, por lo que esta ciencia invita a estudiar de forma exhaustiva todos los procesos metabólicos involucrados en su ciclo de crecimiento para así estimar los beneficios y perjuicios que pudiesen desarrollar en momentos determinados.

En este particular, surge el siguiente ensayo, en el cual busco integrar la incidencia de los microorganismos con diferentes ecosistemas, para así visualizar los efectos que pueden ejercer en cada uno de ellos, así como conocer la importancia de estos seres vivos diminutos en las conversiones biológicas suscitadas en el seno de las diversas áreas de interés para la ciencia y la vinculación con el contexto social.

Visión epistémica de la microbiología como ciencia

La epistemología no es más que el conocimiento científico de áreas del saber; es decir, el estado del arte o dominio teórico práctico de las mismas. Partiendo de ello, el saber y saber hacer puede servir de fundamento en la aplicación de diversos aspectos esenciales para la microbiología como ciencia. En este ensayo se presentan algunas vinculaciones relevantes que pueden aportar un avance cognitivo en el interesado:

1. Microorganismos y enfermedad

Aunque muchos de los microorganismos son beneficiosos para la humanidad por sus aportes en áreas como alimentos, medicina, ambiente, industrias farmacológicas, cosmetológicas, agrícolas, pecuarias, energéticas, entre otras; otros son causantes de enfermedades infecciosas e intoxicaciones. Desde mucho antes del siglo XX varias de las enfermedades han sido estudiadas y controladas por el conocimiento de las prácticas sanitarias adecuadas y uso de agentes antimicrobianos; aún así los microorganismos constituyen un grupo de patógenos que amenazan la existencia del hospedero. Como lo concluyó Robert Koch (1843 – 1910) en la teoría de la enfermedad: toda enfermedad está asociada a un agente causal.

Para Forsythe (2010), las enfermedades transmitidas por alimentos se presentan cuando se ingieren comidas contaminadas con microorganismos patógenos o sus toxinas. Cuando esto ocurre se tiene una “toxiinfección alimentaria”. Establece además que por ser los productos alimenticios a disposición de los consumidores muy variados y que a pesar de los progresos en medicina, ciencia de los alimentos y tecnología de la producción alimentaria,

las enfermedades ocasionadas por patógenos siguen siendo causa de alerta en los brotes de toxiinfecciones; garantizar inocuidad al consumidor y/o usuario es una necesidad relevante para esta ciencia. Es así como en ciencias de la salud, la microbiología es una especialidad en la cual se logra el diagnóstico de las potenciales causas infecciosas de diversas enfermedades; reconociéndose las afecciones provocada por bacterias, virus, hongos y parásitos de distintas características.

2. Microbiología y seguridad alimentaria

Debido a las incidencias de enfermedades e intoxicaciones alimentarias, los consumidores cada día son más exigentes en cuanto a adquirir productos de alta calidad, con preferencias ante aquellos que son lo más orgánicos posibles, seguros pero de mínimo proceso, con una vida útil adecuada para su consumo en un tiempo previsto; a la vez, ante la dinámica de comercialización actual, en la que la globalización es una estrategia de mercado nacional e internacional, estar dentro de las normas es un factor fundamental para garantizar seguridad en el consumo de alimentos.

La seguridad alimentaria no es solo disponer de suficientes cantidades que puedan satisfacer las necesidades nutritivas de una población; se basa en sanidad pública de los productos para garantizar inocuidad al consumidor, con la intención de impedir enfermedades por la ingesta de uno o más productos nutritivos, tomando en cuenta que un alimento, desde el punto de vista fisiológico, es toda aquella materia constituida de principios inmediatos que sirven para la obtención de energía para el huésped (Losada, 2001). Comprende las sustancias, los ingredientes, las materias primas, los aditivos y los nutrientes ingeridos por el tracto gastrointestinal, incluidas las bebidas; pero no así las medicinas. Es por eso que para Forsythe (ob. cit), los objetivos de la sanidad pública se concentran en la exposición al máximo nivel de los peligros microbiológicos de los alimentos considerados aptos para el consumo humano.

Ante estos peligros de enfermedades e intoxicaciones por la ingesta de cualquier tipo de productos procesados o no, surge el derecho alimentario, en el que se establecen códigos, leyes, reglamentos y normas que regulan todas las actividades de la cadena obtención de

ellos que van desde la producción hasta su consumo. En el artículo 25 de la Declaración Universal de los Derechos Humanos se establece que: *1. Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación...*

3. Microbiología y los cambios en los sustratos

Los microorganismos son seres vivos que requieren satisfacer necesidades energéticas, tal cual lo hace cualquier otro organismo inferior o superior; es por ello que demandan ingerir fuentes nutritivas, basadas en moléculas que tengan a disposición sales minerales, fuentes de carbono, de nitrógeno, hidrógeno, para algunos vitaminas y para todos agua. El microorganismo en general se compone de 70 – 75% de agua y el resto de componentes diversos, dependiendo si es procariota o eucariota.

En función a ello y dependiendo de su “maquinaria” enzimática, van a disponer de exo y endoenzimas capaces de actuar sobre determinados sustratos para romper los enlaces de alto peso molecular y luego llevarla a fracciones más pequeñas, de manera que pueda aprovechar los elementos ofertados y así generar cambios significativos o no en el sustrato. Tomando en cuenta que por ser un ser vivo responde a una curva o ciclo de crecimiento, que inicia con una fase de latencia y culmina en una fase de declive o muerte.

Los microorganismos presentes en ese ecosistema desarrollan una serie de cambios biológicos en el sustrato, fundamentados por la generación de metabolitos primarios, que no son más que sustancias químicas que se forman producto de la conversión de los elementos presentes en ese ambiente, los cuales pueden servir de nutrición posterior al propio microorganismo o a otros que lo requieren, pero que además pueden desfavorecer la continuidad del crecimiento de otra especie como la de ellos mismos. Dentro de estos metabolitos se tienen: aminoácidos, vitaminas, ácidos orgánicos, alcoholes superiores, polialcoholes, polisacáridos, entre otros.

Por otra parte, al avanzar los microorganismos en su ciclo de vida, ya en la etapa de aceleración negativa, donde va disminuyendo la velocidad de reproducción de los mismos, y donde los nutrientes comienzan a agotarse, más por efectos de los metabolitos primarios desarrollados en el final de la fase de latencia; muchos de ellos se sienten amenazados por falta de moléculas para la obtención de energía y por cambios significativos en el medio, como disminución del potencial de hidrógeno. Todo esto hace que muchas especies liberen a los medios compuestos químicos como toxinas y antibióticos, con la finalidad de impedir el avance en su ciclo de vida de muchas especies microbianas sensibles a ellos y así aprovechar el remanente del sustrato presente en el ecosistema.

4. Microorganismos y agricultura

Al hacer referencia a los microorganismos y su importancia para la agricultura, hay que resaltar que el hábitat específico es el suelo, donde su fertilidad es vital para la vida en el planeta a largo plazo, por lo que la actividad biótica edáfica, depende de la disponibilidad de nutrientes y de la energía aportada por los microorganismos del suelo y de los residuos de los cultivos y de los animales.

Para Toalombo (2012), un suelo sano es el sustrato natural para el desarrollo de las plantas y de una gran diversidad de comunidades de microorganismos y microfauna que forman las biocenosis del suelo; creciendo estas poblaciones en la superficie de las partículas, en el interior de los agregados o asociadas a las raíces de las plantas, inmersos en la solución acuosa del suelo y en su atmósfera; por lo que la población microbiana es muy abundante, y varía según las condiciones del medio y la cantidad de alimentos disponibles. Entre ellas se tienen: bacterias y actinomicetes, hongos, algas, protozoos y virus, constituyendo las bacterias más del 90% de los microorganismos, quienes por su gran versatilidad bioquímica, son intermediarias de las reacciones metabólicas que permiten incorporar los materiales de la superficie en el mundo viviente y están en la base de toda productividad, por lo que debe darse el papel fundamental que les corresponde en la fertilidad de ellos.

Los hongos favorecen una buena estructura por estabilizar los agregados en sus redes de micelios y evitando que sean arrastrados por el agua de lluvia u otros agentes responsables de la erosión. Intervienen además en la transformación de materia orgánica, donde las materias carbonadas (azúcares, almidón, celulosa) son la fuente principal de energía de los microorganismos. Para su desarrollo precisan también de nitrógeno, pues para la descomposición de 30 g de celulosa se precisa 1 g de nitrógeno, por lo que esto permite comprender la importancia de la relación C/N en los aportes orgánicos.

Los microorganismos en conjunto degradan moléculas complejas de materia orgánica, formando humus, el cual se asocia con las arcillas para formar el complejo arcillo-húmico, que favorece la aireación, el almacenamiento de agua y la fertilidad. Este compuesto fomenta la solubilización de los minerales, aportando al suelo elementos como K, Ca, Mn, Mg, entre otros, que pueden también ser solubilizados por los microorganismos edáficos y volverlos asimilables para las plantas.

Otro aspecto de la importancia de los microorganismos en el suelo es que permiten la fijación de nitrógeno atmosférico por grupos de bacterias, tanto libres como simbióticas, en el que los microorganismos desarrollan en la rizosfera (superficie) actividades metabólicas de las que se benefician las plantas: transformaciones de la materia orgánica del mismo, movilización de nutrientes inorgánicos, producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal, antagonismos frente a patógenos, entre otros. De esta manera los microorganismos son capaces de poner a disposición de las plantas los nutrientes no asimilables directamente por ellas y de aquellos retenidos en la materia orgánica del suelo y en compuestos minerales, tales como fósforo, azufre, potasio.

La microbiología aporta los PGPR (microorganismos promotores del crecimiento de las plantas), favoreciendo el desarrollo de ellas por síntesis de fitohormonas (fundamentalmente el ácido indolacético), que promueven el crecimiento de la raíz y la proliferación de los pelos radicales, así inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos y producen sustancias quelantes del hierro (sideróforos) que aumentan su

absorción por parte de las plantas. Además intervienen en la fijación del nitrógeno y aumentan la absorción de agua, nutrientes y fósforo (micorrizas).

Otro aspecto esencial de esta ciencia para la agricultura es el desarrollo de biofertilizantes, los cuales son insumos formulados con uno o varios microorganismos, que de una forma u otra, proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos. Generalmente el éxito en su aplicación dependerá del conocimiento de sus requerimientos nutricionales y ambientales, así como de su interacción con otros microorganismos, incluyendo su habilidad para coexistir en agricultura sostenible y convencional. De esta manera se reduce el uso de agrotóxicos en el suelo para que no rompa el equilibrio biológico del ecosistema, además de evitar contaminación del aire y agua, por efectos de lixiviación, erosión y remoción de suelos.

Se tiene también que los microorganismos pueden intervenir en la solubilización del fósforo, en el que la presencia en el suelo de un gran depósito de este elemento que no puede ser utilizado por las plantas, pone de manifiesto la importancia del papel de estos seres vivos en la conversión del fósforo orgánico como elemento combinado en los restos vegetales y en la materia orgánica del suelo, a formas inorgánicas aprovechables por las plantas. Los microorganismos que actúan en la solubilización ocupan el 10% de la población del suelo, en el que el proceso se desarrolla mediante enzimas que separan al fósforo de los sustratos orgánicos y que se denominan fosfatasas, las cuales pueden actuar en muchos sustratos diferentes y con esta actividad los microorganismos pueden aportar a las plantas entre el 30-60% de su necesidades de fósforo. Algunos géneros son: *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Bacillus subtilis*, *Thiobacillus*, *Penicillium bilaji*, *Aspergillus niger*.

Finalmente hay microorganismos promotores del crecimiento, en los que durante su actividad metabólica, son capaces de producir y liberar sustancias reguladoras de crecimiento para las plantas. Entre ellos se tienen los géneros *Fusarium*, *Trichoderma*, *Diplodia*, entre otras.

5. Microorganismos y ambiente

Esta ciencia permite dar a conocer diferentes aspectos de la participación y aplicación de los microorganismos en los ecosistemas suelo, agua, aire, alimentos, hospedero; y entender la importancia de su intervención, ya sea perjudicial o benéfica en ellos. Permite además conocer los tipos de interacciones existentes entre los diferentes grupos de microorganismos en cada ecosistema y entender los mecanismos que utilizan los microorganismos en el ciclaje de elementos como N, P, C, Fe, S y su efecto en dichos procesos.

También permite reconocer los microorganismos de importancia ambiental en la posible solución de problemas como biorremediación, degradación de xenobióticos y recalcitrantes, bioquímica y genética de la degradación de hidrocarburos, humedales y fitorremediación, tratamiento aeróbico y anaeróbico de aguas residuales, grupos de indicadores relevantes para el estudio de calidad en aguas asociados con contaminación de origen fecal y el uso de diferentes modelos biológicos para evaluar los efectos de los contaminantes mediante ensayos de toxicidad aguda.

Son usados para el desarrollo de tecnologías limpias y sostenibles, como por ejemplo la producción de biocombustibles y bioinsumos agrícolas, y procesos de biorremediación, control biológico y reciclaje. Proporcionan técnicas de laboratorio empleadas en la recuperación, aislamiento e identificación de los microorganismos relacionados con los ecosistemas involucrados. De eso se trata la biorremediación; es el uso de organismos vivos para eliminar o neutralizar contaminantes del medio ambiente. Al respecto hay microorganismos que pueden degradar petróleo, hidrocarburos e insecticidas.

De acuerdo a Narváez, Gómez y Martínez (2008), dentro de los principales géneros de bacterias biorremediadoras se tienen: *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Sarcina*, *Spirillum*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Streptomyces*, *Xanthomyces*, entre otras. Dentro de los mohos están: *Penicillium*, *Absidia*, *Mortierella*, *Thichoderma*, *Aspergillus*, y de levaduras se tienen: *Saccharomyces* y *Candida*.

Por otro lado, los metales pesados como el mercurio no son biodegradables, pero las bacterias pueden concentrarlos de tal forma de poder aislarlos más fácilmente. También se pueden emplear plantas para limpiar suelos contaminados, conociéndose este proceso como fitorremediación y se encuentra aún en desarrollo. Se basa en la capacidad que tienen algunas plantas de absorber, acumular o tolerar sustancias tóxicas como los metales pesados (por ej. cromo, plomo o cadmio), explosivos y pesticidas.

Los suelos contaminados contienen gran cantidad de microorganismos que pueden incluir un número de bacterias y hongos capaces de utilizar hidrocarburos, que representan un uno por ciento (1%) de la población total de aproximadamente 10^4 a 10^6 células por gramo de suelo. También, se han encontrado cianobacterias y algas capaces de degradar hidrocarburos.

6. Microorganismos y biotecnología

Según Thieman y Palladino (2010), la biotecnología es definida como “el conjunto de técnicas, procesos y métodos que utilizan organismos vivos o sus partes para producir una amplia variedad de productos” (p. 24). Consiste en utilizar de manera adecuada los sistemas biológicos de los seres vivos para obtener productos de beneficio para el consumidor y/o usuario y que sea económicamente viable. Se trata de aprovechar la tecnología biológica de los seres vivos para generar compuestos saludables, capaces de satisfacer una o más necesidades, así como contribuir a resolver problemas ambientales, mediante estrategias de bioprevención y biorremediación.

Para Peña y Quirasco (2014), por estudiarse de manera integral la tecnología biológica, asociada a las conversiones enzimáticas que desarrollan los microorganismos, la biotecnología aporta las siguientes mejoras:

Sintetizan y elaboran compuestos en la que participan microorganismos. Tal es el caso de elaboración de vitamina C, ácido cítrico, aminoácidos para la alimentación animal, enzimas microbianas como proteasas, amilasas, invertasas, entre otras.

Utilización de materias primas renovables y fuentes de energía de origen biológico, eliminando la dependencia de fósiles. Tal es el caso de biocombustibles obtenidos a partir de materia prima vegetal, o utilización de biomateriales en lugar de plástico.

Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas, forestales o industriales para su reutilización. Ejemplo: extractos proteicos para elaborar productos de alimentación animal por enzimas microbianas.

Disminución de residuos tóxicos por reducción del gasto de energía y de gases de efecto invernadero en la industria. Ejemplo: uso de biodetergentes.

. Mitigación de degradaciones contaminantes como el caso de vertidos petrolíferos, o producción de metano (biogás) por fermentación de residuos orgánicos.

. Utilización de bacterias, hongos y virus como bioinsecticidas y biopesticidas.

. Tratamiento de aguas residuales por microorganismos aeróbicos y anaeróbicos, así como facultativos, bajo condiciones naturales de autopurificación.

. La biodegradación de polímeros por bacterias *Alcaligenes eutrophus*.

. Obtención de cobre por biolixiviación de metales a partir de minerales con escasos sulfuros, con el empleo de la bacteria *Acidithiobacillus ferrooxidans*.

7. Microorganismos y alimentos

Los alimentos representan la principal fuente de nutrición de los seres vivos, en el que se pueden tener de forma natural u orgánica, o de forma sintética, sometida a técnicas de elaboración o fabricación, mediante combinaciones de materias primas. Por ser los microorganismos en su mayoría, seres que requieren de elementos nutricionales como el carbono, nitrógeno, hidrógeno, sales minerales y agua, recurren a ocupar ecosistemas que aporten estas necesidades a fin de obtener energía.

Si las condiciones físicoquímicas del medio son idóneas para los microorganismos, estos van a desarrollar conversiones biológicas, manifestadas en la obtención de metabolitos primarios y/o secundarios, que van a repercutir en la calidad del producto final,

bien sea para un beneficio, un perjuicio, un deterioro o un perjuicio junto a deterioro, en función a sus exo y endoenzimas para la degradación del sustrato.

La microbiología de alimentos estudia todos estos cambios para el aprovechamiento industrial de estos metabolitos en la población, o para evitar la proliferación de los mismos. De allí surge la necesidad de que la microbiología de alimentos proporcione los conocimientos adecuados, porque de esta forma se tendría:

- Control de los alimentos en la aplicación de técnicas de inhibición y/o destrucción de flora microbiana para prolongar la vida útil de los productos y así dar mayor oportunidad de ser comercializarlo, sin o con pocos cambios organolépticos y sensoriales, manteniendo sus condiciones nutricionales.
- Aprovechamiento de materias primas en oficio a su transformación por agentes microbiológicos, para utilizarlos en la satisfacción de necesidades energéticas en una población.
- Estudiar la carga microbiana de los alimentos para garantizar inocuidad de los mismos y así decidir si están aptos para ser utilizados como materias primas o como productos finales, sin representar peligro alguno para el consumidor.
- Desde el punto de vista sanitario, los alimentos pueden ser vehículos de infecciones (ingestión de microorganismos patógenos) o de intoxicaciones (ingestión de toxinas producidas por microorganismos) graves. En este sentido se han desarrollado las técnicas de control microbiológico de alimentos, dado que muchas veces la causa de la contaminación del mismo se debe a medidas higiénicas inadecuadas en la producción, preparación y conservación; lo que facilita la presencia y el desarrollo de microorganismos que producto de su actividad y haciendo uso de las sustancias nutritivas presentes en éste, lo transforman volviéndolo inaceptable para la salud humana.

8. Microbiología y calidad

Cuando se induce a la calidad de un producto, se hace referencia a la aptitud que este tiene para ser utilizado o consumido sin representar peligro alguno de enfermedad e intoxicación alimentaria (ETA). Es así como la microbiología como ente de calidad de los productos orienta a las organizaciones que intervienen en la cadena alimentaria a hacer monitoreos de los agentes etiológicos presentes durante las etapas de recepción de materias primas, productos en proceso y terminados, incluyendo almacenamiento, distribución y despacho, para que se minimicen las poblaciones de ellos y así reducir los casos de ETA en las comunidades.

Por ello esta ciencia incorpora técnicas de determinación tradicional y rápida de microorganismos, para así conocer los géneros influyentes, las cantidades de ellos, los metabolitos desarrollados en su etapa de crecimiento y los cambios ocasionados en el sustrato. De esta manera se pueden hacer comparaciones con las normas nacionales e internacionales para saber si está apto o no para su consumo, bien sea como materia prima o como producto terminado, en función a los estándares de calidad exigidos por las mismas. Dentro de las normativas de índole internacional y nacional se tienen:

a. La Comisión del Codex Alimentarius: Es un órgano intergubernamental conjunto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la OMS, integrado por 185 estados miembros y una organización miembro (la UE), nacido en 1963, con la finalidad de crear normas alimentarias internacionales, destinadas a proteger la salud de los consumidores y asegurar la aplicación de prácticas comerciales justas. Establece normas alimentarias para que sean más sanas para los consumidores y asegura prácticas más justas en el comercio mundial de alimentos, cada vez mayor, en beneficio de los agricultores y otros productores de alimentos.

b. ISO 22000: Es una norma internacional que define los requisitos que debe cumplir un sistema de gestión de seguridad alimentaria para asegurar la inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena desde la "granja hasta el tenedor". Combina elementos claves

reconocidos normalmente para garantizar la Seguridad Alimentaria en toda la cadena alimentaria, incluyendo los siguientes beneficios:

- Introducir procesos reconocidos internacionalmente en la empresa.
- Facilitar el cumplimiento de la legislación con su aplicación.
- Ofrecer a proveedores y partes interesadas confianza en sus controles de riesgos, de seguridad alimentaria mediante programas de requisitos previos y planes HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point).
- Controlar de forma eficiente y dinámica los riesgos para la seguridad alimentaria, estableciendo dichos controles en su cadena de suministro. Mejora continua y actualización del sistema de gestión de Seguridad Alimentaria.
- Proporcionar confianza en los consumidores, comunicación interactiva y gestión de sistemas.

c. Organización Mundial de la Salud (OMS): Es un organismo, nacido en 1948, compuesto por 194 miembros, que brinda asesoramiento científico independiente de índole internacional acerca de los peligros microbiológicos y químicos. Ese asesoramiento sirve de base al Codex para elaborar normas alimentarias internacionales. Es además un organismo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), especializado en gestionar políticas de prevención, promoción e intervención de la salud en el ámbito mundial.

d. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO): Es un organismo especializado de la ONU que dirige las actividades internacionales encaminadas a erradicar el hambre. Tiene la secretaría de dos importantes organizaciones de establecimiento de normas, reconocidas por el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la Organización Mundial del Comercio (OMC): el Codex Alimentarius, para la inocuidad de los alimentos; la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria (CIPF), para la salud vegetal.

e. Comité Venezolano de Normas Industriales (COVENIN): Es una asociación civil sin fines de lucro con personalidad jurídica y patrimonio propio, fue creada en 1973 con el fin

de desarrollar en Venezuela las actividades de normalización y certificación en todos los sectores industriales y de servicios, y de formar talentos humanos en dichas especialidades. Este comité estableció los requisitos mínimos para la elaboración de procedimientos, materiales, productos, actividades y demás aspectos que estas normas rigen. En esta comisión participaron entes gubernamentales y no gubernamentales especialistas en un área. A partir del año 2004, las actividades desarrolladas por este comité pasan a ser ejecutadas por el Fondo para la Normalización y Certificación de Calidad (FONDONORMA).

f. Servicio Autónomo Nacional de Normalización Calidad, Metrología y Reglamentos Técnicos (SENCAMER): Es una institución pública encargada de proponer, organizar y ejecutar las Políticas del gobierno nacional de conformidad a la Ley del Sistema Venezolano para la Calidad y la Ley de Metrología. La microbiología juega un papel fundamental en este organismo dado que informaría sobre el cumplimiento o no de los productos en cuanto a los rangos establecidos en las normativas nacionales e internacionales de presencia de agentes biológicos diminutos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- FAO y Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). 2014. Opportunities for economic growth and job creation in relation to food security and nutrition [en línea]. Roma, FAO. [Consultado el 24 de abril de 2019]. <http://www.fao.org/3/a-bt682e.pdf>.
- Forsythe, S. (2010). Alimentos seguros: Microbiología. (3ra. Ed). Editorial Acribia, S.A. España: Zaragoza.
- ISO-22000. (2005). Sistemas de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos (1ra. Ed). Norma Internacional. Pp 1- 36.
- Losada, S. (2001). La gestión de la seguridad alimentaria. (1ra. Ed). Editorial Ariel, S.A. España: Barcelona.
- Narváez, S; Gómez, M y Martínez, M. (2008). Selección de bacterias con capacidad degradadora de hidrocarburos aisladas a partir de sedimentos del Caribe colombiano.

- Instituto de Investigaciones Marinas (INVEMAR). Trabajo de investigación publicado. Boletín INVEMAR. 37(1). 61 – 75. Colombia: Santa Marta.
- OMS. (2017). Together on the road to universal health coverage: a call to action. (WHO/HIS/HGF/17.1) [en línea]. Ginebra (Suiza). [Consultado el 24 de abril de 2019]. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/258962/WHO-HIS-HGF-17.1-eng.pdf?sequence=1>
- Peña, C y Quirasco, M. (2014). ¿Wnzimas en los alimentos? Bioquímica de lo comestible. Rev. Digital Universitaria. Universidad Autónoma de México. Vol. 15; N° 12. México: DF.
- Thieman, W y Palladino, M. (2010). Introducción a la biotecnología. (2da. Ed). Pearson Educación, S.A. España: Madrid. p. 24.
- Toalombo, R. (2012). Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla (*Allium fistulosum*). Trabajo de investigación no publicado. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador: Cevallos.

USO DEL ALMIDÓN DE SORGO (*Sorghum vulgare*) EN LA ELABORACIÓN DE UNA CERVEZA TROPICAL

(CONTRIBUTION OF SORGHUM (*Sorghum vulgare*) IN THE PROCESSING OF A TROPICAL BEER)

Alejandra Betancourt, Gaudy Porte, Gabriel Cravo.

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Programa Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela.

la_beba_222@hotmail.com / gaudyporte@gmail.com / cravo50@gmail.com.

Recibido: 14-04-2019/ Aceptado: 12-05-2019

RESUMEN

Venezuela se presenta como un escenario con extraordinario potencial para impulsar el empleo del sorgo en la elaboración de cerveza, en primer lugar porque contiene nutrientes que son aprovechados por el ser humano y en segundo lugar por su fácil y rápido acceso, debido particularmente a que se produce en 15 de sus estados, con un grueso de la producción proveniente de los estados llaneros centrales y occidentales por las características agro ecológicas y geográficas, lo que garantiza su rentabilidad en el tiempo, con esta motivación, a través de la presente investigación se pretendió determinar la contribución del sorgo (*Sorghum Vulgare*) en la elaboración de una cerveza tropical. Para ello se realizó la caracterización física y química de la cebada y el sorgo, luego se diseñó el arreglo de tratamientos óptimos hiper cubo latino escalable para el proceso de producción de cerveza a partir de la mezcla de sorgo- cebada con *Saccharomyces cerevisiae* y por último se optimizó vía simulación condiciones operativas del proceso de producción de la cerveza, a fin de obtener un producto terminado compuesto por una mezcla de cebada: 197,61gr; sorgo: 81,778gr, un tiempo de fermentación: 7,91 días y una temperatura de cocción de 85,01°C, para alcanzar una cerveza con las siguientes características: pH: 4,48; SST: 1,69 ° Brix; POR: 104,75mV; °Alcohol: 6,64 y Turbidez: 206,61 NTU, con un valor de deseabilidad “D” de 98,99 de la variabilidad de las respuestas con las condiciones propuestas explicadas a través del modelo del proceso.

Palabras clave: Sorgo, *Saccharomyces cerevisiae*, hiper cubo latino, cerveza tropical.

SUMMARY

Venezuela is presented as a scenario with extraordinary potential to boost the use of sorghum in beer brewing, firstly because it contains nutrients that are used by humans and secondly because of its easy and rapid access, particularly due to the fact that produces in 15 of its states, with a bulk of the production from the central and western llanero states by the agro-ecological and geographical characteristics, which guarantees its profitability over time, with this motivation, through the present investigation was intended determine the contribution of sorghum (*Sorghum vulgare*) in the preparation of a tropical beer. To do this, the physical and chemical characterization of the barley and sorghum was carried out, then the optimal treatment arrangement for the hybrid Latin cube was designed for the beer production process from the mixture of sorghum-barley with *Saccharomyces cerevisiae* and finally optimized via simulation operating conditions of the beer production process, in order to obtain a finished product composed of a mixture of barley: 197,61gr; sorghum: 81,778gr, a fermentation time: 7,91dias and a temperature of 85,01°C, to reach a beer with the following characteristics: pH: 4,48; SST: 1,69 ° Brix; POR: 104,75mV; ° Alcohol: 6,64 and Turbidity: 206,61 NTU, with a desirability value "D" of 98,99 of the variability of the responses with the proposed conditions explained through the process model.

Keywords: Sorghum, *Saccharomyces cerevisiae*, Latin hypercube, tropical beer.

INTRODUCCIÓN

La cerveza es la bebida más antiguas del mundo, junto con el vino. Desde hace miles de años el ser humano viene degustando de cervezas de todo tipo, sabores y colores. No existen datos sobre quienes inventaron la cerveza, pero los registros más antiguos sobre este sabroso producto, se remontan a 6.000 años atrás, en la zona de la Mesopotamia, específicamente en Sudan, los Sumerios hacían cerveza e incluso dejaron registros escritos sobre la elaboración de este producto. Los Sumerios preparaban cerveza de la siguiente manera, tomaban pan hecho con harina de trigo, lo cortaban en pedazos y metían esos pedazos en vasijas a las cuales les agregaban agua, dejando esas vasijas al sol durante varios días y obtenían una bebida alcohólica que luego filtraban y bebían. Ellos llamaron a esa cerveza Siraku según el antiguo Egipto que remonta a 4.000 años A. C. (Insuati y Carvajal, 2010).

Por otro lado, el sorgo ha sido utilizado por los países desarrollados en la elaboración de bebidas alcohólicas y ha mostrado poseer propiedades que favorecen su producción

(Naranjo, 2011). Además de que Venezuela se presenta como un escenario con extraordinario potencial para impulsar el empleo del sorgo en la elaboración de cerveza, en primer lugar porque este se produce en 15 de sus estados y el grueso de la producción proviene de los estados llaneros centrales y occidentales por las características agro ecológicas y geográficas, además de ocupar el puesto 19 como país productor a nivel mundial, el quinto a nivel del continente americano y cuarto puesto en Latinoamérica, lo que garantiza el fácil y rápido acceso a la materia prima que lleva de la mano su importancia al momento de determinar la rentabilidad en el tiempo.

En ese mismo sentido y ante la nueva realidad que vive el país con el otorgamiento de divisas y considerando que la cebada es un producto importado, principal y necesario en la producción de cerveza y que la misma es definida según la Norma COVENIN 91-2000, como una bebida alcohólica obtenida de fermentación mediante levadura del cultivo de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, extracto obtenido de cereales entre los cuales debe figurar la cebada malteada como componente mayoritario (>50%) y el resto, de otros cereales malteados o no, y/o de otros adjuntos cerveceros, adicionada de lúpulo o sus derivados, a fin de impartirle aroma y sabor amargo característicos y además sustancias aprobadas por las autoridades sanitarias, a través de la presente investigación se pretendió determinar la contribución del sorgo como un sustituto parcial de la cebada, aprovechando los bajos porcentajes de grasas e hidratos de carbono que posee dicho cereal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se encuentra enmarcada según Hurtado (2012), dentro del tipo exploratoria, con 16 tratamientos para cebada y sorgo a fin de obtener el óptimo de los parámetros requeridos. La muestra estuvo representada por 1.7 litros para cada concentración. Después de las consideraciones anteriores la investigación se desarrolló mediante las siguientes fases:

Fase I: Caracterización física y química de la cebada y el sorgo para la elaboración de la cerveza. En esta fase se realizaron los análisis físicos y químicos, que comprenden, pH, sólidos totales, acidez, turbidez.

Fase II: Diseño del arreglo de tratamientos óptimos de hiper-cubo Latino escalable para el proceso de producción de cerveza a partir de la mezcla de sorgo- cebada con *Saccharomyces cerevisiae*. En esta etapa de la investigación se realizó la operacionalización de las variables para dividir las variables dependientes e independientes insumo para la matriz "D" de diseño hiper-cubo latino, cuando se varían las dosis de las variables independientes. Asimismo, se empleó el diseño método hiper-cubo Latino (LatinHypercube) debido a que maximiza la distancia mínima entre los puntos de diseño (igual espaciado de los niveles de cada factor). Este método produce diseños que imitan la distribución uniforme. El método LatinHypercube es un compromiso entre el método Sphere-embalaje y el método de construcción homogéneo. El Diseño LatinHypercube Designs (LHD), se recomienda implementar, sí, **a.** Si, esperamos que la respuesta depende sólo de algunos de los insumos (factor de escasez), los puntos deben estar espaciados de manera uniforme cuando se proyecta en la región experimental en estos factores. **b.** Si, asumimos modelo aditivo (aproximadamente), también queremos un diseño cuyos puntos se proyectan de manera uniforme sobre los valores de entrada individuales se puede demostrar que (al menos en algunos supuestos), LHD son mejores que diseños de igual tamaño, obtenidos de un muestreo aleatorio simple. En ese mismo sentido una vez definida la matriz de tratamientos y el tipo de diseño del experimento se procedió a la elaboración de la cerveza a través del siguiente sistema de operaciones:

- a. Molienda: disminución del tamaño del grano en partículas muy finas para facilitar su uso en el proceso.
- b. Tamizado: eliminar cualquier impureza en el polvo obtenido después de la molienda.

- c. Mezcla: en un recipiente de acero inoxidable con agua caliente a una temperatura de entre 48 - 58°C por 10min, ir agitando constantemente para garantizar su homogeneidad y así evitar grumos en la mezcla.
- d. Cocción (mosto): a una temperatura de 60 - 80° por 40min
- e. Filtrado: filtrar con ayuda de colador o tela.
- f. Adición de lúpulo: calentar el mosto a una temperatura de 97° y adicionar el lúpulo, mantener la temperatura por 90min
- g. Fermentación: se transfiere la mezcla obtenida en el proceso anterior a un botellón de vidrio, bajar su temperatura a 11 – 27°C, agregar la levadura y tapar con algodón y manguera para permitir la salida del dióxido de carbono.
- h. Maduración: a 0° por 3días en un envase sellado.

Fase III: Optimización vía simulación condiciones operativas del proceso de producción a partir de la mezcla de Sorgo- Cebada con *Saccharomyces cerevisiae*. En esta fase se empleó el programa SAS JMP 8 (2014), el módulo de regresión de superficie de respuesta y; para la optimización operativa el módulo de perfiles de respuesta y de deseabilidad, junto con el simulador del programa SAS JMP 8.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para la determinación de las características físico-químicas de la cerveza se realizaron análisis con cada uno de los parámetros, mediante los métodos siguientes: pH Norma COVENIN 1315-17, para los sólidos totales la Norma COVENIN 1031-81, Potencial Oxido Reducción o Potencial Redox (POR), determinación de grados alcohólicos en una cerveza, determinación de Turbidez (NTU) unidades de turbidez nefelométricas (ver tabla 1 y 2).

Tabla 1. Caracterización química del sorgo.

CARACTERISTICA	CONTENIDO (gr)	REQUISITOS (% MINIMO Y MAXIMOS)	METODO DE ENSAYO (COVENIN)
PROTEINAS	10,4	8,5 min.	1195-80
GRASA	3,1	1,7 max	1785-81
HUMEDAD	10,25	12,5 max.	1553-80
CENIZA	1,6	1 max.	1783-81

Fuente: Autores (2018).

Tabla 2. Caracterización química de la cebada.

CARACTERISTICA	CONTENIDO (gr)	REQUISITO (% MINIMO Y MAXIMO)	METODO DE ENSAYO (COVENIN)
PROTEINA	9,7	8,5 min	1195-80
GRASA	1,16	1,7 max	1785-81
HUMEDAD	10,41	12,5 max	1553-80
CENIZA	1,9	1 max	1783-81

Fuente: Autores (2018).

En el cuadro 1, que se muestra a continuación se observa la Matriz “D” de diseño de tratamientos y datos medidos en la cerveza se muestran los datos experimentales obtenidos en la investigación.

Cuadro 1. Matriz de diseño de tratamientos y respuestas tecnológicas medidas pH, Sst, POR, ° alcohol, °Gay-Lussac y una turbidez

FACTORES				RESPUESTA				
X1	X2	X3	X4	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
249,33	54,64	5,33	80,00	4,5	2,1	98,4	7	355
258,40	36,40	9,00	85,33	4,88	2,3	122,8	8,5	371
199,47	27,28	5,00	90,67	4,8	1,98	98,4	6,8	335
194,93	82,00	7,33	84,00	4,55	1,55	99,8	6,5	353
204,00	50,08	10,00	89,33	5,1	2,5	110,9	9,2	310,3
240,27	45,52	9,33	92,00	5,3	2,11	96,9	7,2	486,5
235,73	77,44	8,67	94,67	4,96	2,8	117,7	10,3	211,1
208,53	13,60	9,67	96,00	5,1	3,12	111,4	10,5	315,7
213,07	31,84	8,00	81,33	5,12	1,7	111,2	6,1	378,1
244,80	68,32	6,67	86,67	4,9	1,78	94,6	6,3	234,3
222,13	72,88	6,33	88,00	4,87	1,8	115,5	6,9	315,5
190,40	59,20	8,33	98,67	5,34	1,5	94,3	6,7	334
253,87	40,96	6,00	93,33	4,9	2,11	94,6	7,1	236,7
226,67	18,16	7,00	82,67	5,69	2,5	112,8	9,3	307,5
217,60	63,76	5,67	100,00	5	2,1	95,5	7	303,6
231,20	22,72	7,67	97,33	5,35	1,4	94,4	3,3	241,5
249,33	54,64	5,33	80,00	4,45	2,1	98,4	7,3	357,2
258,40	36,40	9,00	85,33	4,9	2,4	119,2	8	388,3
199,47	27,28	5,00	90,67	4,8	2,13	97,5	6,6	333,1
194,93	82,00	7,33	84,00	4,5	1,55	98,5	5,98	357,1
204,00	50,08	10,00	89,33	5	2,56	110,9	8,99	310,3
240,27	45,52	9,33	92,00	5	2,11	111	7,1	488,3
235,73	77,44	8,67	94,67	4,8	2,87	100,5	10,1	215,3
208,53	13,60	9,67	96,00	5	3,12	111,4	10,3	315,7
213,07	31,84	8,00	81,33	5	1,77	111,2	6	378,1
244,80	68,32	6,67	86,67	4,9	1,77	94,6	6,2	234,3
222,13	72,88	6,33	88,00	4,8	1,56	115,5	6,5	315,5
190,40	59,20	8,33	98,67	5,1	1,6	94,3	6,4	334
253,87	40,96	6,00	93,33	4,9	2,1	94,6	6,98	236,7
226,67	18,16	7,00	82,67	5,69	2,55	112,8	9,22	307,5
217,60	63,76	5,67	100,00	5,3	2,11	95,5	7,1	303,6
231,20	22,72	7,67	97,33	5	1,44	94,4	4,1	241,5
249,33	54,64	5,33	80,00	4,45	2,13	98,4	6	355
258,40	36,40	9,00	85,33	4,7	2,33	122,8	8,5	371
199,47	27,28	5,00	90,67	4,6	1,9	98,4	6,8	335
194,93	82,00	7,33	84,00	4,4	1,58	99,8	6,5	353
204,00	50,08	10,00	89,33	5	2,58	111	9,1	310,3
240,27	45,52	9,33	92,00	5,6	2,11	113,4	7,6	486,5
235,73	77,44	8,67	94,67	4,9	2,77	118,7	10,1	211,1
208,53	13,60	9,67	96,00	5,1	2,98	111,4	10,1	315,7
213,07	31,84	8,00	81,33	5,1	1,68	111,2	6,1	378,1
244,80	68,32	6,67	86,67	4,77	1,77	94,6	6,3	234,3
222,13	72,88	6,33	88,00	4,78	1,77	115,5	6,9	315,5
190,40	59,20	8,33	98,67	5,2	1,44	94,3	6,5	334
253,87	40,96	6,00	93,33	4,7	2,1	94,6	7,2	236,7
226,67	18,16	7,00	82,67	5,51	2,6	112,8	9,45	307,5
217,60	63,76	5,67	100,00	5,2	1,98	95,5	7,6	303,6
231,20	22,72	7,67	97,33	5,1	1,33	94,4	4,1	241,5

Fuente: Autores (2018).

En la figura 1 (modelo de simulación), que muestra a continuación, se observan las condiciones alcanzadas para maximizar la producción de la cerveza tropical a base de sorgo (*Sorghum vulgare*), dichas condiciones experimentales son de X_1 (cebada): 197,46 g; X_2 (sorgo): 81,72 g; X_3 (tiempo de fermentación): 7,91 s y X_4 (temperatura): 85,06 °C; para la obtención de una bebida tropical, con un pH (Y_1) de alrededor de 4,49 [⁺], una cantidad aproximada de solidos totales (Y_2) de 1,70 ° Brix, un Potencial oxido reducción (Y_3) alrededor de 104,24 mV, unos grados de alcohol (Y_4) 6,64 °Gay-Lussac y una turbidez (Y_5) cercana a 206,61 Ntu; a fin de alcanzar una deseabilidad “D” de 98,99; que al ser ponderada en la calculadora de probabilidad 6σ , proyecta un DPMO (Defectuosos Por Millón de Oportunidades) de 10143, lo que indica que en cada 100 productos elaborados, hay la probabilidad de que un Bach, este no conforme, es decir que al menos una respuesta este fuera de control.

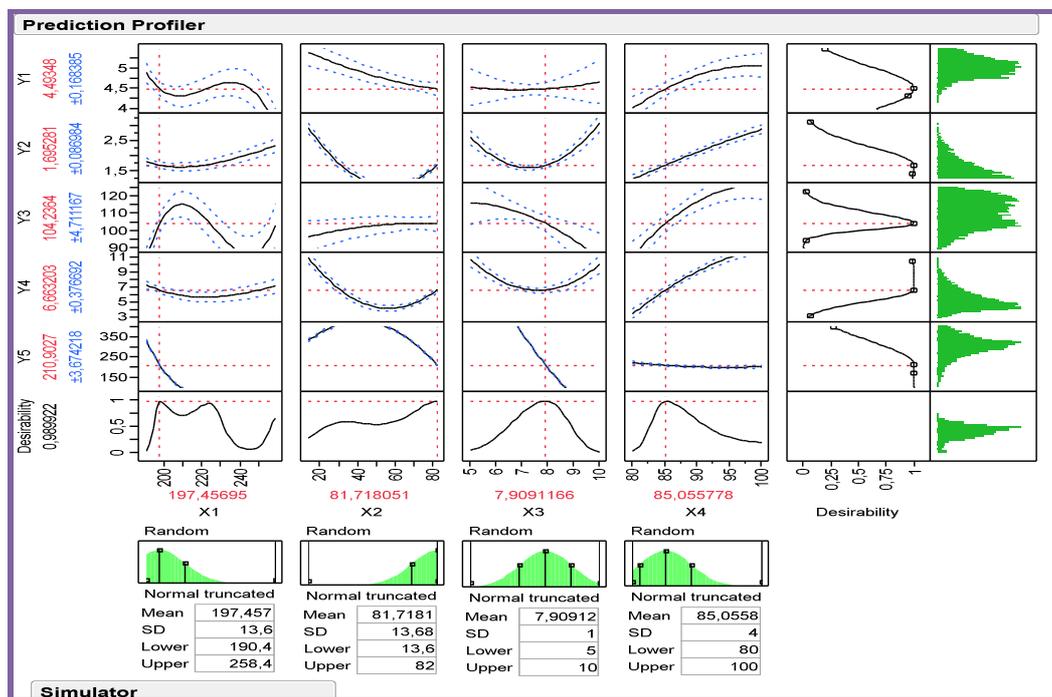


Figura 1. Modelo de simulación para maximizar la producción de cerveza tropical a base de sorgo.

CONCLUSIONES

Luego de los resultados obtenidos se han establecido las siguientes conclusiones:

- La caracterización de las materias primas permitió identificar las propiedades y estimar la cantidad y calidad de nutrientes que pueden ser aportados por las mismas en el proceso de elaboración de la cerveza tropical.
- Los arreglos de tratamientos Hípercubo latino utilizados, lograron ajustar modelos lineales aditivos de alto orden, con excelente bondad de ajuste, para el proceso de elaboración de una cerveza tropical con *Saccharomyces cerevisiae* a partir de la mezcla de cebada y sorgo.
- Los modelos ajustados y la metodología de optimización vía simulación, permitieron predecir condiciones operativas óptimas para la contribución del sorgo en la elaboración de una cerveza tropical.
- Se demostró que a través del programa JMP v8 se logran ajustar las condiciones necesarias para minimizar las respuestas (variables de salidas).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Carvajal, L.; Insuasti, M. (2010). Elaboración de cerveza artesanal utilizando cebada (*Hordeum vulgare*) y yuca (*Manihot esculenta crantz*). Trabajo de Grado. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte.
- COVENIN 91-2000. (2002). Norma Venezolana Cerveza (3era revisión). Fondonorma. Pp 1- 3.
- COVENIN 1315-17. (1979). Norma Venezolana 1315. Alimentos. Determinación de pH (acidez iónica). Ministerio de Fomento. Caracas. Venezuela. p. 1 – 3.
- COVENIN 1031-81. (1981). Norma Venezolana para Néctares y frutas. Consideraciones generales. Disponible en <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1031-81.pdf>

Hurtado, J. (2012). Metodología de la investigación. Guía para la comprensión Holística de la ciencia. Cuarta edición. Ediciones Quirón. 1327 p.

Naranjo J. (2011). El cultivo del sorgo (*Sorghum Vulgare*) como una alternativa medicinal y alimenticia. [Artículo en línea]. [Consulta 09/03/2018]. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos83/cultivo-sorgo-sorghum-vulgar/cultivo-sorgo-sorghum-vulgar.shtml#ixzz4WnsbdEAY>

SAS JMP 8 (2014). Software SAS Institute Inc. JMP business unit SAS.JMP: Jonhn's macintosh program.

**CONDICIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE UN ANTIBIÓTICO DE USO
VETERINARIO EMPLEANDO HIPERCUBO LATINO**

**(CONDITIONS FOR THE PRODUCTION OF AN ANTIBIOTIC FOR VETERINARY
USE USING HIPERCUBO LATINO)**

Zuleika Manzabet, Eudomar Natera, Llelysmar Crespo.

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Programa
Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela.

manzabet@hotmail.com / nater_181@hotmail.com / llely.crespo@gmail.com.

Recibido: 30-08-2019/ Aceptado: 24-10-2019

RESUMEN

El cambio climático, la aparición de diferentes patologías, la propagación de enfermedades conocidas a distintas zonas geográficas, los nuevos conocimientos sobre la convergencia de la salud pública y la sanidad animal, son solo algunos de los problemas que debe enfrentar el mundo actual, con el empleo de fármacos seguros, eficaces, de gran calidad que tiendan a controlar y prevenir enfermedades, además de garantizar el bienestar de los animales. Con esta motivación, a través de la presente investigación se pretendió explorar las condiciones para la producción de un antibiótico de uso veterinario empleado hipercubo latino. Para ello se seleccionó y acondicionó el sustrato (lechada de maíz) empleado en el proceso de producción del *Penicillium chrysogenum*, se diseñó el arreglo de tratamientos óptimos hipercubo latino escalables para el proceso producción del antibiótico tipo ungüento. Asimismo, se estudió vía simulación las condiciones operativas para su proceso de producción, resultando que la unión de 6,77 g de *Penicillium chrysogenum* y 2,30 g de etilenglicol permiten obtener un antibiótico de uso veterinario con un POR de 52,78 mV, densidad de 0,79 g/ml y un pH alrededor de 6,57. De lo anterior se desprende que heterogeneidad de la formulación, la densidad elevada y la consistencia semisólida es la propia de los ungüentos y garantiza tanto las propiedades hidratantes, oclusivas y congestivas, como la capacidad de ejercer una acción local y formar una capa impermeable sobre la piel del animal que dificulta la evaporación del agua, permitiendo así que su concentración sea más alta en la superficie.

Palabras clave: *Penicillium chrysogenum*, ungüento, hipercubo latino.

SUMMARY

Climate change, the appearance of different pathologies, the spread of known diseases to different geographical areas, new knowledge about the convergence of public health and animal health, are just some of the problems that the world must face today, with the use of safe, effective, high quality drugs that tend to control and prevent diseases, in addition to ensuring the welfare of animals. With this motivation, through the present investigation it was tried to explore the conditions for the production of an antibiotic of veterinary use used hipercubo latino. For this purpose, the substrate (corn slurry) used in the *Penicillium chrysogenum* production process was selected and conditioned, and the arrangement of scalable hypercube optima treatments for the production process of the ointment-type antibiotic was designed. Likewise, the operating conditions for its production process were studied via simulation, resulting in the union of 6.77 g of *Penicillium chrysogenum* and 2.30 g of ethylene glycol to obtain an antibiotic for veterinary use with a POR of 52.78 mV, density of 0.79 g / ml and a pH around 6.57. From the above it follows that heterogeneity of the formulation, high density and semisolid consistency is that of ointments and guarantees both moisturizing, occlusive and congestive properties, as well as the ability to exert a local action and form an impermeable layer on the skin of the animal that hinders the evaporation of water, thus allowing its concentration to be higher on the surface.

Keywords: *Penicillium chrysogenum*, ointment, latin hypercube.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria farmacéutica en Venezuela se encuentra pasando por una grave crisis, debido en gran medida a la carencias de insumos para lograr producir medicamentos tan esenciales como los antibióticos, los cuales son compuestos químicos producidos por microorganismos y que tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de microorganismos no benéficos (Andón, 2010), en pocas palabras su función se basa en el control y erradicación de microorganismos patógenos sensibles. Este uso terapéutico de los antibióticos presenta una toxicidad selectiva, es por ello que resulta dañino para el agente patógeno y no afectan o son relativamente inocuos para los huéspedes infectados (Fernández, 2014), asimismo deben seleccionarse estudiándose las diferencia entre la bioquímica del agente infectivo y la del hospedador, por ejemplo la penicilina inhibe la síntesis de la pared celular (Gaitán y Espinal, 2009; Armijos *et al.*, 2017).

En este propósito los medicamentos de uso veterinario en especial los antibióticos existen desde tiempos inmemoriales, pero nunca antes habían sido tan necesarios para controlar enfermedades infecciosas y proteger el bienestar de los animales (OIE, 2015).

En relación con este último, antibióticos como la penicilina proveniente de cepas de *Penicillium chrysogenum* han constituido la medida terapéutica de mayor éxito en la disminución de los porcentajes de mortalidad en seres humanos y animales (Núñez, 2016).

Sobre la base de las consideraciones anteriores a través de la presente investigación se pretende explorar las condiciones para la producción de un antibiótico tipo ungüento de uso veterinario, como una alternativa útil frente a agentes sintéticos en infecciones cutáneas, empleando para ello un diseño de experimentos hipercubo latino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se encuentra enmarcada según Hurtado (2012), dentro del tipo exploratoria, debido a que el propósito de la misma es explorar, sondear y descubrir posibilidades para la producción de un antibiótico de uso veterinario, tipo ungüento que permita tratar efectivamente las enfermedades infecciosas que pueden sufrir las diversas especies veterinarias incluidas perros, gatos, conejos, erizos aves, entre otros. Hecha la observación anterior la población estuvo compuesta por 400 g (*Penicilina tipo G*, glicol, azufre y petrolato) representativos de los 10 tratamientos realizados, asimismo la muestra constó de 40 g. En ese mismo sentido la investigación se desarrollo mediante las siguientes fases:

Fase I: Obtención del microorganismo *Penicillium chrysogenum*. Esta fase de la investigación se inició con el proceso de reproducción del microorganismo, para ello se ubicó el tipo de sustrato más apropiado, dando como resultado que la lechada de maíz posee los nutrientes necesarios para el desarrollo del *Penicillium chrysogenum*, por ser rico en vitaminas y minerales. En ese mismo sentido se procedió al acondicionamiento del sustrato, para ello se separaron los granos de maíz y se procedió a la molienda. Una vez obtenida la masa, con ayuda de un liencillo se exprimó hasta alcanzar una solución clarificada, posteriormente se le realizaron análisis químicos y microbiológicos como pH,

solidos totales (°Brix) y coliformes totales y fecales, empleando lo establecido en las normas venezolanas COVENIN. Luego se lleva al auto clave para la esterilización a 121°C por 15 min a 15 lbf/pulg². Seguidamente se procedió al acondicionamiento del microorganismo en el biorreactor con la adición de complejo vitamínico, lactosa 2-3% compuesto inorgánico, se empleó como precursor benceno, 2ml de fenol, 2ml de ácido acético a fin de garantizar la reproducción del microorganismo como se muestra en la figura 1. En este propósito, se procedió a la toma de las muestras, las cuales se realizaron en intervalos de tiempo de 1 hora, desde la hora de inicio (h₀) hasta la hora final (h₂₄), con diluciones por triplicado y siembra en placas para verificar la presencia del microorganismo.

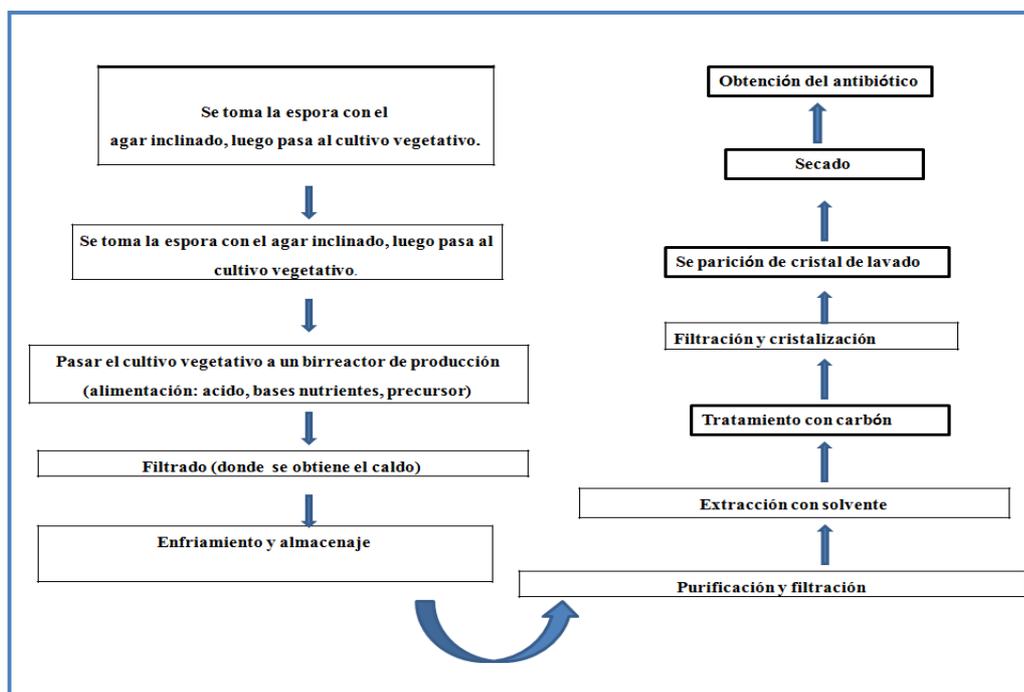


Figura 1. Proceso de reproducción del microorganismo *Penicillium chrysogenum* (H)

Fase II: Diseño del arreglo de tratamientos óptimos hipercubo latino escalables para el proceso producción del antibiótico tipo ungüento En esta etapa de la investigación se empleó el diseño método hipercubo latino (Latin Hyhipercube) debido a que maximiza la distancia mínima entre los puntos del diseño (igual espaciamento de los niveles de cada

factor). Hecha la observación anterior se procedió a realizar las pruebas preliminares a fin de obtener los mínimos y máximos de los factores experimentales X_1 : cantidad *Penicilina tipo G* con un rango de 5g a 10 g y X_2 : cantidad de glicol con un nivel de 1g a 3 g, a fin de medir como respuestas Y_1 : pH, Y_2 : Potencial oxido reducción y Y_3 : Densidad.

Fase III: Estudio vía simulación de las condiciones operativas para el proceso de producción del antibiótico. En esta etapa de la investigación se estableció el modelo ajustado al proceso experimental (meta modelo) resultando múltiples MLCI1erO+Itrip; los cuales requieren hacerle mantenimiento en el tiempo, para ajustar con variancias y ruidos nuevos, a fin de modificar los modelos ajustados y obtener el modelo simplificado o también llamado sustituto. Para ello, se empleó como técnica la simulación con redes neuronales, herramientas que presentan gran capacidad predictiva atreves del software SAS JMP 8 (2014).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1, se observa que la lechada obtenida es completamente aséptica, lo que garantiza que el sustrato se encuentra en forma pura. Asimismo la cantidad de azucares disueltos pueden ser considerada buena, lo que permite dar inicio al complejo proceso de nutrición del *Penicillium chrysogenum* y favorecer su crecimiento microbiano, el cual se ubicó por el orden de 10^9 Ufc en un tiempo de 24 horas.

Cuadro 1. Análisis químico y microbiológico de la lechada de maíz

Parámetros	Resultado	Método de ensayo
pH [+]	6,5	COVENIN:1315-17
Solidos totales (°Brix),	7	COVENIN 1031-81
Coliformes totales y fecales	0	COVENIN 1104:1996

En el cuadro 2, se muestra la matriz “D” de diseño de tratamientos, con dos repeticiones y, las respectivas respuestas tecnológicas medidas, para cada tratamiento;

seguidamente se presenta un análisis preliminar de bondad de ajuste de los datos, a modelos lineales aditivos, cuadráticos; una vez mostrada la robustez de los modelos se realiza un análisis SCREENING, en la búsqueda de diagnosticar que términos del modelo lineal aditivo de alto orden son los más importante en explicar cada respuesta. Finalizando con la modelación definitiva y optimización operativa del proceso.

Cuadro 2. Matriz de diseño de tratamientos y respuestas tecnológicas medidas al antibiótico de uso veterinario

Tratamiento	X1 Penicilina tipo G (g)	X2 glicol (g)	Azufre (g)	Petrolato (g)	total en gr	Y1 pH [+]	Y2 POR (mV)	Y3 Dens (g/ml)
1	5	1,67	1	32,33	40	7,75	39,5	0,78
2	8,89	3	1	27,11	40	6,89	4,6	0,90
3	6,11	1	1	31,89	40	6,85	2,5	0,78
4	6,67	1,89	1	30,44	40	6,4	58,6	0,67
5	7,22	2,78	1	29	40	6,7	46,8	0,78
6	9,44	1,44	1	28,12	40	6,47	2,42	0,67
7	8,33	2,11	1	28,56	40	6,41	29,5	0,90
8	10	2,33	1	26,67	40	6,67	15,6	0,78
9	7,78	1,22	1	30	40	7,8	10,6	0,90
10	5,56	2,56	1	30,88	40	6,18	40,6	0,70

En lo siguiente, se muestra, una visualización de la bondad de ajuste de los datos a modelos lineales aditivos cuadráticos, del tipo:

$$y = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_j + \sum_{i \neq j}^j \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{j=1}^k \beta_{jj} x_j^2 + \varepsilon$$

El modelo para 02 (cuatro) factores experimentales, tendrá la siguiente estructura:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \varepsilon_i$$

Una vez ajustado los modelos (uno para cada respuesta), se comprobó sus supuestos básicos de los errores de predicción: $\varepsilon_i \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

1. Normalidad: los datos obtenidos en cada nivel del factor se ajustaron razonablemente a una distribución Normal de Gauss.

2. Homocedasticidad: la variabilidad de los datos en cada nivel del factor es similar (contraste de igualdad de varianzas).
3. Linealidad: los residuos (diferencia de los datos a su media, en cada nivel del factor) se distribuyen alrededor del cero (gráfico de residuos).
4. Independencia: las observaciones se realizan de forma independiente unas de otras

En ese mismo sentido la modelación de las variables medidas, se ajustaron con mínimos cuadrados ordinarios matriciales, usando el programa SAS JMP 8, el módulo de regresión de superficie de respuesta y; para la optimización operativa el módulo de perfiles de respuesta y de deseabilidad, junto con el simulador del programa SAS JMP 8.

Se ajustaron dos modelos (uno para cada respuesta), formando el meta modelo o modelo de simulación de calidad del antibiótico de uso veterinario tipo ungüento.

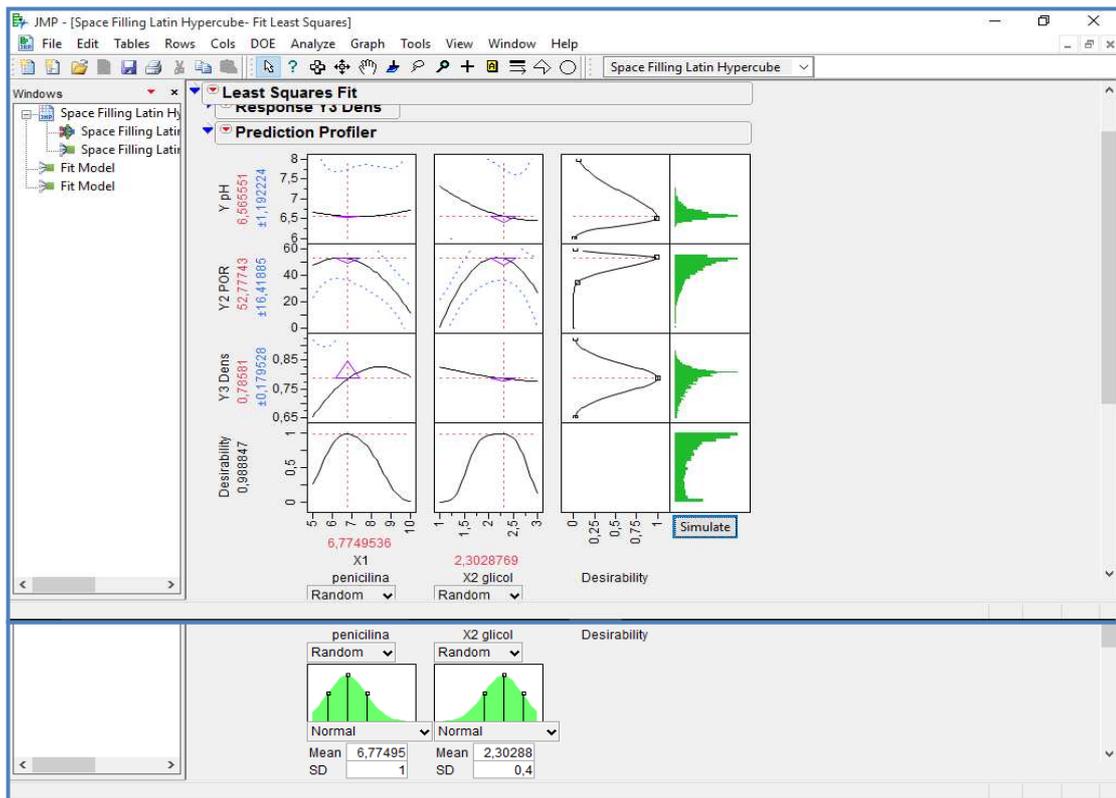


Figura 2. Condiciones de calidad alcanzadas para maximizar la producción de un antibiótico de uso veterinario tipo ungüento

En la figura 2, se muestran las condiciones alcanzadas para maximizar la producción del antibiótico, dichas condiciones experimentales son de X_1 : 6,77 g; X_2 : 2,30 g, para la obtención del ungüento a base de *Penicillium chrysogenum* de uso veterinario con un POR de 52,78 mV, una densidad de 0,79 g/ml y un pH alrededor de 6,57.

Con referencia a lo anterior, se observa que el antibiótico obtenido es muy heterogéneo, con una densidad elevada y una consistencia semisólida, propia de los ungüentos, lo que garantiza tanto las propiedades hidratantes, oclusivas y congestivas, como la capacidad de ejercer una acción local y formar una capa impermeable sobre la piel del animal que dificulte la evaporación del agua, permitiendo así que su concentración sea más alta en la superficie y va disminuyendo en profundidad, a fin de que pueda ubicarse entre los antibióticos más apropiados en procesos de epidermis y dermis superficial.

Como una forma de contrastar los resultados, se procesaron los datos con una red neuronal previamente entrenada (figura 3), reflejando un r-cuadrado con un valor por encima del 97,15 %, lo que indica una excelente bondad de ajuste del modelo empleado y le permite a las variables (pH, POR y Densidad) explicar el proceso de exploración de las condiciones para la producción de un antibiótico de uso veterinario.

Asimismo, con la finalidad de evaluar la efectividad (trascendencia de los objetivos planteados) del antibiótico tipo ungüento desarrollado, se procedió a su aplicación en tres caninos de la comunidad (UNELLEZ) que presentaban laceraciones en los costados y orejas, además se probó en dos porcinos de la Finca Cuatro Puertas con lesiones cutáneas en orejas, logrando demostrar que en ambos casos el antibiótico presenta alta capacidad de penetración en la piel y amplio espectro, que se ve reflejado en el cambio de color de las lesiones que inicialmente estaban enrojecidas y al segundo día de aplicación se tornaron blanquecinas, dando inicio al proceso de cicatrización, el cual se prolongó hasta el cuarto día, por lo que se puede inferir que el empleo de este tratamiento cutáneo es capaz de actuar positivamente en procesos infecciosos de la piel en animales.

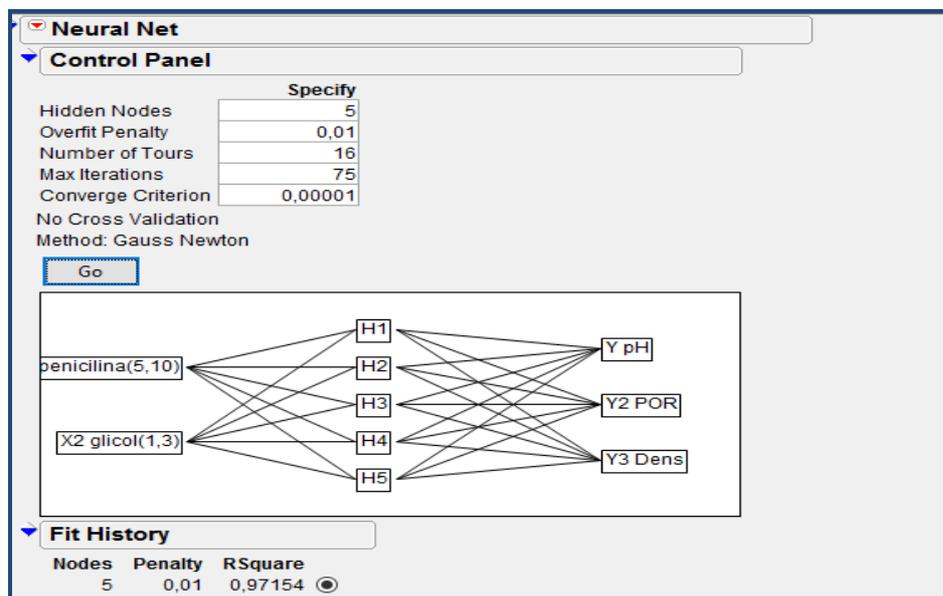


Figura 3. Red neuronal artificial, condiciones de entrenamiento y bondad de ajuste

CONCLUSIONES

Luego de los resultados obtenidos se han establecido las siguientes conclusiones:

- La lechada de maíz demostró ser un sustrato rico en micro y macro nutrientes al poseer proteínas, vitaminas (A, C, E), minerales (calcio, hierro, magnesio, entre otros) y fibra, necesarios para el desarrollo de un microorganismo altamente productor de penicilina como el *Penicillium chrysogenum*, que actúa de manera benéfica atacando enfermedades infecciosas en animales como perros, gatos, cerdos, entre otros.
- Los arreglos de tratamientos hipercubo latino utilizados, permitieron ajustar modelos lineales aditivos de alto orden, con excelente bondad de ajuste, para el proceso de exploración de las condiciones de producción de un antibiótico de uso veterinario, que demostró poseer buenos caracteres organolépticos gracias a la incorporación de sustancias como el petrolato, que es empleada como base de emulsión y es capaz de absorber cantidades considerables de agua para obtener en el antibiótico la consistencia de ungüento.

- Los modelos ajustados y la metodología de optimización vía simulación, permitieron pronosticar condiciones operativas óptimas para el proceso de producción de un antibiótico tipo ungüento de uso veterinario, al obtener un compuesto que contiene 6,77 g de *Penicillium chrysogenum*; 2,30 g de glicol; 40 g de petrolato y 1 g de azufre, que al ser aplicado en animales demostró poseer una buena tolerabilidad, baja incidencia de alergia, mínima toxicidad, alta capacidad de penetración en la piel, que se ve reflejado en el pH alcanzado cuyo valor se ubicó por el orden de 6,57 con una densidad aproximada de 0,79 g/ml además de presentar un bajo costo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andón, A (2010). Antibióticos de uso veterinario y su relación con la seguridad alimentaria y salud pública. Tesis Doctoral. Madrid– España. 135 p.
- Armijos, B.; Herrera, L.; Santos, J.; Medina, A.; Segura, M. Resistencia de la bacteria *Escherichia coli* por la beta-lactamasas. *Revista UNEMI*, Vol.10, N°. 24. Pp: 65-73.
- Fernández, J. (2014). Microalgal Biotechnology. [Artículo en línea]. [Consulta 09/03/2018]. Disponible en <https://w3.ual.es/~jfernand/ProcMicro70801207/tema1---generalidades/1-5-modos-de-cultivo.html>
- Gaitán, C.; Espinal, M. (2009). Caracterización molecular de *Escherichia coli* y *Klebsiella pneumoniae* productores de β -lactamasas de espectro extendido en hospitales de la Región Caribe, Colombia. *Revista Chilena de Infectología*, Vol. 26, N° 29. Pp: 239–246. Disponible en <https://doi.org/10.4067/S0716-10182009000400006>
- Hurtado, J. (2012). Metodología de la investigación. Guía para la comprensión Holística de la ciencia. Cuarta edición. Ediciones Quirón. 1327 p.
- Núñez, M. Estudio de la Susceptibilidad Antibiótica en el Área VII de la Región de Murcia (2011-2014). Tesis de Maestría. Región de Murcia, España. 186 p.
- OIE. (2015). ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL. Resistencia a los antibióticos. [Artículo en línea]. [Consulta 17/02/2018]. Disponible en https://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Media_Center/docs/pdf/Fact_sheets/ANTIBIO_ES.pdf
- SAS JMP 8. (2014). Software SAS Institute Inc. JMP business unit SAS.JMP: Jonhn’s macintosh program.

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DE UNA BEBIDA A BASE DE HIERBA LIMÓN (*Cymbopogon citratus*), MENTA (*Mentha piperita*), EXTRACTO DE BOROJÓ (*Borjoja patinoi*) Y ESTEVIA (*Stevia rebaudiana*)

(MICROBIOLOGICAL AND SENSORY ASSESSMENT OF A LEMON GRASS DRINK (*Cymbopogon citratus*), MINT (*Mentha piperita*), BOROJÓ EXTRACT (*Borjoja patinoi*) AND ESTEVIA (*Stevia rebaudiana*))

Ángel Alexander Carrera, Michael Reyes

Instituto Superior Tecnológico Crecermas ISTE. Coordinación Agroindustrial. Miembro del grupo de investigación Soberanía alimentaria. Parroquia Santa Cecilia-Sucumbíos, Ecuador

angelcarrera@istec.edu.ec/ cjamesjacg@hotmail.com

Recibido: 10-09-2019/ Aceptado: 23-10-2019

RESUMEN

El desarrollo de productos alimenticios de calidad en la provincia de Sucumbíos es importante debido a que se aprovecha los productos agrícolas de la amazonia ecuatoriana e incentiva el crecimiento de la economía, con referencia a lo anterior se elaboró una bebida a partir de hierba limón, menta, extracto de borjój y estevia con el fin de darle valor agregado a los productos cultivados en la provincia de Sucumbíos, recinto San Miguel. Se caracterizó física y químicamente a las especies vegetales para comprobar su calidad y posteriormente se elaboraron dos formulaciones A y B, para este fin la materia prima fue recolectada en el recinto San Miguel-Cascales y fue procesada en el Instituto Tecnológico Crecermas, una vez terminada la bebida se realizó un análisis microbiológico de coliformes totales, mohos y levaduras que mostró los siguientes resultados <1 UFC/mL para coliformes totales y <1 UFC/mL correspondiente a mohos y levaduras, estos se encuentran por debajo de los requerimientos establecidos por la normativa NTE INEN 2411. Los datos estadísticos fueron analizados mediante una ANOVA y las pruebas no paramétricas de Kolmogórov-Smirnov y Kruskal-Wallis, con los cuales se encontró una predisposición de los moradores de este sector para consumir el producto y una mayor aceptación por la formulación A que contiene menta en mayor cantidad entre sus ingredientes, lo que demuestra que existe un potencial agroindustrial en este sector que podría aprovecharse para mejorar la calidad de vida de la población.

Palabras Clave: Bebida, borjój, hierba limón, Cascales.

SUMMARY

The development of quality food products in the province of Sucumbíos is important because it takes advantage of the agricultural products of the Ecuadorian Amazon and encourages the growth of the economy, with reference to the above a drink was made from lemongrass, mint, borjój and stevia extract in order to give added value to products grown in the province of Sucumbíos, San Miguel. The plant species were physically and chemically characterized to check their quality and subsequently two formulations A and B were prepared, for this purpose the raw material was collected in the San Miguel-Cascales enclosure and processed at the Crecermas Technological Institute, once the drink was finished an microbiological analysis of total coliforms, molds and yeasts which showed the following results <1 CFU / mL for total coliforms and <1 CFU / mL corresponding to molds and yeasts, these are below the requirements established by NTE INEN 2411 regulations. The statistical data were analyzed using an ANOVA and the non-parametric tests of Kolmogórov-Smirnov and Kruskal-Wallis, with which a predisposition of the inhabitants of this sector to consume the product was found and a greater acceptance by the formulation A containing mint in greater quantity among its ingredients, this shows that there is an agroindustrial potential in this sector that could be used to improve the quality of life of the population.

Keywords: Drink, borjój, lemon grass, Cascales.

INTRODUCCIÓN

Sucumbíos se ha caracterizado por ser una provincia petrolera desde el año 1967 (Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Sucumbíos, 2019), por lo tanto la actividad agrícola y ganadera en esta provincia es escasa, ya que la venta de productos sin procesar no cuentan con valor elevado en el mercado nacional, por tal motivo este proyecto se elaboró con el fin de dar un valor agregado a los cultivos producidos en el cantón Cascales, provincia Sucumbíos, recinto San Miguel y así motivar a los moradores de esta zona a sembrar y procesar sus productos.

Asimismo, el cantón Cascales está integrado mayormente por colonos que se vieron favorecidos por la Ley de Tierras Baldías y Colonización que entró en vigencia el 12 de mayo de 1936, la cual les permitía adueñarse de terreno selvático con el fin de cultivarlo. Con el paso del tiempo y el descubrimiento del petróleo los colonos migraron de la actividad agrícola a la actividad petrolera (León, 1982), hoy en día existe apoyo continuo

por parte de instituciones académicas el Instituto Tecnológico Crecermas que ven un potencial en la riqueza natural de esta zona amazónica para que la población del recinto San Miguel en el cantón Cascales la aproveche y puedan mejorar su nivel económico y calidad de vida. El potencial agrícola en el cantón es muy importante pero a la fecha sólo se cuenta con 2010 hectáreas cultivadas lo cual representa el 2,19 % de la superficie de Cascales (Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca, 2015).

En este sentido, en el recinto San Miguel se producen muy poco borjoo e hierba limón, por la poca venta dichos rubros se ofrecen en el mercado a precios muy bajos, esto se debe en parte a la poca información que se encuentra publicada sobre sus propiedades nutricionales y además por el desconocimiento de fundamentos técnicos en la transformación, procesamiento y obtención de productos provoca desperdicio constante de la materia prima, razón por la cual se propone formular una bebida a base de hierba limón, menta, extracto de borjoo y estevia. Para este propósito realizamos una caracterización física y química de dicha materia prima, posteriormente se prepararon dos formulaciones y finalmente analizamos microbiológicamente y sensorialmente las bebidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se encuentra enmarcada dentro del tipo exploratoria porque nos permite captar una perspectiva general del problema y además aclarar conceptos relacionados con nuevas formulaciones (Naghi, 2005). La elaboración y formulación de la bebida se llevó a cabo a escala de laboratorio, en los laboratorios del Instituto Tecnológico Crecermas, en la parroquia Santa Cecilia, Sucumbíos-Ecuador, se desarrollaron dos formulaciones, (A con 40% de extracto de borjoo, 50% hierba limón, 9% de estevia y 1% de menta), (B con 40% de extracto de borjoo, 40% de hierba limón 20% de estevia), se elaboraron 4 lotes de 12 bebidas para cada formulación. El diseño de esta investigación se realizó mediante las siguientes fases:

Fase I: Obtención de la materia prima y caracterización fisicoquímica. La materia prima se recolectó de las plantaciones cultivadas en el recinto San Miguel, cantón Cascales

en marzo del 2018 como se observa en la figura 1, mediante inspección visual se comprobó que el borjón esté completamente maduro y que las hierbas limón, menta y estevia estén totalmente verdes, retiramos restos de material vegetal seco y se lavó la materia prima con una solución de hipoclorito de sodio al 0,007%, posteriormente se pesaron 2 kilogramos de cada especie empleando para ello una balanza digital gramera Sf400y.

Por su parte la caracterización físico química se realizó en los laboratorios de ISTECS, para los análisis de cenizas y humedad se procedió de acuerdo a la norma NTE INEN 2784, y la medición del pH mediante la norma NTE INEN 1108:2006

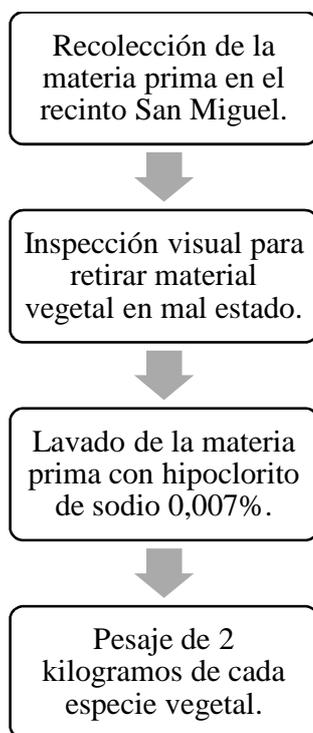


Figura 1. Proceso de obtención y selección de la materia prima

Fuente: Elaboración propia (2019)

Fase II: Preparación de las decocciones de hierba limón, menta y estevia. En esta etapa de la investigación se procedió a cortar el material vegetal en pequeños trozos, se colocaron

1500 gramos de cada especie en un recipiente metálico con 6 litros de agua, se aumentó la temperatura a 70°C en un reverbero eléctrico por dos horas.

Fase III: Preparación del extracto de borjój. En esta fase de la investigación se separaron 3000 gramos de pulpa de borjój manualmente, se homogenizó la pulpa con 6 litros de agua mediante el uso de la licuadora, posteriormente por decantación se separó el líquido del sólido y se controló que el pH esté dentro del rango de 4 a 5, para ello se emplearon tiras de papel tornasol.

Fase IV: Elaboración del producto. En esta etapa de la investigación se realizaron dos formulaciones A y B, para la formulación A se mezclaron (2,16 litros de extracto de borjój, 2,7 litros de hierba limón, 0,483 litros de estevia y 0,054 litros de menta), para la formulación B se mezclaron (2,16 litros de extracto de borjój, 2,16 litros de hierba limón y 1,080 litros de estevia). En ambas formulaciones se agregó 0,020 litros de miel de abeja. Asimismo se prepararon 4 lotes para cada formulación. El producto final se pasteurizó a 80 °C durante 30 segundos.

Fase V: Envasado del producto, almacenamiento y análisis microbiológico. En esta fase de la investigación se procedió al envasado del producto en botellas de vidrio de 450 ml, se almacenaron a 4°C durante 24 horas. Además se seleccionó 1 muestra al azar de cada lote perteneciente a la formulación A y B, para posteriormente realizar la detección de coliformes totales mediante el procedimiento descrito en la norma INEN 1529-7 (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 2013), en igual forma se efectuó la detección de mohos y levaduras viables mediante la norma INEN 1 529-2:99 (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 1999).

Fase VI: Evaluación sensorial y análisis estadístico. En esta etapa se seleccionaron 10 unidades de cada lote, las cuales se codificaron con la letra A y B, a fin de indicar a que formulación pertenecían. Para la evaluación sensorial se diseñó un instrumento que fue aplicado a 77 personas pertenecientes al recinto San Miguel, los atributos sensoriales tomados en consideración resultaron ser color, olor, sabor y textura. Las muestras se

guardaron en un cooler para garantizar una temperatura de 12°C, al momento de la degustación, se le suministraron 100 ml del producto a cada persona para la respectiva catación. En ese mismo sentido para el análisis estadístico se empleó la técnica de muestreo aleatorio simple.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización fisicoquímica del borjón, hierba limón, estevia y menta indicó que la materia prima recolectada en el recinto San Miguel es de calidad los resultados se muestran en la tabla 1, en lo que respecta al pH del borjón este tiende a la acidez 2,91 resultado muy similar al obtenido por Díaz *et al.*, (2017) los cuales reportan 2,93, el pH es importante en el control del desarrollo de poblaciones de microorganismos, de la actividad de sistemas enzimáticos, en el proceso de clarificación de bebidas y en la estabilidad.

En cuanto al contenido de humedad el análisis muestra 69,5% que coincide con la literatura reportada por (Mosquera, 2010) 64,83%. Este contenido de humedad favorece el procesamiento de néctar y bebidas.

En este mismo sentido el contenido de cenizas de la muestra de borjón analizada se aproxima con valores publicados de 0,801% por (Sotelo, 2010). El porcentaje de cenizas se asocia al contenido mineral y es indicador del manejo agronómico del cultivo.

El porcentaje de sólidos solubles fue de 32°Brix, similar al publicado por (Mejía, 1984) para el mismo material (29 a 41 °Brix).

En la investigación se pudo determinar que el porcentaje de la población atraída hacia el producto es 53,4%, ya que existe un vacío en la producción de bebidas procesadas en la provincia de Sucumbíos (El Comercio, 2019) este nicho podría ser aprovechado con la introducción de la bebida al mercado.

En cuanto a los resultados microbiológicos (tabla 2), las muestras analizadas para coliformes totales evidenciaron resultados de <3 NMP/g según la norma NTE INEN 1 529-6 el producto es apto para su consumo, Los siguientes autores (Romero, 2016) y (Aguilar y

Guzmán, 2015) que crearon bebidas con hierba limón y menta respectivamente encontraron resultados similares en sus análisis microbiológicos reportando <10 UFC/g produciendo así productos inocuos para el consumo.

Esta inocuidad en los productos se debe a las buenas prácticas de manufactura con las que fueron realizados y además se ha comprobado que los aceites esenciales de ciertas hierbas como es el caso de la menta tienen efecto antimicrobiano así lo señala Nedorostova *et al.*, (2009), el aceite esencial de la hierba limón también no solo tiene propiedades antimicrobianas si no también antifúngicas, mostrando acción bacteriostática para *S. aureus*, *E. coli*, *K. pneumoniae*, *Serratia sp.*, *S. typhimurium* y actividad antifúngica sobre *M. canis*, *T. rubrum*, *T. mentagrophytes*, *E. floccosum*, *A. niger*, *C. albicans* (Guerra *et al.*, 2004).

En el análisis sensorial fue mediante una evaluación afectiva y con la utilización de una escala hedónica de 9 puntos, los resultados obtenidos indican que la formulación A es la más aceptada por los encuestados esta formulación difiere de B por la utilización de menta, esta planta ha sido usado en bebidas desde la antigüedad para la realización de infusiones (Quintero, 1993), y además los componentes mayoritarios el mentol y la mentona (Ortuño, 2006) le otorgan su sabor característico que es apetecido por el panel encuestado.

Tabla 1. Caracterización físico química del barajó, menta, hierba limón y estevia.

Espece vegetal	Humedad (%)	Sólidos solubles °Brix	Cenizas (%)	pH	Acidez titulable
Borojó	69,5 ±0,25	32 ±0,1	0,74 ±0,03	2,91 ±0,22	2,60 (ácido málico)
Hierba limón	78,37 ±0,30	4,5 ±0,2	2,94 ±0,02	4,40 ±0,30	1,2 (ácido cítrico)
Menta	96,3 ±0,28	7,70 ±0,2	2,5 ±0,02	3,15 ±0,32	1,64 (ácido cítrico)
Estevia	90,2 ±0,35	0,95 ±0,18	7,04 ±0,01	5,52 ±0,25	3,22 (ácido láctico)

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 2. Análisis microbiológico de la bebida a base de barajó, hierba limón, menta y estevia.

Análisis	Resultados	Observación
Coliformes totales	<1 UFC/mL	Inferior al límite permitido
Mohos y levaduras	<1 UFC/mL	Inferior al límite permitido

Fuente: Elaboración propia (2018)

Por otra parte, para la evaluación sensorial el instrumento estuvo dividido en dos secciones, la primera parte dirigida a recolectar los datos correspondientes a las características étnicas, género y predisposición para adquirir la bebida como se muestra en la figura 2, 3, 4. En la segunda sección del instrumento se recolectaron datos provenientes de las características sensoriales, color, olor, sabor y textura, en este sentido la información proveniente de la formulación A y B, fue analizada mediante estudio de varianza (ANOVA) mediante el programa XLstat como se muestra en la tabla 3, adicionalmente cuando se detectaron diferencias significativas $p < 0,05$ se efectuó la prueba no paramétrica de Kolmogórov-Smirnov como se muestra en la tabla 4, para determinar la bondad de ajuste de las distribuciones de probabilidad entre sí. El proceso completo de producción se muestra en la figura 5.

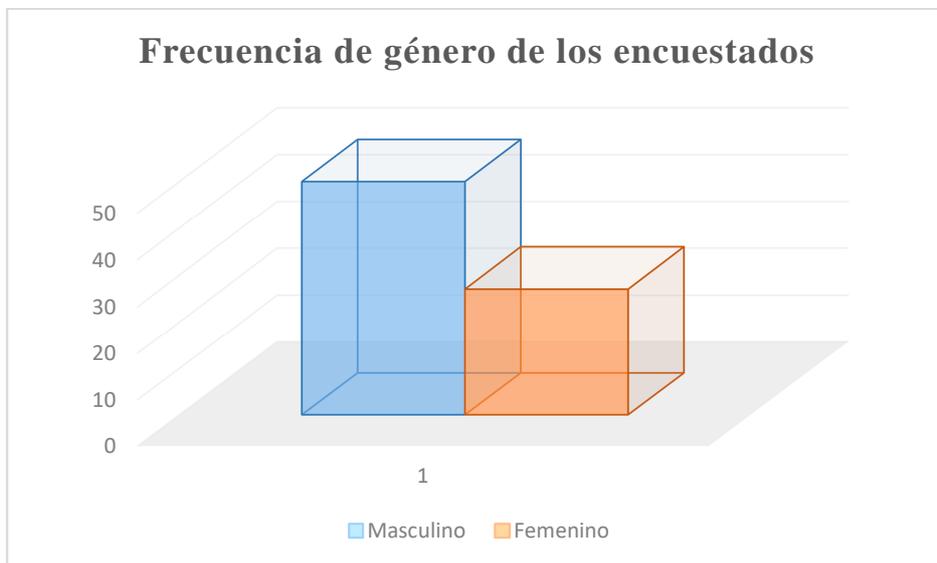


Figura 2. Frecuencia de género en las encuestas aplicadas a la población del recinto San Miguel.

Fuente: Elaboración propia (2019)

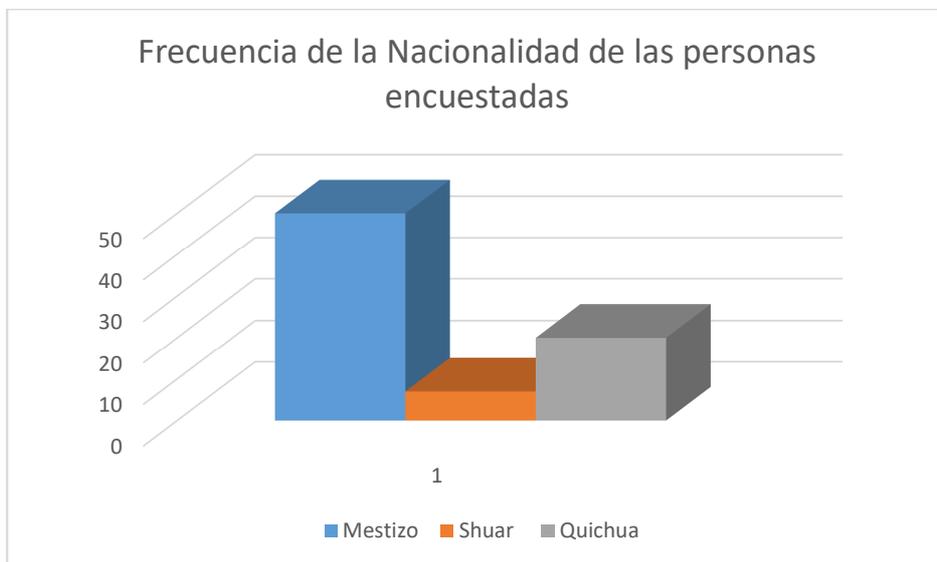


Figura 3. Frecuencia de la Nacionalidad a la que pertenecen las personas encuestadas.

Fuente: Elaboración propia (2019)

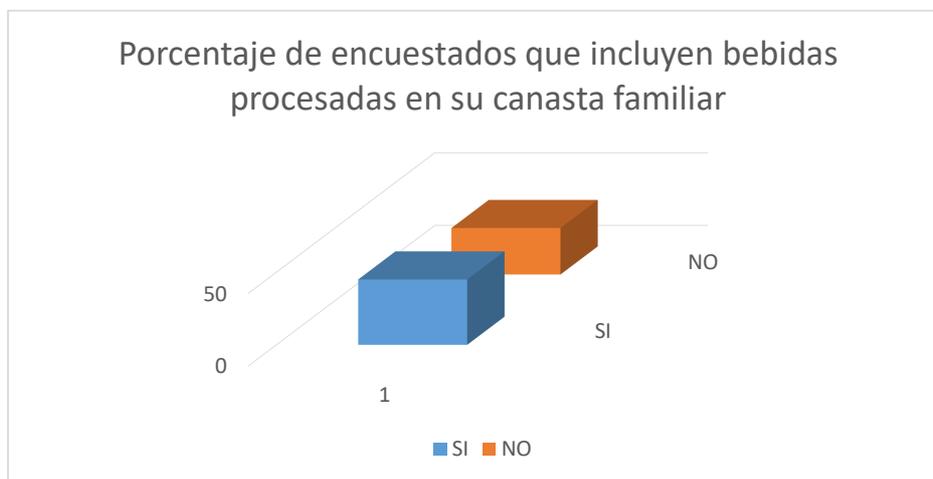


Figura 4. Porcentaje de las personas encuestadas que incluyen bebidas procesadas en su canasta familiar.

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 3. Análisis de varianza de las características sensoriales de la bebida.

		DESCRIPTIVOS			
		Media	Varianza	Desviación estándar	Error estándar
COLOR	Formulación A	15,52	27,51	5,25	0,423
	Formulación B	12,34	31,10	5,57	0,449
OLOR	Formulación A	13,96	19,18	4,38	0,353
	Formulación B	11,60	22,58	4,75	0,384
SABOR	Formulación A	12,77	23,89	4,88	0,394
	Formulación B	11,40	25,65	5,07	0,408
TEXTURA	Formulación A	12,01	31,54	5,62	0,453
	Formulación B	10,16	26,93	5,19	0,418

Excelente: 20, Bueno: 15, Regular: 10, Malo: 5, Muy malo: 0

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 4. Prueba de normalidad entre formulaciones.

KOLMOGÓROV-SMIRNOV

		Estadístico	Grados de libertad
COLOR	Formulación A	0,304	76
	Formulación B	0,182	76
OLOR	Formulación A	0,506	76
	Formulación B	0,505	76
SABOR	Formulación A	0,241	76
	Formulación B	0,249	76
TEXTURA	Formulación A	0,185	76
	Formulación B	0,245	76

Fuente: Elaboración propia (2019)

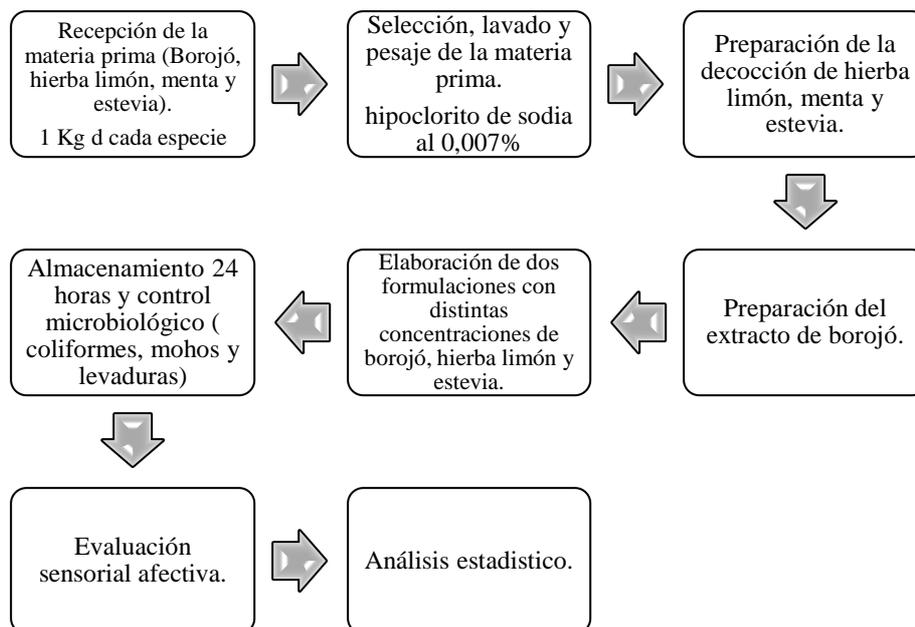


Figura 5. Proceso de elaboración de la bebida a base de hierba limón, borjój, menta y estevia.

Fuente: Elaboración propia (2019)

CONCLUSIONES

La caracterización realizada al barajó, hierba limón, menta y estevia permite catalogar a la materia prima como ácida, en lo que respecta al barajó se encontró que puede ser constituyente de una dieta energética debido a su alto contenido de azúcares determinados mediante °Brix.

El análisis microbiológico realizado al producto terminado indica que es una bebida de calidad y que puede ser consumida sin ningún riesgo a la salud por arrojar valores <1 UFC/mL.

La creación de una bebida a partir de menta, hierba limón, barajó y estevia por medio de la elaboración de dos formulaciones y además por la gran aceptación de este producto nos demostró que San Miguel tiene potencial agroindustrial que no está siendo explotado y que puede servir para establecer un nicho de mercado que por el momento está disponible por la falta de producción de bebidas de este tipo en la provincia de Sucumbíos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, L.; Guzmán, G. (2015). Formulación de una bebida a base de té verde (*Camelia sinensis*), y menta (*Mentha piperita*), previa maceración en caliente. Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Facultad de ingeniería de procesos, Arequipa.
- Díaz, R.; García, L.; Franco, J.; Vallejo, C. (2017). Caracterización bromatológica, fisicoquímica microbiológica y reológica de la pulpa de borjón (*Borjoa patinoi* Cuatrec). *Ciencia y Tecnología*, 17.
- El Comercio. (02 de 01 de 2019). Agro y piscicultura tienen más empuje productivo. Quito, Pichincha, Ecuador.
- García, G. (2005). Investigación comercial. Madrid: ESIC.
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Sucumbíos. (28 de Mayo de 2019). Gobierno provincial de Sucumbíos. Obtenido de <http://www.sucumbios.gob.ec/index.php/sucumbios/mi-provincia/historia>
- Guerra, M.; Rodríguez, M.; García, G.; Llerena, C. (2004). Actividad antimicrobiana del aceite esencial y crema de *Cymbopogon citratus*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 9.

- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (1999). Control microbiológico de los alimentos toma, envío y preparación de muestras para el análisis microbiológico. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (2013). Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias . Quito: Normativa Técnica Ecuatoriana.
- León, J. (1982). *GK* . Obtenido de GK: <https://gk.city/2019/02/11/lago-agrio-migracion/>
- Mejía, M. (1984). Borojón. Fruta Ecuatorial Colombiana. *Colombia Amazónica*, 89-106.
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca. (2015). Levantamiento de cartografía temática escala 1:25.000, lote 1. Cascales .
- Mosquera, L. (2010). Effect of maltodextrin on stability of freeze-dried borojón (Borojoa patinoi C.) powder. *Journal Food Engineering*, 72-78.
- Naghi, M. (2005). Metodología de la investigación. Mexico DF: Limusa, S.A.
- Nedorostova, L.; Kloucek, P.; Kokoska, L.; Stolcova, M.; Pulkrabek, J. (2009). Antimicrobial properties of selected essential oils in vapour phase against foodborne bacteria. *ScienceDirect*, 157-160.
- Ortuño Sánchez, M. (2006). Manual práctico de Aceites esenciales, aromas y perfumes. España: AIYANA.
- Quintero, R. (1993). Prospectiva de las agrobiotecnologías. San José: CIDIA.
- Romero, L. (2016). “Elaboración de una bebida envasada de zacate de limón (*Cymbopogon citratus*), endulzada con panela como alternativa agroindustrial. Universidad Dr. José Matías Delgado, Facultad de agricultura e investigación agrícola "Julia Hill De O'Sullivan, San Salvador.
- Sotelo, I. (2010). Borojón (Borojoa patinoi): Fuente de polifenoles con actividad microbiana. *Vitae*, 329-336.

USO DE MICROONDAS EN EL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DE UN NÉCTAR DE LECHOSA (*Carica papaya*)

(USE OF MICROWAVES IN THE THERMAL TREATMENT ON THE PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF A MILK NEED)

José Ramos, Pedro León, Xavier Martínez.

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Programa Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela.

Alejanrt@gmail.com /pedroleon.210784@gmail.com /martinezxavier2010@hotmail.com.

Recibido: 18-12-2018/ Aceptado: 10-04-2019

RESUMEN

El néctar de papaya no pasteurizado, es un alimento que puede contaminarse con diferentes tipos de agentes que puede alterar o no sus características y dependiendo del agente se distingue la contaminación física, química o biológica. Como objetivo se evaluó el uso de microondas en el tratamiento térmico sobre las características físicas-químicas y microbiológicas de un néctar de lechosa (*Carica papaya*). Se utilizó un diseño factorial completo 3** (2-0) para (2) factores experimentales, en un bloque para un total de 12 tratamientos distintos y 4 puntos centrales y se estudiaron (6) respuestas: °Brix, pH, acidez titulable total, aerobios mesofilos, coliformes totales y mohos y levaduras. El proceso arrojó como óptimo el tratamiento No. 10 por presentar valores ideales de 65 seg para el tiempo de tratamiento y 2% para la potencia del microondas (con una deseabilidad de 0,9872). Valores óptimos para las respuestas de 12,34 °Brix, 4,62 de pH, 3,15% de acidez titulable, aerobios mesofilos $3,20 \times 10^3$ ufc/ml, $1,1898 \times 10^3$ NMP/ml para coliformes totales y $1,1622 \times 10^3$ ufc/ml de mohos y levaduras. En conclusión, desde el punto de vista microbiológico se puede afirmar que el néctar obtenido se considera pasteurizado como consecuencia del tratamiento térmico aplicado.

Palabras Clave: Néctares y jugos, Tratamiento térmico con Microondas, Pasteurización, Diseño Factorial Completo 3** (2-0).

SUMMARY

The unpasteurized papaya nectar is a food that can be contaminated with different types of agents that may or may not alter its characteristics and depending on the agent, physical, chemical or biological contamination is distinguished. The objective was to evaluate the use of microwaves in the thermal treatment on the physical-chemical and microbiological characteristics of a papaya nectar (*Carica papaya*). A complete factorial design 3 ** (2-0) was used for (2) experimental factors, in a block for a total of 12 different treatments and 4 central points, and (6) responses were studied: ° Brix, pH, titrable acidity total, mesophilic aerobes, total coliforms and molds and yeasts. The optimum treatment was No. 10 that presented ideal values of 65 sec for the treatment time and 2% for the microwave power (with a desirability of 0.9872). The responses optimal values were as follows: 12.34 ° Brix, 4.62 pH, 3.15% titrable acidity, aerobic mesophiles 3.20x10³ cfu / ml, 1.1898x10³ MPN / ml for total coliforms and 1.1622x10³ cfu / ml of molds and yeasts. In conclusion, from the microbiological point of view it can be affirmed that the nectar obtained is considered pasteurized as a consequence of the applied heat treatment.

Keywords: Nectars and juices, heat treatment with microwaves, pasteurization, complete factorial design 3 ** (2-0).

INTRODUCCIÓN

El consumo de frutas en la dieta humana es de vital importancia por el aporte de vitaminas, minerales, fibra, agua y otros nutrientes, además de la satisfacción de consumir un producto de características sensoriales tan variadas y agradables (Camacho, 2002; Citado por Cañizares *et al*, 2009).

En Venezuela, la diversidad de frutas producidas es amplia, gracias a los diferentes climas y ecosistemas que naturalmente existen en nuestra geografía. Una de estas es la lechosa, que se consume principalmente como fresca, por su excelente sabor y textura, es muy solicitada por los consumidores que tienen preferencia por las frutas que además de agradables posean un contenido alto de nutrientes (Materano *et al.*, 2011).

El contenido de vitaminas, minerales y proteínas, hacen sobresalir esta fruta por sus características medicinales, principalmente en el tratamiento de enfermedades gástricas. Su valor nutritivo es alto: cien (100) gramos de pulpa, suministran los requerimientos mínimos

diarios de vitamina C y la mitad de la vitamina A. Además, posee, vitaminas del complejo B (B1, B6 y B12) (Arango y Román, 2010).

La papaya se procesa para elaborar purés, néctares, mermeladas, fruta deshidratada, fruta cristalizada, alimentos infantiles, conservas en almíbar y jugos, que son productos en buen estado al ser envasados al vacío en recipientes de conservas de lata, frascos de cristal, tetrapak, entre otros (Anguiano, 2010).

Desde hace algunos años, cada vez resulta más frecuente la demanda del consumidor de productos naturales que hayan sido mínimamente procesados, confiando así en que de esta forma se conserva la esencia natural del alimento, y se evita la destrucción o eliminación parcial de las sustancias que resultan beneficiosas para la salud. Esta tendencia se observa principalmente en las frutas y jugos de frutas mínimamente procesados (Materano, ob. cit.). No obstante, esto puede suponer a veces un problema, ya que se ha detectado un aumento del índice de enfermedades causadas por intoxicaciones alimentarias en los últimos años. El hecho de consumir productos que prácticamente no han sido procesados aumenta el riesgo de contaminación, principalmente por ataques de microbacterias, y entre los productos de principal riesgo se encuentran los jugos de frutas (Ainia, 2009). Cabe mencionar también, que en los zumos industriales se pierden sus propiedades nutricionales en el proceso de elaboración, un porcentaje variable de sus vitaminas, minerales y enzimas se pierde inevitablemente en los procesos a los que son sometidas las materias primas y que van desde el calentamiento al enfriamiento pasando por el tratamiento enzimático, la centrifugación y la desaireación (Ainia, ob. cit.).

Aunado a esto, se puede decir también que los néctares preparados en los hogares pueden constituir una fuente de riesgo para la salud, por ser un alimento no pasteurizado y manipulado en condiciones inadecuadas, además de la calidad del agua utilizada en la elaboración de alimentos no sea apta para este fin (Ávila y Fonseca, 2008).

El néctar de papaya no pasteurizado es un alimento que puede contaminarse con diferentes tipos de agentes que puede alterar o no sus características y dependiendo del

agente se distingue la contaminación física, química o biológica. En vista de lo antes señalado, el objetivo de la investigación fue evaluar el uso de microondas en el tratamiento térmico sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de un néctar de lechosa (*Carica papaya*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos de lechosa (*Carica papaya*), se recolectaron en el sector Mango Redondo del municipio San Carlos, estado Cojedes, Venezuela, se obtuvieron 35 Kg de lechosa. Fueron llevadas al Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos (L.I.T.A.) ubicado en UNELLEZ-Cojedes. El traslado se realizó en cestas plásticas de capacidad 25 Kg evitando daños físicos o mecánicos durante su manipulación para conservar su estado fresco. Una vez en el LITA se muestrearon de acuerdo a la Norma COVENIN 1031-81, clasificándolas por tamaño y grado de madurez, se procedió a la obtención de la pulpa de lechosa (*Carica papaya*), se elaboró adaptando los métodos propuestos por Parra (2003), para obtener pulpas de frutas frescas a congelar, los cuales son los siguientes: recepción, lavado y desinfección (Limpieza), selección, pelado y arreglo, donde se hizo una selección y luego se lavaron por inmersión en agua clorada a temperatura ambiente (35°C), con el fin de eliminar residuos de suciedad, impurezas y flora microbiana externa.

Luego se hizo un escaldado en cocina de vapor a 85°C/5 min. para ablandarlas y aumentar el rendimiento de extracción, así como también inactivar enzimas encargadas de causar pardeamiento enzimático como la polifenoloxidasas. Una vez realizadas las operaciones preliminares de adecuación de la materia prima (frutas frescas) se procedió con el despulpado y refinado de la pulpa para luego elaborar el néctar y posterior tratamiento con microondas.

Tratamiento térmico con microondas del néctar de lechosa

El néctar de lechosa tratado en el horno microondas, se realizó en el LITA, específicamente en el Laboratorio de Investigación, se aplicó un diseño factorial de

respuesta para dos (2) factores experimentales, tiempos variables de calentamiento (50, 65 y 80 seg) y potencia del microondas (1, 2 y 3%), en un bloque para un total de 12 muestras o tratamientos distintos y 4 puntos centrales sin repetición. Una vez realizados los tratamientos se procedió a los análisis fisicoquímicos y microbiológicos. Para determinar temperaturas de pasteurización se utilizó un termómetro de mercurio al finalizar cada tratamiento, necesarios para la elaboración de la matriz de diseño estadístico experimental.

El néctar crudo antes de ser expuesto al tratamiento térmico con microondas, fue sometido a un análisis microbiológico simple, el cual tenía por objetivo verificar la presencia o ausencia de contaminación microbiana y la naturaleza de la misma. Para la identificación del microbiota se hicieron cultivos directos por duplicado en agar ogy y agar saboraud y su cuantificación se realizó por medio del conteo de unidades formadoras de colonias por ml de néctar. Seguidamente, el néctar fresco se sometió a la acción de la microonda. Al finalizar el proceso de pasteurización en el horno microondas se midió el pH y °Brix del néctar y se practicó el análisis microbiológico respectivo.

Para recolectar los datos de las características fisicoquímicas se utilizaron los siguientes métodos: Los sólidos solubles totales (SST) se determinaron mediante la Norma COVENIN N° 924:1983, el pH se determinó mediante empleo de la Norma COVENIN N° 1315:1990 y la acidez titulable total según la Norma COVENIN N° 1769:1981. Para recolectar los datos de los ensayos de la caracterización microbiológica, se realizaron recuentos en placas con siembra en diluciones desde 10^{-1} hasta 10^{-5} para contaje de las colonias de todas las unidades experimentales, todas las diluciones se realizaron con agua peptonada (0,1% de peptona), según COVENIN N° 1989. Seguidamente se realizaron diluciones seriadas y se procedió a sembrar los siguientes microorganismos: aerobios mesofilos (AM) y mohos y levaduras (ML). El recuento de aerobios mesófilos (AM): según COVENIN (1978), recuentos de mohos y levaduras (ML) COVENIN (1990). Para el recuento de coliformes totales se determinó mediante COVENIN (2409-86).

Los análisis matemáticos, estadísticos y gráficos se realizaron con los softwares *Statística v.7.0* y *JMP v.4*. El software *Statística v.7.0* se utilizó para obtener los

coeficientes estimados del modelo cuadrático (proc rsreg) y las gráficas de superficie de respuesta del recuento microbiológico del néctar de lechosa y el software JMP v.4, se utilizó para el proceso de co-optimización multifactorial multirespuesta, aplicando procedimientos de perfiles de respuestas múltiples bidimensionales y gráficos de deseabilidad dinámicos que permitió simular; y superposición de las gráficas de contornos dinámica o crosshair dinámico que permitió co-optimizar y simular (Lawson *et al.*, 1992) citados por Ávila (2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran las principales características físicas y químicas realizadas a la pulpa de lechosa, antes de preparar los tratamientos o unidades experimentales generadas por la matriz de diseño. Al comparar estos datos con los obtenidos por (Franco, 2014), se puede observar que estos valores se encuentran por encima en comparación a lo reportado por este autor.

Tabla 1. Características físicas-químicas y microbiológicas de la pulpa de lechosa.

Determinación	Valor Promedio
°Brix	12,9
pH	4,82
Acidez titulable (%)	2,1

Fuente: Determinaciones propias.

El néctar antes de ser expuesto al tratamiento térmico con el horno microondas, fue sometido a un recuento microbiológico simple, a fin de comparar con los del néctar tratado con microondas, obteniéndose valores por debajo de lo establecido por la Norma General del CODEX (2005) para néctares de frutas, como se muestran en el tabla 2.

Tabla 2. Análisis microbiológico del néctar de lechosa.

Producto	Aerobios mesofilos (ufc/ml)	Coliformes totales (Total de colonias/ml)	Mohos y levaduras (ufc/ml)
Néctar de lechosa	98x10 ³	30x10 ³	14x10 ³

Fuente: Determinaciones propias.

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en la presente investigación; donde se puede apreciar los valores de las respuestas medidas (°Brix, pH, acidez titulable total, Aerobios Mesófilos, Coliformes totales, Mohos y levaduras) por cada tratamiento.

Tabla 3. Resultados obtenidos para las variables respuestas.

Trat.	FACTORES EXPERIMENTALES		FACTORES RESPUESTAS					
	Tiempo de calentamiento (seg)	Potencia del microondas (%)	°Brix	pH	ATT	A.M.	C.T.	MyL
	X1	X2	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆
1	80	3	12,1	4,79	2,5	3,544	2,301	2,485
2	65	2	12,3	4,61	3	2,176	0	1
3	50	1	12,9	4,53	3,3	3	1	3,397
4	65	1	12,5	4,63	2,6	3,06	1	1
5	80	2	12,2	4,89	2,3	5,243	1	1
6	80	1	12,4	4,78	2,9	3	0	3,477
7	50	3	12,5	4,89	3	3	1,477	1
8	65	3	12	4,83	3	3,477	2	1
9	50	2	12,1	4,52	3,5	3,602	1,477	2,301
10	65	2	12,3	4,69	2,5	3,477	1,698	2,602
11	65	2	12,2	4,67	2,9	3,079	1,301	1
12	65	2	12,9	4,44	4,5	3	1,477	1

El resumen de los coeficientes estimados para cada modelo poblacional de las respuestas medidas se presenta en la tabla 4. Se observa que el factor tiempo de calentamiento (X_1) en 65 seg y a una potencia del microondas (X_2) de 2% equivalentes a 490 MHz, disminuyen de manera lineal la concentración de °Brix, acidez titulable, coliformes totales (en cuanto al tiempo de calentamiento) y mohos y levaduras (en cuanto a la potencia del microondas) en el néctar de lechosa, es decir por cada aumento de una unidad del tiempo de calentamiento y la potencia del microondas, se provoca una disminución de los °Brix en el néctar, a razón de: 0,009 y 0,2 unidades, respectivamente; contrario efecto causa para las respuestas pH, aerobios mesofilos, coliformes totales (en cuanto a la potencia del microondas) y mohos y levaduras (en cuanto al tiempo de calentamiento) que se incrementó. La interacción entre el tiempo de calentamiento y la potencia del microondas (β_{12}) presenta valores positivos para las respuestas °Brix, aerobios mesófilos, coliformes totales y mohos y levaduras, indicando una tendencia a incrementar todas las respuestas, es decir, existe un efecto sinérgico altamente significativo al combinar estos factores.

Tabla 4. Coeficientes estimados del modelo poblacional planteado.

Coefficiente estimado	°Brix	pH	ATT	AM	CT	MyL
β_0	13,319	4,051	4,767	1,305	0,402	1,721
β_1	-0,009	0,006	-0,023	0,024	-0,007	0,007
β_2	-0,2	0,095	-0,05	0,160	0,630	-0,505
β_{11}	-0,0001	0,003	-0,0004	0,003	-0,0004	0,004
β_{22}	0,075	0,085	-0,2	-0,476	0,169	0,314
β_{12}	0,002	-0,006	-0,002	0,009	0,030	0,029

Análisis de las gráficas de superficie de respuesta

En la Figura 1, se observa un punto máximo de 120 y un mínimo de 20 para la variable tiempo de tratamiento (X_1) y un punto máximo de 7 y un mínimo de 4,5 para la variable potencia del microondas (X_2). Esto indica que la solución de la Superficie de Respuesta para la respuesta predicha de los aerobios mesófilos, es un punto de silla que aumenta el tiempo de tratamiento, cuando se incrementa la potencia del microondas, disminuyendo las unidades formadoras de colonias presentes en el néctar de lechosa.

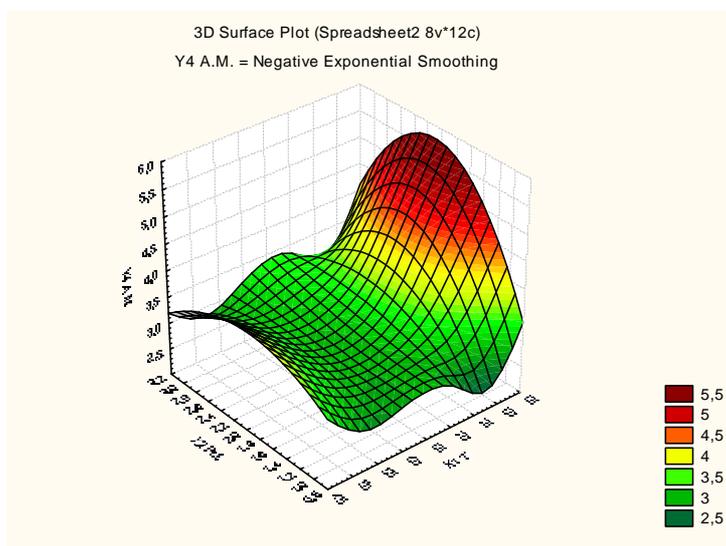


Figura 1. Efecto de las variables tiempo de tratamiento (X_1) y potencia del microondas (X_2) sobre la respuesta aerobios mesófilos.

En las Figuras 2 y 3 se presentan las superficies de respuestas para las variables coliformes totales y mohos y levaduras, respectivamente. Se observa que es un punto de silla que, a valores medios del tiempo de tratamiento, cuando se incrementa la potencia del microondas, indica que disminuye el número más probable de coliformes totales presentes en el tratamiento. La Figura 3, indica que, a valores medios del tiempo de tratamiento, cuando se incrementa la potencia del microondas, disminuyen las unidades formadoras de

colonias de mohos y levaduras presentes en el tratamiento, tendencia que se observa en la respuesta anterior.

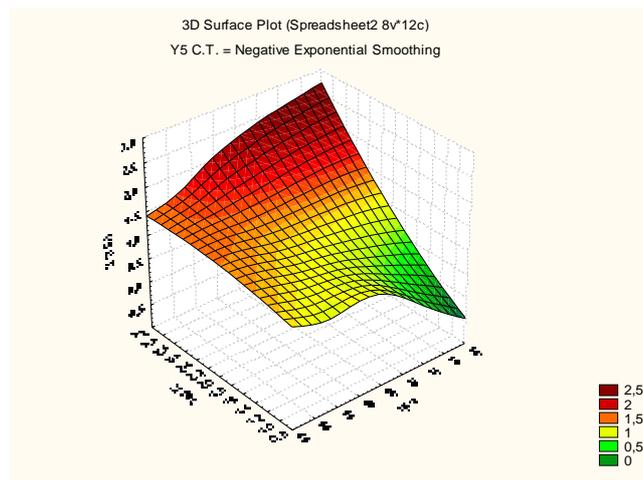


Figura 2. Efecto de las variables tiempo de tratamiento (X_1) y potencia del microondas (X_2) sobre la respuesta coliformes totales.

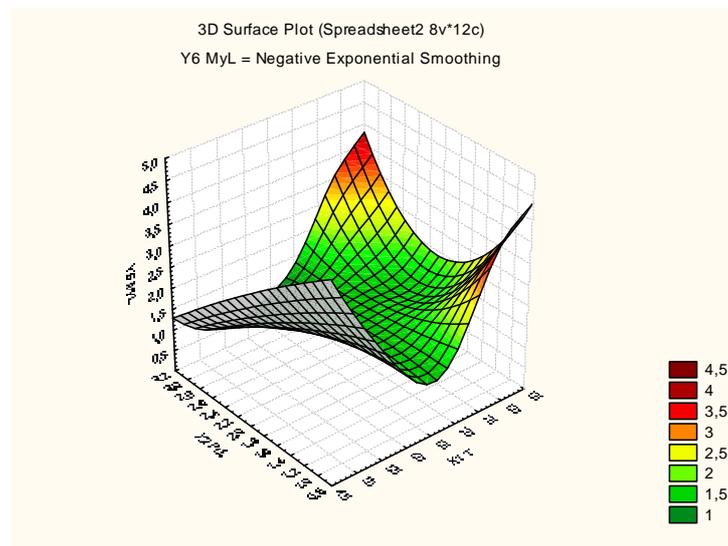


Figura 3. Efecto de las variables tiempo de tratamiento (X_1) y potencia del microondas (X_2) sobre la respuesta mohos y levaduras.

Los resultados obtenidos en el tratamiento térmico con el uso del horno microondas del néctar de lechosa son semejantes a los encontrados por Velásquez y Sánchez (2008), quienes determinaron la eficacia del sistema de procesado por microondas para inactivar la carga microbiana presente en el jugo de mango preparado a partir de fruta fresca verificando el efecto sobre el potencial de hidrógeno, pH, y la concentración de sólidos solubles, °Brix, fijados al inicio de dicho estudio. Se obtuvieron reducciones importantes, de hasta el 89%, con tratamiento suaves, en la carga microbiana. La reducción significativa de la población microbiana inicial pone de manifiesto que la energía electromagnética de microondas funciona favorablemente en el proceso de destrucción del hongo *Aspergillus sp.* El pH se ajustó a 4,0 y la concentración de sólidos solubles a 12 °Brix, en todos los casos. Los cambios de temperatura que experimentó el jugo de mango se registraron durante 224 segundos, tiempo que le tomó a los 4 L del fluido atravesar todo el sistema.

En la Figura 4, se muestran los perfiles de predicción (maximización y minimización) con niveles óptimos de 65 seg de tiempo de tratamiento o de calentamiento (X_1) y 2% de potencia del microondas (X_2), con estos valores se obtuvieron las combinaciones óptimas operativas que permitieron obtener un néctar de lechosa con las siguientes características: 12,34 °Brix, un pH de 4,61, acidez titulable de 3,15%, aerobios mesófilos de 3,20 ufc/ml, coliformes totales de 1,18 Total de colonias/ml y de mohos y levaduras 1,16 ufc/ml, con una deseabilidad de 0,9871 en un rango de 0-1.

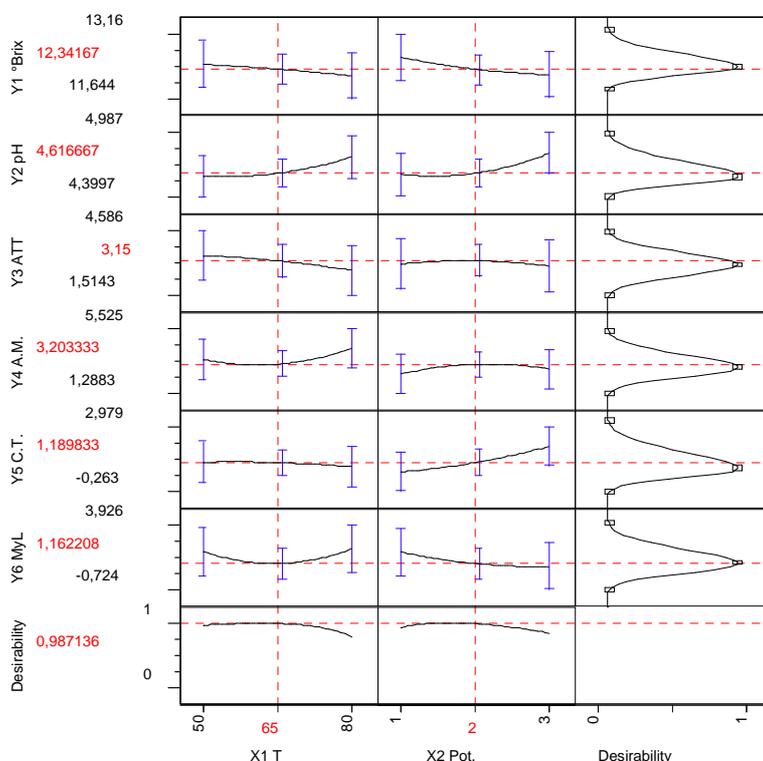


Figura 4. Perfil de predicción dinámico multirespuestas y multifactor experimental.

CONCLUSIONES

- 1.- En los recuentos microbiológicos evaluados a las 24 horas, no se encontró crecimiento microbiano por encima de 10 ufc/ml en el néctar sometidos a los diferentes tratamientos térmicos, es decir, no se hallaron variaciones en cuanto a la calidad microbiológica de éste.
- 2.- Las gráficas de superficie de respuesta del análisis microbiológico, indican que cuando se aumenta la potencia del microondas, disminuyen las unidades formadoras de colonias de aerobios mesofilos, coliformes totales y mohos y levaduras.
- 3.- Los óptimos obtenidos para las variables tiempo de tratamiento o calentamiento y potencia del microondas fueron $X_1 = 65$ seg y $X_2 = 2\%$ o 490 MHz, así como las respuestas predichas por las técnicas antes mencionadas fueron: °Brix = 12,34; pH = 4,62; ATT = 3,15%; A.M. = 3,20 ufc/ml; C.T. = 1,1898 Total de colonias/ml y MyL = 1,1622 ufc/ml.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ainia (2009). *Mejor conservación del zumo*. España. Disponible en: http://www.infoalimentacion.com/noticias/2009/10/3217_mejor_conservacion_zumo.asp
- Anguiano, M.M. (2010). *Papaya perfil comercial*. Dirección de comercialización y planeación de México. Disponible en: www.seder.col.gob.mx/
- Arango, L. y Román, C. (2010). *El cultivo de la papaya en los llanos orientales de Colombia*. Corporación colombiana de investigación fitopecuario. Disponible en: www.agronet.gov.co/
- Ávila, P.G. y Fonseca, M.M. (2008). *Calidad microbiológica de jugos preparados en hogares de bienestar familiar*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, D.C. Disponible en: www.javeriana.edu.co/
- Ávila, E. (2008). *Optimización de procesos biotecnológicos, utilizando metodología de superficie de respuesta*. Universidad de Zaragoza. España. 2^{do}. Trabajo de investigación.
- Cañizares, C.A., Bonafine, O., Laverde, D., Rodríguez, R. y Méndez, J. (2009). *Caracterización química y organoléptica de néctares a base de frutas de lechosa, mango, parchita y lima*. INIA – Venezuela. Disponible en: <http://www.bioline.org.br/pdf?cg09011>
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. Norma Venezolana COVENIN N° 1315-1990. **Determinación de pH.**
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. Norma Venezolana COVENIN N° 1769-1981. **Determinación de acidez titulable total.**
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. Norma Venezolana COVENIN N° 924-1983. **Determinación de sólidos solubles.**
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. Norma Venezolana COVENIN N° 1337: 90. **Determinación de Mohos y Levaduras.**
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. Norma Venezolana COVENIN N° 2409: 86. **Coliformes totales.**
- Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. Norma venezolana COVENIN N° 1978. **Aerobios mesófilos.**

- Franco-Martínez, M.C. (2014). Ficha técnica pulpa de papaya. [Artículo en línea]. Disponible en: <https://irp-cdn.multiscreensite.com/>.
- Materano, W., Zambrano, J., Valera, A., Maffei, M. y Torres, C. (2011). *Calidad de lechosa osmodeshidratada en cuatro estados de madurez mediante evaluación sensorial y parámetros físico-químicos*. Rev. Fac. Agron. (LUZ). Disponible en: <http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/>
- Parra, G.R. (2003). *Procesadora y comercializadora de frutas*. Facultad de Ingeniería. Disponible en: www.monografia.com/

EVALUACION DE DOS PELICULAS COMESTIBLES, DE ALMIDON MODIFICADO DE MAIZ (*Zea Mays*) Y ALMIDON DE YUCA (*Manihot Esculenta*) SOBRE LAS CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS Y MICROBIOLOGICAS DE LA GUAYABA (*Psidium Guajava*)

(EVALUATION OF TWO EATABLES FILMS EDIBLE STARCH MODIFIED CORN (*Zea Mays*) AND CASSAVA STARCH (*Manihot Esculenta*) ON THE CHARACTERISTICS PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL OF GUAVA (*Psidium Guajava*))

Jeysi Díaz, Celianny Pérez, Patricia Rojas

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Programa Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela.

patriciarojas1404@gmail.com

Recibido: 18-12-2018/ Aceptado: 16-03-2019

RESUMEN

Los frutos mínimamente procesados tienen una alta demanda en la actualidad porque el consumidor quiere comer sano, en esta investigación se trabajó con guayaba recubiertas con películas comestibles a base de almidón modificado de maíz y almidón nativo de yuca. Inicialmente se caracterizó la guayaba fresca se obtuvieron valores de 0,34 % de acidez, pH de 4,19, 10 °Brix, siendo similares a otras caracterizaciones de fruto de guayaba de la región, en mohos y levaduras hubo crecimiento en 10^2 ufc/g y para aerobios mesófilos $9,5 \cdot 10^4$. Las variables de respuestas medidas; pH, mohos, levadura y aerobios mesófilos tuvieron un efecto estadístico altamente significativo, debido a que el valor de P en todos los casos fue inferior a 0,01 con un nivel de confianza del 99%. Los coeficientes de determinación (R^2) de los modelos ajustados fueron superiores al 80%. El potencial indicador de deterioro para la guayaba recubierta con películas a 0°C durante 21 días con mediciones cada 3 días, fueron las levaduras, ya que alcanzó con menor tiempo la vida útil de 14,88 y 14,64 para la película de almidón modificado de maíz y de yuca respectivamente. En términos generales la película comestible con mejor comportamiento, corresponde a la elaborada con almidón nativo de yuca.

Palabras clave: mínimamente procesado, vida útil, levaduras, películas comestibles.

SUMMARY

Minimally processed fruits have a high demand today because consumers want to eat healthy, this research worked with guava coated with edible films based on modified corn starch and native cassava starch. Fresh guava initially characterized the values of 0.34% acidity, pH 4.19, 10 ° Brix, with similar characterizations of other guava fruit in the region, in mold and yeast growth was achieved was 10^2 cfu / gy for aerobic mesophile $9.5 * 10^4$. Responses measured variables; pH, molds, yeast and aerobic mesophilic had a highly significant statistical effect, because the value of P in all cases was less than 0.01 with a confidence level of 99%. The coefficients of determination (R^2) of adjusted models were above 80%. The potential deterioration indicator for films coated guava at 0 ° C for 21 days with measurements every 3 days, yeasts were as achieved with shorter life of 14.88 and 14.64 for the film of starch modified corn and cassava respectively. In general terms we can consider that the best performing edible film corresponds to the native starch made from cassava.

Keywords: minimally processed, life, yeast, eatables films.

INTRODUCCIÓN

La demanda de frutas y hortalizas frescas de alta calidad, vida de anaquel prolongada y "listas para ser consumidas" se ha incrementado tanto en Estados Unidos como en Europa, generando que la comercialización de productos horto-frutícolas esté dirigida a los que sean manejados y/o conservados por tecnologías de mínimo procesamiento, y de aceptable inocuidad microbiológica. En Europa, particularmente en Francia y Gran Bretaña, el mercado para frutas mínimamente procesadas creció explosivamente al inicio de la década de los 90 (Belloso *et al*, 2005).

Por lo tanto, los recientes hábitos de consumo han aumentado la demanda de alimentos sanos, saludables y de calidad, incluyendo las frutas y hortalizas frescas o listas para comer, como es el caso de la guayaba que es un fruto tropical percedero, originario de las Antillas y América Central. Taxonómicamente pertenece a la familia mirtácea, en cuanto a valor nutritivo, esta fruta tiene un alto contenido de vitaminas A y C, es baja en calorías y contiene mucha fibra, y por si fuera poco no contiene colesterol. Una porción de 100 gramos tiene sólo 51 calorías y 284 miligramos de potasio (García, 2006).

Si bien las películas comestibles se usan desde épocas muy antiguas para mantener la calidad de las frutas y hortalizas frescas, así como quesos y carnes, nuevas aplicaciones han surgido en estos últimos años, tal es el caso de su uso en frutas mínimamente procesadas listas para el consumo, donde las películas contribuyen a proporcionar una calidad y frescura similares a las del producto fresco (Olivas, 2009).

METODOLOGÍA

La investigación fue de carácter experimental y analítico, el cual se realizó en el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de los Alimentos de la UNELLEZ en condiciones controladas, implementando bajo un diseño estadístico mediante modelos cinéticos en el cual los datos que se obtuvieron se utilizaron para obtener modelos que estiman el tiempo de vida útil de las guayabas recubiertas con las películas comestibles.

Se seleccionaron 10 unidades experimentales de la fruta (guayaba) para cada recubrimiento, a las cuales se les realizó operaciones preliminares, se lavaron, hubo separación del péndulo y corona, se cortaron en trozos de aproximadamente 140 gr seguidamente se procedió a sumergir la guayaba en la solución formadora de la películas de almidón, luego se sumergieron en un concentración de cloruro de calcio al 1% para endurecer las películas, luego se procedió al empacado en bolsas herméticas y almacenado a temperatura de 0 °C durante 21 días, comenzaron las mediciones cada 3 días para los análisis según el ensayo establecido.

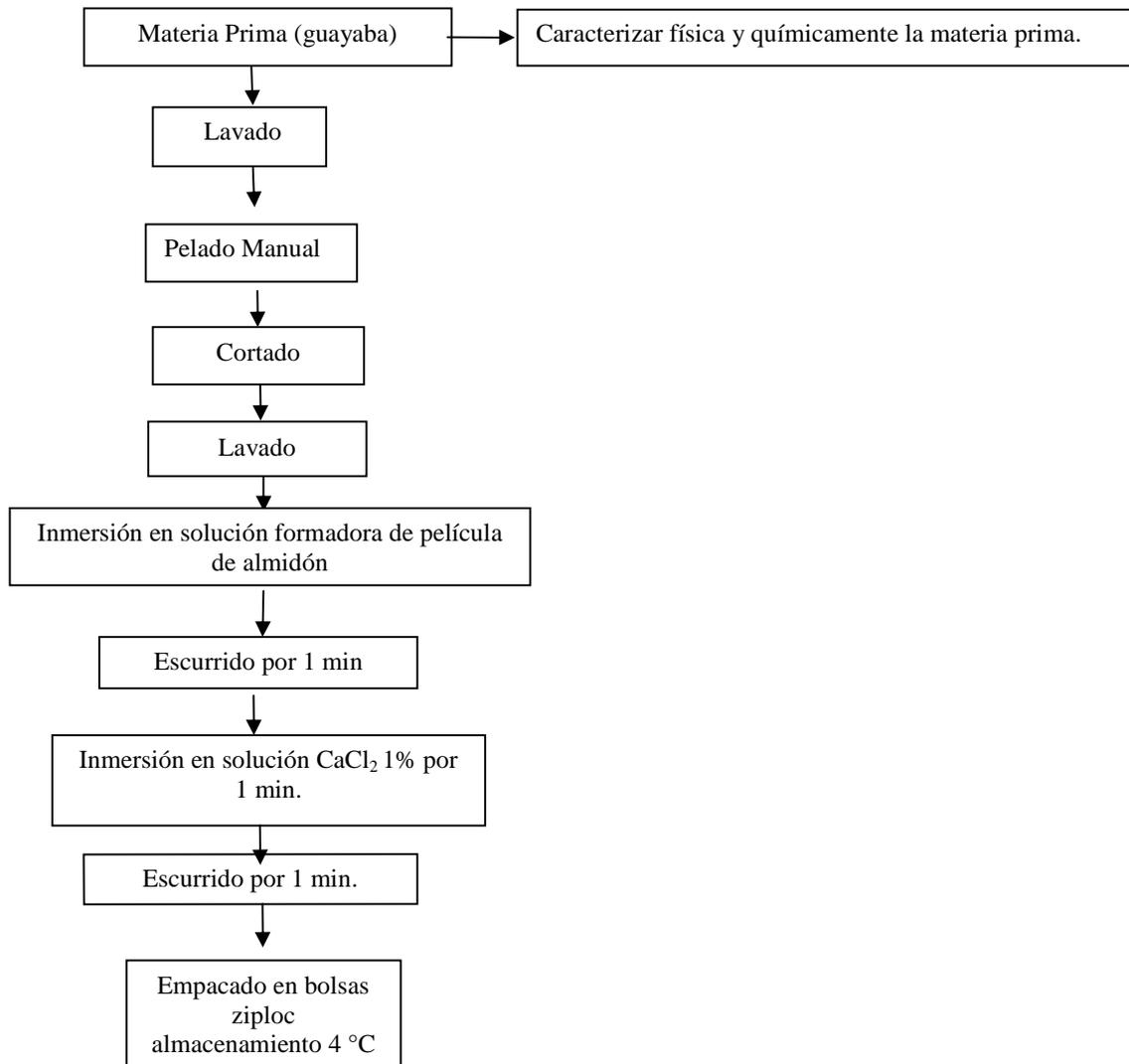


Figura 1. Esquema tecnológico del proceso de elaboración de las guayabas mínimamente procesadas recubiertas con películas comestibles.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización física, química y microbiológica de la guayaba

En la tabla 1, se reflejan los resultados físico, químicos y microbiológicos de acuerdo a los criterios de referencia establecidos por la FAO (2001), se puede notar que los valores del pH y la acidez titulable estuvieron en el rango establecido por dicha organización, por

su parte los sólidos solubles alcanzaron una mayor proporción con respecto a los establecidos por (Pedroza y Zaabaleta, 2011), en una caracterización realizada a una pulpa de guayaba cultivada en la región Cojedeña, en la cual encontraron valores similares de pH, acidez Titulable total y °brix, con 4,75; 0,16 % y 9% respectivamente.

Para el recuento de mohos y levaduras se pudo observar que los valores fueron superiores a los obtenidos por (Rojas, 2009), para el recuento de aerobios mesófilos se pudo observar un crecimiento de 10^4 ufc/g, sin embargo (Flores, 2000), refiere que los recuentos microbianos para frutas pueden ubicarse alrededor de $1 \cdot 10^7$ ufc/g si no se aplican adecuadas prácticas de manejo postcosecha, por consiguiente se debe aplicar prácticas de manufacturas en el procesamiento de la fruta que contribuyan a minimizar el crecimiento microbiano.

Tabla 1. Caracterización parcial de la guayaba fresca

Parámetro	Referencia	Resultado
Acidez Titulable Totales (%)	COVENIN 1157-77	0,34
Ph	COVENIN 1315-79	4,19
Sólidos Solubles Totales (°Brix)	COVENIN 924-83	10
Aerobios Mesófilos (ufc/g)	COVENIN 902	$9,5 \cdot 10^4$
Mohos	COVENIN 1337-90	$1 \cdot 10^2$
Levaduras	COVENIN 1337-90	$5 \cdot 10^2$

Efecto del tiempo y el recubrimiento sobre el cambio de los posibles indicadores de deterioro.

En las tablas 2 y 3 podemos observar la matriz de tratamiento, para las muestras de guayaba con recubrimientos a base de almidón modificado de maíz y almidón de yuca, las cuales fueron analizadas por medio de modelos cinéticos, análisis de varianza para los modelos de regresión ajustados y gráficos de comportamiento de cada variable medida en el tiempo.

Tabla 2. Matriz de tratamiento experimental para la muestra de guayaba mínimamente procesada con película de almidón modificado de maíz

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
Días	pH	Mohos	Levaduras	Aerobios mesófilos
0	3,61	1,0000	1,9031	4,9777
3	3,94	2,0000	2,3979	5,4393
6	3,95	2,8451	2,7404	5,5441
9	4,05	3,3010	3,0414	6,0969
12	4,12	3,9031	3,4771	6,8751
15	4,19	4,3010	4,0000	7,3979
18	4,22	4,7782	4,4771	7,7782
21	4,28	4,9031	4,9542	8,3010

Tabla 3. Matriz de tratamiento experimental para la muestra de guayaba mínimamente procesada con película de almidón de yuca

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄
Días	pH	Mohos	Levaduras	Aerobios mesófilos
0	3,6	1,0000	1,0607	4,0969
3	3,75	2,6021	3,0969	4,3979
6	4,01	2,7782	3,3522	5,3979
9	4,05	3,0000	3,4914	5,8751
12	4,22	3,6021	3,6990	6,6021
15	4,25	3,6021	3,6990	6,6021
18	4,22	4,0000	4,4771	6,9542
21	4,29	4,4771	4,6990	7,3010

Análisis de orden de la reacción y modelo de ajuste para el pH

A continuación, en la figura 2, se observa el comportamiento del pH de los recubrimientos a base de almidón, notándose un incrementando sostenido en las dos películas, con mayores cambios en la elaborada con almidón de yuca, cabe acotar que en ambas muestras la concentración de iones de hidrogeno favorece el crecimiento de microorganismos mesófilos en el tiempo. Sin embargo al día cero superó los 3,5 puntos, pH que es óptimo para el desarrollo y crecimiento de mohos y levaduras.

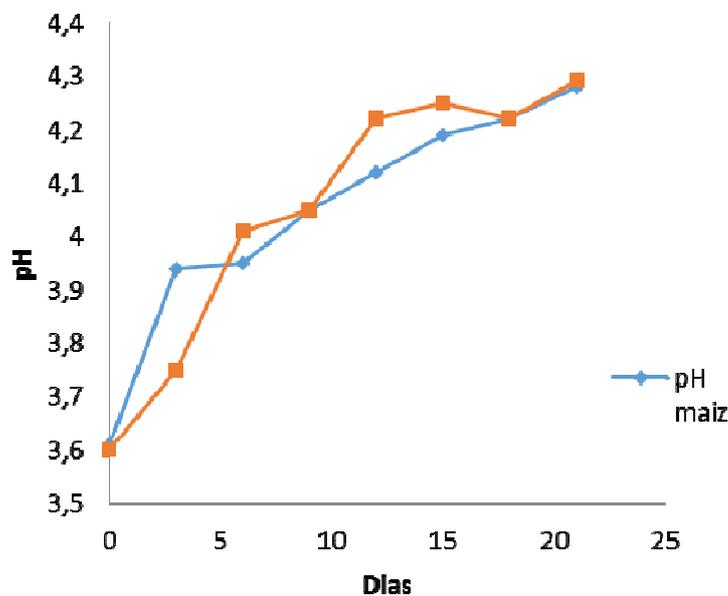


Figura 2. Grafico del comportamiento del pH a 0°C

Como se puede observar en la figura 3, el crecimiento de mohos fue mayor en la muestra de guayaba cubierta con la película a base de almidón modificado de maíz, por lo tanto es más recomendable el almidón de yuca, debida a que le da mayor estabilidad microbiológica al producto mínimamente procesado.

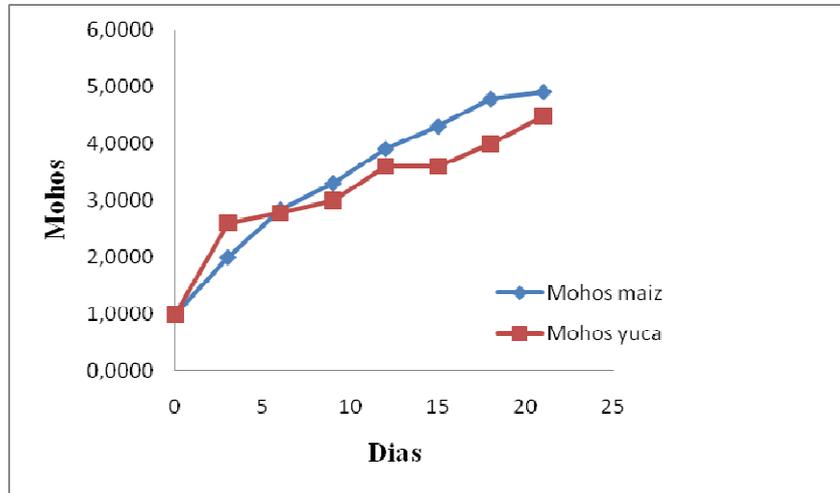


Figura 3. Gráfica del comportamiento de mohos a 0°C

Análisis de orden de la reacción y modelo de ajuste para levadura

En la figura 4, se observa el comportamiento de las levaduras en el producto terminado, evidenciándose que el crecimiento fue mayor el día cero y el día 21, en el recubrimiento elaborado con almidón de maíz modificado, al igual que en los mohos es más recomendable utilizar película comestible a base de almidón de yuca.

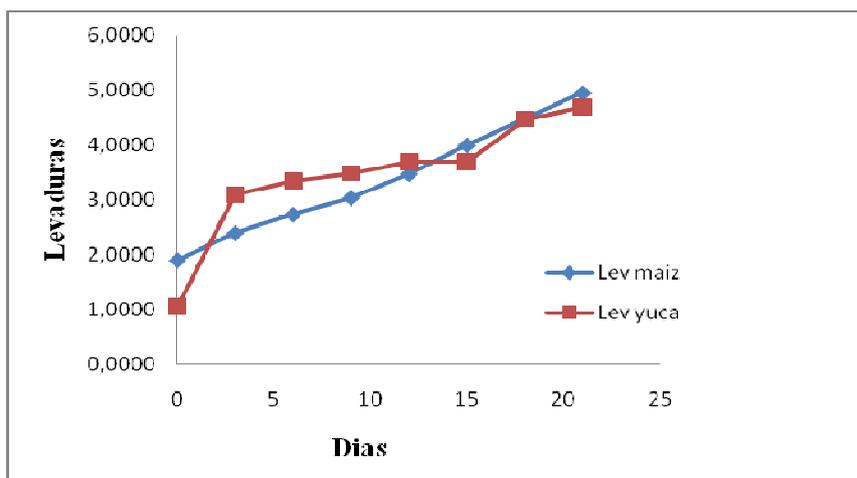


Figura 4. Gráfica del comportamiento de levaduras a 0°C

Análisis de orden de la reacción y modelo de ajuste para aerobios mesófilos.

En cuanto al crecimiento de los aerobios mesófilos en las dos muestras de guayaba mínimamente procesada y almacenada a 0°C durante 21 días y cubiertas con películas comestibles a base de almidón modificado de maíz y almidón de yuca, se puede considerar que fueron similares, sin embargo es de acotar que hubo mayor incidencia en el desarrollo de los microorganismos aerobios en el producto elaborado con almidón modificado de maíz, tal como se observa en la figura 5.

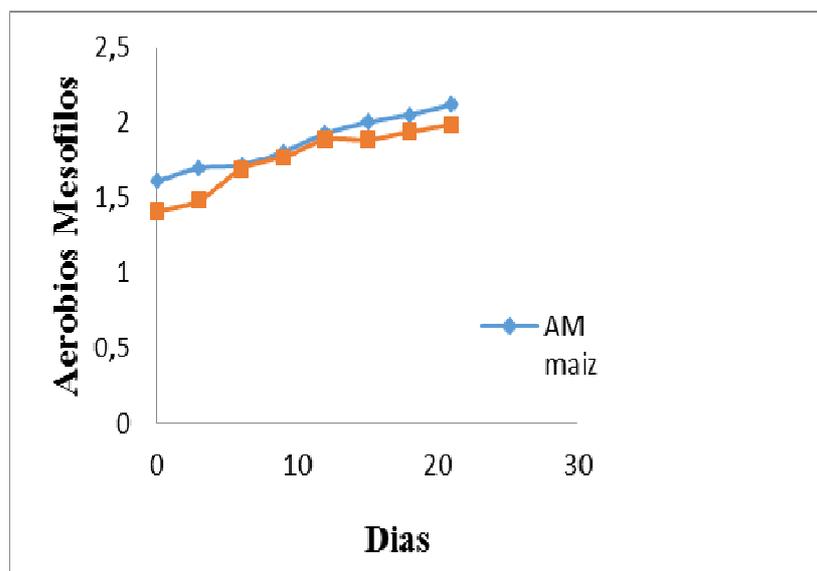


Figura 5. Gráfica del comportamiento de aerobios mesófilos a 0°C
Selección del indicador de deterioro

En base a los posibles variables medidas en este estudio podemos concluir que existe un indicador de deterioro, es decir; la variable dependiente levadura por tener valores iguales de máxima ufc/g permitidas, debido a la similitud que presentan las películas sobre la guayaba, como se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Modelos de regresión lineal para los indicador de deterioro: pH, log recuento de M, L y AM coeficientes de determinación para cada modelo (R^2), k y θ_s a 0°C

T °C	Respuesta	Modelo lineal	R^2 (%)	K	θ_s (días)
0	pH Maíz	3,75833+0,0273016*X	87,56	3,0273016	30,82
0	pH Yuca	3,7125+0,0320*X	86,24	0,0320	29,38
0	M. Maíz	1,45467+0,183264*X	95,76	0,183264	13,88
0	M.Yuca	1,69924+0,13652*X	88,36	0,13652	16,85
0	L.Maíz	1,87522+0,142731*X	99,43	0,142731	14,88
0	L.Yuca	2,0462+0,133401*X	80	0,133401	14,64
0	A.M.Maiz	1,59978+0,0252119*X	98,54	0,0252119	13,72
0	A.M.Yuca	4,25549+0,156944*X	94,81	0,156944	17,48

CONCLUSIONES

En la caracterización de la guayaba fresca se obtuvieron valores de 0,34 % de acidez titulable total, para el pH 4,19 y 10 °Brix, siendo similares a otras caracterizaciones de fruto de guayaba de la región.

Para mohos y levaduras hubo crecimiento en 10^2 ufc/g pero con mayor crecimiento la unidad formadora de colonia $1*10^2$, $5*10^2$, y para aerobios mesófilos $9,5*10^4$ valores que se encuentran por debajo de la bibliografía consultada.

Los cambios en la variables de respuestas medidas, analizadas mediante modelos cinético de orden cero y uno, mostraron mediante un análisis de varianza que el tiempo de almacenamiento y el recubrimiento causaron un efecto estadístico altamente significativo sobre la variabilidad de pH, mohos, levadura y aerobios mesófilos, debido a que el valor de P en todos los casos fue inferior a 0,01 con un nivel de confianza del 99%.

Los coeficientes de determinación (R^2) de los modelos ajustados para, pH, M, L, y AM indicaron, que más del 80% de la variabilidad de las mismas es afectada por la temperatura de almacenamiento y el recubrimiento.

El potencial indicador de deterioro para la guayaba recubierta con películas a 0°C durante 21 días con mediciones cada 3 días, fueron las levaduras, ya que alcanzó con menor tiempo la vida útil de 14,88 y 14,64 para la película de almidón modificado de maíz y de yuca respectivamente, de acuerdo con los parámetros establecidos en este estudio.

En términos generales podemos considerar que la película comestible con mejor comportamiento, en cuanto a las variables físico químicas y microbiológicas medidas en las muestras de guayabas almacenadas a 0°C durante 21 días, corresponde a la elaborada con almidón nativo de yuca.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Belloso, O; Rojas, M. A. y OMS, D. G. (2005). Calidad de frutas cortadas películas comestibles. Universidad de Lleida, España. Consultado en Octubre de 2014, Disponible en: www.innova-uy.info/
- Food And Agricultura Organization of the United Nations. (2001), Fichas técnicas procesados de frutas, .Consultado en Agosto de 2014.Disponibles en: <http://www.fao.org/>
- Flores, A. (2000). Manejo post-cosecha de frutas y hortalizas en Venezuela. Experiencias y recomendaciones. Editorial UNELLEZ. 2ed.Imprenta Nacional. San Carlos, estado Cojedes, Venezuela. 224 pág. 58
- García, M. (2006). Guía técnica del cultivo de la guayaba. Programa mag-centa-frutales, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal “Enrique Álvarez Córdova”. Consultado en Septiembre de 2014
- Olivas, O. (2009). Aplicaciones de películas y cubiertas comestibles y métodos combinados para mejorar sus propiedades, consultado en Septiembre de 2014.Disponibe en: http://catalogo.latu.org.uy/doc_num.php
- Pedroza, J. y Zabaleta, A. (2011). Evaluación de la vida útil de una ensalada de frutas compuesta por guayaba (*psidium spp.*), melón (*cucumismelo*), y piña (*ananás comosus l.*) cv española rojaminimamente procesada, impregnada al vacío con calcio, miel, ácido ascórbico y ácido cítrico. Trabajo de grado, UNELLEZ. Venezuela.
- Rojas Medina, P. (2009). Obtención y evaluación de la calidad de una ensalada de frutas mínimamente procesada enriquecida con componentes fisiológicamente activos

EVALUATION OF TWO EATABLES FILMS EDIBLE STARCH MODIFIED CORN (Zea Mays) AND CASSAVA STARCH (Manihot Esculenta) ON THE CHARACTERISTICS PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL OF GUAVA (Psidium Guajava)

(vitamina c y calcio), mediante técnicas de impregnación a vacío. Trabajo de Grado para optar al título de Magister en Ingeniería Agroindustrial. UNELLEZ. Venezuela.

ANALISIS DEL PERFIL DE DESEABILIDAD DEL VALOR NUTRICIONAL DE UN ALIMENTO EN BARRA A BASE DE AJONJOLÍ, MANÍ Y SUERO LÁCTEO EN POLVO

(ANALYSIS OF DESIRABILITY PROFILE OF PROTEINS, TOTAL CARBOHYDRATES, FAT AND CALORIES OF A BAR FOOD BASED ON AJONJOLÍ, MANÍ AND SERUM DAIRY POWDER)

Esmeralda Sequera, Carolina Farfán, William Zambrano

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Programa Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela

mariannys931@hotmail.com / carololith@gmail.com / wjzambrano@hotmail.com

Recibido: 13-01-2019/ Aceptado: 05-05-2019

RESUMEN

Esta investigación tuvo como propósito analizar el valor nutricional de un producto alimenticio tipo barra energética a base de tres componentes principales: Ajonjolí (X_1), maní (X_2) y suero lácteo en polvo (X_3), que cumpliera los estándares de calidad en cuanto a Carbohidratos Totales (Y_1), Lípidos (Y_2), Proteínas (Y_3) y Calorías (Y_4), de tal modo que satisficiera los requerimientos energéticos de los individuos. Para ello, se realizó una prueba piloto iniciando con tres (3) formulaciones en diferentes proporciones de los componentes principales, para luego utilizar un diseño de tipo Box-Behnken que estudiara los efectos de 3 factores en 15 tratamientos. Para poder determinar el aporte nutricional del producto se realizó análisis químico mediante la evaluación porcentaje de proteína, grasa cruda, carbohidratos (azúcares totales y almidón), y el aporte energético en calorías. Los factores experimentales tuvieron efectos estadísticos altamente significativos sobre las variables estudiadas, con coeficientes R^2 superiores al 80%, excepto en el caso de Y_3 que se obtuvo un R^2 de 71,2%. Las raciones co-optimizadas permitieron obtener una barra alimenticia con un 98,06% de deseabilidad usando cantidades de 13,2% de suero lácteo, 36,2% de maní y 24,9% de ajonjolí, aportando así un 20,75% de carbohidratos totales, 9,5% de grasa, 17,84% de proteína y 239,78 kCal/100 grs, lo que permite concluir que se trata de un alimento rico en las tres macromoléculas de importancia biológica (carbohidratos, lípidos y proteínas), y con un aporte calórico de entre el 8,2% y 12,5% de las calorías diarias que requiere un individuo adulto activo sano.

Palabras clave: barra alimenticia, aporte energético, raciones co-optimizadas, macromoléculas.

SUMMARY

The purpose of this research was to develop an food product type energy bar based on three main components: Sesame (X1), peanuts (X2) and dairy serum powder (X3), which met the chemical quality standards for Total Carbohydrates (Y1), Lipids (Y2) and Proteins (Y3), and physicochemistry with regard to calories (Y4), in such a way as to satisfy the energetic requirements of the individuals. For this, a pilot test was carried out, starting with three (3) formulations in different proportions of the main components, and then using a Box-Behnken type design that studied the effects of 3 factors in 15 treatments. In order to determine the nutritional contribution of the product, chemical analysis was carried out by evaluating the percentage of protein, crude fat, carbohydrates (total sugars and starch), and the energy intake in calories. The experimental factors had highly significant statistical effects on the variables studied, with R^2 coefficients higher than 80%, except in the case of Y3, which obtained an R^2 of 71.2%. The co-optimized rations made it possible to obtain a food bar with a 98.06% desirability, when using amounts of 13.2% of whey, 36.2% of peanuts and 24.9% of sesame, thus contributing 20% . , 75% of total carbohydrates, 9.5% of fat, 17.84% of protein and 239.78 kCal / 100 grs, which allows to conclude that it is a rich food in the three macromolecules of biological importance (carbohydrates, lipids and proteins), and with a caloric intake of approximately 10% of the daily calories required by a healthy active adult individual.

Keywords: food bar, energy supply, co-optimized rations, macromolecules.

INTRODUCCIÓN

En la Venezuela actual, dada la situación económica y social, es palpable la aparición de problemas de desnutrición y/o malnutrición, que padece una parte de la población, sobre todo aquella de bajos recursos. El primero de ellos es debido fundamentalmente al encarecimiento exacerbado los productos alimenticios de la cesta básica, y el segundo, motivado al limitado consumo de proteínas debido al encarecimiento de estas y a la ingesta de mayores cantidades de alimentos ricos en carbohidratos y grasas saturadas. Ante esto, las barras nutricionales son productos especialmente diseñados para contribuir a optimizar el rendimiento físico y proporcionar energía, son muy prácticas, pesan poco, caben en cualquier bolsillo, son resistentes a altas temperaturas y al frío sin necesidad de un aislante térmico, se deshacen en la boca casi sin esfuerzo y se digieren fácilmente.

La investigación se propuso desarrollar una barra que suministrara las tres macromoléculas de interés biológico: proteínas, carbohidratos y lípidos, de una manera balanceada, suficiente para satisfacer las demandas energéticas tanto de los individuos que presenten esas dos condiciones (desnutrición, malnutrición), así como aquellos bien alimentados. Para ello, es preciso utilizar fuentes vegetales y animales que suministren esos componentes, por ello, se seleccionaron, por la parte vegetal, el ajonjolí dado su alto contenido de proteínas y grasa, además de calcio, carotenos y vitaminas del grupo B, también se utilizó el maní por su buen contenido proteico y grasa, de esta última el 50% es de tipo monoinsaturada y el 30% poliinsaturada, que aportan ácidos grasos esenciales “Omega-6”, además de su aporte de fibra, fósforo y magnesio. Como las proteínas de origen vegetal se consideran de menor calidad respecto a las de origen animal, debido a que no contienen la totalidad de aminoácidos esenciales o no los tienen en la cantidades requeridas por el organismo, es preciso balancear o incorporar proteínas de ese tipo para compensar ese defecto, por ello, el suero lácteo viene a ser el componente que mejore las cualidades nutritivas de la barra.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las barras alimenticias han ganado espacio dentro de la alimentación humana, y hay estudios recientes que lo corroboran. Tal es el caso de Agostina (2016) en su investigación titulada “Desarrollo de una Barra de Cereal con Ingredientes Regionales, Saludable Nutricionalmente”, cuyo objetivo fue elaborar una barra energética con cereales: avena y maíz, adicionando frutas deshidratadas y frutos secos, aceite de oliva extra virgen, de tal forma de ofrecer un producto con las características nutricionales necesarias para el ser humano. El resultado de dicha evaluación obtuvo una buena aceptación de los evaluadores. El autor determinó el aporte nutricional realizando análisis de humedad, porcentaje de proteína, carbohidratos, grasa, fibra, sodio y cenizas.

Por otra parte, Román y Penott (2012), realizaron la caracterización de las materias primas granola y maní donde reportaron valores de proteínas y grasas con 8% y 11 % de granola y para el maní un 23% y 35% respectivamente, los análisis de las pruebas

sensoriales se realizaron de manera exploratoria de una escala de diez puntos, con dos formulaciones (M1 y M2), evaluando atributos tales como el sabor a cereal, donde no hubo diferencias estadísticas significativas entre las muestras con un nivel de confianza de 95%, la textura crujiente cuyo P-valor del test F (Fisher) dio 0,0149, inferior a 0,05 indicando que hubo diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las muestras con un nivel de confianza del 95% y el último atributo aceptación global no genero diferencias significativas entre las muestras.

MATERIALES Y MÉTODOS

La tabla 1 muestra la lista los materiales y equipos utilizados para el diseño experimental.

Tabla 1. Materiales y equipos utilizados

Materiales	Equipos
-Beaker (50 ml, 100 ml, 600 ml)	-Balanza analítica marca Adventurer precisión 0,0001g
-Balón de destilación Kjeldahl de cuello largo (500ml)	-Equipo de Kjeldahl de determinación de nitrógeno
-Matraz Erlenmeyer (500 ml, 250ml)	-Plancha de calentamiento
-Matraz Erlenmeyer de boca esmerilada (500 ml)	-Equipo de Goldfish de determinación de grasa cruda
-Embudos de cuello largo	-Manta marca electromante
-Pizetas con agua destilada	-Plancha de agitación marca Sibron/ thermolyne nuova
-Pipetas volumétricas (25 ml, 10 ml)	-Baño de maría
-Vasos Berzeliuz para equipo Golsfish	
-Soporte Universal y Pinzas	
-Espátulas	
-Papel de filtro N° 4, y N° 1	
-Mortero y mazo	
-Varillas de vidrio	
-Cilindros graduados (100 ml, 250ml)	
-Balón aforado (50 ml, 100ml)	
-Perlas de vidrio	
-Desecador de vidrio	
Condensadores	

MÉTODOS

Este trabajo se enmarca en la modalidad de investigación experimental bajo condiciones controladas en el Laboratorio de Bioquímica Aplicada de la UNELLEZ-VIPI.

Formulación de las Barras y Diseño de la Investigación

Se realizó la prueba piloto elaborando tres (3) formulaciones diferentes de los siguientes ingredientes como los son: ajonjolí, maní, suero lácteo en polvo, azúcar, mermelada, y leche. En la fase previa, se establecieron algunas pruebas pilotos, variando las proporciones de los componentes principales para ver el comportamiento del producto en cuanto a su textura. Al utilizar 20% ajonjolí, 25% maní, 15% suero lácteo, 30% azúcar y 10% mermelada de frutas, se observó que la barra quedó con una textura agradable, firme, los ingredientes se homogenizaron adecuadamente, siendo esta la prueba de referencia para plantear el diseño de la investigación, para el cual se utilizó el software STAGRAPHICS Versión Centurión, originando un diseño factorial Box-Behnken con tres factores experimentales, 01 bloque, 15 corridas experimentales y tres puntos centrales totalmente aleatorizados (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Niveles de estudio de los factores experimentales.

	-1	0	1
X1: Ajonjolí (%)	15	20	25
X2: Maní (%)	25	30	35
X3: Suero de leche (%)	5	10	15

Tabla 3. Matriz “D” de diseño con variables codificadas y naturales

Tratamiento	X1: Ajonjolí		X2: Maní		X3: Suero Lácteo		Y1: Prot. (%)	Y2: CHO Totales (%)	Y3: Grasa (%)	Y4: Calorías (Kcal/100grs)
	Codificada	Natural	Codificada	Natural	Codificada	Natural				
1	+1	25	-1	25	0	10	20,49	4,06	16,61	185,00
2	0	20	0	30	0	10	20,36	1,49	17,49	164,90
3	-1	15	0	30	-1	5	18,07	6,84	18,22	206,73
4	-1	15	-1	25	0	10	21,44	8,94	16,81	232,69
5	0	20	+1	35	+1	15	21,91	4,42	16,19	192,21
6	-1	15	0	30	+1	15	23,05	8,03	11,86	211,98
7	+1	25	0	30	+1	15	22,01	5,24	18,34	208,66
8	-1	15	+1	35	0	10	20,24	7,08	21,11	229,17
9	0	20	0	30	0	10	20,36	4,21	19,17	196,05
10	0	20	+1	35	-1	5	17,55	6,41	20,81	211,20
11	0	20	-1	25	-1	5	18,21	5,06	17,84	189,82
12	+1	25	+1	35	0	10	19,59	9,50	15,89	227,48
13	0	20	-1	25	+1	15	23,18	4,88	15,01	196,73
14	0	20	0	30	0	10	20,36	4,34	13,96	136,38
15	+1	25	0	30	-1	5	17,67	6,60	14,36	187,61

Elaboración de las Barras

- **Recepción de la materia prima:** se realiza con la finalidad de asegurar la calidad del producto terminado, la materia prima que es el ajonjolí, el maní, el Suero Lácteo en polvo, azúcar, mermelada, deben estar en perfecto estado para realizar la barra alimenticia.
- **Pesado de la materia prima:** se pesan cada ingrediente individualmente, de acuerdo a cada porcentaje correspondiente a cada barra alimenticia. En el caso del maní, se llevó al desecador para eliminar el contenido de humedad presente en el mismo para luego realizar la molienda y así obtener la pasta de maní
- **Mezclado y homogenización:** se mezclan los ingredientes secos y luego los ingredientes líquidos en un recipiente, se lleva a calentamiento a 80°C mezclando durante 10 minutos.

- **Colocar en moldes:** se coloca la mezcla en las bandejas para luego llevarlos al horno.
- **Horneado:** se llevan las bandejas al horno durante 15 minutos a una temperatura de 100°C.
- **Cortado:** se corta la mezcla en rectángulos de 10cm x 5 cm.
- **Enfriamiento:** se llevan las barras a reposo a una temperatura ambiente.
- **Empaquetado:** las barras son empaquetadas al vacío.
- **Almacenamiento:** a temperatura ambiente.

Determinación mediante perfiles de deseabilidad, que de mejores resultados en cuanto a proteínas, carbohidratos totales, grasa y calorías en la barra.

Se realizó utilizando el programa JMP v.4

Determinación de las variables de estudio:

- **Proteínas:** Se determinó por el método de la norma COVENIN 1195-80
- **Carbohidratos Totales:** se determinó por método Lane Eynon, a través de la sumatoria de los azúcares totales y el almidón.
- **Grasa:** Se determinó mediante el método de Goldfish
- **Calorías:** Se determinó por cálculo directo de las calorías suministradas por carbohidratos totales (4kCal/gr), lípidos (9kCal/gr) y proteínas (4kCal/gr).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados mostrados en la Tabla 3, en cuanto a Proteínas, Carbohidratos Totales, Lípidos, y Calorías, permiten realizar un análisis estadístico por cada respuesta estudiada. De esta manera, en la Tabla 4, se presenta el análisis de varianza para la variable Y_1 : Proteínas, donde se observa que los tratamientos y regresión no fueron significativos ($p > 0,05$), indicando que no hubo efecto de los tratamientos en la respuesta proteínas (Y_1). La interacción $X_1 * X_3$ presento baja significancia con la variabilidad de la respuesta

proteínas (Y_2). El coeficiente R^2 obtenido para esta respuesta es de 71,3%, quiere decir que en esa proporción se explica la variabilidad de dicha respuesta por los factores experimentales estudiados.

Tabla 4. Análisis de estadístico para la respuesta Y_1 Proteínas

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
X1:ajonjoli	15,6716	1	15,6716	0,19	0,6796 ns
X2:mani	119,313	1	119,313	1,46	0,2807 ns
X3:suero lácteo	193,474	1	193,474	2,37	0,1843ns
X1· X1	15,6807	1	15,6807	0,19	0,6795 ns
X1· X2	100,771	1	100,771	1,23	0,3171 ns
X1· X3	427,538	1	427,538	5,24	0,0708*
X2· X2	92,0571	1	92,0571	1,13	0,3369 ns
X2· X3	12,7306	1	12,7306	0,16	0,7092 ns
X3· X3	25,8421	1	25,8421	0,32	0,5980 ns
Error total	408,198	5	81,6395		
Total (corr.)	1422,39	14			

$$R^2 = 71,30\%$$

Para la variable Y_2 : Carbohidratos Totales (Tabla 5), el análisis de varianza indica que los factores X_1 , X_2 y X_3 tuvieron un efecto estadístico significativo sobre las variables en estudio ($t < 0,01$), con un R^2 de 99,99%, que según Chacín (2000), se considera que el modelo tuvo buen ajuste, dejando claro que el uso de los tres componentes principales de la barra (ajonjolí, maní y suero lácteo) permiten un adecuado contenido de carbohidratos en la barra alimenticia. Mientras que para la variable Y_3 : Grasa (Tabla 6) el R^2 explica un 89,36% de la variabilidad de esta respuesta, y el modelo cuadrático $X_1 \cdot X_1$ tuvo un efecto altamente significativo ($p < 0,01$) sobre la variabilidad de esta respuesta, y la interacción $X_1 \cdot X_2$ también tuvo un efecto estadístico significativo ($p < 0,01$), por lo cual el uso de ajonjolí y maní aportan cantidades suficientes de grasa en el producto final.

Tabla 5. Análisis estadístico para la respuesta Y₂: Carbohidratos totales

Análisis de Varianza				
Fuente	G.L	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F
Modelo	9	47,040868	5,22676	3829,131
Error	5	0,006825	0,00136	
C. Total	14	47,047693		

Parámetros Estimados				
Termino	Estimado	Error Estándar	Valor t	Prob> t
Intercepto	20,24	0,10005	202,30	<.0001
X1:Ajonjolí	-0,076	0,002612	-29,09	<.0001
X2:Maní	-0,10075	0,002612	-38,57	<.0001
X3:Suero Lácteo	0,46625	0,002612	178,47	<.0001
X1·X1	0,00135	0,000769	1,76	0,1396
X1·X2	0,003	0,000739	4,06	0,0097
X1·X3	-0,0064	0,000739	-8,66	0,0003
X2·X2	0,00185	0,000769	2,41	0,0612
X2·X3	-0,0061	0,000739	-8,26	0,0004
X3·X3	-0,00775	0,000769	-10,08	0,0002

Resumen de ajuste	
R ²	99,99%
R ² Ajustado	99,96%
Error cuadrático medio	0,036946
Media de respuesta	20,29933
Observaciones	15

Tabla 6. Análisis estadístico para la respuesta Y₃ Lípidos

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
X ₁ :ajonjoli	331,943	1	331,943	2,84	0,1526 ns
X ₂ :mani	221,088	1	221,088	1,89	0,2273 ns
X ₃ :suero lácteo	61,1065	1	61,1065	0,52	0,5018 ns
X ₁ ·X ₁	2494,54	1	2494,54	21,36	0,0057 **
X ₁ ·X ₂	1176,18	1	1176,18	10,07	0,0247 *
X ₁ ·X ₃	145,552	1	145,552	1,25	0,3150 ns
X ₂ ·X ₂	536,344	1	536,344	4,59	0,0850 ns
X ₂ ·X ₃	72,5989	1	72,5989	0,62	0,4661 ns
X ₃ ·X ₃	104,006	1	104,006	0,89	0,3886 ns
Error total	583,826	5	116,765		
Total (corr.)	5487,25	14			

R² = 89,36%
R² (ajustada por g.l.) = 70,2089 %
Error absoluto medio = 4,6368
Estadístico Durbin-Watson = 1,61282 (P=0,3524)
Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,180437

El análisis estadístico de la variable Y_4 : Calorías (Tabla 7), evidencia que para los tratamientos y la regresión del modelo se obtuvieron valores $p < 0,01$, esto explica que los términos cuadráticos $X_1 * X_1$: Ajonjolí por Ajonjoli, y $X_2 * X_2$: Maní por Mani causaron un efecto estadístico poco significativo sobre la variabilidad de dicha respuesta, indicando así que las medias entre los distintos tratamientos son diferentes, con un nivel de confianza del 95%. El coeficiente R^2 explica que el 88,59,% de la variabilidad se ve afectada directamente por los factores de estudio y sus niveles utilizados bajo condiciones experimentales controladas. Chacin (2000) indica buena predicción del modelo cuando el R^2 es superior al 80%. Se concluye entonces que el ajonjolí y el maní son los que contribuyen en mayor medida al aporte energético de la barra.

Tabla 7. Análisis estadístico para la respuesta Y_4 : Calorias

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
X_1 :ajonjoli	702,0	1	702,0	5,26	0,0703 ns
X_2 :mani	302,088	1	302,088	2,26	0,1927 ns
X_3 :suero lácteo	30,1088	1	30,1088	0,23	0,6547 ns
$X_1 X_1$	2074,66	1	2074,66	15,55	0,0109 *
$X_1 X_2$	614,048	1	614,048	4,60	0,0847 ns
$X_1 X_3$	52,8529	1	52,8529	0,40	0,5567 ns
$X_2 X_2$	1508,72	1	1508,72	11,31	0,0200 *
$X_2 X_3$	133,402	1	133,402	1,00	0,3632 ns
$X_3 X_3$	90,2577	1	90,2577	0,68	0,4482 ns
Error total	666,903	5	133,381		
Total (corr.)	5844,5	14			

$R^2 = 88,59\%$
 R^2 (ajustada por g.l.) = 68,0499 %
 Error estándar del est. = 11,549
 Error absoluto medio = 5,06089
 Estadístico Durbin-Watson = 0,8639 (P=0,0158)
 Autocorrelación residual de Lag 1 = 0,528478

Fuente: Stagraphics plus (2018)

Perfiles de deseabilidad de la barra alimenticia

La figura 1 muestra los perfiles de deseabilidad de la barra alimenticia a base de ajonjolí, maní y suero lácteo, estableciendo la premisa que debe ser un producto con alto

contenido proteico, debido a la importancia de sus funciones biológicas, un aporte moderado de carbohidratos, que no contribuya en gran medida al aumento de peso y obesidad, y bajo contenido de grasas saturadas que vayan en detrimento de la salud cardiovascular, todo ello conformando un producto con la cantidad de calorías que compensen el déficit calórico que puedan presentar individuos con malnutrición o desnutrición.

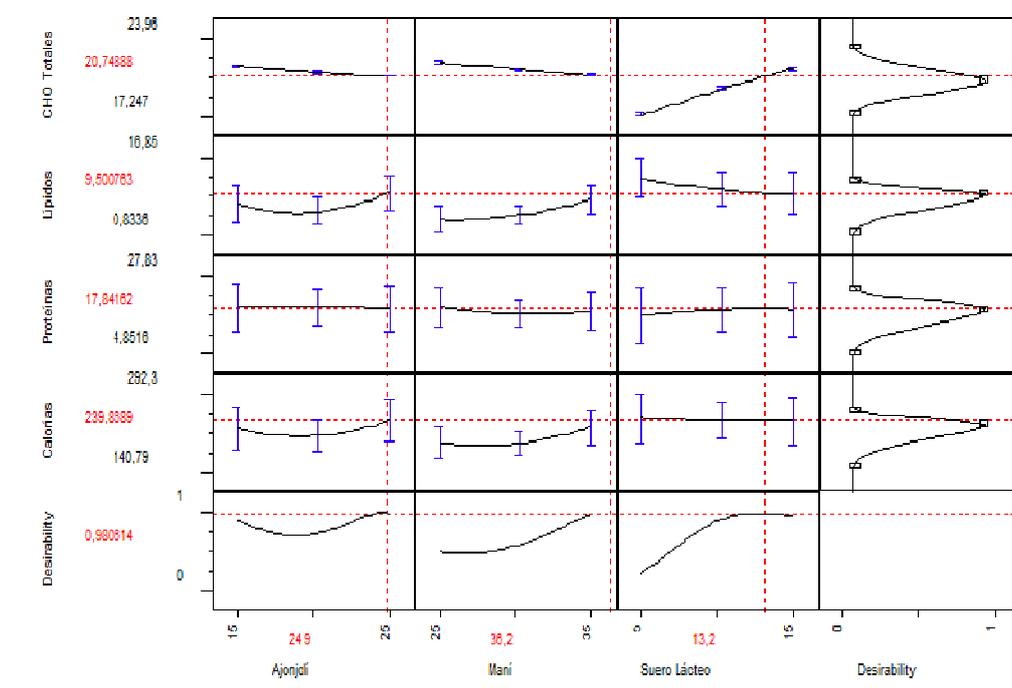


Figura 1. Perfil de deseabilidad de una barra alimenticia a base de ajonjolí, maní y suero lácteo.

De esta manera, de acuerdo a dichos perfiles de deseabilidad, se evidencia que usando un 24,9% de ajonjolí, 36,2% de maní y 13,2% de suero lácteo, se obtiene un producto con un 98,1% de deseabilidad con un 20,7% de carbohidratos totales, 9,5% de lípidos, 17,8% de proteínas y 239,9 kCal por cada 100 grs de barra. Murray *et al* (2012) indica que un ser humano adulto de 70 kg requiere alrededor de 1.920 a 2.900 kcal provenientes de

combustibles metabólicos cada día, según su actividad física, de manera que la ingesta de 100 grs de barra suministraría entre el 8,2% y el 12,5% del total de kCal requeridas, por lo que al aumentar el número de raciones por parte de personas con condiciones de malnutrición y/o desnutrición, el aporte energético sería mayor. En todo caso, esta investigación sólo plantea el consumo de la barra como complemento nutricional, y en ningún caso como sustituto parcial o total del resto de los componentes de una dieta saludable y balanceada.

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio evidencian que el uso de los componentes ajonjolí, maní, y suero lácteo, teóricamente compensan en gran medida el déficit de calorías de personas en estado de malnutrición, suministrando cantidades importantes de proteínas (cerca de 18%), carbohidratos (aproximadamente 20%) y lípidos (cerca del 10%) y calorías (cerca de 240 kCal/100 grs), lo que representa un aporte calórico total de entre el 8-12% de las requeridos diariamente. Asimismo, se concluye que el producto tuvo excelente valor biológico en cuanto a proteínas se refiere, porque utiliza tanto fuentes vegetales (ajonjolí y maní) como animales (suero lácteo), para el suministro de la totalidad de los aminoácidos esenciales y no esenciales que el organismo necesita. El perfil de deseabilidad resultante muestra que para obtener una barra con las condiciones señaladas anteriormente, es preciso emplear cantidades de 24,9% de ajonjolí, 36,2% de maní y 13,2% de suero lácteo en la formulación de la barra, garantizando así un producto con 98% de deseabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agostina, C. 2016. Desarrollo de una Barra de Cereal con Ingredientes Regionales, Saludable Nutricionalmente. Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis de Grado.
- Chacín, F. 2000. Diseño y Análisis de experimentos. Ediciones del Vicerrectorado Académico Universidad Central de Venezuela.

- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1980. Alimentos: Determinación de Nitrógeno Total. Método Kjeldahl. Editado por FONDONORMA, Caracas.
- Murray, R.; Bender, D.; Botham, K.; Kennely, P.; Rodwell, V. y Weil, P. 2012. Harper Bioquímica Ilustrada 29^a Edición. Mc Graw-Hill interamericana Editores, S.A. México D.F.
- Román I., y Penott, J (2012) Evaluación fisicoquímica, sensorial y estimación de la vida útil de una barra energética nutricional a base de granola y maní (*Arachis hypogaea*), cubierta de chocolate fortificada con proteína de suero lácteo. Facultad de Ing. Agroindustrial. Venezuela.

**CONDICIONES DE SECADO DEL CILANTRO CIMARRÓN (*Eryngium foetidum*)
APLICANDO MODELOS CINÉTICOS**

**(*DRYING CONDITIONS OF THE CIMARRÓN CILANTRO (Eryngium foetidum)*
APPLYING KINETIC MODELS)**

Yesenia Cruz, Jordy Gámez

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Programa Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela.

yeseniacruzalvarez2706@gmail.com / jordyjavier@hotmail.com

Recibido: 17-02-2019/ Aceptado: 20-04-2018

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue encontrar un modelo matemático que permitiera determinar las condiciones de secado del Cilantro Cimarrón (*Eryngium foetidum*) a diferentes temperaturas. En un secador de bandejas perforadas, en el laboratorio, se llevaron a cabo las pruebas de secado a temperaturas de 40, 50 y 60 °C, con una velocidad de aire constante de 7 m/s. Para el análisis de las curvas de secado se utilizaron dos modelos: Lineal y el de Fornell. La humedad en estado fresco del Cilantro Cimarrón fue 84,70% ±0,92 y la humedad de equilibrio encontrada fue de 0,05 (g de agua /g ss) correspondientemente a la temperatura de 50°C, equivalentes a una reducción de humedad de 79,4 % de su contenido inicial. En este vegetal se observó un periodo decreciente en la mayor parte del proceso de secado para los tres tratamientos. La predicción del modelo de Fornell presentó mejores ajustes (valores de R² superior a 0,99) en las curvas de secado del cilantro cimarrón. La temperatura de secado óptima fue de 50 °C debido a que mostró los mejores resultados en los parámetros estudiados (*a_w* y humedad de equilibrio) con menor gasto energético.

Palabras clave: Humedad de equilibrio, curvas de secado, secador de bandejas.

SUMMARY

The purpose of this work was to find a mathematical model that would allow to determine the drying conditions of Cimarron coriander (*Eryngium foetidum*) at different temperatures. In a dryer of perforated trays, in the laboratory, the drying tests were carried out at temperatures of 40, 50 and 60 ° C, with a constant air velocity of 7 m / s. For the analysis of drying curves, two models were used: Lineal and Fornell. The fresh moisture of the Cimarron coriander was 84.70% ± 0.92 and the equilibrium moisture found was 0.05 (g of water / g ss) corresponding to the temperature of 50 ° C, equivalent to a reduction of humidity of 79.4% of its initial content. In this vegetable a decreasing period was observed in most of the drying process for the three treatments. The prediction of the Fornell model presented better adjustments (R2 values higher than 0.99) in the drying curves of the cimarron coriander. The optimal drying temperature was 50 ° C because it showed the best results in the parameters studied (aw and equilibrium humidity), with lower energy expenditure.

Keywords: Equilibrium moisture, curves drying, dryer trays.

INTRODUCCIÓN

El secado es una operación unitaria empleada para la conservación de alimentos. Esta técnica consiste en la eliminación de la totalidad del agua libre de un sólido, lo que permite que se reduzcan las reacciones bioquímicas e inhiban el crecimiento microbiano, por consiguiente, se prolonga la vida útil de los alimentos (Brennan *et al.*, 1998; Casp y Abril, 1999; McCabe *et al.*, 1991; Ratti, 2001). Las ventajas operativas de los productos deshidratados es que disminuye considerablemente el peso de los mismos (son más ligeros), ocupan menor volumen, lo cual consigue ahorros importantes en el almacenamiento y transporte, además su vida útil es mayor, relativamente barato y fácil de implementar (Casp y Abril, 1999). Esta operación unitaria permite estudiar la extracción del agua contenida en los alimentos tipo hierbas por medios físicos hasta que el nivel del agua es adecuado para su conservación por largos periodos (Knoule, 1968). Generalmente, el secado más eficiente y recomendado es el que se realiza por aire caliente y se lleva a cabo en túneles o cabinas donde se coloca el producto, ya que los equipos permiten controlar el proceso de deshidratación: temperatura y velocidad del aire, y la disponibilidad del alimento a secar (Treybal, 1965).

En Venezuela el consumo de cilantro cimarrón principalmente es en hojas frescas, específicamente en alimentos como sopas o caldos, mientras que el consumo en su forma deshidratada es prácticamente nulo, desaprovechando de esta manera una importante oportunidad de esta hierba nacional. La producción de este rubro se obtiene a escala doméstica, cultivadas en patios y jardines de la mayoría de los hogares venezolanos. Es un rubro resistente al clima tropical, lo que lo hace una hierba potencial para la producción intensiva, sin embargo, es estacional, lo que genera que la oferta supere la demanda en consumo fresco, en épocas específicas, generando significativamente pérdidas postcosechas del rubro.

En función de las características particulares del cilantro cimarrón (*Eryngium foetidum*), y considerando además, que no existen precedentes en el estudio de la operación de secado en esta hierba, se plantea como objetivo de la investigación estudiar las condiciones de secado del cilantro cimarrón (*Eryngium foetidum*) aplicando modelos matemáticos, y basando el estudio en la determinación de parámetros como; humedad en base seca, humedad en base húmeda, velocidad de secado, temperatura de secado óptima, así como la humedad crítica y humedad de equilibrio del rubro, para predecir las mejores condiciones para la deshidratación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El tipo de investigación es exploratoria y experimental, desarrollada en el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos de la UNELLEZ San Carlos. La población de la investigación consistió en plantas enteras de cilantro cimarrón del estado Cojedes, de los cuales se tomó como subconjunto o muestra la producción de cilantro cimarrón del caserío tierra caliente municipio Ezequiel Zamora, estado Cojedes. Las muestras fueron las hojas y los tallos sin raíz del mencionado rubro, donde la unidad experimental fue representada en cantidades de 200 g. aproximadamente para cada tratamiento térmico. Las muestras frescas (Figura 2) fueron trasladadas hasta el laboratorio de fisiotecnología postcosecha de frutas y hortalizas de la UNELLEZ para su selección (tamaño homogéneo), cortado de raíces,

lavado y escurrido, verificando un acondicionamiento adecuado, y procediendo a la obtención de la harina de cilantro cimarrón de acuerdo al esquema tecnológico presentado en la Figura 1.



Figura 1. Esquema tecnológico para la obtención de harina de cilantro cimarrón.



Figura 2. Cilantro cimarrón seleccionado y lavado

Secado: el cilantro cimarrón acondicionado, se deshidrató en un secador de bandeja, con diferentes temperaturas del bulbo seco (40, 50 y 60 °C) hasta alcanzar peso constante. La velocidad del aire de secado fue 7 m/s para todos los tratamientos, y la carga de trabajo por tratamiento para el cilantro fue 200 g colocados en una bandeja perforada metálica.

Proceso experimental de secado: Los datos del proceso de secado del cilantro cimarrón (humedad del sólido y tiempo) se obtuvieron pesando periódicamente las muestras, a intervalos de 10 minutos para la primera hora luego a intervalos de 20 minutos. El procedimiento se repite para cada tratamiento, con una balanza digital semianalítica.

Técnicas de recolección de datos.

A la muestra de cilantro fresco se le determinó la humedad inicial y la actividad de agua (a_w) antes de ser sometido a la deshidratación. La humedad se determinó de acuerdo al método establecido por la norma AOAC (2005), en la cual se tomaron de 3 g de muestra y se sometió a secado a $105^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 24 h., en una estufa de aire forzado hasta llevar a peso constante. Dicho valor se obtuvo por diferencia de peso; el inicial con respecto al peso final. La actividad de agua es un método directo, donde se introduce la muestra en el equipo Aqualab CX-2 Model series 3TE a 25° y se cuantifica la lectura directamente en el equipo proporcionando el valor de la a_w .

Una vez deshidratada la muestra y obtenidos datos del proceso de secado se procedió a la utilización de algunas ecuaciones matemáticas para determinar valores requeridos para la construcción de las curvas de deshidratación.

Cálculo de Humedad en base seca (Hbs), base húmeda (Hbh) y velocidad de secado (Vs).

La humedad del alimento se expresa en Base seca o en base húmeda, y en este caso se cuantificó después que el cilantro cimarrón fue sometido a deshidratación en un determinado tiempo y se calculó como la cantidad de agua en la unidad del sólido del alimento, expresado(a) por las fórmulas:

$$Hbs \text{ (g agua/g ss)} = (Psh - Pss) / Pss \quad \text{Ecuac. 1}$$

$$Hbh \text{ (g agua/g producto)} = (Psh - Pss) / Psh \quad \text{Ecuac. 2}$$

$$Vs \text{ (g agua/g ss.min)} = (-dHs/dt). \quad \text{Ecuac. 3}$$

Psh: Peso del sólido húmedo (producto), Pss: Peso del sólido seco.

De donde $Pss = ((100 - \%humedad \text{ del alimento fresco}) \times Psh) / 100$

Donde, Psho: Peso del sólido húmedo al inicio del proceso de secado en kg.

Técnicas de análisis de datos.

Para la obtención de las curvas de secado experimentales se llevó un registro de los datos obtenidos de forma experimental en intervalos de periodo constantes con los cuales fue posible calcular la humedad (g. agua/ g. ss.) del producto para cada tiempo, obteniendo las gráficas que relacionan la pérdida de humedad con respecto al tiempo, para verificar la existencia de periodos de velocidad constante o periodos de velocidad decreciente. Las curvas de secado obtenidas se analizaron de acuerdo a su cinética, utilizando la ecuación propuesta por Fornell *et al.*, (1980) y un modelo lineal, para ajustar dichas curvas. Finalmente, se aplicó análisis de varianza (ANOVA) para determinar la significancia de los tratamientos estudiados, así como la comparación entre el modelo normalizado y el modelo lineal. Se utilizó para el ANOVA la prueba t- Student con dos colas a un nivel de confianza del 95%, para obtener los porcentajes de error en los dos modelos aplicados y así determinar si los modelos son iguales, se utilizó el software statgraphics plus versión 5.1.

Modelo Normalizado (curva característica de secado).

La aplicación del modelo matemático propuesto por Fornell *et al* (1980) se llevó a cabo mediante el uso de una hoja de cálculo de Excel a partir de los datos obtenidos de humedad contra tiempo.

$$f(w) = ((\Delta w/\Delta \theta)/(T_{bs} - T_{bh}) \cdot V^{0,5}) \quad \text{Ecuac. 4}$$

Donde:

$\Delta w/\Delta \theta$ = Velocidad de secado en el periodo de velocidad (Kg. agua/Kg. sólido seco/hora).
 T_{bs} = Temperatura de bulbo seco (°C); T_{bh} = Temperatura de bulbo húmedo del aire (°C); V = Velocidad del aire; $f(w)$ = función del contenido de humedad; W = contenido de humedad (kg agua/kg sólido seco)

Modelo Lineal.

Se aplicó un modelo lineal las curvas de velocidad de secado en función de la humedad del tipo:

$$\Delta w/\Delta \theta = aW + b \quad \text{Ecuac. 5}$$

Donde:

a y b: son los valores de la pendiente, determinadas para las predicciones de las curvas de secado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Proceso de secado del Cilantro Cimarrón

En la tabla 1, el proceso de secado del Cilantro Cimarrón refleja diferencias entre los tratamientos en cuanto al tiempo de secado del material biológico a 40°C fue de 180 minutos, mientras que para el tratamiento de 50°C fue de 150 minutos y finalmente a 60°C tardó 120 minutos en lograr su peso constante. Es decir que las diferencias de tiempo entre el T40 con T60 son 60 minutos, aun cuando los porcentajes de humedad de equilibrio de los diferentes tratamientos son cercanos. Estos resultados son muy diferentes a los encontrados por Ortiz (2004), quien determinó que el tiempo de secado del cilantro español a 45°C y velocidad de aire de 5 m/s, fue de 540 min. Claro está que, aunque pertenecen a la misma familia de cilantros el aspecto de sus hojas es diferente. La forma de la hoja de Cilantro Cimarrón permite que la superficie de contacto sea muy alta en el secador de bandejas perforadas, favoreciendo notablemente la pérdida de peso de dicho rubro en corto tiempo. En otro tratamiento de Ortiz (2004) donde sólo modificó la velocidad de aire a 10

m/s, el tiempo se redujo a 390min. Quiere decir que la velocidad de aire tiene un efecto combinado con la temperatura para la remoción de la humedad.

Tabla 1. Proceso de secado del cilantro cimarrón utilizando diferentes temperaturas de bulbo seco velocidad de aire constantes.

TIEMPO DE SECADO(min)	PÉRDIDA DE PESO (g)		
	40 °C	50°C	60°C
0	217	210	205
10	149	129	128
20	122	82	73
30	102	62	55
40	87	51	46
50	72	43	39
60	58	38	37
80	46	35,5	35
100	36	34,5	34,8
120	34	34,5	34,8
150	32,95	34,5	
180	32,9		

Actividad de agua (*aw*) del cilantro cimarrón antes y después de la deshidratación

En la tabla 2, se muestra la actividad de agua del Cilantro Cimarrón fresco, la misma mostró un valor de $0,993 \pm 0.002$, valor característico en vegetales frescos, que según Badui (2006), la *aw* es superior a 0,97. Luego de la deshidratación del mismo rubro los valores obtenidos de *aw* fueron diferentes para cada tratamiento obteniéndose valores desde 0,440 hasta 0,490 °C para las tres temperaturas de secado. Estos resultados de *aw* en la harina (Figura 3) de la hierba deshidratada reflejan que es un producto de alta estabilidad (Badui, 2006), que impide el crecimiento microbiológico y por tanto alarga la vida útil del alimento.

Tabla 2. Actividad de agua (*aw*) del cilantro cimarrón antes y después de la deshidratación a diferentes temperaturas

RUBRO	FRESCO	DESHIDRATADO		
	34°C	40°C	50°C	60°C
CILANTRO CIMARRÓN	$0,993 \pm 0.002$	$0,440 \pm 0.005$	$0,490 \pm 0.010$	$0,477 \pm 0.008$



Figura 3. Muestra de cilantro cimarrón deshidratadas a 50 °C y molida.

Humedad de equilibrio para el cilantro Cimarrón

La tabla 3, indica que la humedad de equilibrio para el T40 fue de 0,06 (g de agua /g ss), mientras que la Hbh fue de 5,68(%), la velocidad de secado 0,219 (g de agua /g de ss. min) y el tiempo de secado total en 180 min. En cuanto al T50 la humedad de equilibrio se alcanzó en 0,05 (g de agua /g ss), la velocidad de secado fue de 0,249 (g de agua /g de ss. Min) y su Hbh final fue de 5,1(%), mientras que el tiempo requerido para alcanzar la humedad de equilibrio fue de 150 min.

Tabla 3. Humedad en base seca, en base húmeda y velocidad de secado del Cilantro Cimarrón a 40°C, 50 °C y 60 °C.

TIEMPO DE SECADO (min)	HUMEDAD BASE SECA (g de agua /g ss)			VELOCIDAD DE SECADO (g de agua /g de ss. Min)			HUMEDAD BASE HÚMEDA (%)		
	T 40°C	T 50°C	T 60°C	T 40°C	T 50°C	T 60°C	T 40°C	T 50°C	T 60°C
0	5,99	5,45	5,211				85,7	84,5	83,9
10	3,8	2,96	2,878	0,219	0,237	0,276	79,17	75,77	71,05
20	2,93	1,52	1,212	0,087	0,157	0,124	74,56	60,3	54,788
30	2,29	0,9	0,666	0,064	0,061	0,055	69,58	47,5	39,991
40	1,8	0,57	0,394	0,048	0,034	0,027	64,33	36,18	28,25
50	1,32	0,32	0,182	0,048	0,025	0,021	56,9	24,3	15,372
60	0,87	0,17	0,121	0,045	0,015	0,006	46,5	14,34	10,797
80	0,48	0,09	0,06	0,019	0,004	0,002	32,54	8,31	5,7
100	0,16	0,06	0,054	0,016	0,002	0	13,8	5,65	5,158
120	0,1	0,05	0,054	0,003	0,000	0	8,73	5,1	5,158
150	0,06	0,05		0,001	0,000		5,825	5,1	
180	0,06			0,000			5,68		

Por último y no menos importante, la misma tabla indica que la humedad de equilibrio para el T60 fue 0,054 (g de agua /g ss), Hbh de 5,16 % a una velocidad de secado de 0,233 (g de agua /g de ss. Min), alcanzando un tiempo de secado total de 120 min. Los tres tratamientos obtuvieron humedades de equilibrio con valores aproximados tanto en Hbs como para Hbh. Es importante resaltar la fuerte influencia de la temperatura de bulbo seco en el tiempo de secado para el cilantro. La velocidad de secado para los tres tratamientos se incrementó directamente proporcional al aumento de temperatura, es decir la Vs en T40 es inferior a la de T50 y ésta menor a T60

Curvas de velocidad de secado para el Cilantro Cimarrón.

En la Figura 4, el tiempo de secado para el cilantro cimarrón es relativamente corto en comparación con otros vegetales, tardando como máximo 180 minutos en la temperatura más baja de deshidratación (T40). En la misma figura se puede visualizar que los Tratamientos T50 y T60 tienen comportamientos similares, mostrando claramente que la humedad en base seca descende rápidamente, al punto que a los 50 minutos se ha retirado, en ambos tratamientos, la mayor cantidad de agua, es decir valores muy cercanos a la humedad de equilibrio del cilantro cimarrón. Mientras que para el T40 se visualiza que retira la mayor cantidad de agua en los primeros 100 minutos de secado. Se evidencia que la temperatura tiene un efecto significativo en el retiro de agua del material biológico.

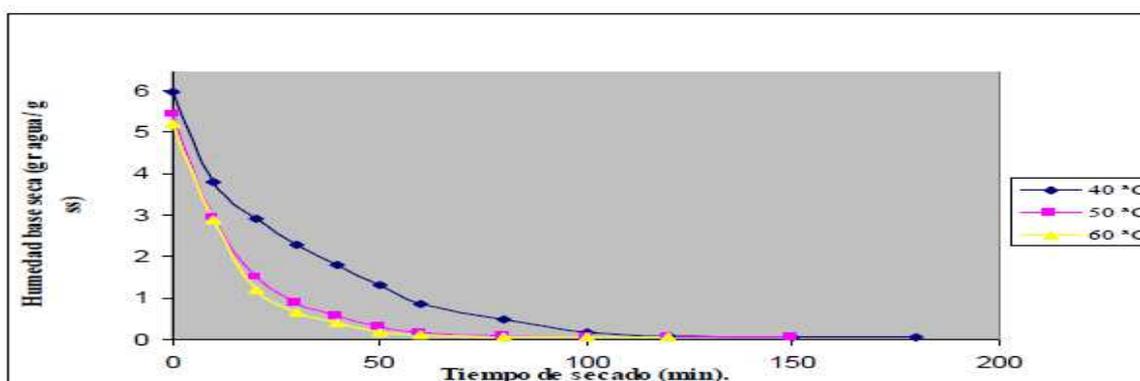


Figura 4. Curva de rapidez de secado del cilantro cimarrón a diferentes temperaturas.

Cinética por el Modelo Lineal.

En la Figura 5, el periodo decreciente de la velocidad de secado para las tres temperaturas es muy similar, es decir, decrecen aceleradamente al inicio del tratamiento y al final se hacen constante al alcanzar la humedad de equilibrio (gr agua/ gr ss). No obstante, la misma figura muestra que la línea de tendencia para la curva de 40°C se aleja significativamente de los datos obtenidos en el proceso de deshidratación para el cilantro cimarrón, a diferencia de las curvas de los demás tratamientos. El ajuste con el modelo lineal para T60 alcanzó un R^2 igual a 0,9941, y para T50 un valor de R^2 0,9750, mientras que para T40 el R^2 sólo alcanzó un 0,8312. Demostrando que a medida que disminuye la temperatura de secado del cilantro cimarrón se dificulta modelar la curva característica de secado con el modelo lineal.

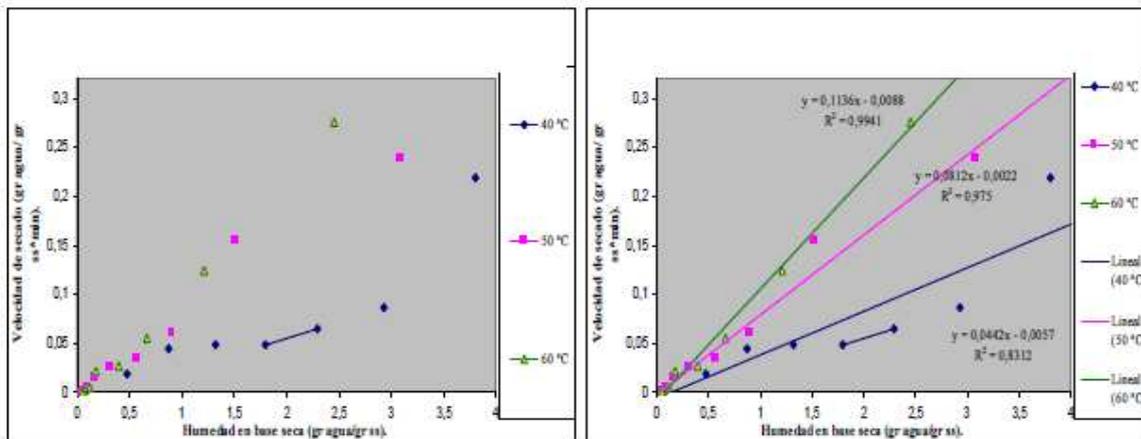


Figura 5. Curvas de velocidad de secado construidas por el modelo lineal para las diferentes temperaturas.

Cinética por el Modelo matemático de Fornell.

La Figura 6, muestra que las líneas de tendencia polinómicas de 3er orden del modelo de Fornell se ajustan mejor a los resultados obtenidos en los tres tratamientos, ya que arrojan el mayor porcentaje de ajuste. Dichos ajustes satisfactorios alcanzaron para T60 un R^2 igual 0,9983, mientras que para T50 el R^2 obtenido alcanzó 0,9982, y por último el T40

arrojó un R^2 igual a 0,9950. Esta comparación de ajustes de modelos se visualiza mejor en la tabla 04. La misma indica que el modelo que predice y construye mejor la cinética de secado del cilantro cimarrón es el de Fornell.

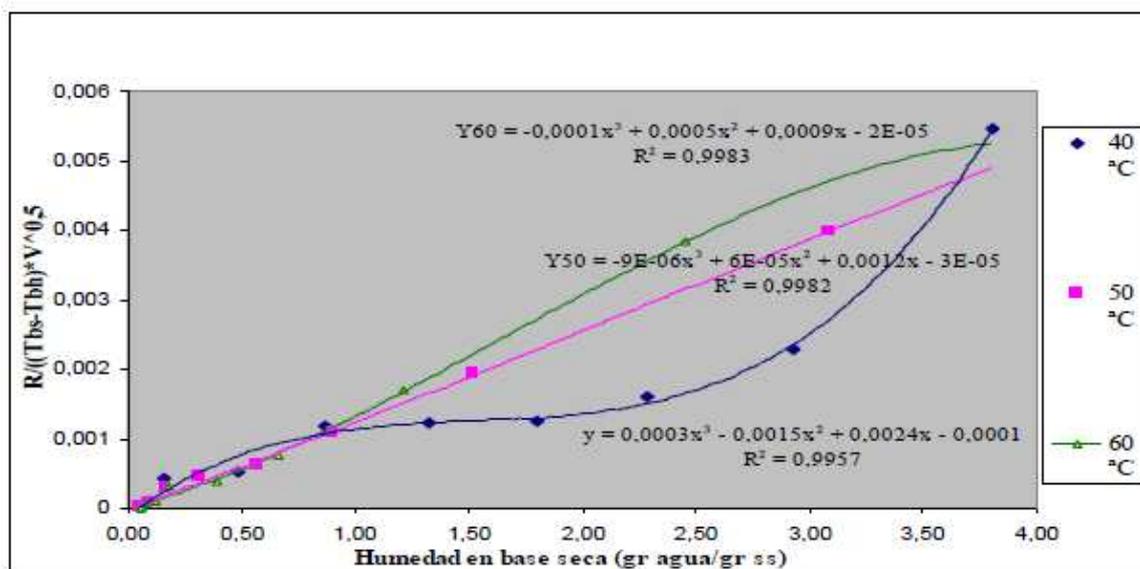


Figura 6. Curvas de velocidad de secado construidas por el modelo de Fornell para las diferentes temperaturas.

Tabla 4. Comparación de los coeficientes de correlación (R^2) del Cilantro Cimarrón determinados por los modelos cinéticos en estudio.

Temperatura	Cilantro Cimarrón	
	Modelo Lineal R^2	Modelo de Fornell R^2
40°C	0,8312	0,9957
50°C	0,975	0,9982
60°C	0,9941	0,9983

Análisis de varianza.

Se modelaron las curvas de secado experimentales para el cilantro cimarrón tanto con la utilización del modelo lineal, como con el modelo de Fornell, y se pudo predecir con exactitud el proceso de secado del rubro. Esto permitió calcular los porcentajes de error

para cada proceso, efectuando inmediatamente las pruebas de hipótesis comparando las predicciones realizadas para cada modelo a las diferentes temperaturas. Se demostró con un 95% de probabilidad que no existe suficiente evidencia significativa como para asegurar que el ajuste del modelo propuesto por Fornell es diferente el modelo lineal propuesto, aún cuando el primero presenta R^2 más altos que el segundo. En la tabla 5 se observa que el valor calculado para t cae fuera de la región de rechazo, por tanto se acepta la hipótesis nula que propone que no existe diferencia significativa en el calculo de los datos de humedad mediante el uso de la curva característica de secado propuesto por Fornell y el modelo líneal, para el cilantro cimarrón. De lo anterior se concluye que no hay suficiente evidencia como para asegurar que los datos predichos sean diferentes a los datos experimentales en el rubro evaluado, no obstante por efectos prácticos se sugiera la utilización del modelo de Fornell para la predicción de cinética de secado en hierbas.

Tabla 5. Prueba de hipótesis para varianzas iguales de datos de humedad de cilantro cimarrón a diferentes temperaturas. Prueba t-student.

	Líneal	Fornell
Media	0,01300236	0,04769389
Varianza	0,00048691	0,00567689
n	3	3
Varianza agrupada	0,00308191	
Diferencia Hipotética de medias		0
Grados de libertad		4
t calculada		-0,765348274
T critica: dos colas		2,776

CONCLUSIONES.

El cilantro cimarrón puede deshidratarse en un tempo máximo de 180 minutos y como mínimo 120 minutos a una velocidad de aire de 7 m/s en un rango de temperatura entre 40 y 60 °C. Las curvas de secado presentan una marcada influencia de la temperatura de bulbo seco del aire, y prácticamente se evidencia sólo periodos decrecientes en la velocidad de secado. Por tanto, se dificulta afirmar cuál es el valor real de la humedad crítica. La predicción del modelo de Fornell presenta un mejor ajuste para los valores obtenidos en las

curvas, en todos los tratamientos aplicados al cilantro cimarrón, reportando todos los valores de R^2 superior a 0,99. La temperatura de secado óptima en el cilantro cimarrón es la de 50 °C debido a que mostró los mejores resultados en los parámetros estudiados (a_w y humedad de equilibrio, con menor gasto energético).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOAC., 2005, Association of Oficial Analytical Chemist. Oficial methods of análisis., edition 15th. Washington.
- Badui, S. 2006. Quimica de los Alimentos. Pearson Adisson Wesley. Cuarta edición, Mexico.
- Brennan, J., J. Butters., N. Cowell, y A. Lilley. 1998. Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. 3^{ra}. Ed. Editorial Acirbia, S.A. Zaragoza, España. p. 377-389.
- Casp, A. y J. Abril. 1999. Procesos de conservación de alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 325-340.
- Fornell A., Bimbenet J., Almin Y. 1980. Experimental study and Modelization for air Drying of vegetable products. Journal of Food Engineering. USA.
- Knoule F. 1968. El Secado. Bilbao. Ediciones Urno. Pág 50-150. New York. EUA.
- McCabe, W., J. Smith y P. Harriott. 1991. Operaciones unitarias en ingeniería química. 4^{ta} ed. McGraw-Hill / Interamericana de España, S.A. Madrid. p. 830-846.
- Ortiz V. 2004. Análisis y simulación de procesos de secado de cilantro, perejil y epazote bajo condiciones de temperaturas cambiantes. Tesis Doctoral. Universidad de las Ameritas Puebla. 100pp.
- Ratti, C. 2001. Hot air and freeze drying of high-value foods: A review. Journal of Food Engineering 49: 311-319.
- Treybal R.E., 1965, Operaciones de Transferencia de Masa, 2^a Ed., Mc Graw Hill, cap. 12.

LA AGRICULTURA EN EL ESTADO COJEDES, UNA MIRADA DESDE LA SOCIOECOLOGÍA

(AGRICULTURE IN THE STATE COJEDES, A LOOK FROM SOCIOECOLOGY)

Tania Sandoval, Enrique Ávila

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” UNELLEZ. Programa Ciencias del Agro y del Mar. San Carlos-Estado Cojedes, Venezuela.

enriqcavila@gmail.com / tanita2021@gmail.com

Recibido: 18-02-2019/ Aceptado: 20-04-2019

**Nota técnica*

Dada la complejidad del proceso de deterioro de los servicios ambientales vigentes; se recomienda estudiar la sustentabilidad e intervenir los problemas ambientales, desde la socioecología (Resilience, 2010; IUCN, 2010; Baggio, 2017; Balvanera *et al.*, 2017; VITALIS, 2018; Warren, 2018), contemplando tres aspectos estratégicos, 1. La vulnerabilidad ecológica, 2. La resiliencia ecológica y 3. La administración de los servicios ambientales; todo esto en el entendimiento de que las sociedades están inmersa y son parte intervinientes antrópicos de los servicios ambientales.

Por lo tanto, conceptualicemos lo que es la socioecología, o sistemas socioecológicos, lo que se centra, en el avance de un modelo en el que la interacción entre humanos y el ambiente, se considera como un sistema complejo único de co-adaptación (Chapin *et al.*, 2010; Folke *et al.*, 2005; Gunderson y Holling, 2002); esto obedece a un intento de conceptualizar mejor la interacción entre los sistemas humanos y los sistemas naturales, intervenidos en evolución continua de las prácticas de gestión de los servicios ambientales (servicios ecológicos o capital natural); donde el objetivo de la gestión de los servicios ambientales ha sido maximizar la producción sostenible (economía lineal y 3R), sin embargo el objetivo se ha convertido en uno de restauración y mantenimiento de sistemas y

procesos ecológicos complejos, y la producción de recursos de consumo se considera solo una de muchas; por ello se ha avanzado al concepto de sustentabilidad, de la economía circular y MultiR (Chapin y col., 2010).

A través de la aplicación de la socioecología, esta evolución avanza aún más a medida que la sociedad humana se conscienticen de estar situados (pertenecer), en posiciones como parte de la naturaleza y los sistemas naturales, como una fuerza natural de cambio ambiental (fuerza antrópica), esta realidad a menudo no se asume en el diálogo sobre la gestión de los servicios ambientales en los marcos normativos (Folke *et al.*, 2005); de allí la importancia de que la sociedad humana se reconozca como un componente de la naturaleza; por tanto debe proveerse de conciencia ante los servicios ambientales como un bien que debemos respetar y así poder causar el menor deterioro posible y, que a través de una adecuada administración se permita reducir su vulnerabilidad y aumentar su resiliencia.

En la siguiente disertación, se tiene la firme intencionalidad de analizar, desde la mirada de la socioecología, los criterios gruesos de los sistemas agrícolas implementados en el estado Cojedes, desde los aspectos de administración, vulnerabilidad, resiliencia.

Panorama actual en Venezuela.

En Venezuela se han reportado 748 especies animales en riesgo, incluyendo 4 extintas, 23 en peligro crítico, 59 en peligro, 116 vulnerables y 138 casi amenazadas. Con respecto a las plantas existen 1598 especies amenazadas, de las cuales 341 se consideran en una situación más grave. Las actividades que dañan directamente el ambiente están relacionadas con factores socioeconómicos humanos. Asimismo, actitudes como el consumo desmedido e irresponsable de recursos, la falta de consciencia y conciencia ambiental y la poca prioridad que se le otorga al cuidado de los servicios ambientales, poco desarrollo de programas para revertir esta tendencia (Fundación Empresas Polar, 2012),

El estado Cojedes.

Está situado en el centro-occidente de Venezuela, con una extensión de 14.800 k², (1.62% del territorio nacional), coordenadas 9° 21' 36" N, 68° 19' 12" W (En decimal

9.36°, -68.32°), UTM 1034725 574668 19P, el decimoquinto con mayor superficie del país, con 500.420 hab., (densidad poblacional de: 22,75 hab./km²), fue el tercer estado menos poblado. Pertenece al sistema geográfico de los Llanos Centrales junto con el estado Guárico. Su clima es cálido, su altitud media de 88 m.s.n.m. La vegetación está constituida por grandes extensiones de llanuras pobladas de bosques y sabanas que predominan el paisaje, en donde prevalece la ganadería, seguido por la agricultura. Entre las fuentes de agua, la represa del Pao, importantes ríos como, Cojedes (con 340 km, afluente del Portuguesa, y el Pao), San Carlos, Tirgua, Tinaco, Macapo, Tamanaco, entre otros (INE, 2014).



Figura 1. División Política-Territorial para fines estadísticos Estado Cojedes 2014

Fuente: INE 2014

Análisis Sociecológico del Estado Cojedes.

1.- **La vulnerabilidad ecológica.** Guerra, (2016) y Fundación Empresas Polar (2012), sitúan a los llanos de sabana abierta como los ecosistemas más vulnerables y amenazados,

más los que son sometidos a una estación de sequía intensa una vez al año; donde dicha vulnerabilidad en los suelos de los llanos centro occidentales se incrementa debido a la erosión hídrica (generada inicialmente por las grandes deforestaciones) y a la agrocontaminación, que está actualmente en franco crecimiento, debido fundamentalmente a problemas relacionados con prácticas de manejo inadecuadas en diferentes usos agropecuarios. La vulnerabilidad actual a la erosión hídrica bajo los usos de maíz y sorgo, son altas, en más del 30 % de los llanos, debido al uso de prácticas de manejo convencionales; sin embargo, para los pastos la vulnerabilidad actual a la erosión hídrica es baja en los llanos, debido a la buena cobertura que ofrece y a la baja carga animal que en general utilizan los sistemas ganaderos de las zonas llaneras (Morin y Rey, 2009).

Por otra parte, podemos resaltar que la vulnerabilidad (ya hace 10 años), a la agrocontaminación por fósforo, nitrógeno, metales pesados y plaguicidas para los usos de maíz, sorgo y pastos con fertilización fue alta en más del 65% de la superficie, debido al uso excesivo de agroquímicos de alta persistencia en combinación con la susceptibilidad de los suelos a la alta escorrentía superficial, la baja capacidad de absorción de cationes (textura y mineralogía), y la baja capacidad de biodegradación de los pesticidas, fundamentalmente por los bajos niveles de materia orgánica (Morin y Rey, 2009).

2.- La resiliencia ecológica. El aprendizaje social (aprender, afrontar, innovar y adaptarse), en respuesta a el deterioro de los servicios ambientales, tiene el potencial de alterar las interacciones socioecológicas y las diversas formas de capital del sistema, que a su vez influye en la sensibilidad a eventos futuros.

Si se considera a la comunidad humana que conforma al estado Cojedes, como parte del ecosistema (que lo es), los efectos negativos en la comunidad humana se considerarán tan importantes como los cambios en los servicios ambientales; entonces, se observaría acciones que así lo presenten, como es el caso de algunos productores del campo de los municipios Ricaurte y Rómulo Gallegos, que están comercializando ellos mismos sus productos y buscando alternativas artesanales para el procesamiento de vegetales, para darle un valor agregado, con la visión del desarrollo endógeno, donde, los seres humanos son agentes naturales legítimos responsables del cambio ambiental (Dagget, 2005, y Starrs,

2002); esto como una misión de como "enseñar a las personas y las comunidades cómo vivir y trabajar" (Elliot y col., 2008), "Oportunidad para el Sistema de Extensión Cooperativa", y no tomar partido entre las partes interesadas, como es intentar apoyar algún interés local (Colasanti y col., 2009).

3.-La administración de los servicios ambientales. Esta dependen de las comunidades humanas y por tanto la responsabilidad de ellos (Bailey, 1915; Smith, 1949). La explotación irracional de recursos, la deforestación de bosques, la caza y la pesca excesiva, junto con el comercio ilegal de animales y plantas, así como la presencia de especies introducidas, se suman a un conjunto de situaciones adversas (Fundación Empresas Polar, 2012), como lo son, la destrucción y modificación de ambientes naturales por urbanismo o prácticas agrícolas, ganadería, incendios, y la contaminación de espacios terrestres y acuáticos; que evidencian la decadente administración de los servicios ambientales, que se puede evidenciar en el estado Cojedes, con algunos ejemplo clásicos, como lo son:

- Las construcciones mal planificadas (urbanismos, carreteras, represas) eliminan o fragmentan los ambientes naturales: viviendas no planificadas a lo largo del parque Bocatoma, municipio San Carlos.

- Las prácticas agrícolas no sostenibles: mono cultivos de tubérculos en los municipios Tinaco, Lima blanco y San Carlos en el eje La Palma – La Sierra, sin rotación de tierras, y con la utilización del de quemas “controladas”, como método de limpieza antes de la siembra, sin tener presente que los incendios forestales eliminan cada año hectáreas de ambientes naturales y deterioran los suelos, destruyendo valiosos ambientes y su biodiversidad, lo que disminuye la producción de oxígeno y elimina sumideros de carbono.

- La caza y pesca excesivas amenazan innumerables especies, y ponen en riesgo la seguridad alimentaria: se puede observar en la disminución de cantidades disponibles de peses en la represa del Pao.

Consideraciones finales.

El enfoque socioecológico no implica ver los sistemas de manejo de los servicios ambientales, agrícolas, agroindustriales, comerciales o personales; tanto rural como urbano; como externos a la naturaleza, como algo para proteger a la naturaleza, sino como fuerzas naturales legítimas que crean una nueva naturaleza, perpetuando lo que siempre ha sido, siempre ha cambiado, siempre reemplazando lo que ha sido.

Se puede precisar, entonces, que la socioecología está relacionada principalmente con la antropología, la geografía, la sociología y la ecología; y se refiere al estudio científico de cómo la estructura social y la organización están influenciadas por el entorno, que bajo sus 3 aspectos estratégicos, como lo son, la vulnerabilidad ecológica, la resiliencia ecológica y la administración de los servicios ambientales, permite analizar, el contexto de sostenibilidad, las prácticas agrícolas, en este caso, del estado Cojedes. Generando las siguientes recomendaciones para iniciar a transitar el camino de la sustentabilidad: la implementación de prácticas como el uso de cultivos protectores (pastos) en rotación con cultivos más limpios (maíz y sorgo), uso de labranza conservacionista y labranza en contorno con barreras vivas para el maíz y el sorgo, uso de franjas amortiguadoras intercaladas con cultivos limpios, el uso de agroforestería para las explotaciones ganaderas y el uso racional de agroquímicos para evitar los problemas de contaminación ambiental y el deterioro de los servicios ambientales, en concordancia con lo expresado por (Morin y Rey, 2009).

De igual manera, todas estas recomendaciones fundamentadas, deben ir con el accionar del ser humano, ya que, es él, el agente de cambio social, que al ofrecer nuevas formas de ver el mundo, estarán aplicando los principios básicos conocidos de los sistemas socioecológicos que alentarán a los interesados a utilizar nuevos conocimientos e innovaciones para encontrar soluciones a sus propios problemas y situaciones. Este es el modelo de aprendizaje social procurado por la "governabilidad adaptativa" de sistemas socioecológicos complejos e intrínsecamente impredecibles (Folke *et al.*, 2005) que

construyen capacidad de adaptación (bajar la vulnerabilidad) y resiliencia. (Chapin *et al.*, 2010).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Baggio, J. (2017). Socioecosistemas y resiliencia. Fundamentos para un marco analítico. (Artículo en línea) Disponible en: (Consulta: 2019, febrero 07).
- Bailey, L. H. (1915). *The holy earth*. New York, NY: Scribner.
- Balvanera, P., Astier, M., Gurri, F. D., Hernadez, Z. I. 2017. Resiliencia, vulnerabilidad y sustentabilidad de sistemas socioecologicos en Mexico.
- Chapin, F. S., Carpenter, S. R., Kofinas, G. P., Folke, C., Abel, N., Clark, W. C., . . . Swanson, F. J. (2010). Ecosystem stewardship: Sustainability strategies for a rapidly changing planet. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(4), 241–249. doi:10.1016/j.tree.2009.10.008
- Dagget, D. (2005). *Gardeners of Eden: Rediscovering our importance to nature*. Santa Barbara, CA: Thatcher Charitable Trust.
- Elliott, C., Hyde, L., McDonell, L., Monroe, M., & Rashash, D. (2008). Sustainable living education: A call to all Extension. *Journal of Extension*, 46(2). (Artículo en línea) Disponible en: <http://www.joe.org/joe/2008april/comm1.php>. (Consulta: 2019, febrero 15).
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., & Norberg, J. (2005). Adaptive governance of socio-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 441–473. doi:10.1146/annurev.energy.30.050504.144511
- Fundación Empresas Polar. 2012. Comprendiendo a Venezuela. Problemas ambientales. (Artículo en línea) Disponible en: www.fundacionempresaspolarg.org (Consulta: 2019, febrero 13).
- Guerra, S. 2016. El Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela. (Artículo en línea) Disponible en: <https://www.dragondeluz.com/libro-rojo-los-ecosistemas-terrestres-venezuela/> (Consulta: 2019, febrero 04).
- Gunderson, L. H., & Holling, C. S. (Eds.) (2002). *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Washington, DC: Island Press.
- Instituto Nacional de Estadística 2014. XIV Censo Nacional de Población y Vivienda. Venezuela.

- IUCN. 2010. Building Resilience to Climate Change. Ecosystem-based adaptation and lessons from the field. (Artículo en línea) Disponible en: www.iucn.org (Consulta: 2019, febrero 07).
- Morín, D. R. L. y Rey, J. C. 2009. Evaluación de la vulnerabilidad a la degradación agroambiental a través del uso del sistema MICROLEIS en los suelos de los llanos centrales de Venezuela. (Artículo en línea) Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/41619887_EVALUACION_DE_LA_VULNERABILIDAD_A_LA_DEGRADACION_AGROAMBIENTAL_A_TRAVES_DEL_USO_DEL_SISTEMA_MICROLEIS_EN_LOS_SUELOS_DE_LOS_LLANOS_CENTRALES_DE_VENEZUELA. (Consulta: 2019, febrero 08).
- Resilience Alliance. 2010. Assessing resilience in social-ecological systems: Workbook for practitioners. Version 2.0. (Artículo en línea) Disponible en: <http://www.resalliance.org/3871.php>. (Consulta: 2019, febrero 12).
- Smith, R. G. (1949). *The people's colleges: A history of the New York State Extension service in Cornell University and the state, 1876–1948*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Starrs, P. F. (2002). Ranching: An old way of life in the new West. In R. L. Knight, W. C. Gilgert, & E. Marston (Eds.), *Ranching west of the 100th meridian: Culture, ecology, and economics* (pp. 3–24). Washington, DC: Island Press.
- VITALIS. 2018. Problemas del Medio Ambiente en Venezuela. (Artículo en línea) Disponible en: <https://www.temasambientales.com/2018/05/medio-ambiente-y-problemas-ambientales.html>. (Consulta: 2019, febrero 05).
- Warren, W. A. 2018. Developing a Socio-Ecological Approach to Extension Natural Resources Programming. (Artículo en línea) Disponible en: <https://joe.org/joe/2018december/comm1.php>. (Consulta: 2019, febrero 05).

NORMATIVA PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS EN LA REVISTA CIENTIFICA MANGÍFERA

Consideraciones generales

1. *La Revista Mangifera* publica artículos originales de trabajos de grado culminados del PCAM, ensayos de corte teórico-metodológico actuales vinculados a los temas de interés de la revista, reseñas críticas de libros, por parte la plantilla profesoral del PCAM, donde se aborde el quehacer científico y diversos campos de conocimiento pertinentes al perfil de la publicación. El Consejo de Redacción se reserva el derecho de sugerir modificaciones a los trabajos aceptados para su publicación, así como el de publicarlos en la edición que considere más conveniente.
2. Podrán presentar trabajos para su publicación los tutores y tutoriados de los trabajos de grado del PCAM. Los textos deben ser consignados ante Comité Editorial de la revista, o en su defecto al correo: revistamangifera@gmail.com, revistamanguifera@gmail.com. Los trabajos deben ser inéditos.
3. El autor debe enviar al correo señalado en el inciso 2, un (01) original debidamente identificadas con: nombres y apellidos, nombre de la institución, número telefónico de fax y de habitación, dirección electrónica.

Presentación, redacción y estilo

1. Los trabajos tendrán una extensión máxima de 10 cuartillas (incluye también, el resumen, abstract, las notas al pie de página, tablas, figuras y referencias). Deben estar escritos en un procesador de texto Word 6.0 o superior, tipo de letra Times New Roman de tamaño 12 puntos.
2. El artículo debe tener la siguiente división: Título, autor, resumen en español y palabras claves, abstract y key words, introducción, fundamentación teórica, materiales y métodos, análisis de resultados, conclusiones y referencias.
3. En el caso de los tipo texto que difieren de la estructura anterior (reseñas críticas de libros), deben guardar la formalidad y superestructura debida.
4. Los trabajos incluirán un resumen, con un máximo de 250 palabras, en español e inglés. Principalmente, deberán aparecer los objetivos y metodología de la investigación, así como las principales conclusiones. Además debe incluir 4 palabras claves.
5. Debe tener un lenguaje formal y seguir las reglas gramaticales.

6. Las Tablas y Figuras se enumeran con arábigos siguiendo el orden en que se van incluyendo en el texto sin considerar el número de los capítulos y de las páginas; por ejemplo, Tabla 1, Tabla 2; Figura 1, Figura 2.
7. A cada tabla se le designa un título breve, claro y explicativo de acuerdo con lo que representa. Se escribe en la parte superior de la tabla, después o al lado de la numeración de la misma.
8. A cada Figura se le designa un título breve, claro y explicativo de acuerdo con lo que se ilustra. Se escribe en la parte inferior de la Figura, al lado de la numeración de la misma.
9. Tanto las Tablas como Figuras reproducidas o adaptadas se deben acompañar de una nota, al pie de la ilustración, en la que se identifique al autor del documento.
10. Todas las citas irán incorporadas en texto, no a pie de página ni notas al final.
11. Las citas textuales inferiores a 40 palabras se anotan entre comillas dentro del párrafo y si tienen 40 palabras o más, se ubicarán en un párrafo separado, a un espacio interlineado y con sangría de cinco espacios en ambos extremos inferior a la utilizada, normalmente, en los otros párrafos, sin comillas.
12. Para citar las fuentes de información textual se escribirá el apellido del autor, año de publicación y página, todo entre paréntesis. Si los datos de la fuente se anotan después de transcribir la cita, solamente irán entre paréntesis los datos del año y página. Ejemplo: (Gámez, 2017:34) o Gámez (2017:34)
13. Las citas producto de paráfrasis o planteamiento de carácter general acerca de un documento se pondrán en el texto de la manera siguiente: (Gámez, 2017) o Gámez (2017).
14. Si el autor del documento que se cita o se comenta es una institución u organización, en la primera oportunidad se escribe el nombre completo y posteriormente después de haber citado otros autores se utilizan sus siglas. Ejemplo: Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (2009); en las subsiguientes oportunidades se escribe: UNELLEZ (2009).
15. Para citar en más de una ocasión una misma referencia, se procede de la siguiente forma: Gámez (2017) y seguidamente: Gámez (ob. cit.).
16. Al referir dos o más documentos, publicados durante el mismo año por el mismo autor, cada cita se diferenciará con un literal en minúscula. Ejemplo: Reyes (2001a), Reyes (2001b), de igual forma se identificarán en la lista de referencias.
17. Cuando el documento, que se cita, posee dos o más autores, en la primera oportunidad se escriben todos los apellidos y en las sucesivas se empleará: “y otros”. Ejemplo: Torrealba, Zambrano y Farfán (2017) y luego: Torrealba y otros (2017).
18. Las referencias se presentarán a un espacio interlineado y a espacio y medio entre una y otra.

19. Cuando se requiera enumerar varios elementos dentro de un párrafo se utilizarán las literales con un paréntesis. Ejemplo: a) Los miembros del jurado deberán poseer el título de Magíster u/o Doctor; b) Los miembros del jurado deben poseer experiencia en investigación.
20. Cuando se requiera enumerar varios elementos fuera del párrafo se utilizarán numerales con un punto. Ejemplo: Los integrantes del jurado deberán:
 1. Poseer maestría y/o doctorado
 2. Poseer experiencia en investigación.

21. Referencias

22. En una única lista, integra las fuentes impresas, fuentes electrónicas, fuentes audiovisuales o fuentes de otra naturaleza que hayan sido citadas en el texto del trabajo.
23. Se organizan alfabéticamente por el apellido del autor, en forma continua.
24. Se presentan con: título en cursiva, párrafo a interlineado sencillo y el párrafo que contiene cada una de las referencias, después del primer renglón, deben tener una sangría de 5 puntos (sangría francesa, 0.6 cm).
25. Las referencias se presentarán a un espacio de interlineado y a espacio y medio entre una y otra.
26. Cada una incluirá: autor, año, título y los datos que permitan su identificación siguiendo las normas pautadas por esta revista.
27. Se escribe en mayúscula, solo la inicial de la palabra primera del título de referencia (libro, artículo, ponencia, conferencia,...) o la inicial de la palabra primera después de un punto o dos puntos, así como también los nombres propios.
28. La estructura de algunas de las referencias es la siguiente (prestar atención a los signos de puntuación)
29. **Artículos:** Apellidos, Inicial del nombre, Año de publicación. Título del artículo. Nombre de la revista, volumen, numero en paréntesis: paginas.

Ejemplo:

Morales, R. García, M. 2008. *Evaluación de la respuesta tecnológica del jamón cocido sometido a diferentes niveles de cloruro de sodio, fosfato de sodio y nitrito de sodio usando metodología de superficie de respuesta (MSR)*. Agrollania, Volumen (5). Pág. 25-36.

Libros: Apellidos, Inicial. Año de publicación. Titulo con iniciales en mayúscula. Edición (solo si hay más de una), casa editora, lugar de publicación.

Ejemplo:

Fernández M, J.; García R, T. 2010. *Vida Útil de los Alimentos. Serie No. 2.* Publicaciones del área de estudios de postgrado. San Carlos, Venezuela.

Crespo, Ll.; Lameda, C. (2015). *Sistema de Control Difuso en un Cultivo Semicontinuo de Levaduras. Editorial académica española, Deutschland-Alemania.*

4. Trabajo de ascenso y trabajo de grado

Trabajo de ascenso:

Pérez, Victor (2017). *Determinación de la supervivencia de microorganismos probióticos (Saccharomyces boulardii y Lactobacillus plantarum) en una bebida fermentada a base de frutas (melón y lechosa) y suplementada con lactosuero en polvo.* Trabajo de Ascenso a Profesor Asociado. Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. Cojedes.

Trabajo de grado:

Alfonzo R. Arias E. (2001). *Evaluación de la eficiencia en la producción de Saccharomyces boulardii utilizando como sustrato mango deshidratado.* Trab. Grd para optar al título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. San Carlos, Venezuela.

5. Información obtenida en Internet

Apella M. Araujo P. (2014). Microbiología de agua. Conceptos. [Artículo en línea] http://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/02_Capitulo_02.pdf .[Consulta: 2016, abril 19].

6. Resumen publicado en congresos, seminarios, simposios, jornadas y talleres

Autor (es) (Apellido e inicial del nombre), título del artículo, nombre del evento, organizador del evento, lugar y fecha del evento y números de páginas.

Ejemplo:

Cravo G y Crespo LI. Control difuso para la alimentación de sustrato de un cultivo semicontinuo de *Lactobacillus plantarum*. II congreso venezolano de ciencia, tecnología e innovación en el marco de la Locti y del PEII. Caracas, Venezuela. Noviembre, 2013. 8 p.

7. Informes, actas y otras publicaciones

UNELLEZ. (2012). Las Actividades de Extensión en el Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales. San Carlos. Mimeo. 6 p.

Matute, Braulio. (2004). Facilitadores y Supervisores de la Misión Sucre en el Estado Cojedes. Informe No. 2. San Carlos: Coordinación Regional. UCER. 45 p.

8. Leyes, decretos, resoluciones y otros

Ley de Universidades. (1970, Septiembre 27). Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 1429 (Extraordinaria), octubre 30, 1970. 243p.