



LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

REVISTA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ISSN: 1690-8066

Volumen 7 / Enero - Diciembre 2010

# AGROLLANIA



UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS OCCIDENTALES  
EZEQUIEL ZAMORA  
SAN CARLOS-COJEDES-VENEZUELA



LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

REVISTA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ISSN: 1690-8066

Volumen 7 / Enero - Diciembre 2010



AGROLLANIA

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS OCCIDENTALES  
EZEQUIEL ZAMORA

SAN CARLOS-COJEDES-VENEZUELA

# **REVISTA AGROLLANÍA**

Volumen 7 Enero-Diciembre 2010

Revista arbitrada.

Indizada en LATINDEX (Catálogo), Folio: 15741

Indizada en Periódica (Universidad Nacional Autónoma de México)

Se encuentra en la Lista General de Revistas Científicas y Tecnológicas de Venezuela (2008) del  
FONACIT

Premio Nacional del Libro, Región Centro Occidental, 2006

**Código de REVENCYT: RVA032**

Periodicidad: Anual

La Revista de Ciencia y Tecnología AGROLLANÍA es una publicación periódica anual que tiene como misión fundamental la divulgación de la producción científica de los investigadores del Vice-Rectorado de Infraestructura y Procesos Industriales, así como de otras instituciones de Educación Superior de Venezuela y de otras naciones. La temática central de la revista contempla trabajos de Ingeniería de los Alimentos, Microbiología Alimentaria, Producción y Conservación de Alimentos, Medio Ambiente, y otros tópicos relacionados. Los artículos a publicarse en esta revista deben ser originales. Los trabajos son seleccionados una vez sometidos al arbitraje y a las exigencias de las normas de la revista.

Revista disponible en: <http://revencyt.ula.ve/scielo1.php>

The Journal of Science and Technology AGROLLANÍA is an annual periodical whose fundamental mission is the disclosure of the scientific output of investigators from the Vice Rectorado of Infrastructure and Industrial Processes, as well as other higher education institutions in Venezuela and other nations. The thematic focus of the magazine covers work on Food Engineering, Food Microbiology, Food Production and Preservation, Environment, and other related topics. The articles published in this journal have to be original. The works are selected once subjected to arbitration and the requirements of the rules of the magazine.

Journal available in: <http://revencyt.ula.ve/scielo1.php>

**EDITOR**

MSC. DUGLAS MORENO

**DIRECTOR**

JUAN JOSÉ FERNÁNDEZ MOLINA, PH.D.

**CONSEJO EDITORIAL**

Ph.D. GUSTAVO V. BARBOSA CÁNOVAS

BIOLOGICAL SYSTEMS ENGINEERING.  
WASHINGTON STATE UNIVERSITY,  
PULLMAN, WA 99164

Dra. MARISA GUERRA .UNIVERSIDAD SIMÓN  
BOLÍVAR,  
CARACAS-VENEZUELA.

Ph.D. EDILBERTO GUEVARA PÉREZ

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL. UNIVERSIDAD DE  
CARABOBO,  
VALENCIA-VENEZUELA.

Portada: Alimentos de la mesa del venezolano.  
Cortesía del Profesor Juan Fernández Molina, Laboratorio  
de Ingeniería y Tecnología de Alimentos. San Carlos.  
Estado Cojedes. Venezuela.

Diseño: Juan Fernández Molina

MSC. FRANKLIN PAREDES. UNELLEZ-SAN CARLOS,  
ESTADO  
COJEDES, VENEZUELA.

MSC. CÉSAR ABREU.  
UNELLEZ-SAN CARLOS, ESTADO  
COJEDES, VENEZUELA.

MSc. MIGUEL GARCÍA  
UNELLEZ-SAN CARLOS, ESTADO  
COJEDES, VENEZUELA.

DIRECTORA DE CANJE  
LIC. MARJORIE GONZALEZ

IMPRESIÓN: Editorial Horizonte C.A., Barquisimeto,  
Estado Lara, Venezuela.

ISSN: 1690-8066

Depósito Legal: PP200402CO1650

Diagramación:

juanvides@yahoo.com / hotmail.com

**Revista editada por: Coord. de Postgrado / Coord. de Investigación**  
**Journal Edited by: Graduate Coordination / Research Coordination**

Dirección: Coordinación de Investigación.

UNELLEZ. Km. 4 Carretera vía Manrique. San Carlos, Cojedes.

Teléfonos: (0258)-4331411-4331412-4331671

e-mail: *duglasmoreno@gmail.com, juanfer24@cantv.net, jfermol@gmail.com*

## **AUTORIDADES DE LA UNELLEZ**

### **SAN CARLOS**

**PROF. JOSÉ ALBERTO VILLAVICENCIO**

VICE-RECTOR DE ÁREA

**PROF. LUIS RUMBO**

JEFE PROGRAMA INGENIERÍA

**PROF. EDITH JULIETA MORENO**

JEFE PROGRAMA CIENCIAS DEL AGRO Y DEL MAR

**PROF. ENOC CASTILLO ASTROZA**

JEFE PROGRAMA CIENCIAS SOCIALES

**PROF. RAFAEL CRISTANCHO**

JEFE PROGRAMA CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

**PROF. LOREDANA GIUST**

SECRETARIO DEL CONSEJO ACADÉMICO

**PROF. GERARDO MOLINA MORA**

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN

**PROF. ROSELIA CRISPI ACEVEDO**

COORDINADORA DE EXTENSIÓN

**PROF. LLELISMAR CRESPO**

COORDINADOR DE POSTGRADO

## **AUTORIDADES DE LA UNELLEZ**

**PROF. ÁNGEL DEZA GAVIDIA**

RECTOR

**PROF. ALFREDO ANTONIO RAMOS**

SECRETARIO

**PROF. WILLIAM EDUARDO PÁEZ**

VICE-RECTOR DE SERVICIOS

**PROF. EDINSON PÉREZ CANTOR**

VICERRECTOR DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL

**PROF. RAFAEL EUGENIO IZARRA**

VICE-RECTOR DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

**PROF. RITA JOSEFINA SÁNCHEZ GUERRERO**

VICERRECTORA DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO REGIONAL

**PROF. JOSÉ ALBERTO VILLAVICENCIO**

VICE-RECTOR DE INFRAESTRUCTURA Y PROCESOS INDUSTRIALES

**PROF. XIOMARA ÁGREDA**

SECRETARIA EJECUTIVA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

**AGROLLANIA**  
**REVISTA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Volumen 7 (Enero-Diciembre 2010)

**CONTENIDO**

**TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LA CACHAMA (*COLOSSOMA*  
*MACROPOMUM*)

Miguel Garcia Ochoa ..... 13

EFFECTO DE MODIFICACIÓN DE LA TEMPERATURA DE ALGUNAS PROPIEDADES  
FUNCIONALES DEL ALMIDON DE MAIZ CON ENLACES ENTRECruzADOS.

Mary Lares, Elevina Pérez Sira, Lilliam Sivoli y Clímaco Álvarez. .... 19

EVALUACIÓN SENSORIAL DE UN JAMÓN COCIDO ELABORADO CON CARNES  
DE CHIVO, POLLO Y CERDO

Jhonny Palmero, Luis Chaparro , Julio Gutiérrez , Ma.Carolina Pire y Enrique Ávila ..... 25

EFFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICO-  
QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES EN UN NÉCTAR A BASE DE  
PARCHA REAL (*Passiflora quadrangularis L.*).

Jordy Gámez Villamediana y Tonny Garcia ..... 32

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE IMPREGNACIÓN AL VACÍO CON CALCIO,  
HIERRO Y ZINC EN RODAJAS DE PIÑA (*Ananás comusus L.*) cv ESPAÑOLA ROJA

Ysabel Cristina Urbina Moreno, Juan J. Fernández Molina ..... 38

OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE UNA ENSALADA DE FRUTAS  
MÍNIMAMENTE PROCESADA ENRIQUECIDA CON COMPONENTES FISIOLÓ-  
GICAMENTE ACTIVOS (VITAMINA C Y CALCIO), MEDIANTE TÉCNICAS DE  
IMPREGNACIÓN A VACÍO

Patricia C. Rojas Medina y Constanza Sánchez Ornés. .... 45

PROPIEDADES DEL HIDROLIZADO DE GERMEN DESGRASADO DE MAÍZ (*ZEA*  
*MAYS L.*) OBTENIDO POR VÍA ENZIMÁTICA.

Eumelia Gómez, Marisa Guerra, Osmar Morillo y Francisca Guerrero. .... 52

## **MICROBIOLOGÍA**

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL ACEITE  
ESENCIAL DE ZINGIBER OFFICINALE DEL MUNICIPIO INDEPENDENCIA  
ESTADO TÁCHIRA

Libia Alarcón; González de C, N.; Alexis Peña; J. Velasco; A. Usubillaga. ----- 58

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE ALGUNAS BEBIDAS DE EXPENDIO  
AMBULANTE DE LA CIUDAD DE BARQUISIMETO.

Alonso Antonio Arroyo. ----- 65

CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL QUESO  
BLANCO ARTESANAL TIPO LLANERO COMERCIALIZADO EN LA CIUDAD DE  
MARACAY EDO. ARAGUA, VENEZUELA.

Ronald Maldonado ----- 72

## **AGROINDUSTRIA**

ANÁLISIS FODA DE LA CADENA ARROCERA DEL ESTADO PORTUGUESA CON-  
SIDERANDO LOS PROCESOS DE INTEGRACIÓN CON EL MERCOSUR Y LA CAN

Víctor Vivas; Luis Miguel Albisu ----- 77

OPTIMIZACIÓN DE LA MEZCLA ESTIÉRCOL SECO DE BOVINO, ASERRÍN  
FERMENTADO Y ARENA LAVADA, USADAS COMO SUSTRATOS, EN LA  
CAPACIDAD DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PIMENTÓN (CAPCICUN  
NAHUM) VARIEDAD CURBANELLA.

Wilmer Salazar ----- 85

## **EDUCACIÓN AMBIENTAL**

BIOADSORCIÓN DE HIERRO UTILIZANDO QUITOSANO (*Poliglucosamina*), AL  
DETERMINAR METALES PESADOS EN LOS EFLUENTES INDUSTRIALES DEL  
RÍO TINAQUILLO Y RÍO TAMANACO, DEL ESTADO COJEDES.

Anaís Balza. ----- 89



**AGROLLANIA**  
**JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

Volume 7 (January-december 2010)

**CONTENT**

**FOOD TECHNOLOGY**

- INTEGRAL UTILIZATION OF THE CACHAMA (COLOSSOMA MACROPOMUM)  
Miguel García Ochoa ..... 13
- EFFECT OF THE MODIFICATION TEMPERATURE ON SOME FUNCTIONAL  
PROPERTIES OF THE CORN STARCH CROSSLINKED  
Mary Lares, Elevation Pérez Sira, Lilliam Sivoli and Clímaco Alvarez ..... 19
- SENSORY EVALUATION OF A COOKED HAM MADE WITH GOAT, CHICKEN AND  
PORK MEAT  
Jhonny Palmero, Luis Chaparro, Julio Gutiérrez, Ma. Carolina Pire y Enrique Ávila. .... 25
- EFFECT OF HEAT TREATMENT OVER THE PHYSICOCHEMICAL,  
MICROBIOLOGICAL AND SENSORIAL CHARACTERISTICS OF NECTAR MADE  
FROM ROYAL MARACUYA (*Passiflora cuadrangularis L.*)  
Jordy Gámez Villamediana y Tonny García ..... 32
- EVALUATION PROCESS OF VACUUM IMPREGNATION WITH CALCIUM, IRON AND  
ZINC IN SLICES OF PINEAPPLE (*Ananás comusus L.*) cv SPANISH RED  
Ysabel Cristina Urbina Moreno y Juan Fernández Molina ..... 38
- PROCUREMENT AND EVALUATION OF QUALITY OF MINIMALLY PROCESSED  
FRUIT SALAD WITH ENRICHED PHYSIOLOGICALLY ACTIVE COMPONENTS  
(*VITAMIN C CALCIUM*), BY TECHNIQUES OF VACUUM IMPREGNATION.  
Patricia C. Rojas Medina y Constanza Sánchez Ornés. .... 45
- PROPERTIES OF THE HYDROLYSATE OF DEFFATED CORN GERM (*ZEAMAYS L.*)  
RETRIEVED VIA THE ENZYME.  
Eumelia Gómez, Marisa Guerra, Osmar Morillo y Francisca Guerrero. .... 52

## **MICROBIOLOGY**

CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF THE ESSENTIAL OIL FROM ZINGIBER OFFICINALE AT INDEPENDENCIA MUNICIPALITY TÁCHIRA STATE.

Libia Alarcón; González de C, N.; Alexis Peña; J. Velasco; A. Usubillaga. .... 58

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF SOME STREET VENDING'S DRINKS IN BARQUISIMETO'S CITY VENEZUELA.

Alonso Antonio Arroyo. .... 65

PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ARTISANAL "LLANERO" TYPE WHITE CHEESE PURCHASED IN MARACAY CITY, ARAGUA STATE, VENEZUELA.

Ronald Maldonado ..... 72

## **AGROINDUSTRY**

SWOT ANALYSIS OF THE RICE CHAIN IN ESTADO PORTUGUESA WITHIN THE INTEGRATION PROCESS OF MERCOSUR AND CAN

Víctor Vivas; Luis Miguel Albisu ..... 77

OPTIMIZATION OF THE MIXTURE DRY MANURE GIVES BOVINELY, FERMENTED SAWDUST AND SAND WASHED, USED AS SUBSTRATA, IN THE CAPACITY OF GERMINATION OF SEEDS OF PAPRIKA (*CAPCICUN NAHUM*) VARIETY CURBANELLA

Wilmer Salazar ..... 85

## **ENVIRONMENTAL EDUCATION**

BIOADSORPTION OF IRON USING QUITOSAN (*POLIGLUCOSAN*) TO DETERMINE HEAVY METALS IN INDUSTRIAL EFFLUENTS OF TINACO AND TINAQUILLO RIVES ON COJEDES STATES.

Anaís Balza ..... 89

---

## EDITORIAL

AGROLLANÍA, la revista de Ciencia y Tecnología del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales de la UNELLEZ, ofrece nuevamente a sus múltiples lectores una edición especial, se trata del volumen 7, del año 2010. AGROLLANÍA, ha sido un esfuerzo editorial, ofrecido desinteresadamente a los investigadores unellistas y de otras instituciones universitarias venezolanas y del exterior, que recoge de manera consecutiva la producción científica de la UNELLEZ-San Carlos, desde el año 2004 hasta la presente fecha. Agradecemos a los Profesores del Vice-Rectorado de Infraestructura y Procesos Industriales de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”, la universidad que siembra la esperanza de la Región de Los Llanos Occidentales de Venezuela, la confianza puesta en el equipo editorial.

En el transcurrir del tiempo hemos traspasado las fronteras de Cojedes, escalando posiciones y ganando prestigio en el ámbito nacional e internacional. En estos siete años de existencia, AGROLLANÍA ha sido incorporada en el índice venezolano de Revistas de Ciencias y Tecnología de la ULA, REVENCYT y en los índices internacionales, LATINDEX y PERIÓDICA de la Universidad Nacional Autónoma de México y está en la Lista de Publicaciones Científicas y Tecnológicas del Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Industrias Intermedias de la República Bolivariana de Venezuela.

En esta Séptima edición de AGROLLANÍA se presentan a una serie de artículos científicos de Profesores del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales, Tesis de Maestría del Área de Postgrado de la UNELLEZ- San Carlos, así como también de otras instituciones académicas: Universidad Central de Venezuela, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Universidad Simón Bolívar, Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Universidad de Los Andes, Fundación CIEPE, y la Universidad de Zaragoza - España y la Universidad Politécnica de Madrid - España.

Finalmente, deseamos agradecer a los Coordinadores de Postgrado e Investigación, Profesores Franklin Paredes e Isaías Medina López y al Comité Editorial por su colaboración y apoyo irrestricto en la edición de este séptimo número de AGROLLANÍA.

Msc. Duglas Moreno  
EDITOR

Dr. Juan J. Fernández Molina  
DIRECTOR

San Carlos, 2010



**APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LA CACHAMA  
(COLOSSOMA MACROPOMUM)**

---

**INTEGRAL UTILIZATION OF THE CACHAMA  
(COLOSSOMA MACROPOMUM)**

---

***Miguel A. García Ochoa***

MSc., Profesor (J) adscrito al Programa Ciencias del Agro y del Mar, Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales, UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes 2201, Venezuela, email: mago1500@hotmail.com

**Nota Científica**

Recibido: 10-01-2010 / Aceptado: 28-03-2010

La Cachama es un pez autóctono de los Llanos Venezolanos; pertenece posiblemente el pez más disperso en las aguas continentales de América del Sur. Tiene importancia comercial, pues forma parte de las pesquerías en numerosas regiones ribereñas del bajo Llano Venezolano; y desde el punto de vista la piscicultura representa una especie con grandes condiciones porque reúnen prácticamente todas las características de un pez para desarrollar esta alternativa nutricional en Venezuela. La cachama ha demostrado ser un extraordinario pez para el cultivo en países tropicales.

La tecnología de alimentos aplicada al pescado ofrece una gama de alternativas para el procesamiento integral de la cachama. En tal sentido el presente artículo pretende platear en forma resumida el conocimiento científico-tecnológico de la cachama y su aplicación en el aprovechamiento integral de ésta para obtener por vía de su procesamiento productos completamente procesados y mínimamente procesados para el consumo humano y productos para el consumo animal.

Para garantizar el aprovechamiento integral de la cachama se deben hacer las siguientes consideraciones:

El pescado es un alimento altamente perecedero, por lo cual debe manipularse adecuadamente desde su captura hasta su procesamiento o hasta que llega al consumidor. En tal sentido la manera en que se manipula previo al procesamiento incide directamente en su estado de frescura o en la intensidad de las alteraciones que se puedan presentar bien sea de

naturaleza bacteriana, enzimática u oxidativa (Ordóñez *et al.*, 1998)

La cachama rinde dos componentes susceptibles de procesamiento la pulpa y los subproductos

Gil y Bello (1986), estudiaron cachamas (*Colossoma macropomum*) de tamaño pequeño (0,7 a 1,5 Kg.), mediano (1,5 a 3,0 Kg.) y grande (3,0 a 5,0 Kg.) cuyo rendimiento de la parte comestible (pulpa) fue de 35,23% para tamaño pequeño, 37,54% para mediano y 38,96% para grande.

García (1999), reporta para cachama con peso promedio de 1 Kg, un rendimiento en pulpa de de 35,24% obtenida en una separadora de carne marca Yanagiya SY-100-S con un solo pase por la maquina. Después García (2006), obtuvo un rendimiento de 40% de pulpa (carne) haciendo doble pase de la cachama por la maquina.

Para aprovechar la pulpa de pescado se requiere su separación a partir del mismo y según los productos a elaborar, ésta se debe dejar como se obtiene (pulpa sin lavar) o someterla a lavado y refrigerarla o congelarla (bloque congelado de pulpa sin lavar) o "surimi" (bloque congelados de pulpa lavada con crioprotectores)

En el proceso para la obtención de pulpa lavada y surimi, el pescado es descabezado, eviscerado y limpiado en un tanque de lavado. Luego el pescado lavado se introduce en un separador de carne tipo correa tambor (belt drum type), el cual separa la carne de los huesos y la piel. El diámetro de las perforaciones del tambor no debe ser mayor de 3 a 4 mm para que la piel no pase a través de los orificios.

(Takeda, 1971, citado por Lee, 1984).

La diferencia fundamental entre el surími (pulpa lavada congelada) y pulpa sin lavar es que en la última no se han separado las proteínas sarcoplásmicas, lípidos y otros residuos que en conjunto contienen agentes que favorecen la inestabilidad de la pulpa como enzimas, pigmentos y lípidos. (Hall y Ahmad, 2001).

Básicamente la pulpa lavada y surími son obtenidos por lavado rápido de carne de pescado separada mecánicamente, con agua fría (5-10°C) hasta que se torna sin olor y color o técnicamente, hasta que la mayoría de las proteínas solubles en agua son removidas. (Arai *et al.*, 1973, citado por Lee, 1984).

Entre los productos que se pueden obtener de la pulpa de cachama se encuentra los mínimamente procesados, concretamente los reestructurados. El término carne reestructurada comenzó a utilizarse a inicio de la década de los 60. En la actualidad para su elaboración se utilizan porciones y/o partículas de carne de tamaños diferentes (troceada, picada y/o molida) para obtener un producto consistente, cuya nueva apariencia en textura y color se parezca al producto que se desea imitar o al nuevo producto que se quiera desarrollar consiste pues, en rehacer o hacer de una manera más comercial por la vía de fabricación productos con formas, apariencias, texturas y colores atractivos a diferentes tipos de mercado (Ordóñez *et al.*, 1998 y Fundación COTEC, 1995). Estos Productos Pueden Tener composición, forma y tamaño diferente, pueden tener ingredientes no cárnicos y pueden haber sido sometidos a diferentes operaciones tecnológicas, lo cual determina una apariencia diferente para cada tipo de producto. (Ordóñez *et al.*, 1998). Resulta importante destacar el potencial que representan al respecto los peces de aguas continentales y concretamente para la piscicultura intensiva.

La elaboración de “Kamaboko” contempla la tecnología fundamental que se utiliza en el manejo y tratamientos involucrados en el procesamiento de pulpa de pescado para obtener productos completamente procesados, además permite explicar la funcionalidad de las proteínas miofibrilares relacionada con la elaboración de productos procesados a partir de dicha pulpa.

El “Kamaboko” (gel de pescado) es un producto

típico del Japón que se hace a partir de pescado y que se presenta bajo la forma de un gel proteico homogéneo. La forma de hacer “Kamaboko”, que se basa principalmente en la utilización de las proteínas del músculo, tiene muchas facetas interesantes desde el punto de vista de la química de las proteínas (Suzuki, 1987).

Los tres pasos fundamentales en el proceso para elaboración del “kamaboko” son: la formación de “SOL” (solución de proteínas), el asentamiento (“Swari”) y formación de gel (“Ashi”):

“SOL” consiste en una solución de macromoléculas de proteínas que se forma al agregar, sal a la pulpa o al “surími” descongelado de pescado y someter a mezclado, batido u homogenizado, lo cual se debe hacer a temperaturas bajas para mantener la funcionalidad proteica

**La formación de “SOL”** en productos derivados del surími se realiza con la ayuda de proteínas miofibrilares solubilizadas por la sal en el cutter en presencia de otros ingredientes de la fórmula a una temperatura y tiempo dados y todas estas variables influyen directamente sobre la fuerza del gel y en función de la especie de pescado (Linden y Lorient, 1996). **El asentamiento (“Swari”)**: se describe como la desnaturalización parcial de las proteínas con exposición e interacción no covalente de grupos reactivos hidrófobos formando una estructura tridimensional, conformando un reordenamiento de las moléculas de proteína. Esto se traducirá en geles de adecuada firmeza y cohesión durante la etapa de gelificación. ( Ziegler y Acton, 1984, Lee, 1984 y Sharp y Offer, 1992). **Formación de gel (“Ashi”)**: Según Lee (1984), Zeigler y Actom (1984) y Sharp y Offer (1992), la gelificación es la formación de una estructura continua y organizada con exposición y reacción de grupos sulfidrilos (-SH) formando puentes de disulfuro (-S-S-), que dan estabilidad al gel frente a cambios térmicos consolidando el reordenamiento de las moléculas de proteína que se había formado durante el asentamiento y esto determina la unión de los trozos de carne, dando continuidad coherente y estable a la estructura que se forma como un todo durante el cocinado. Esto según García (2008), es lo que determina la consistencia que adquieren con el cocinado los productos procesados como productos tipo jamón cocido y salchicha.

Kumazawa *et. al.* (1995), determinaron que aumentando el tiempo de asentamiento, la fuerza de gel con cruzamiento de cadenas pesadas de miosina se incrementan marcadamente y según Sharp y Offer (1992), durante el asentamiento los geles de miosina, forman las bases de adhesividad que unen las partículas de carne en productos cárnicos.

En relación a la pulpa de cachama García (2006), reporta semejanza de respuesta a la fuerza de gel en productos moldeados tipo jamón cocido y productos tipo emulsión igualmente Escobar y García (2000), Luque y García (2001) y Moreno y García (2000), obtuvieron buena respuesta en productos tipo emulsión (boloña y salchicha) utilizando pulpa de cachama sin lavar.

Como se indico al inicio mediante el beneficio de la cachama además de la pulpa se generan subproductos. Estos pueden ser aprovechados en la elaboración de ensilado de pescado para consumo animal

El ensilado de pescado se puede definir como un producto pastoso (semilíquido) o líquido el cual se puede obtener por la vía de fermentación acidoláctica o por adición de ácido, puede ser elaborado a partir de la totalidad del pescado o partes del mismo. Se obtiene un producto estable, con buenas características para el almacenamiento que contiene la totalidad de los componentes presentes en la materia prima utilizada. (Triviño *et al.*, 1982).

Raa y gilberg (1982), reportaron que el ensilado de pescado puede ser obtenido con liquido de repollo acido como iniciador al efecto, García (1999), obtuvo ensilado de pescado a partir de subproductos de cachama vía fermentación acido láctica utilizando el liquido de repollo acido como iniciador

Ottati y Bello (1988), Guevara, *et al.*, (1988), obtuvieron ensilado de pescado a partir de especies marinas y utilizando cultivo puro de *lactobacillus plantarum* como iniciador.

Se pasa a considerar la aplicación de tecnología a nivel planta piloto en el aprovechamiento integral de la cachama, éste se inicia con el beneficio de la cachama que debe presentarse limpia externamente para dar inicio a un beneficio higiénico evitando contaminación de origen externo luego con un corte a nivel de las branquias se obtiene la cabeza como primer subproducto generado. Mediante la evisce-

ración se obtienen las vísceras que incluyendo su contenido gástrico-intestinal también van a formar parte de los subproductos. Seguidamente se Practica la división por la línea media, limpieza por lavado y refrigeración de la canal y utilizando un separador de carne, se realiza el despulpado mecánico, mediante el cual se separa la pulpa de los demás componentes de la canal, incluidas las espinas. Producto del despulpado se obtiene la pulpa, la cual presenta una textura semejante a la carne molida y representa entre el 35 y 40% del peso de la cachama. La cabeza, vísceras, piel, escamas, aletas, huesos y espinas forman la totalidad de los subproductos que representan entre el 60 y 65% del peso de la cachama.

La pulpa refrigera o congelada puede pasar al procesamiento para obtener productos completamente procesados. Al efecto se obtienen salchichas con excelente textura, que se pueden doblar sin presentar fractura en el sitio donde se dobla, lo cual es indicativo de la integridad del producto hasta el momento del consumo.

También se puede obtener bologna con adecuada respuesta al corte y constituye una nueva forma para el consumo de la pulpa de cachama.

Igualmente se puede obtener el jamón de cachama que se asemeja al de pollo por su baja pigmentación, presentando muy buena textura lo cual facilita su manejo para el consumo de este producto.

La “cachama endiablada” es otro producto de gran calidad cuya formula guarda relación con el jamón endiablado. Se presenta como un enlatado para el manejo y almacenamiento en condiciones ambientales estables hasta el momento de abrir la lata.

Igualmente a la pulpa de cachama refrigerada o congelada se puede aplicar la tecnología de los productos mínimamente procesados cuyo principal representante es la hamburguesa que luego de elaborada se congela pasa su conservación.

Otra opción corresponde a la tecnología del lavado de la pulpa. Por medio de lavados sucesivos con agua refrigerada a que es sometida la pulpa de cachama, se obtiene la pulpa lavada, la cual concentra las proteínas miofibrilares que son las proteínas funcionales para dar estructura a los productos y con el lavado pierde el color que le aporta el pigmento que contiene la pulpa sin lavar. Ésta puede ser procesada inmediatamente o ser congelada para almacenarla como



“SURIMI”. Aplicando crioprotectores a la pulpa lavada previo a su congelado en bloques, se obtiene el “SURIMI” que puede ser almacenado bajo congelación para su posterior procesamiento, manteniendo la funcionalidad tecnológica de sus proteínas.

A partir de la pulpa lavada o del “SURIMI” se pueden obtener productos completamente procesados; tal es el caso de un producto moldeado semejante al jamón cocido pero de color blanco debido a que el lavado a que fue sometida la pulpa, se produjo la remoción del pigmento de la carne. Igualmente, se pueden obtener salchichas sin pigmentación, orientadas a consumidores que por sus hábitos alimenticios las demandan en sustitución a las salchichas tradicionales.

También a partir de la pulpa lavada o del “SURIMI” se pueden elaborar productos mínimamente procesados y congelados siendo la hamburguesa un producto típico de este grupo. Estos productos responden bien a varios tipos de cocinado a nivel del hogar.

En relación a los subproductos, ya se indicó que durante el beneficio de la cachama, además de pulpa, se generan otros componentes del cuerpo de la misma como cabeza, vísceras con su contenido gastrointestinal, piel, aletas, huesos y espinas que también son sometidos a procesamiento para su aprovechamiento. En tal sentido a partir de los subproductos de cachama se puede obtener el ensilado que es el resultado de un proceso biotecnológico, de fermentación ácido-láctica, que aplicado sobre la totalidad de los subproductos resulta en un producto de color oscuro, pastoso, con olor a malta y rico en proteínas, para alimentación animal.

El ensilado se puede utilizar como tal u obtener derivados a partir de procesos adicionales: Al mezclar el ensilado en partes iguales con sorgo triturado, someterlo a secado y molido, se obtiene harina de ensilado y sorgo que constituye una premezcla para alimentación animal.

También por medio del proceso de extrusión, una mezcla de ensilado con cereales se puede transformar en productos expandidos y peletizados que pueden ser utilizados para alimentación animal, según la especie y hábitos alimenticios.



Cachama (*Colossoma macropomum*)



Cabeza



Visceras



Piel, escamas, aletas, espinas y huesos

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Escobar V. y García, M.A. 2000. *Estudio de la respuesta tecnológica de la pulpa de cachama (Colossoma macropomum) en un producto emulsionado, cocido y ahumado*. Trabajo de grado para optar al título de Magíster Scientiarum en Ingeniería Agroindustrial. UNELLEZ. 108. Pg.
- Fundación COTEC 1995. *Sesión dedicada al análisis de los productos pesqueros reestructurados*. Sede de ANFACO. P. 13-19
- García, M.A. 1999. *Obtención de Ensilado de Pescado a partir de Subproductos de Cachama (Colossomas macropomum) y su evaluación físico química y microbiológica como fuente potencial de proteína para alimentación animal*. UNELLEZ-CONICIT. 68 Pg.
- García, M.A. 2008. *Tecnología Para el Procesamiento de Carne*. UNELLEZ Colección pensamiento docente N°4. Editorial Horizonte C.A. Barquisimeto. Lara Venezuela.
- García M.A. 2006. *Comportamiento de la carne de cachama (Colossoma macropomum) antes tratamientos tecnológicos vinculados a la elaboración de productos moldeados y emulsionados*. AGROLLANIA. Volumen 3 UNELLEZ San Carlos Venezuela p.19-31.
- Gil, R.W. y Bello, R.A. 1986 *Caracterización y aprovechamiento de la cachama (Colossoma macropomum) durante su almacenamiento en congelación*. Trabajo especial de grado para optar al título de magíster scientiarum en Ciencia y Tecnología de Alimentos. U.C.V. 199. Pg.
- Guevara, J.; Bello, R.A. y Montilla, J.J. (1988) *Evaluación de Ensilado Microbiano de Pescado en pollos de engorde*. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela, Maracay. 199 Pg.
- Hall G.M. y Ahamad, N.H. 2001. *Producto de surimi y pescado picado*. Hall, G.M Editor, Tecnología del Procesado del Pescado. Editorial Acribia, Zaragoza (España) P.79-98
- Kumazawa, y., Numazawa, T., Seguro, K. and Motoki, M. 1995, *Supresión of surimi gel setting by transglutaminase inhibitors* J. of food Sci. 60 (4):715 726.
- Lee, C.M. 1984. *Surimi process technology*. Food Technol. November. P. 68 80
- Linden, G. y Lorient, D. 1996. *Bioquímica agroindustrial*. Editorial Acribia, Zaragoza España. P. 193,194 y 213.
- Luque, M.A. y García M.A. 2001. *Explorar condiciones experimentales de tecnología de obtención de un producto tipo bologna, a base de pulpa de cachama (Colossoma x Piaractus); aplicando metodología de superficie de respuesta*. Trabajo de grado presentado para optar al título de Magíster Scientiarum en Ingeniería Agroindustrial. UNELLEZ, 137. Pg.
- Moreno E.J. y García, M.A. 2000. *Variabilidad de la respuesta tecnológica de la pulpa de cachama (Colossoma macropomum) en formulación de salchichas*. Trabajo de grado presentado para optar al título de Magíster Scientiarum en Ingeniería Agroindustrial. UNELLEZ. 79. Pg
- Ordóñez, J. A.; Cambero, M.I.; Fernández, L.; García M.L.; De Fernando, G.G.; De la Hoz, L. y Selgas, M.D. 1998. *Tecnología de los alimentos*. Volumen II Alimentos de Origen Animal. Editorial. Síntesis, S.A. España p. 247 y 340
- Ottati, M. y Bello, R.A. 1988. *Evaluación de Ensilado Microbiano de Pescado como suplemento proteico en la alimentación del ganado porcino*. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias Universidad Central de Venezuela. 293 Pg.
- Raa, J. and Gidberg, A. 1982. Fish Silage: A Reviw. Critical Reviws in food Science and Nutrition, April. 383 -419 Pg
- Sharp, A. and Offer, G. 1992. *The mechanism of geis formation from myosin molecules*. J. Sci. Food Agric. 58: 63 73.

- Suzuki, T. 1987. *Tecnología de las proteínas de pescado y Krill*. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza España. P.7 12, 55 100 y 107 112
- Triviño, J.E; Young, R.A; UVALLE, A; Crean, K; Marchin, D.H and Elal, E.H. 1982 ITESM/TPI Proyect, Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterrey (ITESM), Guyama, Sonora México and Tropical Products Institute TPI, London, England. Pg. 103 106
- Ziegler, C. R. and Acton, J. C. 1984. *Mechanisms of gel formation by proteine of muscle tissue*. Food technol. 77. 69 80.

**EFECTO DE MODIFICACIÓN DE LA TEMPERATURA DE  
ALGUNAS PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDÓN DE MAÍZ  
CON ENLACES ENTRECruzADOS**

---

**EFFECT OF THE MODIFICATION TEMPERATURE ON  
SOME FUNCTIONAL PROPERTIES OF THE CORN STARCH CROSSLINKED**

---

*Mary Lares<sup>1</sup>, Elevina Pérez Sira<sup>2</sup>, Lilliam Sivoli<sup>3</sup> y Clímaco Álvarez<sup>4,5</sup>*

<sup>1</sup>Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Medicina. <sup>2</sup>Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias. <sup>3</sup>Centro de Bioquímica Nutricional, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Caracas-Venezuela. <sup>4</sup>Escuela Técnica Industrial "Julio Calcaño" Ministerio Popular para la Educación. Caracas-Venezuela. <sup>5</sup>INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Caucagua, edo Miranda, Venezuela.

**Full addresses for correspondence:** Dra. Elevina Pérez Sira, 2Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias de la Universidad Central de Venezuela. Apartado de Correo 47097, Caracas 1041-A, Los Chaguaramos. Venezuela. Email address author: *perezee@hotmail.com*

Recibido: 07-10-2008 / Aceptado: 02-02-2009

**RESUMEN**

La modificación química por entrecruzamiento consiste en introducir grupos fosfatos como puentes o conexiones de entrecruzamiento entre moléculas vecinas en los componentes amiláceos, a fin de producir cambios estructurales y funcionales en el almidón. En este estudio se evaluó el efecto de la temperatura de modificación sobre algunas características funcionales del almidón de maíz; usando el nativo como control. Para ello, se siguió el procedimiento de modificación por entrecruzamiento usado para obtener almidón de grado alimenticio. El procedimiento de la modificación en el almidón de maíz, fue realizado usando pH neutro ( $6.9 \pm 2$ ) y dos temperaturas (122 y 145 °C). Al almidón nativo y los almidones modificados, se les determinaron los índices de absorción de agua, solubilidad y poder de hinchamiento, viscosidad aparente (usando el viscosímetro Brookfiel) y el perfil amilográfico (amilógrafo Brabender). Los resultados mostraron que las variaciones de la temperatura afectan algunos parámetros de composición; así como, al comportamiento funcional del almidón del maíz, específicamente en las características químicas y reológicas. El asentamiento (*setback*) y la consistencia disminuyeron significativamente ( $p \leq 0.05$ ) y la fragilidad de los gránulos de almidón (*breakdown*) aumentó al compa-

rarlos con las propiedades del almidón nativo. También la temperatura alteró la absorción de agua y el poder de hinchamiento. Este efecto de la temperatura se puede interpretar de dos maneras. Primero, debido a que cambia las propiedades funcionales, utilizándolos como diferentes alternativas en la formulación de alimentos o controlándolos para mantener la misma viscosidad en los productos finales.

**Palabras clave:** *Almidón de maíz, almidón modificado por entrecruzamiento, propiedades reológicas.*

**SUMMARY**

The chemical modification by cross-linking consists of the introduction of phosphate groups like bridges or crossed connections, among neighboring starch molecules. With this modification, structural and functional changes are produced on the starch. In this study the effect of the temperature on some functional properties of food grade corn starch modified by crosslinked, were evaluated using the native one as control. The process of cross-linking on the corn starch was carried out using a neutral pH

(6.9±2) and two temperatures (122 y 145 °C). The proximate composition, purity, water absorption, solubility and swelling power, apparent viscosity, and the amylographic profile were determined. The results showed that variations of the temperature affect the composition and the functional behavior of the starch of corn, specifically on the chemical and rheological properties of the starches. The setback and consistency were significantly ( $p \leq 0.05$ ) decreased, and the breakdown increased, when they were compared each one. Also the modification of the temperature had altered the water absorption and swelling power. This fact could be interpreted in two ways. First, converting them in promising protagonists in food processing and formulation or controlled in order to maintaining the same viscosity in the final products.

**Key words:** *Corn starch, cross-linking modified starch, and rheological properties.*

## INTRODUCCION

World corn crop is 600 million ton per annum. Nearly 10% is made into starch or starch-derived sweeteners making corn starch the largest starch commodity in the world (Thomas and Atwel, 1999; Perez et al. 2003). Starch is one of nature's major renewable resources and a mainstay of our food and industrial economy.

Corn starches, native and modified, are used in hundreds of food application. Starches modified by cross-linking are widely used in the food industry to overcome undesirable changes in product texture and appearance caused by retrogradation or starch breakdown during processing and storage (Ostergard *et al.*, 1988).

The modification by cross-linking is a technique that involves placing mono or bi functional substituent, such as phosphorous by ester bound along to the starch polymeric backbone (Lim and Seib, 1993). However, has been noted that the functional properties of the cross-linked starch are dependent from control of the parameters of the cross linking process, otherwise its rheological properties could be changed (Light, 1990). The objective of the study was to evaluate the effect of the temperatures used in the protocol of modification by crosslink, on the chemical composition and rheological properties of modified corn starches.

## MATERIALS AND METHODS

Native corn starch was provided by INDELMA C.A., Cagua, estado Aragua, Venezuela. The corn starch was chemically modified at laboratory scale, from the commercial one. The general principles for preparation of the food grade starch are described below.

### Phosphate starch.

The native corn starch was crosslinked with  $\text{Na}_3(\text{PO})_3$ , using two temperature (122, 145°C) and neutral pH (6.9 2), to produce an starch with low D.S., Paschall (1964). To prepare the reticulated starch, a mixture of 12.6 g of Sodium Tripolyphosphate ( $\text{Na}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) is dissolved in 167 ml of water (commercial Sodium Tripolyphosphate is suitable) and 100 g of starch is dispersed in the solution. The

slurry is then filtered with suction on a fitted glass funnel. The filter cake is crumbled and dried overnight at 40-45 °C in a forced-draft air oven. The starch-salt mixture is powdered in a waring blender and dried at 65 °C for 90 min, in a forced-draft air oven. The dried mixture is transferred to a 1-liter stainless-steel beaker. The beaker is placed in a preheated oil-bath (180 and 190°C) and heated for 20-25 minutes with sufficient agitation (with a half-moon stirrer) to give continuous movement to the entire mass. The starch temperature should reach 122 or 145 °C after 20 min. The mixture is cooled, and dissolved in 200 ml of distilled water, and then recovered on a Büchner funnel. The filter cake is washed with three 200 ml portions of distilled water. The product is crumbled and air-dried.

#### **Proximate Composition and purity of Corn Starches**

Native and modified starches were analyzed for moisture, ash, crude protein (%N x 6.25), crude fiber Smith (1967), and fatty materials using the method described by Schoch (1964). Purity, expressed as a total starch percentage was calculated as: 100-(moisture+ crude protein + ash, +crude fiber +fatty materials).

#### **Qualitative Syneresis of starch gels**

A starch water suspension was prepared with 60 g of starch (14 % of moisture) in a total volume of 500 ml; the suspension was heated from 30 to 95C. The slurry was cooled and stored overnight for 24 h at refrigeration temperature (3-4C).The water lixiviation was established with a positive symbol (+) and the absent of water lixiviation as negative (-).

#### **Brabender Viscoamylograph (BV) Gelatinization profile**

Gelatinization profile was measured in an 8 % aqueous suspension of the sample, using the method described in AACC, 2003. The following parameters: initial gelatinization temperature, peak viscosity, viscosities (at 95°C, 50°C and holding time), breakdown, and setback and consistency index, were calculated from the corresponding plots. Bhattachary, K.*et al.*, 1979, and Zhuo *et al.*, 1998.

#### **Apparent Viscosity Measurement of Corn Starches**

The apparent viscosity was determined using a Brookfield Viscosimeter (model LVT, spindle No. 4 at 6,12,30,60 rpm, in the three starch suspensions using the solution heated in the amylograph this determination was done with N° 4 spindle at two temperatures; 50 and 30°C, Whistler and Paschall (1967).

#### **Functional Properties of Corn Starches**

Water absorption, swelling power and solubility of these starches were measured by a combination of the methods of Anderson 1982 and Schoch 1964 described by González and Pérez (2002).

#### **Statistical Evaluation of Analytical Data**

Data collected for the three lots of each starch were analyzed by one-way ANOVA followed by Duncan test, using the Statgraphics Program (Statically Graphics Educational, Version 6.0 1992. Manugistics, inc. and Statistical Graphics Corp., USA).

### **RESULTS AND DISCUSSION**

#### **Composition and purity of Corn Native and Modified Starches**

The composition and purity of starches is showed in Table 1. The moisture content of the native and modified using the lowest temperature corn starches were similar between them, and higher than those of the corn starch modified at 145 C. Crude protein contents were significantly decreased, and the crude fiber were increased ( $p \leq 0.05$ ) by the temperature changes. Due to the incorporation of the phosphates and sodium groups, the ash content of both corn starches modified was higher ( $p \leq 0.05$ ) than native counterpart, similar results are reported by Yung-Ho and Chen-Yi, (1992). The fatty materials were not affected by the temperature changes.

#### **Gelatinization profile**

Except for the viscosity at 50 °C, the overall viscosities of the both modified starches were lightly increased, being most conspicuous when was used the high temperature. It can be noted the initial gelatinization temperature (IGT) did not was

affected. However, the setback and consistency were significantly decreased ( $p \leq 0.05$ ) and the breakdown increased, when they were compared with the native counterpart (Table 2).

### Apparent Viscosity

As can be noted all of the starches have a pseudo-plastic behavior. The behaviors of the overall viscosity of the native starch, and in both modified starches (at 50 °C) are agreed with the results shown by the amylogram (BV). However, when they are measured at 30 °C their overall viscosities are increased. These changes in viscosities are due to the changes in the molecular level of the starch by the connections of the phosphate, when, they are compared to the native counterpart. But when they are compared between them, the changes in viscosity are due to the effect of the temperature on the connection of the phosphate to the molecules (Figure 1).

### Syneresis of starch gels

Table 1, report the results of the syneresis of starches. The three starches have negative syneresis. Indeed, it is strengthened by the strong associative forces inside their granules, as was pointed out before.

**Table 1. Proximate composition, purity, and syneresis\* of the Corn Starches**

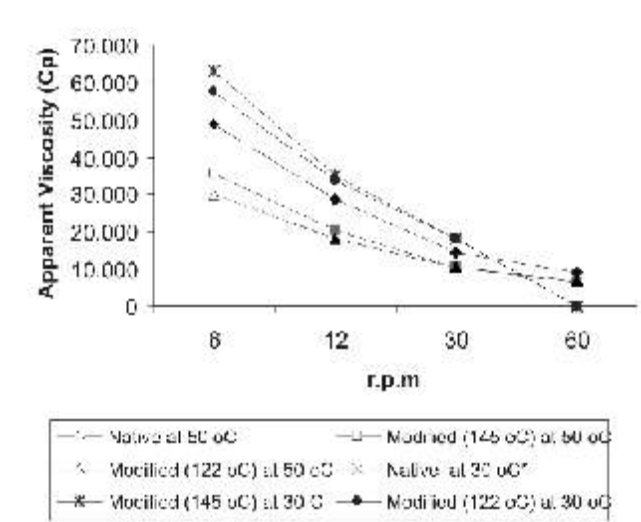
Parameter	Native	Modified (1)	Modified (2)
		pH 6.9 ± 2/145 °C	pH 6.9 ± 2/122 °C
Moisture (%)	11.47 <sup>a</sup>	6.87 <sup>b</sup>	10.45 <sup>a</sup>
Crude Protein** (%)	0.83 <sup>a</sup>	0.18 <sup>b</sup>	0.28 <sup>b</sup>
Fatty material (%)	0.52 <sup>a</sup>	0.62 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>
Crude fibre (%)	0.53 <sup>a</sup>	0.98 <sup>b</sup>	1.21 <sup>b</sup>
Ash (%)	0.02 <sup>a</sup>	0.98 <sup>b</sup>	0.73 <sup>b</sup>
Purity	97.90	97.24	97.03
Syneresis	-	-	-

(\*: dry basis, except moisture) (\*\*: % N x 6.25). The mean values from  $n=9$ , in the same row followed by the same letter are not statistically different at a 5% significance level.

**Table 2. Gelatinization profile of Corn Starches (Amylograph Brabender)**

Parameter (U.B.)	Native	Modified (1)	Modified (2)
		pH 6.9 ± 2/145 °C	pH 6.9 ± 2/122 °C
I.G.T. °C	78 <sup>a</sup>	78,6 <sup>a</sup>	78 <sup>a</sup>
Peak Viscosity	380 <sup>a</sup>	658 <sup>b</sup>	650 <sup>b</sup>
Viscosity 95 °C	360 <sup>a</sup>	480 <sup>b</sup>	360 <sup>a</sup>
Viscosity 50 °C	760 <sup>a</sup>	550 <sup>b</sup>	730 <sup>a</sup>
Breakdown	80 <sup>a</sup>	358 <sup>b</sup>	290 <sup>c</sup>
Setback	400 <sup>a</sup>	300 <sup>b</sup>	370 <sup>a</sup>
Consistency	320 <sup>a</sup>	-58 <sup>b</sup>	-290 <sup>c</sup>

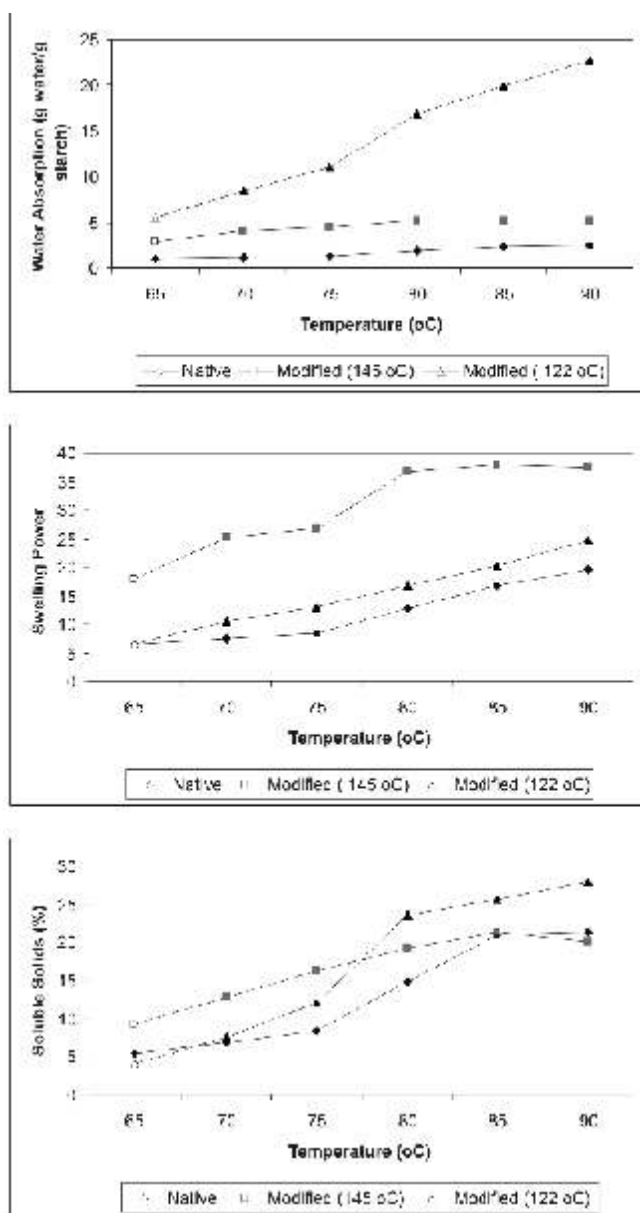
The mean values ( $n=9$ ) in the same row followed by the same letter are not statistically different at a 5% significance level. IGT= Initial gelatinization temperature.



**Figure 1. Apparent Viscosity (centipoises) of Corn Starches Functional Properties of Corn Native and Modified Starches**

The effects of temperature on water absorption, solubility and swelling power of these starches are shown in Figure 2 (A, B and C). As can be seen, the modification alters the three parameters. Water absorption and swelling power are the most affected by temperature, observing that the starch modified at 122 °C absorb most water, than the starch modified at 145 °C. While, the behavior observed for swelling power has been contrary. Solubility of the starches are affected by the modification at the initial stages

(65 through 80 °C), reaching same values, as the native one at final stages (80 through 95 °C); similar tendency is reported by Hugh, cited by Whistler and Paschal, (1964). These parameters' tendency could reflect differences in strength and nature of intra granular bonding, which is a direct result of variations in crystalline and amorphous regions inside the starch granules.



**Figure 2. Water Absorption (A), Solubility (B) and Swelling Power (C) of native and Corn Starches.**

## CONCLUSIONS

Changes in modification temperatures affect notably the chemical and rheological properties of the corn starches. This fact could be interpreted in two ways. First, converting them in promising protagonists in food processing and formulation or considered in order to maintaining the same viscosity in the final products.

## ACKNOWLEDGEMENTS

Published as a paper based in a research conducted under projects Nos: 03.32.3873.2004 and N°: G-2002000495 y S1-2000001311, supported by Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH), Universidad Central de Venezuela and Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), respectively.

## REFERENCES

- AACC. 2003. Cereal Laboratory Methods. The American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, methods 08-12, 15-A, 32-10, 46-13 and 61-01.
- Bhattachary, K., and Sowbhagya, M. 1979. Pasting behavior of rice: A New method of viscography. *Journal of Food Science* 44: 797-780, 804.
- Gonzalez, Z., and Pérez, E. 2002. Effect of acetylation on some properties of rice starch. *Starch/ Stärke*. 54: 148-154.
- Light, J. M. 1990. Modified food starches: Why, what, where, and how. *Cereal Foods World* 35:1081.
- Lim, S., and Seib, A.P. 1993. Preparation and properties of wheat and corn starches phosphates. *Cereal Chem.* 70:137-144.
- Ostergard, K., Björkck, I., and Gunnarsson, A. 1988. A study of native and chemically modified potato starch. Part I: Analysis and enzyme availability in vitro. *Starch/Stärke*. 40:58.



- Paschall, E.F. 1964. Starch derivative and modification. Phosphatation with inorganic phosphates salts. In: Whistler RL, Paschall EF (eds), Starch: Chemistry and Technology Vol. II. New York: Academic Press Inc.
- Perez, O. E., Haros, M., Suarez C., and Rosell, C. M. 2003. Effect of steeping time on the starch properties from ground whole corn. *Journal of Food Engineering* 60(3):281-287.
- Smith, R.J. 1967. Characterization and Analysis of Starches. In: Whistler RL, Paschall EF (eds), Starch: Chemistry and Technology Vol. II. New York: Academic Press Inc, pp 569-635.
- Schoch, T. J. 1964. Fatty Substances in Starch, in: *Methods in Carbohydrate Chemistry*. Ed. R.L. Whistler, Academic Press, Inc., New York. Vol. IV, Chapter 26 pp. 56-61.
- Thomas, D.S., and Atwell, W.A. 1999. Starches. *Critical Guides for the Food Industry*. St Paul, (MN): Eagan Press Handbook series; pp. 1-31.
- Whistler, R., and Paschall. 1964. Methods in carbohydrate chemistry. IV Starch. Academic Press. New York pp. 57-61; 101-103.
- Whistler, R., and Paschall. 1967. Starch: Chemistry and Technology Vol. II. New York: Academic Press Inc.
- Yung-Ho., and Chen-Yi. 1992. Preparation of starch phosphates by extrusion. *Journal of Food Science* 57(1):203-205.
- Zhuo, M., Robards, K., Glennie-Holmes, M., and Helliwel, S. 1998. Structure and pasting properties of oat starch. *Cereal Chemistry*. 75:273-281.

## EVALUACIÓN SENSORIAL DE UN JAMÓN COCIDO ELABORADO CON CARNES DE CHIVO, POLLO Y CERDO

---

### SENSORY EVALUATION OF A COOKED HAM MADE WITH GOAT, CHICKEN AND PORK MEAT

---

*Jhonny Palmero<sup>1</sup>, Luis Chaparro<sup>1</sup>, Julio Gutiérrez<sup>1</sup>, Ma. Carolina Pire<sup>1</sup> y Enrique Ávila<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Programa de Ingeniería Agroindustrial, Decanato de Agronomía, Universidad Centro occidental Lisandro Alvarado, Apartado 3001. Barquisimeto, Edo. Lara, Venezuela

<sup>2</sup>Postgrado de Ingeniería Agroindustrial, Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales, UNELLEZ., San Carlos, Edo. Cojedes, Apartado 30, Venezuela.

Recibido: 07-10-2009 / Aceptado: 02-02-2010

#### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el grado de aceptación sensorial de un jamón elaborado con la mezcla de tres tipos de carne, en comparación a un jamón de cerdo tipo comercial (100% carne de cerdo), procesados empleando la tecnología de fabricación de jamón cocido. La formulación del jamón sometida a evaluación consistió en 63,43% de carne de chivo, 11,14% de cerdo y 25,46% de pollo; la cual se determinó empleando el Software JMP, el cual predice la combinación óptima que satisface en forma conjunta las características típicas en cuanto a color, textura y rendimiento en relación al jamón comercial. La evaluación sensorial se llevó a cabo aplicando una técnica de preferencia global y de apreciación hedónica a un panel no entrenado de 70 personas (35 mujeres y 35 hombres). La preferencia global se realizó mediante un análisis no paramétrico y para la apreciación hedónica de color, sabor y textura se utilizó el procedimiento de los modelos multinomiales ordinales con el programa Link Probit (MLMO). Los resultados indicaron una tendencia de los panelistas hacia el jamón de la mezcla chivo-cerdo-pollo en comparación con el jamón comercial. Sin embargo los estadísticos utilizados para la comparación de las muestra indicaron que no hubo diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre ambos productos.

**Palabras clave:** Chivo, cerdo, pollo, jamón, evaluación

#### SUMMARY

The purpose of this study was to assess the degree of sensory acceptance of a ham produced with the mixture of three types of meat, compared to a commercial pork ham (100% pork), processed using the technology to make ham cocido. The formulation of the ham before evaluation was 63.43% of goat meat, 11.14% and 25.46% Pork Chicken, which was determined using the JMP software, which predicts the optimal combination that satisfies together the characteristics in terms of color, texture and performance, similar to the generic ham. Sensory evaluation was conducted by applying a technique of choice and overall assessment of a hedonic trained panel of 70 people (35 women and 35 men). The overall preference was performed by a non-parametric analysis and the assessment of hedonic color, flavor and texture procedure was used to model the ordinal multinomial Probit Link (MLMO). The results showed a tendency of panelists to the ham mixture of goat-pig-chicken compared to the ham business. However, the statistics used for the comparison of the sample indicated that there were no significant differences ( $p > 0.05$ ) between the two products.

**Keywords:** Goat, pig, chicken, ham, sensory evaluation.

## **INTRODUCCIÓN**

El jamón cocido representa uno de los elaborados de cerdo que más auge ha tenido en los últimos diez años, como consecuencia de su buena digestibilidad, bajo contenido graso y ausencia de micro toxinas. Este tipo de productos cárnicos presentan mayor apetecibilidad por parte de los consumidores, debido a que en él se mantienen las características complementadas por perfiles especiales de jugosidad, firmeza, buena unión y aroma de curado, factores que son cada vez más evaluados por un número creciente de consumidores (Márquez et al 1991). Para delimitar la identificación de este tipo de producto la norma venezolana COVENIN (1980) lo define como un producto pasteurizado elaborado a base de la carne de los miembros posteriores del cerdo, excluyendo la carne triturada, separados transversalmente de los miembros del costado, entre la última vértebra lumbral y la pierna sacra, a los cuales podrá quitársele o no la piel, tendones y ligamentos sueltos. La carne deberá curarse y podrá ahumarse con especias y condimentos. Sin embargo, la carne de aves está siendo utilizada ampliamente para la elaboración de una gran cantidad de productos alimenticios para consumo humano entre ellos el jamón cocido, pero debido al bajo contenido en mioglobina que posee este tipo de carne, el embutido que se obtiene es de color pálido (Márquez et al 1991). Es conocido también que las procesadoras de jamón endiablado agregan a sus productos carne de cerdos provenientes de madres que han concluido su ciclo reproductivo para mejorar el nivel de pigmentación del producto, dada la mayor cantidad de pigmento que su carne aporta. Por otro lado, la carne de chivo tiene más pigmentación (mioglobina) que la carne de cerdo y aves, pero se desconoce su comportamiento en la respuesta al color de curado que pueda tener y la posibilidad de desarrollar gelificación dentro de la estructuración de productos como el jamón cocido

(Palmero, 2005).

En Venezuela, el estado Lara, presenta un desarrollo significativo en cuanto a la producción de caprinos, constituyendo el segundo estado más productor después de Falcón, con una producción anual mayor a las 300.000 cabezas de las cuales obtienen sus ingresos directos unas 12000 familias campesinas (Galeo, 1987). Igualmente ha logrado un mercado importante para la carne, leche y productos lácteos de cabra, pero dada la influencia de los hábitos alimenticios del venezolano la carne de chivo se consume mayormente tiene un tope en la demanda como carne fresca, razón por la cual se plantea la necesidad de estudiar alternativas tecnológicas que ofrezcan nuevas posibilidades comerciales a este tipo de carne y de esta manera generar valor agregado a través de sus productos procesados. Al efecto, el presente trabajo tiene como objetivo realizar una evaluación sensorial de un jamón cocido elaborado con la mezcla de tres tipos de carne (chivo, pollo y cerdo).

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Materia prima e ingredientes**

Los jamones se fabricaron con pernils de cerdo y paletas de chivos limpios, frescos y despostados de animales hembras de la raza tipo criollo y con edades de aproximadamente seis meses, suministrados por un proveedor del caserío "Aregue" del Municipio Torres del Estado Lara. Los pernils de cerdos y las pechugas de pollo fueron adquiridos en el frigorífico "El Placer" ubicado en la Av. Ricaurte de San Carlos Estado Cojedes, con garantía de ser animales fisiológicamente estables, con reposo de 24 horas y no estresados antes del beneficio. Toda la materia prima fue transportada bajo condiciones de refrigeración desde los centros de acopio hasta el Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de los Alimentos (LITA) de la UNELLEZ San Carlos, Estado Cojedes, para inmediatamente ser sometidos al proceso tecnológico correspondiente.

Los ingredientes y aditivos utilizados en la solución curante fueron obtenidos de la empresa de suministros CONDIECA, ubicada en la ciudad de San Joaquín, Estado Carabobo. La fórmula utilizada para la preparación de la solución curante fue: sal común 8,65%, sal curante 1,5%, azúcar 1,42 %,

fosfatos 2,4 % y eritorbatos 0,285%. Para la fabricación del jamón con la mezcla de carne chivo-cerdo-pollo se empleó una formulación preestablecida por el Software JMP del cual se obtuvo que la combinación óptima para satisfacer las características típicas en cuanto a color, textura y rendimiento debía ser 63,43% de carne de chivo, 11,14% de carne de cerdo y 25,46% de carne de pollo.

### Proceso tecnológico

Una vez en el laboratorio, la materia prima fue sometida a un proceso de desposte y limpieza a objeto de eliminar restos de cueros, grasas, huesos y otras piezas extrañas. Posteriormente se procedió al troceado y molido de los mismos, pasando la carne a través de un molino con orificio de 14 mm de diámetro, luego se realizó por separado el proceso de curado para cada tipo de carne utilizando el método por masajes manual en una relación de 25 partes de solución curante (ml) por 100 partes (g) de carne. Posteriormente, se colocaron a 4 °C por 36 horas, con intervalos de masajeos intermitentes cada 12 horas. Finalmente, se realizó el mezclado de las carnes de forma manual, incorporando los diferentes porcentajes de cada tipo de carne; para luego embutirlas manualmente en tripa sintética “cero perdida” con capacidad de 500 gramos, seguida por un proceso de cocinado que se realizó en dos etapas: asentamiento a temperaturas entre 45-50 °C por una hora y gelificación a temperaturas entre 75-80 °C por cinco horas.

### Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se llevó a cabo con un panel no entrenado de 70 estudiantes; 35 mujeres y 35 hombres, con edades comprendidas entre 18 y 25 años que fueron seleccionados al azar en las instalaciones del Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales de la UNELLEZ, San Carlos (Cojedes). Para obtener los datos o respuestas sensoriales se aplicó la técnica de preferencia global y la apreciación hedónica. Para la preferencia global se utilizó una encuesta o tabla de contingencia de 2x2 para registrar la aceptabilidad pareada de dos muestras dependientes. A cada panelista se le entregaron 2 muestras de 150 g, una de jamón cocido comercial y la otra de jamón cocido producto de la

mezcla de carnes de chivo, cerdo, pollo. Se le solicitó a cada panelista que indicara cual muestra prefería según su nivel de agrado y que las calificara con un valor numérico en la escala del 1 al 20 según su grado de aceptabilidad. Para la apreciación hedónica sobre color, sabor y textura se usó un instrumento que consistió en una tabla de categorización cualitativa de 7 niveles para registrar el grado de aceptación o rechazo del jamón cocido de la mezcla chivo, cerdo, pollo en comparación con el jamón cocido comercial. Las muestras le fueron presentadas a cada uno de los panelistas de manera de evaluar y calificar cada muestra por separado, y así discriminar el nivel de aceptación, bien en la escala de aceptación o en la escala de rechazo.

### Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se usó el software Statistica versión 6.0. La preferencia global se realizó mediante un análisis no paramétrico, empleándose específicamente las pruebas chi-cuadrado, V-cuadrado, Phi-cuadrado, prueba exacta de Fisher y el Chi-cuadrado de McNemar. Para la apreciación hedónica color, sabor y textura se utilizó el procedimiento de los modelos Multinomiales ordinales con Link Probit (MLMO); así como también los estadísticos para la bondad de ajustes del modelo ordinal multinomial.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Preferencia global

El cuadro 1, muestra los datos obtenidos de la calificación sensorial para la preferencia global, en una encuesta tipo survey, con un panel no entrenado de 70 estudiantes; 35 mujeres y 35 hombres, seleccionados al azar entre 18 y 25 años. La preferencia global del jamón cocido favoreció ligeramente al que se elaboró con la mezcla de las carnes de chivo, cerdo y pollo, siendo la diferencia más evidente en el panel masculino que en el femenino (Cuadro I). En cuanto a la evaluación global del grupo, la diferencia entre las calificaciones obtenidas es pequeña; detectándose en forma apreciativa una similitud en la preferencia de ambas muestras, es decir que ambas fueron preferidas por los encuestados mostrando un perfil sensorial muy similar tomando en cuenta el panel considerado.

**Cuadro 1.** Resumen de las calificaciones sensoriales de preferencia global, en escala del 1 al 20, discriminadas por sexo y total de panelistas.

Sexo y total		N	Calificación Media. 0 al 20	$\sigma$
Masculinos	Jamón de la mezcla Chivo-Cerdo-Pollo	35	17,17	1,94
Masculinos	Jamón comercial	35	15,85	2,36
Femeninos	Jamón de la mezcla Chivo-Cerdo-Pollo	35	16,88	2,76
Femeninos	Jamón comercial	35	16,74	2,76
Total	Jamón de la mezcla Chivo-Cerdo-Pollo	70	17,02	2,37
Total.	Jamón comercial	70	16,30	2,59

En el cuadro 2 se muestran los resultados de la tabla de contingencia y estadísticos de comparación de las muestras en la cual se observa que el 62,86% de los encuestados del sexo masculino prefirieron el jamón de la mezcla chivo-cerdo-pollo, representando este valor el 31,42% del total de los panelistas, mientras que el 37,14% prefirió el jamón comercial. En cuanto al grupo femenino, el 57,14% prefirieron el jamón de las mezclas de carne, lo cual constituye el 28,57% del total de los panelistas, contra un 42,86% del grupo femenino que prefirió el jamón comercial.

Estos resultados indican que el 60% del total de los panelistas encuestados prefirieron el jamón de la mezcla chivo-cerdo-pollo en comparación con el jamón elaborado con carne de cerdo. Sin embargo, ninguno de los estadísticos utilizados para la comparación de las muestra indicaron que no hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre ambas muestras. Es decir, no hay evidencia estadística para asegurar que las muestras son diferentes, en consecuencia los grupos encuestados prefieren por igual ambas muestras. Este resultado en particular es de mucha importancia, ya que indica que el jamón elaborado con la mezcla de los tres tipos de carne logró reproducir las características sensoriales en cuanto a color, textura y sabor del jamón comercial. De la misma forma, Frontela *et al.* (2006), reportaron que el número de respuestas obtenidas para la evaluación de dos marcas de jamón cocido, no reflejó en ningún grupo de población estudiado (edad, sexo y dedicación) la existencia de diferencias estadísticamente significativas cuando comparó dos muestras de jamón de cerdo elaborados con formulaciones diferentes.

**Cuadro 2.** Análisis de tabla de contingencia de 2x2 para preferencia global de 70 panelistas para jamón cocido de la mezcla chivo-cerdo-pollo comparado con el jamón cocido comercial.

	Prefieren jamón de la mezcla	Prefieren jamón Comercial	Total
Frecuencias Masculinas.	22 (A)	13 (B)	35
Porcentaje Masculino	62,86	37,14	
Porcentaje del total	31,42%	18,57%	50,000%
Frecuencias Hembras.	20 (C)	15 (D)	35
Porcentaje Femenino	57,14	42,86	
Porcentaje del total	28,57%	21,42%	50%
Total (Masculinos + Femeninos)	42	28	70
Porcentaje del total	60%	40%	100%
<b>Estadísticos</b>			
Chi-cuadrado (gl=1)	,24	p= ,6256	ns
V-cuadrado (gl=1)	,23	p= ,6281	ns
Chi-cuadrado de Yates correg. Corrección por 0,5	,06	p= ,8073	ns
Phi-cuadrado (correlación entre sexo y preferencia)	,00340		ns
Prueba exacta de Fisher, Una cola.		p= ,4038	ns
“Asumiendo muestras no relacionadas” Dos colas.		p= ,8075	ns
“Asumiendo muestras no relacionadas”			
Chi-cuadrado de McNemar (A/D=22/15)	,97	p= ,3239	ns
Chi-cuadrado de McNemar (B/C=13/20)	1,09	p= ,2963	ns

### I. Apreciación Hedónica

El cuadro 3 muestra los datos de la apreciación afectiva para siete niveles de escala hedónica en cuanto a color, sabor y textura; en el que se aprecia que la mayor frecuencia en los niveles de preferencia para ambos géneros se encuentran entre: **“me gusta mucho”** (MGMUC), y **“me gusta moderadamente”** (MGMOD). En cuanto al grado de aceptación por género se puede observar que el grupo masculino calificó todos sus grados de preferencia en la escala de aceptación, no así en el caso del grupo femenino, en el cual hubo calificaciones en la escala de rechazo, siendo: **“me disgusta poco”** y **“me disgusta moderadamente”** las calificaciones señaladas en la escala hedónica

**Cuadro 3.** Respuestas sensoriales de apreciación hedónica

Ítem	SEXO	<i>Jamón de la mezcla Chivo-cerdo-pollo</i>			
		<i>Encuestados por grado de preferencia</i>			
		Escala Hedónica	Color	Textura	Sabor
1	Masc	MGMUC	20	19	20
2	Masc	MGMOD	10	11	8
3	Masc	MGPOC	4	2	6
4	Masc	MEINDIF	1	3	1
5	Masc	MDUPOC	0	0	0
6	Masc	MDMOD	0	0	0
7	Masc	MDMUC	0	0	0
8	Feme	MGMUC	24	18	19
9	Feme	MGMOD	4	10	10
10	Feme	MGPOC	4	6	5
11	Feme	MEINDIF	0	0	0
12	Feme	MDUPOC	3	1	0
13	Feme	MDMOD	0	0	1
14	Feme	MDMUC	0	0	0

### I.1 Parámetros estimados de las respuestas hedónicas para la apariencia Color del jamón de chivo-cerdo-pollo

Los parámetros estimados y la prueba de Wald para la significancia de los parámetros de las respuestas color (Cuadro IV), indican que los niveles de la escala hedónica “**me gusta mucho**” (MGMUC), “**me gusta moderadamente**” (MGMOD), “**me gusta poco**” (MGPOC) y “**me es indiferente**” (MEINDIF) son los más significativos ( $p < 0,05$ ), indicando que el grupo encuestado prefiere los niveles de aceptación de la escala hedónica; siendo el grupo masculino quien conduce a que la preferencia se ubique en los niveles de aceptación.

El cuadro V, de los estadísticos para la bondad de ajuste para la respuesta hedónica de apariencia “color”, se muestra que la relación entre el estadístico y los grados de libertad. Los resultados indican que todos son mayores que 1, indicando que hay cierta dispersión entre las preferencias de los niveles de aceptación hedónica; esto concuerda con lo observado en la cuadro 3, donde se detecta que el grupo femenino tiene influencia en la dispersión de los datos hacia la escala de rechazo.

**Cuadro 4.** Parámetros estimados y pruebas de Wald de las respuestas hedónicas para la apariencia color del jamón de chivo-cerdo-pollo.

	Escala Hedónica	Estimados	Intervalo de confianza inferior	Intervalo de confianza superior	Estándar	Wald	p
Intercepto 1	MGMUC	0,430651	0,117	0,7439	0,1598	7,25862	0,007056
Intercepto 2	MGMOD	0,967312	0,607	1,3276	0,1838	27,69043	0,000000
Intercepto 3	MGPOC	1,029824	0,661	1,3988	0,1882	29,92964	0,000000
Intercepto 4	MEINDIF	1,247565	0,842	1,6535	0,2071	36,28241	0,000000
Intercepto 5	MDUPOC	6,048738	-884,720	896,8174	454,4822	0,00018	0,989381
Intercepto 6	MDMOD	6,059045	-912,135	924,2530	468,4749	0,00017	0,989681
SEXO (Masc)	MDMUC	-0,002225	-0,298	0,2940	0,1511	0,00022	0,988251
Escala		1,000000			0,0000		

**Cuadro 5.** Estadísticos para la bondad de ajuste del modelo ordinal multinomial para la respuesta hedónica apariencia color del jamón chivo-cerdo-pollo.

Estadístico	gl	Valor.	Valor/gl
Desviación	41	133,4374	3,254571
Desviación escalada	41	133,4374	3,254571
Chi <sup>2</sup> de Pearson	41	264,0253	6,439641
Chi <sup>2</sup> de P. escalado	41	264,0253	6,439641
Loglikelihood		66,7187	

### I.2 Parámetros estimados de las respuestas hedónicas para la apariencia Textura, del jamón de chivo-cerdo-pollo

La significancia de los parámetros de la respuesta textura (cuadro 6), indican que los niveles de la escala hedónica “**me gusta moderadamente**” (MGMOD), “**me gusta poco**” (MGPOC) y “**me es indiferente**” (MEINDIF), son los más significativos para este atributo de calidad, mostrando esto que el grupo encuestado prefiere los niveles de aceptación de la escala hedónica, exceptuando el nivel “**me gusta mucho**”. Así mismo, se observa que es el grupo masculino quien aporta mayoritariamente, a que la preferencia se ubique en los niveles de aceptación de la escala. Márquez E, (1991) señala que el contenido en grasa es una característica positivamente apreciada por los consumidores en los productos cárnicos cocidos, probablemente debido a que otorga una mayor blandura y jugosidad al producto. Del mismo modo, un color rosado claro en el jamón cocido aumenta la preferencia de los consumidores.

En cuanto a los estadísticos para la bondad de ajuste en la respuestas “textura” se observa que todas las relaciones son mayores que 1 (Cuadro 7), indicando esto que hay cierta dispersión entre las preferencias de los niveles de aceptación hedónica; lo

cual evidencia que el grupo femenino tiene influencia en la dispersión de los datos hacia la escala de rechazo.

**Cuadro 6.** Parámetros estimados y pruebas de Wald de las respuestas hedónicas textura del jamón de chivo-cerdo-pollo.

	Escala Hedónica	Estimado	Intervalo de confianza Inferior	Intervalo de confianza superior	Standard	Wald	p
Intercepto 1	MGMUC	0,070501	-0,224	0,3648	0,1502	0,22037	0,63875
Intercepto 2	MGMOD	0,949297	0,602	1,2968	0,1773	28,65895	0,00000
Intercepto 3	MGPOC	1,136628	0,762	1,5110	0,1910	35,40967	0,00000
Intercepto 4	MEINDIF	1,209168	0,822	1,5960	0,1974	37,53442	0,00000
Intercepto 5	MDUPOC	6,111997	-904,75	916,9782	464,7362	0,00017	0,98950
Intercepto 6	MDMOD	6,122110	-932,31	944,5594	478,8033	0,00016	0,98979
SEXO (Masc)	MDMUC	0,096000	-0,173	0,3651	0,1373	0,48902	0,48436
escala		1,000000			0,0000		

**Cuadro 7.** Estadísticos para la bondad de ajuste del modelo ordinal multinominal para la respuesta hedónica textura del jamón chivo-cerdo-pollo.

Estadístico	gl	Valor.	Valor/gl
Desviación	41	159,3600	3,886828
Desviación escalada	41	159,3600	3,886828
Chi <sup>2</sup> de Pearson	41	275,1708	6,711484
Chi <sup>2</sup> de P. escalado	41	275,1708	6,711484
Loglikelihood		-79,6800	

### I.3 Parámetros estimados de las respuestas hedónicas Sabor del jamón de chivo-cerdo-pollo

Los cuadros 8 y 9 para la respuesta hedónica sabor, muestran la misma tendencia o comportamiento que los parámetros de las respuesta color, indicando que los niveles de la escala hedónica, “**me gusta moderadamente**” (MGMOD), “**me gusta poco**” (MGPOC) y “**me es indiferente**” (MEINDF) son los mas significativos, con lo cual el grupo encuestado prefiere los niveles de aceptación de la escala. Igualmente la prueba de bondad de ajuste del modelo, muestra que la relación entre el estadístico y los grados de libertad son mayores que 1, con lo cual existe dispersión entre las preferencias de los niveles de aceptación hedónica.

Según Frontela *et al.* (2006), el sabor es una de las propiedades sensoriales decisivas en la selección de un alimento tipo jamón cocido por parte de los consumidores. El color, el aroma y la textura no fueron determinantes en este caso en las preferencias de los consumidores durante la evaluación sensorial de dos formulaciones de jamones.

**Cuadro 8.** Parámetros estimados y pruebas de Wald de la respuesta hedónica sabor del jamón de chivo-cerdo-pollo.

	Escala Hedónica	Estimado	Intervalo de confianza Inferior	Intervalo de confianza superior	Estándar	Wald	p
Intercepto 1	MGMUC	0,143780	-0,151	0,4385	0,1504	0,91435	0,338964
Intercepto 2	MGMOD	0,893837	0,553	1,2343	0,1737	26,47589	0,000000
Intercepto 3	MGPOC	0,948567	0,602	1,2956	0,1771	28,70025	0,000000
Intercepto 4	MEINDIF	1,006296	0,652	1,3609	0,1809	30,94232	0,000000
Intercepto 5	MDUPOC	6,047534	-855,787	867,8819	439,7195	0,00019	0,989027
Intercepto 6	MDMOD	6,057843	-882,310	894,4253	453,2571	0,00018	0,989336
SEXO(Masc)	MDMUC	0,004358	-0,269	0,2773	0,1393	0,00098	0,975039
Escala		1,000000			0,0000		

**Cuadro 9.** Estadísticos para la bondad de ajuste del modelo ordinal multinominal para la respuesta hedónica sabor del jamón de chivo-cerdo-pollo.

Estadístico	Gl	Valor.	Valor/gl
Desviación	41	152,2235	3,712767
Desviación escalada	41	152,2235	3,712767
Chi <sup>2</sup> de Pearson	41	280,0289	6,829974
Chi <sup>2</sup> de P. escalado	41	280,0289	6,829974
Loglikelihood		-76,1117	

## CONCLUSIONES

- En el presente estudio se pudo determinar que un jamón cocido elaborado con la mezclas de tres tipos de carne a saber: 63,43% de carne de chivo, 11,14% de carne de cerdo y 25,46% de carne de pollo permitió reproducir las características sensoriales de calidad en cuanto a color, textura y sabor de un jamón cocido comercial.
- Los estadísticos empleados para la comparación de las respuestas de aceptación global entre un jamón comercial elaborado con carne de cerdo y otro con la mezcla de chivo-cerdo-pollo, muestran que no hay evidencia estadística para asegurar que las muestras son diferentes, en consecuencia el grupo encuestados prefieren por igual ambas muestras.
- Los niveles de aceptación mas significativos en cuanto a la escala hedónica manifestados por el panel fueron: me gusta moderadamente (MGMOD), me gusta poco (MGPOC) y me es indiferente (MEINDF) con lo cual se muestra un perfil sensorial de aceptación por parte panel.
- El atributo de calidad del jamón chivo-cerdo-pollo que tuvo mayor aceptación en el panel, fue

el color; el cual obtuvo calificaciones significativas en el nivel “me gusta mucho” de la escala hedónica.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). 1980. Norma Venezolana COVENIN 1602-80. Alimentos. Jamón Cocido 1-4 pp.

Galeo, F 1987. *Comercialización de la carne de caprinos en el área metropolitana de la ciudad de Barquisimeto*. UCLA. Decanato de Ciencias Veterinarias. Departamento Socio-económico. Barquisimeto, Estado Lara. Págs. 1-4.

Palmero Jhonny. 2005. *Evaluación de la respuesta de la combinación de carne de Chivo, Cerdo y Pollo en jamón cocido*. Trabajo de grado. Maestría en Ingeniería Agroindustrial. Unellez San Carlos Venezuela.

Márquez, E; Salazar, A. 1991. *Efecto de diferentes niveles iniciales de nitrito y tipo de fibra en algunas características de productos curados*. Revista científica FCV-LUZ. 1(1): 35-41.

Frontela, C; López, G.; Ros, G.; Martínez, C. 2006. *Relación entre los parámetros sensoriales, Físico-químicos e instrumentales en el jamón cocido*. Anales Veterinarios. (MURCIA) 22 (5): 67-78.

StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA (*data analysis software system*), Version 6.



**EFFECTO DEL TRATAMIENTO TÉRMICO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES EN UN NÉCTAR A BASE DE PARCHA REAL (*Passiflora quadrangularis* L).**

**EFFECT OF HEAT TREATMENT OVER THE PHYSICO-CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL AND SENSORIAL CHARACTERISTICS OF NECTAR MADE FROM ROYAL MARACUYA (*Passiflora cuadrangularis* L.)\***

*Jordy Gámez-Villazana y Tonny Garcia*<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Profesor Asistente adscrito al Programa Ciencias del Agro y del Mar, Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales, Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”. E-mail: jrodyjavier1@gmail.com

<sup>2</sup>Profesor Agregado. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela. e-mail: tonnygarcia@ucla.edu.ve

Recibido: 27-11-2009 / Aceptado: 02-03-2010

**RESUMEN**

Las muestras (néctares a base de parcha “real”) obtenidas en cada tratamiento térmico de pasteurización (TT1, TT2 y TT3) fueron evaluadas a las 24 horas. Las características fisicoquímicas y microbiológicas estudiadas a los néctares fueron la acidez total (ATT), según metodología descrita en AOAC (1997). Según norma COVENIN 924-88, los porcentajes de sólidos solubles totales (SST) y COVENIN 1315-79 para el potencial de hidrogeno. Los recuentos de mohos y levaduras se realizaron técnicas petrifilm según recomendaciones de 3M (2006). Las variaciones del color de acuerdo a Domínguez (2004) y Francis (1980). Para la prueba de consumidores (aceptabilidad) se aplicó una escala hedónica estructurada para 9 puntos, donde 1 equivale “Me desagradó extremadamente” y 9 representa “Me gusta extremadamente”. El Perfil Descriptivo y QDA, fue desarrollado con la ayuda de un panel entrenado conformado por cinco (5) panelistas y se generó los descriptores de calidad de mayor importancia del néctar de parcha real, para este caso se utilizó una escala no estructurada de 15 cm. Los resultados relevantes de la investigación fueron: las muestras sometidas a 85 °C/60s (TT2) poseen los valores adecuados para el establecimiento del TT, debido a que las muestras presentaron mayor luminosidad (59,73±0,392) y menor tendencia hacia el rojo (7,54±0,236). No se encontró crecimiento de Mohos y levaduras por encima de 10 ufc/ml en los néctares sometidos a los diferentes tratamientos

térmicos. Las muestras sometidas a 90°C/30s (TT1) poseen la menor aceptación de los jueces tanto entrenados como de los no entrenados por su alto sabor y aroma cocido a parchita, mientras que las muestras tratadas a 85°C/60s (TT2) y 80°C/90s (TT3), presentaron una mayor aceptación por los panelistas, ya que éstos, no afectaron considerablemente descriptores determinantes de características sensoriales mencionados.

**Palabras clave:** *Badea, aceptabilidad, perfiles descriptivos, QDA.*

**SUMMARY**

Sample of nectars made from Royal *Passiflora quadrangularis* were gathered in each pasteurization treatment (TT1, TT2 y TT3) and evaluated at 24 hours. The physicochemical and microbiological characteristic of the nectars studied were total acidity (TTA), according to methodology described by AOAC(1977), total soluble solids (TSS) as described by COVENIN 924-88 and hydrogen potential (COVENIN 1315-79). Petri film was used to count molds and yeasts according to recommendations of 3M (2006). Color variations were done according to Dominguez (2004) and Francis (1980). For the consumer acceptability test a structured 9 points hedonic scale was applied, where 1 equals to extremely dislike and 9 equals to like extremely. The descriptive profile and QDA was developed by the

help of a trained panel constituted by 5 judges and the quality descriptors of mayor importance of nectars of Royal *Passiflora quadrangularis* were generated, for this case a 15 cm non structured scale was used. The relevant results of this research were: samples submitted to 85°C/60s (TT2) showed adequate values for the TT due that the samples presented higher luminosity ( $59.73 \pm 0.392$ ) and minor trend toward the red ( $7.54 \pm 0,236$ ). There was not found growth of molds and yeasts above 10 ufc/ml in the nectars subjected to the different heat treatments. Samples subjected to 90°C/30s (TT1) showed the least acceptance of the trained or non trained judges due to high taste and aroma to cooked maracuya, while the samples treated at 85°C/60s (TT2) and 80°C/90s (TT3) showed a great acceptance among judges due that these did not affected considerably the descriptors that determine the sensory characteristics mentioned before.

**Keywords:** *Royal Passiflora quadrangularis*, acceptability, descriptive profiles, QDA.

## INTRODUCCIÓN

El consumo de frutas tropicales y sus productos, tales como jugos, néctares, pulpas y purés ha crecido sin precedentes en las últimas décadas (Somogyi et al., 1996). Uno de los procesos de transformación de frutas en productos de mayor estabilidad más común es la pasteurización, la cual tiene como propósito alargar la vida útil del alimento para asegurar una fuente alimenticia nutritiva y agradable (Argaiz y López-Malo, 1995).

La optimización de la retención de calidad en alimentos procesados térmicamente se basa en las diferencias de dependencias de temperatura y la inactivación de materiales biológicos no deseados (enzimas y/o microorganismos) y los cambios en la calidad sensorial y nutricional. Es importante conocer las interrelaciones tiempo-temperatura para los cambios en las características fisicoquímicas y sensoresiales durante el tratamiento (Argaiz y López-Malo, 1995).

**Cuadro 1.** Formulación del néctar a base de parcha real para cada tratamiento térmico.

Ingredientes y Aditivos	Peso (Kg)	%
Agua	84,518	67,078
Pulpa de parcha real	20,160	16,000
Azúcar refinada	15,972	12,680
Color y sabor natural (pulpa de parchita)	5,040	4,000
Acido Cítrico	0,179	0,142
Carboximetil celulosa(CMC)	0,126	0,100
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>100</b>

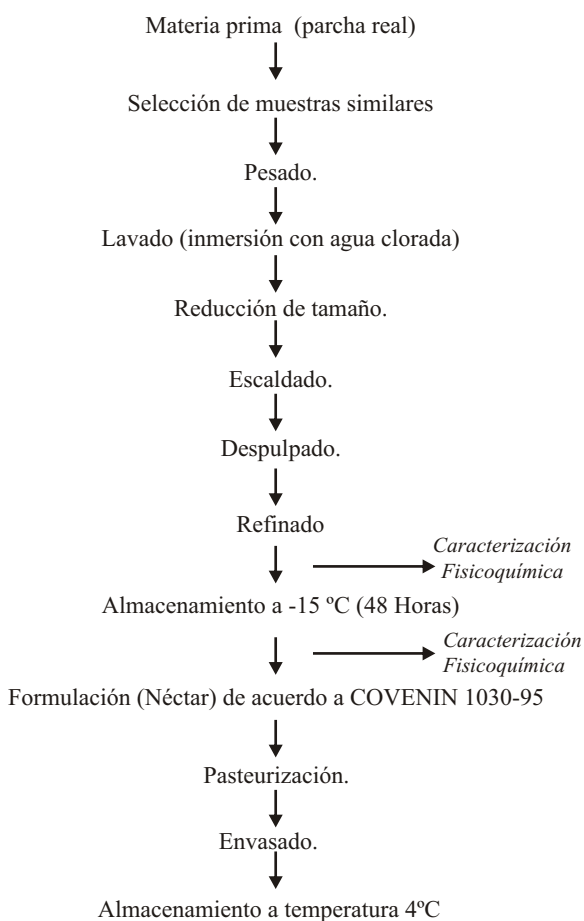
Puesto que el alimento no es estéril, la pasteurización se debe usar en combinación con otras técnicas de conservación como la refrigeración o también se puede usar en productos tales como jugo de frutas de alta acidez donde el ambiente no es particularmente adecuado para el crecimiento de microorganismos patógenos y deteriorativos. Ejemplo claro lo representa los jugos y néctares, ya que poseen un elevado riesgo de seguridad alimentaria, y tienen menor vida útil, debido a que son los más susceptibles al deterioro microbiológico y a la posibilidad del crecimiento de microorganismos patógenos, dado que sólo necesitan mínimas condiciones para el crecimiento, entre las cuales se tiene: humedad, pH, temperatura y nutrientes apropiados y disponibles, así

como el tiempo para que ocurra el deterioro (Analytical Progress, 2003). La observación importante es que los procesos de pasteurización son generalmente diseñados para inactivar células vegetativas o microorganismos patógenos (Lund, 1977).

Por lo antes expuesto, el interés de este trabajo radica en evaluar el efecto de diferentes intensidades del tratamiento térmico (90°C/30s, 85°C/60s y 80°C/90s) sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensorial de un néctar a base de parcha real (*Passiflora quadrangularis*).

### MATERIALES Y MÉTODOS

En la Cuadro 1 se presenta la formulación del néctar a base de parcha real para cada tratamiento térmico y la Figura 1 muestra el procedimiento seguido para la realización de cada unidad experimental.



**Figura 1. Esquema tecnológico para la elaboración del néctar de parcha real.**

Los recuentos de mohos y levaduras se realizaron aplicando técnicas petrifilm según recomendaciones de 3M (2006). Las variaciones en el color de las unidades experimentales se cuantificaron utilizando un colorímetro triestímulo HunterLab D25. Domínguez (2004). El cálculo de la intensidad (saturación) “Cr” y el Matiz por el ángulo “Hue” de acuerdo Francis (1980).

La prueba de consumidores (aceptabilidad) fue desarrollada con un panel afectivo, no entrenado entrevistados al azar, conformado por 120 personas; 73 entrevista femeninas y 47 masculinas. Se aplicó una prueba con escala hedónica estructura para 9 puntos, donde 1 equivale “**Me desagrada extremadamente**” y 9 representa “**Me gusta extremadamente**”. Las tres muestras fueron presentadas en vasos de plástico idénticos, codificados con números aleatorios de tres dígitos. Cada muestra recibió un número diferente. Todas las muestras se presentaron en una bandeja, simultáneamente a cada entrevistado, en un orden aleatorio.

El Perfil Descriptivo y QDA a las 24 horas de elaborado, fue desarrollado con la ayuda de un panel entrenado conformado por cinco (5) panelistas y utilizando los tres néctares bajo estudio y se generó los descriptores de mayor importancia del néctar de parcha real. Para determinar la intensidad de los descriptores fue colocado 15 ml de muestra de cada néctar (tratamiento 1,2 y 3) en vasos de plástico codificados y luego se entregaron a los panelista para su degustación. Se utilizó una escala no estructurada de 15 cm.

Las características fisicoquímicas de los néctares fueron evaluadas a seis muestras por cada tratamiento en cuanto a: la acidez total (ATT), según metodología descrita en AOAC (1997). Según norma COVENIN 924-88, se estudió los porcentajes de sólidos solubles totales (SST) y COVENIN 1315-79, el potencial de hidrogeno.

En la evaluación de los datos fisicoquímicos a las 24 horas de elaborado el néctar, se utilizó el software Statgraphics 5.1, comparación múltiple de rangos (variables). También para determinar si existe diferencia de media para cada respuesta entre los tratamientos térmicos bajo estudio se utilizó prueba de medias de Tuckey a un nivel de confianza de 95 %. Igualmente para la evaluación de los datos de acepta-

bilidad a las 24 horas de elaborado el néctar, se utilizó el software Estadística V-7, Comparing multiple dep. Samples (variables), análisis de varianza de Friedman & Kendall's Concordance. Para determinar si existe diferencia entre la intensidad de cada descriptor de las muestras bajo estudio se utilizó prueba de medias de Tuckey a un nivel de confianza de 95 %, con la ayuda del Programa Statgraphics 5.1. Adicionalmente se utilizó un gráfico de "Telaraña" para representar los atributos sensoriales de las muestras.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 2 muestra las principales características físicas-químicas y microbiológicas de un néctar a base de parcha real evaluado a las 24 horas después de elaborado.

En cuanto el color, la prueba media de Tuckey (Cuadro 2) refleja que para los parámetros luminosidad (L) y "a" existe diferencias estadísticamente significativas del TT2 con los TT1 y TT3 a un nivel de confianza del 95,0 %, mientras que para los parámetros b, Hue y chroma no se observó diferencias estadísticamente significativas entre las muestras de los tratamientos térmicos mencionados. De lo expuesto se desprende, que las muestras sometidas a 85 °C/60s poseen los valores adecuados para el establecimiento del TT, ya que las muestras presentaron mayor luminosidad ( $59,73 \pm 0,392$ ) y menor tendencia hacia el rojo ( $7,54 \pm 0,236$ ). Adicionalmente, se puede observar diferencias significativas entre las muestras de los TT mencionados anteriormente para el pH, mientras que para la acidez titulable se encontraron diferencias sólo con el TT1. No se observaron diferencias para los SST. En los recuentos de mohos y levaduras no se encontró crecimiento por encima de 10 ufc/ml (cuadro 2) en los néctares sometidos a los diferentes tratamientos térmicos, es decir, no se hallaron diferencias en cuanto a la calidad microbiológica inicial del alimento, lo que indica que con éste análisis puntual no puede asegurarse cuál de los tratamientos térmicos es el más efectivo, por lo que es necesario hacer una evaluación en el tiempo de mohos y levaduras, ya que estos microorganismos son indicadores del deterioro de las frutas y sus derivados (Jay, 1994).

**Cuadro 2.** Diferencia de media de Tuckey HSD 95% para cada uno de los parámetros estudiados en el néctar a base de parcha real evaluado a las 24 horas de elaborado.

TT	L	a	b	Cr	Hue	Acidez Titulable (%)	pH	M y Lev (ufc/ml)
1	58,73 <sub>a</sub>	8,67 <sub>b</sub>	59,20 <sub>a</sub>	59,84 <sub>a</sub>	1,43 <sub>a</sub>	0,30 <sub>b</sub>	2,63 <sub>a</sub>	<10 <sub>a</sub>
2	59,73 <sub>b</sub>	7,54 <sub>a</sub>	59,18 <sub>a</sub>	59,67 <sub>a</sub>	1,44 <sub>a</sub>	0,27 <sub>a</sub>	2,70 <sub>b</sub>	<10 <sub>a</sub>
3	58 40 <sub>a</sub>	8 43 <sub>b</sub>	59 66 <sub>a</sub>	60 25 <sub>a</sub>	1 43 <sub>a</sub>	0 26 <sub>a</sub>	2 77 <sub>ab</sub>	<10 <sub>a</sub>

Letras diferentes diferencia de medias al 5%.

### Aceptabilidad de los tres néctares

En el cuadro 3 se muestra el análisis de la varianza de Friedman y el coeficiente de concordancia de Kendall, para evaluar la diferencia entre la aceptabilidad de las tres muestras estudiadas (sometidas a diferentes tratamientos térmicos). El valor probabilidad resultante en Friedman fue de 0,00526 y el coeficiente de concordancia de 0,04374, lo cual indica que existe diferencia estadística significativa en la aceptación de las muestras. Los rangos expresan que las muestras sometidas al tratamiento térmico de 90°C/30s (TT1) poseen la menor aceptación mientras que las muestras tratadas a 85°C/60s (TT2) y 80°C/90s (TT3), son de similar rango pero diferente al Tt1

**Cuadro 3.** Análisis de la varianza de Friedman y el coeficiente concordancia de Kendall para los tres tratamientos térmicos.

Tratamiento Térmico	Promedio de rango	Suma de Rangos	Chi- Sqr	p
90°C/30s	1,85	222	10,49682	0,00526*
85°C/60s	1,97	236		
80°C/90s	2,18	262		

Coeff. De Concordancia = 0,0437;  $r=0,0357$ ; \* diferencia significativa.

### Análisis descriptivo y AQD

Previa comprobación de los supuestos del análisis de la varianza (ANAVAR) e NI ( $0 \sigma^2$ ), el valor promedio de los descriptores "sabor cocido a parchita" (SCP), "aroma cocido a parchita" (ACP), "dulzor" (D) y partículas en suspensión" (PS) se muestran en el Cuadro 4, estos parámetros son visualizados con mayor detalle en la Figura 2, donde se representa cada una de las muestras a través de un gráfico de telaraña,

en concordancia con la metodología del AQD. Se puede observar que las muestras tratadas a 90°C/30s poseen los mayores valores de los descriptores estudiados; SCP, ACP, D y PS con 12,18; 9,98; 10,69 y 12,84, respectivamente. Comportamiento diferente fue el mostrado por los néctares sometidos a 80°C/90s, los cuales alcanzaron valores menores de 8,14(SCP); 4,4(ACP); 7,8 (D) y 9,07 (PS). Ferreira *et al* (1995) manifiestan que el TT sintetiza a los terpenos presentes en la frutas por la presencia de ácido, lo cual genera cambios en el sabor y color del jugo.

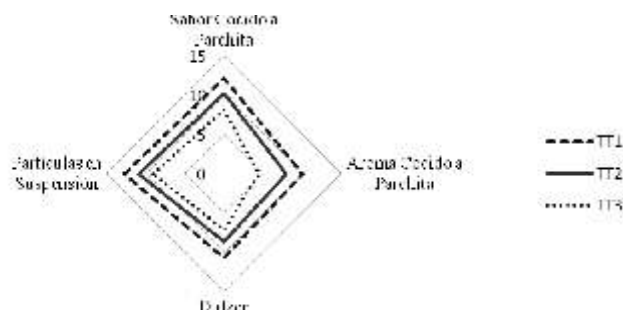
La prueba de medias de Tuckey (Cuadro 4) refleja que existe diferencia significativa entre las muestras de los tratamientos térmicos mencionados anteriormente. De lo expuesto se desprende que las muestras sometidas a 80°C/90s, posee los valores convenientes, para el establecimiento del TT, ya que éste, no afecta considerablemente descriptores determinantes de características sensoriales como SCP y ACP.

En la Figura 2 se muestra la huella de cada muestra o TT por efecto de los cuatros descriptores sensoriales del néctar de parcha real. Esta representación acentúa lo discutido en la Cuadro 4, donde se visualiza claramente la diferencia existente en la impresión hecha por las muestras sometidas a los diferentes TT. Aunque con la gráfica no se detecta la similitud estadística significativa encontrada en el análisis de las medias, esto se debe a que en el gráfico se consideraron medias puntuales sin considerar la variabilidad de estas. Lo cual podría causar una falsa interpretación al buscar diferencia por las impresiones de cada muestra o TT con respecto a los descriptores.

**Cuadro 4.** Intensidad promedio de los 4 principales descriptores de calidad del néctar de parcha real. (Diferencia de medias tuckey HSD 95%)

Muestras tratadas	SCP	ACP	D	PS
80°C/90s	8,14 <sup>a</sup>	4,40 <sup>a</sup>	7,18 <sup>a</sup>	9,04 <sup>a</sup>
85°C/60s	10,22 <sup>ab</sup>	7,94 <sup>ab</sup>	8,68 <sup>a</sup>	10,92 <sup>ab</sup>
90°C/30s	12,18 <sup>b</sup>	9,98 <sup>b</sup>	10,69 <sup>a</sup>	12,84 <sup>b</sup>

Letras diferentes diferencia de medias al 5%.



**Figura 3.** Representación en gráfico "telaraña" de los 4 principales descriptores de calidad del néctar de parcha real sometidos a diferentes TT.

### CONCLUSIONES

- 1.- En cuanto al color del néctar evaluado a las 24 horas después de elaborado, las muestras sometidas a 85 °C/60s (TT2) poseen los valores adecuados para el establecimiento del TT, ya que las muestras presentaron mayor luminosidad ( $59,73 \pm 0,392$ ) y menor tendencia hacia el rojo ( $7,54 \pm 0,236$ ).
- 2.- En los recuentos de mohos y levaduras, también evaluado a las 24 horas, no se encontró crecimiento por encima de 10 ufc/ml (Cuadro 2) en los néctares sometidos a los diferentes tratamientos térmicos, es decir, no se hallaron diferencias en cuanto a la calidad microbiológica inicial del alimento.
- 3.- Las muestras sometidas al tratamiento térmico de 90°C/30s (TT1) poseen la menor aceptación de los jueces tanto entrenados como de los no entrenados por su alto sabor y aroma cocido a parchita, mientras que las muestras tratadas a 85°C/60s (TT2) y 80°C/90s (TT3), presentaron una mayor aceptación por los panelistas, ya que éstos, no afectaron considerablemente descriptores determinantes de características sensoriales como SCP y ACP.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Analytical Progress Medallón Laboratorios. 2003. Food Product Shelf Life. 21(2).
- AOAC. 1997. Official Methods of Analysis. 16th Edition. Association of official Analytical Chemist. USA.
- Argaiz, A.; López-Malo, A.1995. *Cinéticas de primer cambio en sabor, desarrollo de sabor a cocido e inactivación de pectinesterasa en néctares y purés de mango y papaya*. Revista Española de Ciencia y tecnología de los alimentos. 35 (1): 92-100.
- COVENIN. 1988. *Alimentos. Determinación de SST. N° 924-1988*. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1979. *Alimentos. Determinación de pH. N° 1315-1979*. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela.
- COVENIN. 1997. *Planes de muestreo de aceptación. Simples, dobles y triples. N° 3133-1-1997*. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, Venezuela.
- Domínguez C, C.2004. *Formulación y Pasterización de una Bebida con Mezclas de Jugos no clarificados de Piña-Guayaba-Mango*. Departamento de ingeniería química y alimentos. Universidad de las Américas Puebla, México.
- Francis, F. J. 1980. *Color quality evaluation of horticultural crops*. HortScience 15:58-59.
- Jay, J. M. 1994. *Microbiología moderna de los alimentos*. 3<sup>ra</sup> edición. España.
- Lund, D. B. 1977. Design of thermal process maximizing nutrient relation. Food technology. 25(2):71-78.
- 3M Microbiology Products. 2006. *Placas Petrifilm para recuento de levaduras y mohos*. Guía de interpretación. USA.
- Somogy, L., Ramaswamy, H., Hui, Y. 1996. *Processing fruits science and technology*. Volumen 1 y 2. Technomic publishing co. Lancaster PA. EUA.
- Statistic inc.2004. Statistica (data analysis software system), Version 7 www. Statsoft.

**EVALUACIÓN DEL PROCESO DE IMPREGNACIÓN AL VACÍO CON CALCIO, HIERRO Y ZINC EN RODAJAS DE PIÑA (*Ananás comusus L.*) cv ESPAÑOLA ROJA\***

**EVALUATION PROCESS OF VACUUM IMPREGNATION WITH CALCIUM, IRON AND ZINC IN SLICES OF PINEAPPLE (*Ananás comusus L.*) cv SPANISH RED**

*<sup>1</sup>Ysabel Cristina Urbina Moreno y Juan Fernandez Molina<sup>2</sup>.*

<sup>1</sup>Ing. Agroindustrial, MSc. Ingeniería Agroindustrial. Departamento de Control de Calidad y Análisis de Agua. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” Unellez – San Carlos, Venezuela. e-mail: urbinaisabel1975hotmail.com.  
e-mail:tonnygarcia@ucla.edu.ve

<sup>2</sup>PhD. Engineering Science (Washington State University), Profesor Titular (J), Tutor Académico, adscrito al Programa Ciencias del Agro y del Mar, Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales, UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, Venezuela. e-mail:jfermol@gmail.com  
\*Tesis de Maestría del Área de Postgrado de UNELLEZ-San Carlos

Recibido: 26-09-2009 / Aceptado: 22-02-2010

**RESUMEN**

Se desarrolló un producto a base de piña mínimamente procesado, utilizando técnica de impregnación a vacío para incorporar soluciones con hierro, calcio y zinc. El diseño experimental utilizado fue un Diseño Compuesto Central Cúbico + Estrella, para estudiar el efecto de 2 factores ( $K = 2$ ) (Tiempo de impregnación en minutos, y presión de vacío en mmHg y 5 niveles de experimentación, con un alfa de ortogonalidad ( $\alpha = 1,07809$ ), con 10 tratamientos diferentes y 2 repeticiones, generado con el software Statgraphics plus V.5.2. Las muestras de piña de la variedad “Española roja”, del sector EL Rodeo, vía Buenos Aires, Finca “San José”, municipio autónomo Nirgua, estado Yaracuy fueron rebanadas, sumergidas en la solución y colocadas en un equipo de vacío, variando las condiciones de tiempo de impregnación y presión de vacío, para lo cual se utilizaron rangos de tiempo de impregnación de 1,5 - 5,0 minutos y presión de vacío entre 170–650 mmHg. Se empacaron en bolsas de polietileno y se sellaron a vacío, cada tratamiento fue duplicado, almacenados a temperatura ambiente y analizada físico-química y microbiológicamente por 30 días. Los datos obtenidos permitieron generar modelos de predicción y se obtuvo los dos tratamientos óptimos a aplicar. La co-optimización predijo que bajo condiciones de  $X_1 = 5$  minutos y  $X_2 = 650$  mmHg se logró la máxima absorción de los minerales

hierro, calcio y zinc por las rodajas de piña, con niveles de 4,98 minutos de tiempo de impregnación y 602 mmHg de presión de impregnación, se obtiene la combinación óptima operativa que permitió obtener un producto con las siguientes características: concentración de calcio 465,967 mg, hierro 0,998 mg y zinc 0,314 mg. Los tratamientos aplicados a los frutos tuvieron efectos altamente significativos sobre las respuestas estudiadas. Los modelos matemáticos planteados explican a la respuesta indicada en los porcentajes 99,80; 92,38 y 93,80% para calcio, hierro y zinc, respectivamente y el resto de la predicción puede deberse a factores que no fueron considerados dentro de la investigación. Se comprobó que es factible realizar la optimización multirespuesta de la absorción de los minerales hierro, calcio y zinc.  
**Palabras clave:** *mínimamente procesado, deshidratación osmótica y alimentos funcionales.*

**SUMMARY**

A product developed based on pineapple minimally treated, using vacuum impregnation technology to incorporate solutions into iron, calcium and zinc. The design used was a composite central cubic to study the effect of two factors ( $K = 2$ ), time of

impregnation in minutes, and vacuum pressure in mmHg with 5 experimental levels and an alfa for orthogonality ( $\alpha$ ) = 1,07809, ten different treatments and 2 repetitions generated with the software Statgraphics plus V.5.2. Pineapple samples of the variety “Española Roja” from the sector “El Rodeo” Buenos Aires Route, Farm “San Jose”, Autonomous municipality of Nirgua, Yaracuy State were used. The pineapple samples were sliced and immersed in the solution and placed in the vacuum equipment, changing the conditions of time of impregnation and vacuum pressure for which ranges of time of 1,5-5,0 minutes and pressure 170-650 mmHg were used. The impregnated slices were packed in polyethylene bags and vacuum sealed, every treatment was duplicated, stored to ambient temperature and analyzed physicochemical and microbiologically for 30 days. The data gathered was used to generate prediction models and two optimal treatments to apply were obtained. The co-optimization predicted that under the conditions of  $X_1 = 5$  minutes and  $X_2 = 650$  mmHg there was achieved the maximum absorption of the minerals iron, calcium and zinc by the sliced pineapple samples; the ideal operative combination that allows to obtain a product with the following characteristics: Concentration of calcium 465,967 mg, iron 0,998 mg, and zinc 0,314 mg was achieved with levels of 4,98 minutes of impregnation time and 602 mmHg of vacuum pressure. The treatments applied to the fruits showed highly significant effects on the studied responses. The mathematical models explained the variability of the indicated responses with the percentages of 99,80; 92,38 and 93,80% for calcium, iron and zinc respectively and the rest of the prediction can be due to factors that were not considered in the investigation. It is necessary to use the combination of time of impregnation and higher vacuum pressure in order to increase the absorption of the minerals iron, calcium and zinc in the sliced pineapple samples, there was verified that it is feasible to perform the multi-response co-optimization technique for the absorption of the minerals iron, calcium and zinc.

**Keywords:** *minimally tried, osmotic dehydration and Functional Foods.*

## INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria utiliza como un enfoque emergente en el contexto del procesamiento mínimo de alimentos y el desarrollo, de los llamados “alimentos funcionales”, mediante la incorporación de compuestos fisiológicamente activos (CFA) como microorganismos benéficos, vitaminas, minerales, dentro de la estructura porosa de frutas a través de procesos de impregnación o películas comestibles a fin de proveer beneficios adicionales a la salud del consumidor. La selección de la piña como matriz porosa para la incorporación de hierro, calcio y zinc, obedece a las características nutricionales de esta fruta y los beneficios que la misma aporta al consumidor. La elaboración de alimentos funcionales permite obtener productos de alta calidad, innovadores, con un elevado valor nutritivo y seguros, proporcionándole al consumidor beneficios adicionales a su salud y bienestar. Además, con la utilización de la piña, se logra incentivar a la región Cojedaña a aumentar el interés de los agricultores a nivel regional y nacional con respecto a este rubro, se crean fuentes de trabajo mejorando el nivel de vida de la población y se generan fuentes de ingresos significativos para la misma, además, éste podría ser un nuevo producto con miras de exportación. El propósito de esta investigación fue la adición de hierro, calcio y zinc en rodajas de piña, mediante la técnica de impregnación a vacío.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La población de la investigación consistió en piñas de la variedad “Española roja” adquiridas en el sector EL Rodeo, vía Buenos Aires, Finca “San José”, municipio autónomo Nirgua, estado Yaracuy, se seleccionaron los frutos con características similares de forma, tamaño y color, considerados como aptos para su consumo. Una vez que las piñas fueron trasladadas hasta el laboratorio de Análisis y Control de Calidad de Agua, ubicado en el laboratorio de Ingeniería y Tecnología de Alimentos (LITA) de La Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” Unellez, San Carlos-Cojedes. Se realizó lavado por inmersión con agua clorada a temperatura de 25–30°C, para eliminar residuos de suciedad, impurezas y flora microbiana externa. Posteriormente se les retiró la concha y la



corona manualmente. Las piñas se cortaron en rodajas y se les extrajo el corazón. Seguidamente se realizó el proceso de impregnación a vacío colocando las unidades experimentales con la solución de impregnación (ácido ascórbico, ácido cítrico, azúcar, sulfato ferroso, acetato de zinc, cloruro de calcio y sal) en un desecador plástico al cual se le conectó la bomba de vacío, donde las condiciones de impregnación (tiempo y presión) se manipularon en base a las características óptimas de la fruta. Las rodajas impregnadas, se envasaron en bolsas plásticas a vacío de 1 Kg y se almacenaron a temperatura ambiente. Por último se practicó la evaluación de calidad fisicoquímica, microbiológica y contenido de compuestos fisiológicamente activos: calcio, hierro y zinc.

**Mohos y Levaduras ufc/g:** se procedió según la norma A 192 COVENIN (Fondonorma) 1337-90.

**Actividad de Agua (a<sub>w</sub>):** Se utilizó un equipo Aqualab Modelo CX-2, donde la determinación es directa.

**Acidez Iónica (pH):** Se procedió según la norma A-83 COVENIN 1315-79 (Fondonorma).

**Sólidos Solubles (°Brix):** Se determinó utilizando el método de la AOAC (1996) N° 932.12.

**Acidez Titulable:** Se procedió según la norma F3 COVENIN 1157-77 (Fondonorma).

**Concentración de Calcio:** Se determinó según la norma COVENIN 1158 – 82 (Fondonorma).

**Concentración de Hierro y Zinc:** Se determinó por absorción atómica, método 975.03 (Sullivan y Carpenter, 1993).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la piña cv Española Roja.

Los resultados obtenidos de la caracterización físico-química y microbiológica de las rodajas de piña fresca se muestran el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Caracterización Fisicoquímica de las rodajas de piña fresca.

Parámetro	Referencia	Resultado
Acidez Titulable (%)	COVENIN 1157-77	0,035
Potencial de Hidrógeno pH.	COVENIN 11315-79	4,000
Sólidos Solubles, °Brix.	AOAC N° 932.12 1990	6,000
Actividad de Agua, a <sub>w</sub> .	Aqualab CX-2	0,991
Mohos y Levaduras (ufc/ml)	COVENIN 1337-90	2,110
Hierro (mg)/100 g.	Absorción Atómica	0,510
Calcio (mg)/100 g.	Absorción Atómica	420,000
Zinc (mg)/100 g.	Absorción Atómica	0,1500

En el Cuadro 1, se observa que la piña utilizada como materia prima posee un alto contenido de hierro, calcio y zinc, con respecto a lo indicado por la FAO (2001). Es un producto rico en sólidos solubles, con pH ácido, a<sub>w</sub> elevada, característica de esta fruta y acidez titulable adecuada dentro de los valores indicados por la FAO (2001). Los recuentos de hongos y levaduras están por debajo del rango establecido en la Norma COVENIN 1337-90, es decir < 10 ufc/g.

Tratamiento	Repetición	Hierro	Calcio	Zinc	pH	°BRIX	ACIDEZ	a <sub>w</sub>	M y L
1	1	1,601	1000	0,700	3,580	11,000	0,0447	0,983	1,079
	2	1,599	999	0,710	3,570	11,000	0,0448	0,983	0,903
2	1	1,422	933	0,352	3,530	12,100	0,0518	0,965	1,447
	2	1,420	930	0,350	3,540	12,000	0,0552	0,965	1,491
3	1	1,013	581	0,294	3,500	13,900	0,0551	0,963	0,903
	2	1,009	580	0,291	3,490	13,900	0,0552	0,963	0,845
4	1	1,101	590	0,290	3,700	11,000	0,0441	0,973	1,447
	2	1,099	590	0,290	3,700	11,000	0,0441	0,973	1,431
5	1	0,923	530	0,275	3,210	13,100	0,0587	0,963	1,301
	2	0,920	528	0,270	3,200	13,100	0,0587	0,963	1,255
6	1	0,654	488	0,157	3,420	10,000	0,0484	0,981	1,301
	2	0,662	486	0,160	3,400	10,000	0,0483	0,981	1,230
7	1	1,353	590	0,300	3,100	12,000	0,0518	0,987	1,041
	2	1,350	592	0,302	3,100	12,000	0,0518	0,987	1,079
8	1	1,407	659	0,320	3,920	9,200	0,0442	0,985	2,267
	2	1,410	660	0,314	3,900	9,200	0,0441	0,985	2,267
9	1	0,870	491	0,230	3,110	12,200	0,0620	0,958	0,845
	2	0,865	490	0,228	3,100	12,200	0,0621	0,958	0,778
10	1	0,890	491	0,250	3,090	12,800	0,0622	0,963	1,838
	2	0,888	490	0,240	3,100	12,800	0,0621	0,963	1,845

### Análisis fisicoquímico y microbiológico rodajas de piña impregnadas a vacío

Los análisis fisicoquímicos: contenido de acidez, sólidos solubles, pH, a<sub>w</sub>, hierro, calcio, zinc y el conteo microbiano de mohos y levaduras se muestran en el Cuadro 2, los resultados son el promedio de cuatro determinaciones.

En el cuadro 2, se observa los rangos de acidez titulable con valores entre 0,0441-0,0622%, indicando un incremento de ésta con respecto a la materia prima sin impregnar (0,035%), lo cual es lógico de

esperar puesto que las soluciones aportaban gran cantidad de ácido a partir del ácido cítrico y el ácido ascórbico.

Cuadro 2. Caracterización del producto terminado.

En relación al pH, hubo una disminución considerable con respecto a la fruta fresca, la cual inicialmente presentó valores de pH de 4,00 unidades, una vez impregnada la fruta el pH disminuyó entre 3,09-3,70 unidades. Los sólidos solubles totales o Brix, se incrementaron de 6,00% en la fruta fresca hasta un rango de 9,200-13,900% durante el proceso de impregnación debido al azúcar aportado por la solución, mientras que la actividad de agua estuvo entre 0,958-0,983 en relación con la fruta fresca ( $a_w = 0,991$ ), esto debido a la acción depresora de la solución azucarada. Los resultados de pH, actividad de agua y sólidos solubles totales indican que los productos obtenidos mínimamente procesados a base de piña se encuentran en el grupo de alta humedad autoestables (Welti *et al.*, 2000). Además, se observa una absorción considerable de los componentes hierro (0,662-1,601 mg), calcio (486-1000) y zinc (0,24-0,71) en las muestras impregnadas con relación a las muestras frescas, indicando así, la efectividad del tratamiento aplicado. Se encontraron recuentos de mohos y levaduras por debajo de 10 ufc/g tal como lo indica Norma COVENIN 1337-90.

### Análisis de varianza

El Cuadro 3 muestra un resumen del grado de significancia de cada efecto o término del modelo poblacional para las respuestas “Calcio”, “Hierro” y “Zinc”. Se visualiza que existe efecto altamente significativo en los tratamientos. Así mismo se observa la implicación sobre los cambios lineales y cuadráticos de cada respuesta por efecto de los factores tiempo y presión de impregnación. Las repeticiones fueron no significativas, indicando baja variabilidad entre tratamientos, y precisa que no era necesario realizar estas mediciones, sin embargo, son necesarias para el cálculo del error experimental.

Cuadro 3. Resumen de los ANAVAR para las respuestas estudiadas.

Fuente de Variación	Calcio	Hierro	Zinc
Tratamientos	**	**	**
Regresión	**	**	**
Tiempo impregnación ( $X_1$ )	**	**	**
Presión impregnación ( $X_2$ )	**	**	**
$X_1^2$	**	**	*
$X_2^2$	**	*	**
$X_1 * X_2$	**	**	**
Repetición	ns	ns	ns

\*\* : Altamente significativa ( $p < 0,01$ ), \* : Significativo ( $p < 0,05$ ), n.s.: No significativo.

El resumen de los coeficientes estimados para cada modelo poblacional de las respuestas medidas se presenta en el Cuadro 4. Se observa que el factor tiempo de impregnación ( $X_1$ ) y la presión de impregnación ( $X_2$ ) disminuyen de manera lineal la concentración de calcio en las rodajas de piña, es decir por cada aumento de una unidad en el tiempo y la presión se provoca una disminución de “calcio”, a razón de: 289,018 y 0,138 unidades, respectivamente; contrario efecto causa en la respuesta hierro, que se incrementó en el orden de 0,391 y 0,002 por cada incremento del tiempo y presión en el proceso de impregnación. Al observar los valores estimados de zinc por efecto del tiempo y presión de impregnación se encontró que éstos disminuyeron al aumentar la presión de vacío y tiempo de impregnación. La interacción entre el tiempo y la presión de impregnación ( $\beta_{12}$ ) presenta valores positivos, indicando una tendencia a incrementar todas las respuestas, es decir existe un efecto sinérgico altamente significativo al combinar estos factores.

Cuadro 4. Resumen de los coeficientes estimados del modelo poblacional planteado, para las respuestas estudiadas.

COEFICIENTE ESTIMADO	Calcio	Hierro	Zinc
$\beta_0$	595,939**	-0,541**	0,199**
$\beta_1$	-289,018**	0,391**	0,035**
$\beta_2$	-0,138**	0,002**	-0,001**
$\beta_{11}$	23,098**	-0,066**	-0,011**
$\beta_{22}$	-7,29e-5**	-2,11e-7**	1,19e-7**
$\beta_{12}$	0,361**	3,46e-5**	1,73e-5**

Como se observa en el Cuadro 5, el modelo cuadrático ajustó los datos de las respuestas estudiadas, con coeficientes de determinación en el rango de 0,9238-0,9980; en el rango de presión y tiempo de impregnación considerados.

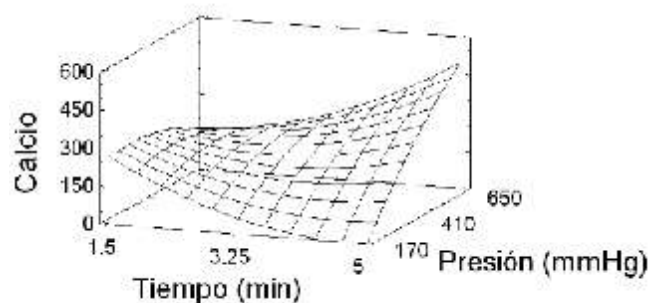
**Cuadro 5.** Modelos lineales múltiples cuadráticos con interacciones de primer orden para las respuestas calcio, hierro y zinc.

Res- puesta	MODELO	R <sup>2</sup>
Calcio	$595,939 - 289,018 * X_1 - 0,138 * X_2 + 23,098 * X_1^2 - 7,3e-5 * X_2^2 + 0,361 * X_1 * X_2$	0,9980
Hierro	$-0,541 + 0,391 * X_1 + 0,002 * X_2 - 0,066 * X_1^2 - 2,11e-7 * X_2^2 + 3,46e-5 * X_1 * X_2$	0,9238
Zinc	$0,199 + 0,035 * X_1 - 0,001 * X_2 - 0,011 * X_1^2 + 1,19e-7 * X_2^2 + 1,73e-5 * X_1 * X_2$	0,9380

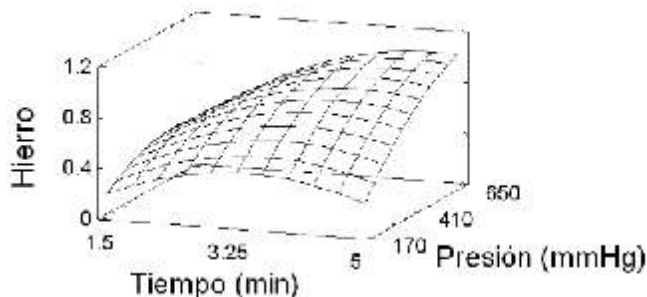
**Análisis de las superficies de respuesta de las variables**

En la Figura 1, se observa un comportamiento de silla de caballo, indicando esto que un factor incrementa la respuesta y que simultáneamente el otro la reduce. El máximo operativo de calcio en las rodajas de piña fue de 450 mg, el cual se logró con un tiempo de impregnación de 5 minutos y presión de vacío aproximada de 650 mmHg.

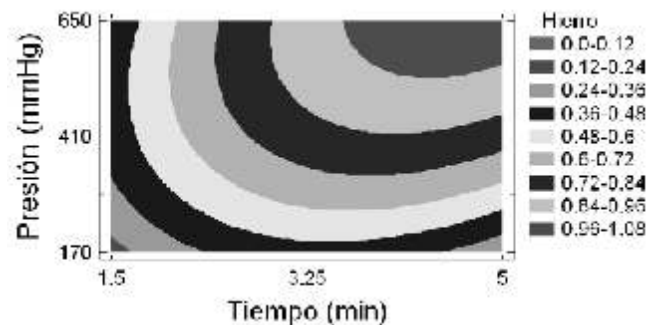
En las Figuras 2 y 3 se presentan las superficies de respuesta y contornos del modelo estimado para la respuesta hierro, respectivamente. Se observa la existencia de una silla de caballo, indicando que a presiones elevadas y tiempos de impregnación cercanos a los 5 minutos se incrementa la concentración de hierro a valores cercanos a 1 mg, efecto contrario se logra cuando la presión de trabajo estaba alrededor de 170 mmHg. La Figura 3, indica que con valores de presión y tiempo en el rango de 530-650 mmHg y 4-5 minutos de impregnación, se lograron concentraciones de hierro en las rodajas de piña entre 0,96–1,08 mg.



**Figura 1.** Superficie de respuesta estimada para la concentración de calcio en rodajas de



**Figura 2.** Superficie de respuesta estimada para la concentración de hierro en rodajas de piña.



**Figura 3.** Superficie de contorno estimada para la concentración de hierro en rodajas de piña.

En la Figura 4, se muestra la silla invertida resultante de la combinación de los factores tiempo y presión de impregnación sobre la concentración de zinc impregnado. Indicando que la concentración de zinc se incrementó a presiones altas de trabajo (650 mmHg) y tiempo máximo de impregnación de 5 min.

En la figura 5 se muestra la superficie de contornos estimada para zinc, se observa una región con un área mínima, donde a presiones de 650 mmHg y tiempo de impregnación cercanos a los 5 min, las concentraciones de zinc están en el rango de 0,35–0,40 mg. Estos valores son cercanos al punto axial del diseño, lo cual demuestra que se debe trabajar con tiempos y presiones mayores para establecer una región óptima verdadera.

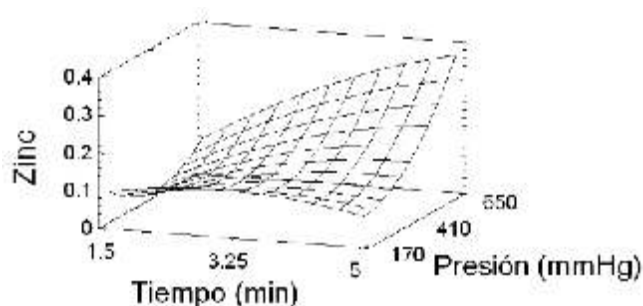


Figura 4. Superficie de respuesta estimada para la concentración de zinc en rodajas de piña.

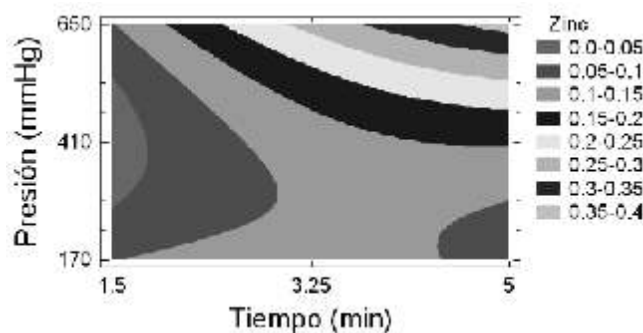


Figura 5. Superficie de contorno estimada para la concentración de zinc en rodajas de piña.

Los resultados obtenidos en la impregnación de las rodajas de piña son semejantes a los encontrados por Rojas (2009), quien aplicó la técnica de co-optimización en ensalada de frutas impregnada al vacío con componentes fisiológicamente activos que, resultaron de la combinación de tiempo 2,89 min – presión 459 mmHg, para obtener un potencial alimento funcional con las siguientes características: ácido ascórbico 260,22 mg, calcio 595,03 mg, pH 2,84, °Brix 29,08, acidez titulable 0,029%, y  $a_w$  0,968 y contajes de hongos y levaduras por debajo de 10 ufc/g. Guillent (2008) empleó la técnica de impregnación al vacío en cambur “Manzano” procedente del sector Mango Redondo, obteniendo un producto con las siguientes características: 0,68% de acidez titulable, 68,59% contenido de humedad, 4,5 de pH, 0,96  $a_w$ , 25,6 % sólidos solubles, 0,054 % calcio, 14,88 mg/100g de ácido ascórbico y color L, a, b igual a 71,5; 4,8 y 23,7 respectivamente, contajes de aerobios mesófilos de  $7 \times 10^2$  ufc/g, hongos y levaduras < 10 ufc/g.

En la figura 6, se muestran los perfiles de predicción (maximización y minimización) con niveles

óptimos de 4,98 minutos de tiempo de impregnación ( $X_1$ ) y 602 mmHg de presión de vacío ( $X_2$ ), con estos valores se obtuvieron las combinaciones óptimas operativas que permitieron obtener un alimento funcional con las siguientes características: concentración de calcio 465,967 mg, hierro 0,998 mg y zinc 0,314 mg y una deseabilidad de 0,9892 en un rango de 0-1.

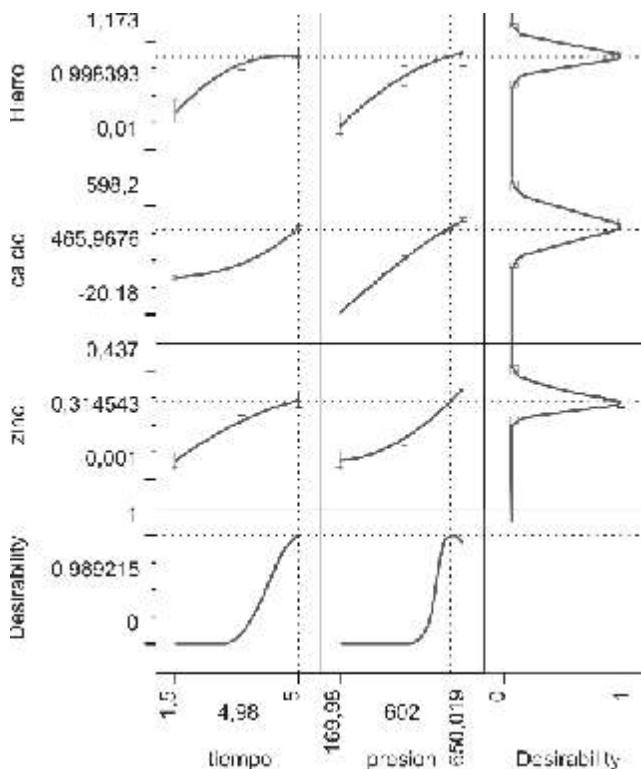


Figura 6. Perfil de predicción dinámico multirespuestas y multifactor experimental.

## CONCLUSIONES

- Los tratamientos aplicados a los frutos de piña experimentaron efectos altamente significativos sobre las respuestas estudiadas.
- Los modelos matemáticos predichos explican la variabilidad de las respuestas estudiadas con coeficientes de determinación en el orden de 99,80; 92,38 y 93,80%, respectivamente, y el resto de la predicción puede deberse a factores que no fueron considerados dentro de la investigación.
- La co-optimización de las variables tiempo de impregnación igual a 4,98 minutos y presión de vacío de 602 mmHg permitió obtener un ali-

mento funcional con concentraciones de calcio de 465,967 mg, hierro 0,998 mg y zinc 0,314 mg con una deseabilidad de 0,989 en un rango de 0-1.

- Se recomienda utilizar combinaciones de tiempos de impregnación mayores a 5 min y presiones de vacío superiores a 600 mmHg para incrementar la absorción de los minerales hierro, calcio y zinc en las rodajas de piña.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC-Oficial Methods of Analysis of the Association of Oficial Analytical Chemists. 1996. Editada por Kenneth Heldrich, 15ª edición, Virginia-USA.
- FAO Organización de las naciones unidas para la agricultura y La alimentación, 2001. Tablas de composición de alimentos; Anales de la organización.
- Guillent G. 2008. *Desarrollo de Cambur "manzano"* (Musa Sp (L), AAB) mínimamente procesado con impregnación a vacío de componentes fisiológicamente activos (Calcio y Ácido Ascórbico). Tesis de Maestría, UNELLEZ-San Carlos, Estado Cojedes, Venezuela.
- Normas Venezolanas COVENIN 1315, año 1979.
- Normas Venezolanas COVENIN N° 1315, año 1979.
- Normas Venezolanas COVENIN N° 1337, año 1979.
- Normas Venezolanas COVENIN N° 1158, año 1982.
- Rojas P. 2009. *"Obtención y evaluación de la calidad de una ensalada de frutas mínimamente procesada enriquecida con componentes fisiológicamente activos (vitamina c y calcio), mediante técnicas de impregnación a vacío"*. Tesis de Maestría, UNELLEZ-San Carlos, Estado Cojedes, Venezuela.
- Sullivan, D.M., Carpenter, D.E. 1993. *Methods of Analysis for Nutritional Labeling*, AOAC International, Arlington, Virginia, USA.
- Welti J., Wesche P., López A., Argaiz A. 2000. *Manual de Operaciones para la elaboración de productos hortofrutícolas de alta humedad mediante procesamiento mínimo y métodos combinados*. Sistema regional de Investigación. Universidad de las América-Puebla. México.

## OBTENCIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE UNA ENSALADA DE FRUTAS MÍNIMAMENTE PROCESADA ENRIQUECIDA CON COMPONENTES FISIOLÓGICAMENTE ACTIVOS (VITAMINA C Y CALCIO), MEDIANTE TÉCNICAS DE IMPREGNACIÓN A VACÍO

### PROCUREMENT AND EVALUATION OF QUALITY OF MINIMALLY PROCESSED FRUIT SALAD WITH ENRICHED PHYSIOLOGICALLY ACTIVE COMPONENTS (VITAMIN C CALCIUM), BY TECHNIQUES OF VACUUM IMPREGNATION

*Patricia C. Rojas Medina<sup>1</sup> y Constanza Sánchez Ornés<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>MSc. En Ingeniería Agroindustrial, Vicerrectorado de Infraestructura y procesos industriales. Coordinación de Postgrado, UNELLEZ-San Carlos. Estado Cojedes, Venezuela. [Patriciarojas1404@gmail.com](mailto:Patriciarojas1404@gmail.com).

<sup>2</sup>Dra. (Universidad de Zaragoza-España). Profesora Titular (J). Programa Ciencias del Agro y del Mar. Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales. UNELLEZ-San Carlos. Estado Cojedes, Venezuela.

\*Tesis de Maestría Área de Postgrado de la UNELLEZ-San Carlos

Recibido: 16-08-2009 / Aceptado: 13-04-2010

#### RESUMEN

Se desarrolló una ensalada de frutas mínimamente procesada, utilizando técnica de impregnación a vacío para incorporar soluciones con 1% citrato de calcio, 2% ácido ascórbico, 50 °Brix, 1% ácido cítrico y 250 ppm de sorbato de potasio. Se utilizó un diseño experimental compuesto central ortogonal. Las frutas utilizadas fueron guayaba de la variedad “criolla roja”, melón de la variedad “edisto” y piña de la variedad “española roja” procedentes del estado Lara, estas fueron cortadas en cubos de 1,5 cm<sup>2</sup> de los cuales se tomaron 200 g de cada una para luego ser sumergidas en la solución de impregnación, y se procedió con las 10 unidades experimentales (tiempo (min)-presión (mmHg)) en el equipo de vacío. Se empacaron en bolsas de polietileno selladas a vacío, cada tratamiento fue duplicado y almacenado en refrigeración, se realizaron análisis físicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. Los datos obtenidos permitieron generar modelos de predicción y se obtuvo el tratamiento a aplicar, la co-optimización predijo que con la combinación de tiempo 2,89 min – presión 459 mmHg, se obtuvo un alimento funcional con las siguientes características: ácido ascórbico 260,22 mg; calcio 595,03 mg, pH 2,84; ° Brix 29,08; acidez titulable 0,029 % y  $a_w$  0,968. Los componentes fisiológicamente activos calcio y ácido ascórbico se incorporaron de manera eficiente, alcanzando el calcio valores de 573,66 a 685 mg, y el ácido

ascórbico valores en un rango de 255 mg a 263 mg en la ensalada de frutas. La evaluación sensorial de aceptabilidad arrojó que el tratamiento que obtuvo la mejor aceptación fue el tratamiento (2,01 min–579,71 mmHg) y el tratamiento con la menor aceptación fue (3,25 min–410 mmHg). La actividad microbiológica UFC/g mohos y levaduras para todos los tratamientos realizados fueron < 10 UFC/g.

**Palabras clave:** melón, piña, guayaba calcio, ácido ascórbico

#### SUMMARY

A fruit salad minimally processed was developed, using vacuum impregnation technique to incorporate solutions with 1% calcium citrate, 2% ascorbic acid, 50% °Brix and 1% citric acid. A central composite orthogonal design was used. The fruits utilized were guava of the variety "red native", melon of the variety "edisto" and pineapple of the variety "Spanish red" from the state of Lara, these were cut in cubes of 1.5 cm<sup>2</sup> of these 200 g were taken in order to be submerged in the solution of impregnation, and proceeded with The 10 experimental unit (time (min)-pressure (mmHg)) in impregnation equipment. They were packed in of polyethylene bags and vacuum sealed; each treatment was duplicated was duplicated

and stored in cooling, then physic-chemical, microbiological and sensory assays were performed. The data obtained permitted to generate prediction models to get the treatment to be applied, the co-optimization predicted that with the combination of time 2.89 min–pressure 459 mmHg, a potential functional food with the following characteristics was obtained: ascorbic acid 260.22 mg, calcium 595.03 mg, pH 2.84, ° Brix 29.08, tritable acidity 0.029%, and  $a_w$  0.968. The components physiologically assets calcium and ascorbic acid were incorporated in an efficient way, reaching calcium values from 573.66 mg to 685 mg, and the ascorbic acid values in a range of 255 mg to 263 mg in the fruit salad. The sensory evaluation of acceptability indicated that the processing that obtained the best acceptance was the processing (2.01 min–579.71 mmHg) and the processing with the least acceptance was (3,25 min–410 mmHg). The microbiological activity UFC/g molds and yeasts for all the processing carried out were <10 UFC/g.

**Keywords:** *melon, pineapple, guava, calcium, acid ascorbic.*

## INTRODUCCIÓN

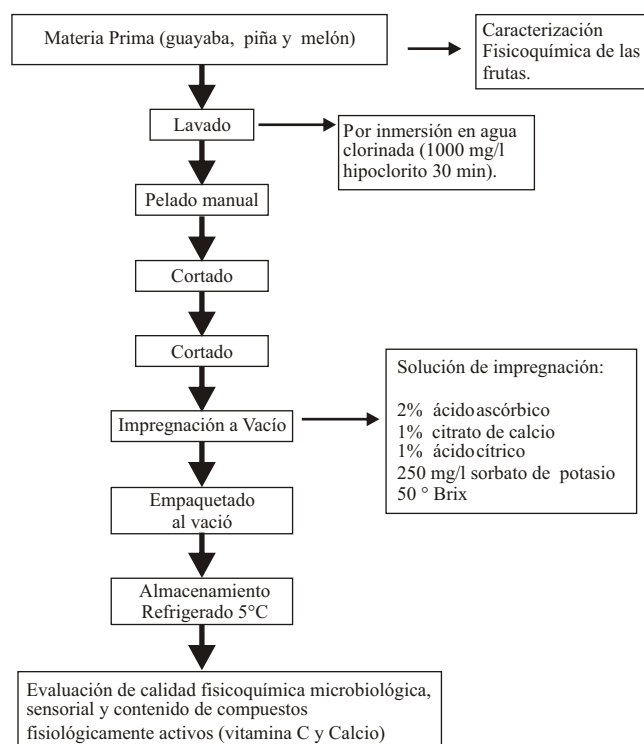
El concepto tradicional que existe, que para el mantenimiento de una salud óptima la dieta diaria debe proveer cantidades adecuadas de nutrientes esenciales ha cambiado en los últimos años, por la evidencia cada vez más fuerte que como una mezcla compleja de sustancias químicas, los alimentos contienen también sustancias fisiológicamente activas que cumplen, al igual que los nutrientes esenciales, una función de beneficio contribuyendo a reducir la incidencia de ciertas enfermedades crónicas y por tanto son necesarias para una vida saludable. (Caragay, 1992).

Algunos alimentos estructurados como frutas y vegetales tienen un gran número de poros (espacios intercelulares) que se encuentran completamente ocupados por gas o líquidos propios del alimento, esto ofrece la posibilidad de impregnarlos con una solución determinada para mejorar su composición mediante la incorporación de ácidos, preservantes, azúcares u otros depresores de actividad de agua ( $a_w$ ), así como componentes fisiológicamente activos (vitaminas, minerales, microorganismos benéficos y componentes no nutricionales), que permitan el diseño de alimentos funcionales. La impregnación a vacío de productos porosos es un mecanismo hidrodinámico que promueve el intercambio de gas o líquido ocluido en los poros, debido a cambios en la presión. Esta operación permite incorporar cualquier ingrediente en un alimento poroso, con la finalidad de adaptar su composición a ciertos requerimientos de estabilidad o calidad en una forma rápida y simple. El ácido ascórbico y el calcio son componente fisiológicamente activos que se han utilizado junto a otras sustancias químicas como agentes antipardeamiento y anti ablandamiento, que además pueden incorporarse para aumentar los niveles nutricionales de la fruta y así obtener un alimento funcional, definido como “cualquier alimento o ingrediente que pueda proveer un beneficio en la salud más allá de los elementos nutrimentales que pueda contener (IOM/NAS, 1994).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El material vegetal utilizado en el trabajo de investigación fueron piñas (variedad Española Roja), guayabas (variedad Criolla Roja) y melones

(variedad Edisto) comprados en un mercado local provenientes del estado Lara en condiciones óptimas para el consumo, y fueron llevadas al Laboratorio de Ingeniería y Tecnología de los Alimentos (LITA) de la (UNELLEZ), Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales, San Carlos, estado Cojedes, Venezuela, donde fueron caracterizados sus valores de pH, acidez titulable, sólidos solubles,  $a_w$ , calcio y ácido ascórbico presente en cada fruta. Luego se procedió a cortar en cubos de 1,5 cm<sup>2</sup> y fueron impregnadas al vacío utilizando diferentes tiempos y presiones según el ensayo establecido con la solución de impregnación que contenía sacarosa (50 °Brix), 1% de ácido cítrico, 2% de ácido ascórbico, 1% de citrato de calcio y 250 ppm de sorbato de potasio, luego fueron empacadas al vacío y almacenadas en refrigeración por 10 días. (Figura 1). Durante este tiempo según el ensayo establecido, fueron evaluadas las siguientes respuestas: acidez titulable, pH, actividad de agua ( $a_w$ ), sólidos solubles; componentes fisiológicamente activos calcio y ácido ascórbico; microbiológicas unidades formadoras de colonia (UFC) para hongos y levaduras, así como las características sensoriales.



**Figura 1.** Esquema tecnológico para la elaboración de la ensalada de frutas.

En el Cuadro 2 se refleja que el melón utilizado como materia prima tiene bajo contenido de calcio, vitamina C (ácido ascórbico) y °Brix, con respecto a lo que indica la (FAO, 2001). Es un producto con elevada actividad de agua propia de una fruta fresca, en cuanto al pH es el adecuado según los valores reportados por la (FAO, 2001). En cuanto al recuento microbiológico hongos y levaduras se obtuvieron valores < 10 ufc/g.

**Cuadro 2.** Características físico químicas del melón

Determinación	valor promedio
Acidez titulable (%)	0,162
p H	4,980
Actividad de agua ( $a_w$ )	0,998
°Brix	6,200
Calcio (mg)	10,20
Ácido ascórbico (mg)	20,30

### CARACTERIZACIÓN DE LA GUAYABA

En el Cuadro 3 se refleja que la guayaba utilizada como materia prima al compararla con los valores reportados por la FAO (2001), el contenido de calcio es igual, la vitamina C (ácido ascórbico) reporta un contenido más bajo, el contenido de °Brix dentro de los rangos para esta fruta, el pH también está dentro del rango, con relación a la  $a_w$  es elevada propia de las características de esta. Al comparar estos datos con los obtenidos por (Medina y Pagano, 1993), solo se puede observar una diferencia en cuanto a la acidez más baja en comparación a la reportada por estos autores. Para el recuento de hongos y levaduras los valores fueron < 10 ufc/g.

**Cuadro 3.** Características Físico Químicas De La Guayaba

Determinación	Valor Promedio
Acidez titulable (%)	0, 153
pH	4, 57 0
Actividad de agua ( $a_w$ )	0, 989
°Brix	6 ,100
Calcio (mg)	18,70
Ácido ascórbico (mg)	112,6



### CARACTERIZACIÓN DE LA PIÑA.

En el Cuadro 4, se refleja que la piña utilizada como materia prima tiene alto contenido de calcio y bajo contenido de vitamina C (ácido ascórbico), con respecto a lo que indican (FAO, 2001; Sousi-Fachmann-Kraut, 1999), Es un producto rico en sólidos solubles, un pH ácido, con una  $a_w$  elevada propia de esta fruta, y acidez titulable adecuada dentro de los valores indicados por la (FAO, 2001). Los valores del recuento hongos y levaduras fueron de < 10 ufc/g.

**Cuadro 4.** Características físico químicas de la piña

Determinación	Valor Promedio
Acidez titulable (%)	0,340
pH	4,350
Actividad de agua ( $a_w$ )	0,997
° Brix	13,60
Calcio (mg)	15,00
Ácido ascórbico (mg)	16,00

### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LAS FRUTAS IMPREGNADAS A VACÍO.

En el Cuadro 5 se observa que los rangos de acidez titulable estuvieron entre 0,029% a 0,034 %, lo cual es lógico por la cantidad de ácido ascórbico impregnado.

Con respecto al pH, los rangos observados van de 2,64 a 2,92, hubo una disminución considerable con respecto a las frutas sin impregnar. Los sólidos solubles (°Brix) en un rango de 27 a 30,8, logrando un aumento considerable con respecto a las frutas sin impregnar. Mientras que la actividad de agua estuvo entre 0,972 a 0,987, observándose la disminución con respecto a las frutas sin impregnar lo que refleja la ganancia de azúcar y la pérdida de agua en el proceso de impregnación. En cuanto al porcentaje de calcio y el contenido de ácido ascórbico se observa en el Cuadro 5, que las muestras tuvieron una ganancia de ambos componentes de las soluciones de impregnación si se compara con las frutas sin impregnar, demostrando de esta manera la efectividad del proceso de impregnación bajo las condiciones aplicadas en el experimento.

En el Cuadro 5 se observan los resultados de los análisis microbiológicos para los diferentes tratamientos, los cuales obtuvieron recuentos < 10 ufc/g para hongos y levaduras, esto indica que todos los tratamientos evaluados contribuyeron a mantener los

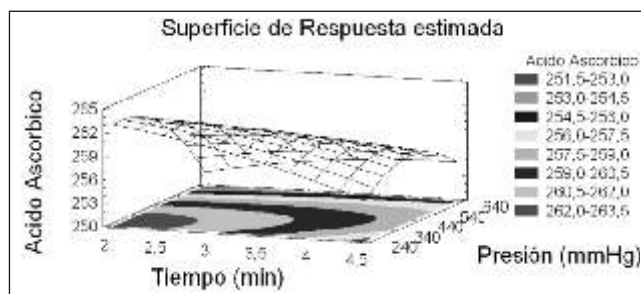
bajos contajes microbianos que presentaba la fruta fresca, los fueron inferiores a 10 ufc/g.

**Cuadro 5.** Promedio de los valores obtenidos durante el análisis

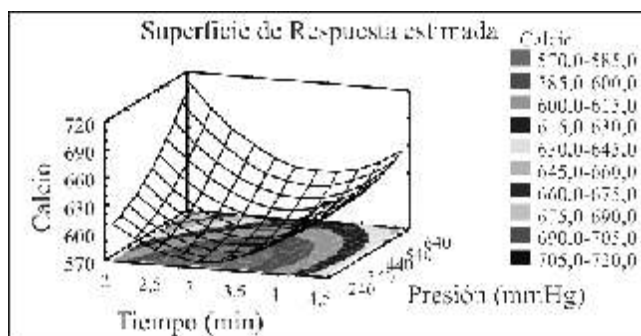
Tratamiento	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Repetición	Tiempo	Presión	Ac. A.	CALCIO	pH	*BRIX	ACIDEZ	A <sub>w</sub>	Hongos y Levaduras
1	-1	-1	1	2,01	240,29	263	607	2,87	27,40	0,033	0,982	1,812
2	-1	1	1	2,01	579,71	255	684	2,69	30,75	0,033	0,977	1,620
3	1	-1	1	4,49	240,29	256	650	2,70	27,70	0,032	0,979	1,556
4	1	1	1	4,49	579,71	257	644	2,64	27,10	0,030	0,986	1,041
5	1,07809	0	1	1,91	410,00	262	641	2,80	29,90	0,028	0,977	0,078
6	1,07809	0	1	4,59	410,00	258	643	2,66	28,10	0,026	0,98	1,544
7	0	1,07809	1	3,25	227,04	260	576	2,90	27,04	0,034	0,972	0,078
8	0	1,07809	1	3,25	592,96	257	615	2,77	28,50	0,033	0,973	1,079
9	0	0	1	3,25	410,00	261	581	2,85	28,58	0,029	0,967	1,698
10	0	0	1	3,25	410,00	261	581	2,86	28,60	0,029	0,967	1,623
1	-1	-1	2	2,01	240,29	263	610	2,86	27,40	0,033	0,982	1,861
2	-1	1	2	2,01	579,71	255	685	2,70	30,80	0,034	0,977	1,612
3	1	-1	2	4,49	240,29	255	651	2,70	27,70	0,032	0,979	1,544
4	1	1	2	4,49	579,71	256	645	2,65	27,00	0,030	0,987	1,000
5	1,07809	0	2	1,91	410,00	261	645	2,79	30,00	0,029	0,977	0,078
6	1,07809	0	2	4,59	410,00	258	644	2,67	28,10	0,026	0,98	1,544
7	0	1,07809	2	3,25	227,04	259	578	2,92	26,80	0,034	0,972	0,078
8	0	1,07809	2	3,25	592,96	256	618	2,78	28,60	0,033	0,975	1,079
9	0	0	2	3,25	410,00	260	585	2,86	28,60	0,029	0,968	1,681
10	0	0	2	3,25	410,00	261	585	2,87	28,50	0,029	0,968	1,623

### ANÁLISIS DE LAS SUPERFICIE DE RESPUESTA DE LAS VARIABLES

En la Figura 2, se observa un comportamiento de silla de caballo, indicando esto que un factor incrementan la respuesta y que simultáneamente el otro la reduce. El máximo operativo de ácido ascórbico en la ensalada 263 mg se logra con niveles entre 2 a 2,5 minutos de impregnación y presión en un rango aproximado de 240 a 340 mmHg de presión.



**Figura 2.** Superficie de respuesta estimada para ácido ascórbico.



**Figura 3.** Superficie de respuesta estimada calcio.

En la Figura 4, se presenta la superficie de respuesta del modelo estimado de la respuesta pH, se visualiza la existencia de una silla de caballo, adicionalmente se observa que el mínimo de pH (2,62) se obtiene al combinar el tiempo de impregnación en 4,5 minutos y 640 mmHg de presión de impregnación. PH inferiores a 3 es lo ideal ya que se encontraría por debajo del límite requerido para la actividad de los microorganismos responsables de deterioro y de las enzimas responsables del pardeamiento de las frutas (4,5-8) y lo considera un alimento ácido condición que afecta el crecimiento microbiano (Millán, 2001).

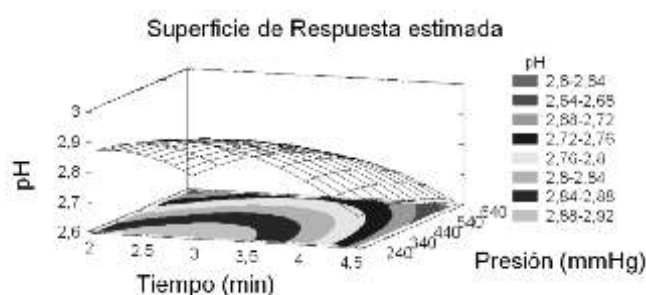


Figura 4. Superficie de respuesta estimada pH.

En la Figura 5, un comportamiento similar lo modela la respuesta °Brix al estudiar sus valores mínimos (26) °Brix, el rango máximo de (30,5 a 31) °Brix se proyecta con presiones entre 540 y 640 mmHg y tiempo de impregnación de 2 min.

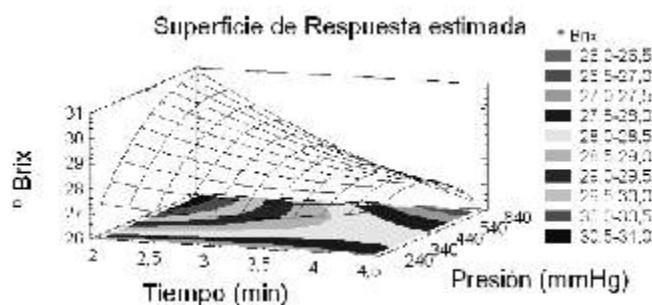


Figura 5. Superficie de respuesta estimada ° Brix.

En la Figura 6, se muestra la silla invertida resultante de la combinación de los factores tiempo y presión de impregnación sobre la acidez titulable. Donde se manifiesta que la acidez disminuye a valores centrales del diseño para cada factor en estudio. Mientras que a valores extremos del diseño se encontró respuesta máxima de la acidez titulable.

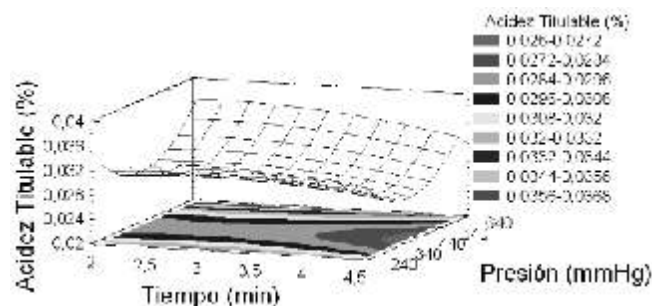


Figura 6. Superficie de respuesta estimada acidez titulable.

En la Figura 7, se muestra la superficie de respuesta estimada para  $a_w$ , se observa valores mínimos de 0,96-0,964 de  $a_w$  combinando el tiempo y presión de impregnación en 3,5 min y 440 mmHg respectivamente. Estos valores son cercanos al punto central del diseño. (Panadés *et al.*, 1996), Obtuvo valores actividad de agua de la guayaba que osciló entre 0,941 y 0,976. (Millan *et al.*, 2001), Lograron reducir la actividad de agua de la fruta hasta 0,976 mediante pulso de vacío y deshidratación osmótica en melones. (Dávila y López, 2005), reportaron  $a_w$  0,85 en rodajas de piñas impregnadas a vacío. Como se puede observar los valores obtenidos están dentro de los rangos reportados

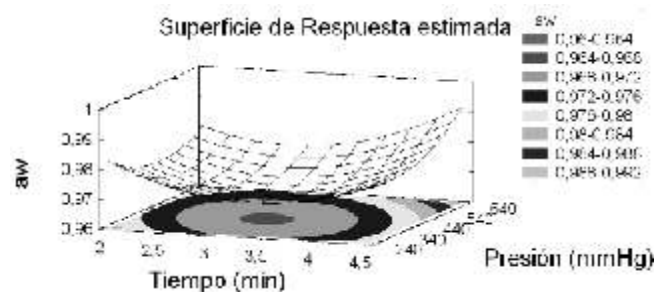


Figura 7. Superficie de respuesta estimada  $A_w$ .

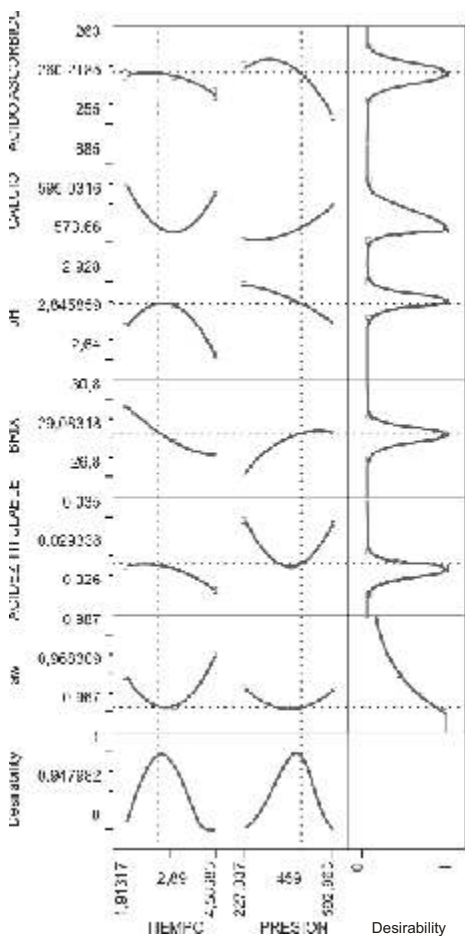
## CO-OPTIMIZACIÓN MULTIRESPUESTA DE LA IMPREGNACIÓN A VACÍO PARA LA ENSALADA DE FRUTAS

La co-optimización, consistió en maximizar las proporciones de calcio, ácido ascórbico, pH,  $a_w$ , °Brix para obtener los valores de tiempo y presión para las características deseadas.

En la Figura 8 se muestran los perfiles de predicción (maximización y minimización) muestra que con niveles de 2,89 minutos de tiempo de impreg-

nación (X1) y 459 mmHg de presión de impregnación (X2). Se Obtiene la combinación óptima operativa que permite obtener un producto con las siguientes características: concentración de ácido ascórbico 260,22, concentración en calcio 595,03, pH de 2,85, °Brix de 29,08, una  $a_w$  de 0,968, y acidez titulable total de 0,029. En cuanto a los resultados microbiológicos los recuentos para hongos y levaduras fueron menores a 10 ufc/g.

el conjunto pH 2,85,  $a_w$  0,968 y acidez titulable 0,029 % nos estarían garantizando el no deterioro del producto por acción de hongos y levaduras, ya que los valores tan bajos de pH y acidez nos sirven de obstáculo, aunque la  $a_w$  es considerablemente baja todavía esta propensa al ataque microbiano pero al actuar en conjunto forman barreras o obstáculos (métodos combinados). En cuanto a los ° Brix 29,08 aportarían un complemento para la dieta diaria.



**Figura 8.** Perfil de predicción dinámico multirespuestas y multifactor experimental

De los valores obtenidos en la co-optimización cabe destacar que se estaría garantizando potencialmente la ingesta diaria de calcio y ácido ascórbico según el instituto nacional de nutrición (INN, 2000). Cuyos valores son de 1000 mg/día y 60 mg/día respectivamente la ensalada está aportando por cada 100 gr valores de 595,03 mg de calcio y 260,22 mg de ácido ascórbico, por lo tanto estamos en presencia de un alimento potencialmente funcional. Por otra parte

### EVALUACIÓN SENSORIAL DE ACEPTABILIDAD.

En la Figura 9, gráfico caja y bigote se visualiza claramente el grado de aceptación para cada muestra, adicionalmente se observa la variabilidad de las muestra. De este gráfico se deduce que las muestras 1 al 8 poseen variabilidad similar, mientras que las muestras 9 y 10 son diferentes, pero similar entre ellas con la mayor aceptabilidad



**Figura 9.** Grafico aceptabilidad de los tratamientos bajo estudio de la ensalada de fruta.

### CONCLUSIONES

1.- Las frutas utilizadas como materia prima para la elaboración de la ensalada de frutas tienen las siguientes características: Melón variedad Edisto: acidez 0,162 %, pH 4,98,  $a_w$  0,998, sólidos solubles 6,2, calcio 10,2 mg, ácido ascórbico 20,3 mg, y un conteo microbiano < 10 para hongos y levaduras. Guayaba variedad criolla roja: acidez 0,153 %, pH 4,57,  $a_w$  0,989, sólidos solubles 6,1, calcio 18,7 mg, ácido ascórbico 112,6 mg, y un conteo microbiano < 10 para hongos y levaduras. Piña variedad española roja: acidez 0,340 %, pH 4,35,  $a_w$  0,997, sólidos solubles 13,6, calcio 15 mg, ácido ascórbico 16 mg y un conteo microbiano < 10 para hongos y levaduras.

2.- Los valores de la co-optimización para la ensalada de frutas impregnada al vacío con componentes fisiológicamente activos, resultaron de la combinación de tiempo 2,89 min–presión 459 mmhg, obteniéndose de esta manera un potencial alimento funcional con las siguientes características: ácido ascórbico 260,22 mg, calcio 595,03 mg, pH 2,84, °Brix 29,08, acidez titulable 0,029 %, y  $a_w$  0,968.

3.- Se pudo observar que para los 10 tratamientos realizados hubo un incremento significativo de los componentes fisiológicamente activos calcio y ácido ascórbico logrando de esta manera incorporar de manera eficiente dichos componentes, alcanzando el calcio valores de 573,66 mg a 685 mg, y para el ácido ascórbico en un rango de 255 mg a 263 mg en la ensalada de frutas.

4.- Las características fisicoquímicas de la ensalada impregnada a vacío reunieron los siguientes valores según el tratamiento realizado: pH con valores de 2,64 a 2,92; °Brix 26,8 a 30,8; Acidez titulable 0,026 a 0,035; y  $A_w$  0,967 a 0,987.

5.- La actividad microbiológica UFC/g hongos y levaduras para todos los tratamientos realizados fueron  $< 10$  UFC/g. La evaluación sensorial (aceptabilidad) de la ensalada de frutas, reporto que el tratamiento con mayor aceptación para un grupo conformado por 40 participantes fue el tratamiento (4,59 min - 410 mmHg) y el tratamiento con la menor aceptación fue el (2,01 min - 240,29 mmHg).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caragay, A. B. 1992. *Cancer-preventive foods and ingredients*. Food Technol. 46(4):65-68.
- Dávila-Solar, L. y L. López-Ráez. 2005. *Transferencia de masa en la deshidratación osmótica a vacío de rodajas de Ananas comosus L. Merr. "Piña"*. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial 8 (1): 07-12.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2001. Tablas de composición de alimentos; Anales de la organización.
- Instituto Nacional de Nutrición, INN, (2000).
- IOM/NAS. 1994. *Opportunities in the Nutrition and Food Sciences*. Ed. P.r. Institute of Medicine/National Academy of Sciences, National Academy Press, Washington D.C.
- Medina, M. y F. Pagano. 2003. *Caracterización de la pulpa de guayaba (Psidium guajava L.) tipo «Criolla Roja»*. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 20:72-86.
- Millán FR, Roa V, Tapia M. 2001. *Estudio de la estabilidad microbiológica del melón (Cucumis melo L.) mínimamente procesado por impregnación al vacío*. ALAN, 51(2):173-179.
- Panadés G, Treto O, Fernández C, Castro D, Núñez M. 1996. *Pulse vacuum osmotic dehydration of guava*. En: Food Science and Technology International. 2:301-306.
- Souci SW, Fachmann WK. 1999. *El Pequeño Souci-Fachmann-Kraut: tablas de composición de alimentos*. Edit. Acribia, Zaragoza.

## PROPIEDADES DEL HIDROLIZADO DE GERMEN DESGRASADO DE MAÍZ (*ZEA MAYS L.*) OBTENIDO POR VÍA ENZIMÁTICA.

### PROPERTIES OF THE HYDROLYSATE OF DEFFATED CORN GERM (*ZEA MAYS L.*) RETRIEVED VIA THE ENZYME.

*Eumelia Gómez<sup>1</sup>, Marisa Guerra<sup>2</sup> Osmar Morillo<sup>3</sup> y Francisca Guerrero<sup>4</sup>.*

<sup>1</sup>División Control de Aguas-Evaluación y Tratamiento de Residuos Agroindustriales. Fundación Ciepe. Zona Industrial Agustín Rivero. Apdo 100. Municipio Independencia. San Felipe. Estado Yaracuy. Venezuela. Teléfonos 0058-0254-2313392/2319811. Fax 0058-0254-2319322. e.mail: *leucrigomez@hotmail.com*

<sup>2</sup>Dpto. Tecnología de Procesos. Biológicos y Bioquímicos 1er piso. Universidad Simón Bolívar. (U.S.B) Baruta. Caracas. Venezuela. Teléfonos 58-212-9063976. Fax 58-212-9063971. e.mail: *2marisaguerra@usb.ve*

<sup>3</sup>División de Cereales y Oleaginosas. Fundación Ciepe. Zona Industrial Agustín Rivero. Apdo 100. Municipio Independencia. San Felipe. Estado Yaracuy. Venezuela. Teléfonos 0058-0254-2313392/2319811. Fax 0058-0254-2319322. e.mail: *osmthom@yahoo.com*

<sup>4</sup>Dpto. de Edafología. Universidad Politécnica de Madrid. (U.P.M). España. Teléfono 0034-913365692 e.mail: *3francisca.guerrero@upm.es*

Recibido: 05-12-2009 / Aceptado:28-01-2010

#### RESUMEN

El germen desgrasado de maíz (GDM), residuo proveniente del procesamiento industrial del aceite, contiene proteínas, almidones, fibra y minerales, características apropiadas para ser utilizado en la industria de alimentos. Sin embargo, su palatabilidad y algunas propiedades funcionales limitan su uso en la alimentación; ésta dificultad se superó con la obtención de un hidrolizado previa transformación del residuo por vía enzimática. El objetivo del trabajo fue evaluar las propiedades físicas, químicas, microbiológicas y nutricionales del hidrolizado, para utilizarlo en forma adecuada. Una vez caracterizado el GDM se encontró que sus mayores componentes son: carbohidratos (68,3%), proteínas (11,6%), humedad (9,3%) y 6,11% de fibra cruda. El residuo fue hidrolizado por vía enzimática con  $\alpha$ -amilasas, celulasas y proteasas. El hidrolizado obtenido presentó valores promedios de carbohidratos 73,34 g/100g, constituidos principalmente por almidones (58,70g/100g) que representan el 80%, los otros componentes fueron las proteínas (12,6g/100g), y las cenizas (9,3g/100g), de los minerales los más importantes: fósforo (1%), hierro (7,87 mg/100g), calcio (44,5 mg/100g) y magnesio (423,8 mg/100g). El contenido de aminoácidos expresado en g/100 g de proteínas fueron lisina (3,85), metionina (1,72) y treonina (5,41). Debido al tratamiento enzimático realizado el contenido de fibra dietética disminuyó en forma

considerable y aumentó la digestibilidad de las proteínas en un 36% y el valor energético (348,8 Kcal). En relación a sus propiedades funcionales presentó un índice de solubilidad de 44,83% y de absorción de 2,54 g/g. Con el tratamiento enzimático se logró mejorar las propiedades funcionales y la digestibilidad. Estas características permitirán utilizarlo como un ingrediente funcional en la dieta humana.

**Palabras clave:** residuo, germen de maíz, hidrolizado, aminoácidos.

#### SUMMARY

The defatted corn germ (DCG), waste from industrial processing of oil, contains proteins, starches, fiber and minerals, features appropriate for use in the food industry. However, its palatability and some functional properties limited its use in food; this difficulty was exceeded with obtaining a hydrolysed after processing the waste by enzymatic means. The objective of the present work was aimed to assess the physical, chemical, microbiological and nutrition of the hydrolysate properties to for use in an appropriate manner. Once characterized the DCG found that their major components are: carbohydrates (68.3%), protein (11.6%), humidity (9.3%) and 6.11% raw fibre. The residue was hydrolyzed by enzymatic

pathway with  $\alpha$ -amylases, celulasas and proteases. The hydrolysate obtained presented values 73.34 g carbohydrates averages / 100 g, mainly consisting of starches (58.70 g / 100 g) represent 80%, the other components were proteins (12.6 g / 100 g), and ashes (9.3 g / 100 g), of the most important minerals: phosphorus (1%), iron (7.87 mg / 100 g), calcium (44.5 mg / 100 g) and magnesium (423.8 mg / 100 g). The amino acid content expressed in g/100 g of protein were (3.85) lysine, methionine (1.72) and threonine (5.41). Due to the enzymatic treatment given dietary fibre content declined considerably and increased 36% protein digestibility and energy value (348.8 kcal). In relation to their functional properties presented a 44.83% and 2.54 g/g absorption solubility index. Enzymatic treatment improved the functional properties and digestibility. These features will make it possible to use it as a functional ingredient in the human diet.

**Keywords:** *residue, hydrolysate, defatted corn germ, amino acids.*

## INTRODUCCIÓN

El germen desgrasado de maíz (GDM), es un subproducto generado durante la extracción del aceite de maíz, utilizando hexano como solvente, al terminar éste proceso, el producto obtenido se calienta a altas temperaturas (100 °C) por cierto tiempo, con el fin de eliminar restos de solventes (Pernalette, 2008). Es una materia prima potencial para las industrias de alimentos, debido a que ofrece un suministro seguro durante todo el año en el país, es de bajo costo, pues representa el valor agregado de la comercialización del aceite y de la harina precocida de maíz, productos de consumo masivo en Venezuela. En cuanto a su contenido de proteínas, presenta un valor nutricional superior al endospermo de maíz, es rico en vitaminas y en minerales como el fósforo, magnesio, hierro y zinc. De igual forma este subproducto es una fuente importante de fibra dietética, de la cual el 20% es insoluble y un 4% es soluble (Guerra *et al.*, 1998). Estas propiedades nutricionales, abren las posibilidades de incorporarlo en diferentes alimentos para consumo humano, a los fines de bajar costos, disminuir importaciones y aumentar el valor nutricional. Además de minerales presenta proteínas de buena calidad, las cuales podrían suplementar las del endospermo del grano de maíz (deficiente en lisina y triptófano) y de los productos de éste (hojuelas y harinas) (Watson, 1987).

La principal dificultad para el uso directo de la torta en la formulación para alimentos, es la presencia en ella de las capas externas que constituyen el salvado, lo que afecta las propiedades funcionales del germen, la apariencia y el sabor. Esto se ha tratado de disminuir utilizando el fraccionamiento para eliminar los fragmentos de fibra de la cáscara. Este tratamiento permite mejorar la calidad de las proteínas y sus características funcionales (Hernández *et al.*, 1999). Otra forma de mejorar las propiedades organolépticas en residuos de oleaginosas es a través de la obtención de concentrados proteicos (Anderson, 1979). Sin embargo, cuando se obtuvieron estos concentrados, no fue posible la remoción de sabores amargos de las proteínas, lo que le da una baja palatabilidad (Pacheco, 1986). Este efecto se ha superado con la obtención de un hidrolizado por vía enzimática (Gómez *et al.*, 2008). Con la finalidad de completar el estudio referido, se realizó el presente trabajo, cuyo

objetivo fue evaluar las propiedades físicas, químicas, funcionales, microbiológicas y nutricionales, del hidrolizado de GDM, para utilizarlo en forma adecuada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El germen desgrasado de maíz (GDM) fue obtenido en una empresa productora de aceite de maíz. El muestreo se realizó, siguiendo los principios generales establecidos por la Norma COVENIN con 612-822. 030 kg de residuo conformados en cinco sublotos se recolectaron en envases de plástico con tapa, debidamente identificados. El hidrolizado fue preparado utilizando las condiciones descritas por Gómez *et al.* (2008), mediante hidrólisis enzimática se utilizaron enzimas de marca Sigma:  $\alpha$ -amilasas, celulasas y proteasas (Celtek, Tecnologías, C.A.). Para la preparación del hidrolizado, el GDM fue molido, aspirado y tamizado, se hidrolizó y fue secado por atomización (Niro atomizer F 11BA06).

### Evaluación del GDM y del hidrolizado.

El color se midió según la metodología de la AACC (2004) Method 14-22, utilizando un colorímetro marca Hunter-Lab, modelo Flex. La granulometría se realizó utilizando el método C-136 de la ASTM (2005) completándose con la Norma COVENIN 254-77. Los análisis funcionales como: farinografía y viscoamilograma se determinaron de acuerdo a los métodos oficiales de la AACC (2004). Los índices de absorción de agua (IAA) y de solubilidad en agua (ISA) se realizaron de acuerdo al método de Anderson (1982). Los análisis proximales y minerales (hierro, magnesio, calcio, fósforo) se realizaron de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC (2005). Los carbohidratos por diferencia de los proximales. Los aminoácidos (lisina, metionina y treonina) por cromatografía de alta resolución (HPLC). La digestibilidad proteica *in vitro* se realizó por el método multienzimático que incluye la tripsina, quimiotripsina y la peptidasa, descrito por Hsu *et al.* (1977). La fibra dietética se evaluó utilizando el principio descrito por Hellendorn y Slaghan (1975). El valor energético se calculó utilizando los coeficientes de Atwater, según Nielsen (1994). La presencia de Aflatoxinas se determinó por cromatografía de capa fina, método 975.35 de la AOAC (2005), basado

en las características fluorescentes que estos compuestos presentan a la luz ultravioleta. Los análisis de Coliformes totales, Aerobios mesófilos, mohos y levaduras se determinaron utilizando la metodología recomendada en el APHA (2001). La evaluación estadística de los resultados obtenidos, se realizó utilizando una hoja de cálculo bajo el programa de Microsoft Excel, según metodología ISO 5725-2:94.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El germen desgrasado de maíz (GDM) presentó un color amarillo con tonalidades rojizas (L: 92,44; a: 1,71 y b: 17,99), tendencia similar a los valores obtenidos en la fracción gruesa del germen por Guerra *et al.* (1998) y está constituido por 68,54% de partículas grandes y 31,46% de partículas finas (Cuadro 1). Del tratamiento enzimático se obtuvo un hidrolizado de germen desgrasado de maíz (HGDM), en el cual las partículas son de menor tamaño (80,1% de partículas finas) (Cuadro 1), esto indica un aumento en las mismas en comparación al GDM, con un tamaño inferior a 0,84 mm.

**Cuadro 1.** Resultados de la prueba de granulometría.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	GDM % DE RETENCIÓN	HGDM % DE RETENCIÓN
20	0,841	43,24	7,50
30	0,595	15,34	5,20
40	0,420	9,96	7,20
50	0,297	9,90	12,40
60	0,250	3,64	7,10
<b>Fondo</b>	-	17,92	60,60

Los resultados de la composición proximal de las muestras se detallan en la Cuadro 2. Estos indican que el GDM presenta valores similares a los reportados por Guerra *et al.* (1998), y a la fracción media de GDM reportado por (Granito *et al.*, 2000). El HGDM presentó menor contenido de humedad que el GDM, debido al tratamiento de secado, lo cual favorece su conservación. Comparando este valor con los reportados en la Tabla de Composición de Alimentos (TCA) (1999) para la harina de maíz (HM) observamos un valor superior 11,2%, debido a los diferentes métodos de secado. El mayor componente en el hidrolizado al igual que en el GDM, son los carbohidratos constituidos por almidones que representan el

80% de los mismos. Se aprecia una disminución aproximada de 15% en relación al contenido de almidón del GDM. Reducción baja, comparada con la reportada por Hernández (2001) (29%). En el contenido de proteínas, no hubo variaciones comparando con el GDM, ya que al hidrolizar lo que se hace es una ruptura de la estructura. La fibra cruda se redujo en un 37%, lo cual enriquece el hidrolizado, ya que uno de los productos de la hidrólisis de la fibra son los azúcares reductores (Gómez *et al.*, 2008), fuentes importantes de energía. Las cenizas en el hidrolizado aumentaron, esto se puede atribuir a que los minerales unidos a la fibra, se separaron durante la hidrólisis. De estos los de mayor nivel son fósforo, hierro, calcio y magnesio, en ambas muestras (Cuadro 3), esto aumentan el valor nutricional del germen y del hidrolizado.

**Cuadro 2.** Composición proximal, contenido de almidón y energía del GDM y del HGDM.

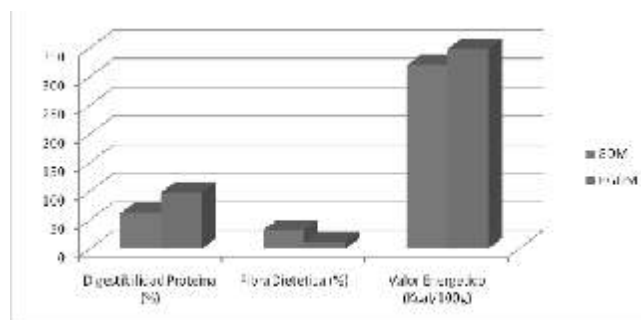
PARÁMETROS	GDM		HGDM	
	BH	BS	BH	BS
Humedad (%)	9,3± 0,72	-	4,6± 0,10	-
Cenizas (%)	4,1± 0,26	4,6	8,9± 0,00	9,3
Proteínas (%) N x 6, 25	11,6± 0,36	12,8	12,0± 0,00	12,6
Fibra cruda (%)	6,1± 0,20	6,6	4,0± 0,00	4,2
Grasa (%)	0,6± 0,20	0,7	0,53± 0,02	0,56
Almidón (%)	62,0± 1,39	68,6	56,0± 0,00	58,7
Carbohidratos (%)	68,3± 0,44	75,3	69,97± 0,02	73,34
Valor Energético (Kcal/100g)	320,59		348,80	

**Cuadro 3.** Contenido de minerales del germen desgrasado de maíz y del hidrolizado.

PARÁMETROS	GDM		DMHG	
	BH	BS	BH	BS
Calcio (mg/100g)	40,4±1,73	44,50	49,61±0,00	52,00
Magnesio (mg/100g)	384,4±1,00	423,80	397,34± 0,00	416,50
Hierro (mg/100g)	7,14±0,53	7,87	7,25± 0,00	7,60
Fósforo (mg/100g)	900,00±0,10	1000	1300± 0,00	1400

Al estudiar la calidad de las proteínas del GDM, los valores de lisina, metionina y treonina expresados en g aa /100 g de proteínas fueron: 3,68; 1,84 y 4,74 respectivamente, semejantes a los reportados por Dondero y Meneses (1981), de 3,83; 1,81 y 4,76. Guerra *et al* (1998), para lisina reportaron 2,50; 3,84 y 3,13 g aa /100 g de proteínas, en diferentes fracciones del GDM. El contenido de estos aminoácidos en el

hidrolizado (3,85; 1,72 y 5,41 g aa /100 g de proteínas) son superiores a los de la HM reportados por Orr y Watt (1968). En la Figura 1 se presentan datos comparativos de digestibilidad proteica in vitro, fibra dietética y valor energético de ambas muestras. El valor de digestibilidad obtenido en este trabajo para el GDM fue de 62%, menor a la de las harinas precocidas, debido al alto contenido de fibra de este residuo (Hernández *et al.*, 1999). Valores de digestibilidad entre 63,08% a 88,20% en GDM fueron reportados por Mosqueda *et al* (1986). Al obtener el hidrolizado, se mejoró la disponibilidad de las proteínas, ya que aumentó la digestibilidad en un 36%, por la acción hidrolítica de las enzimas utilizadas sobre las proteínas. Esto favorece las propiedades funcionales (textura, viscosidad, color, etc.) del hidrolizado y la disponibilidad de los aminoácidos y péptidos en la dieta humana. El valor de fibra dietética en el germen fue de 32,50%, Granito *et al* (2000), reportaron niveles de 35,9% en la fracción gruesa del GDM. La fibra dietética disminuyó considerablemente (11,11%) debido a la hidrólisis del almidón, proteínas y celulosas, por lo que el valor energético aumenta (348,8 Kcal/100g). Comparando el contenido de fibra dietética del hidrolizado con los valores reportados en la TCA para HM (2,5%), éste es mayor, dado que el GDM presenta capas externas que aumentan el contenido de fibra.



**Figura 1.** Digestibilidad proteica in vitro, fibra dietética y valor energético del germen desgrasado y del hidrolizado.

En relación a sus propiedades funcionales el HGDM presentó un ISA de (44,83%) esto indica que se solubiliza 3,5 veces más que la harina de trigo (13,3%) y 18,5 veces más que la harina precocida de maíz (2,34%) (Guerra *et al.*, 1998); atribuible a la acción hidrolítica que reduce parte de los compo-



mentos del germen a moléculas más pequeñas que tienen mayor interacción con el agua, debido a esto, puede ser utilizado en los productos de panadería, galletas y pastas como un complemento en la elaboración. Sin embargo, debido a su índice de absorción 2,54 %, el hidrolizado puede ser utilizado en la elaboración de bebidas instantáneas, con alto valor nutricional.

**Cuadro 4.** Viscoamilograma.

Puntos de Análisis	Unidad	Resultado
Pico de viscosidad máxima (87,5 °C)	cps	37,42
Viscosidad al final del calentamiento (92,5 °C)	cps	30,62
Viscosidad al final de la temperatura constante (92,5 °C)	cps	20,41
Viscosidad al final del enfriamiento (55 °C)	cps	17,01
Viscosidad al final de la temperatura constante (55 °C)	cps	17,01
Temperatura de gelatinización	°C	87,5

En la Cuadro 4 se indican los puntos evaluados en el viscoamilograma del hidrolizado, en la cual se puede observar que, a mayor temperatura, los valores de viscosidad resultaron ligeramente mayores. La curva registra un comportamiento diferente a las harinas con alto contenido de almidones nativos, según William *et al* (1982), ha ocurrido una modificación enzimática de los almidones, traduciendo todo esto en un amplio uso del hidrolizado hacia la elaboración de bebidas instantáneas. La evaluación microbiológica señala que ocurrió una reducción en Aerobios mesófilos, Mohos y Levaduras, en el HGDM, debido a las temperaturas (50 °C - 90 °C) utilizadas durante la hidrólisis. No hubo crecimiento de Coliformes totales y fecales. Lo que indica una manipulación adecuada del GDM durante la hidrólisis.

De acuerdo a la prueba estadística de las evaluaciones físicas, químicas y nutricionales realizadas al GDM y al hidrolizado, en los parámetros existe baja o no existe dispersión entre sus réplicas y en las determinaciones microbiológicas no existen diferencias significativas (al 95% de probabilidad) entre sus réplicas.

## CONCLUSIONES

El HGDM evaluado es un producto de color claro con alto valor energético y de proteínas de buena digestibilidad, aminoácidos esenciales, carbohidratos, almidón, minerales, bajo en grasa y de alta solubilidad, estas características permitirían utilizar al hidrolizado como ingrediente funcional en diferentes

alimentos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Investigación (FONACIT) Proyecto N° 2001001770 y al Centro de Investigaciones del Estado para la Producción Experimental Agroindustrial (CIEPE), quienes financiaron la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACC 2004. American Association of Cereal Chemists. Approved methods of american association of cereal chemists, 10 th Ed. St Paul, MN. Method. 66-50.
- Anderson, R., Rackis, J.J y Tallent, W.H. 1979. Biologically active substances in soy products. In: "Soy protein and human nutrition". Ed Wileke, H.L., Hopkins, D.T. y Waggle, D.H., Academic Press. New York. P. 209.
- Anderson, R. A. 1982. Water absorption and solubility and amylograph characteristics of roll-cooked small grain products. Cereal Chem. (59):265-269.
- AOAC 2005. Official methods of analysis association of official analytical chemists. 21th ed. Washington, DC. EEUU. pp 1192.
- APHA 2001. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. pp 1-695.
- ASTM 2005. American Society for Testing and Materials. C-136.
- COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. 1977. Cedazos de ensayos. Norma 254. Fondonorma. Caracas. Venezuela.
- COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. 1982. Cereales, leguminosas, oleaginosas y productos derivados. Muestreo. Norma 612. Fondonorma. Caracas. Venezuela.

- Dondero, M. y Meneses, R. 1981. *Obtención de un concentrado proteico a partir del germen desgrasado de maíz. (Zea mays)*, Alimentos, 6(3):19-24.
- Granito, M.; Guerra, M., Torres, A. 2000. *Caracterización física, química y nutricional del germen de maíz desgrasado*. Rev. Tec. Ing. Univ. Zulia. 23(3):216-226
- Guerra, M.; Granito, M.; Schnell, M.; Torres, A., Tovar, J. 1998. *El germen desgrasado de maíz: materia prima potencial para la industria de alimentos*. Anales Venezolanos de Nutrición. 11(1):12-20.
- Gómez, E.; Morillo O.; Guerra, M. 2008. *Obtention and characterisation of a hydrolysed product from defatted corn germ*. Abstracts. 14th World Congress of Food Science & Technology. pp415.
- Hellendorn, E.; Noodhff, M. y Slaghan, J. 1975. *Residuo indigerible*. J.Sci. F.D. Agri.26:1461-1468.
- Hernández, B; Guerra, M. y Rivero, F. 1999. *Efecto del fraccionamiento sobre las características del germen de maíz desgrasado*. Ciênc. Tecnol. Aliment. Vol.19 n.1. Campinas Jan/Apr.
- Hernández, H. 2001. *Concentración y purificación de proteínas a partir del germen desgrasado de maíz*. Tesis de Maestría. Universidad Experimental Simón Rodríguez. Venezuela.
- Hsu, H.W.; Vavak, L.D.; Satterlee; Miller G.A. 1977. *A multienzyme technique for estimating protein digestibility*. J Food Sci. 42:1269-1273.
- International Organization for Standardization. 1994. ISO-5725-2. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 2: Basic methods for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method.
- Mosqueda, M.; Padua, M. y Guerra, M. 1986. *Tecnología de cereales y poder sustitutivo*. En: Los cereales en el patrón alimentario del venezolano. Comisión de Investigaciones en Alimentos y Nutrición. CCIAN. 2: 49-63.
- Nielsen, S.S. 1994. *Introduction to the chemical analysis of foods*. Editorial Sales and Customer service offices. Boston, USA. 517 pp.
- Orr, M.L. y Watt, D.K.1986. *Amino acid content of foods*. Home Economics Research Report N°4
- Pacheco, E. 1986 *Concentrados Proteínicos de Palma Africana. Proceso de Extracción y Propiedades Funcionales*. Arch. Latinoamericano de Nutrición, 35:509-518.
- Pernalette, G. 2005. *Datos de disponibilidad del residuo germen desgrasado de maíz*. Informe del laboratorio de control de calidad. Refinadora de Maíz, C.A (REMAVENCA).
- Tabla de Composición de Alimentos. 1999. Instituto Nacional de Nutrición (INN). Serie Cuadernos Azules. Publicación N° 52. Caracas.
- Watson, S. 1987. *Structure and composition. Corn Chemistry*. Published by the American Association of Chemists. Inc. Minnesota, U.S.A.
- William, C y Keith, H. 1982. *The Amilograph Handbook*.

**COMPOSICIÓN QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA DEL ACEITE ESENCIAL  
DE *Zingiber officinale* DEL MUNICIPIO INDEPENDENCIA ESTADO TÁCHIRA**  
**CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY OF THE ESSENTIAL  
OIL FROM *ZINGIBER OFFICINALE* AT INDEPENDENCIA MUNICIPALITY  
TÁCHIRA STATE**

**Alarcón, L.<sup>1</sup>; González de C, N.<sup>2</sup>; Peña, A. <sup>3</sup>; J. Velasco<sup>4</sup>; A. Usubillaga,<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Biología y Química. NURR- Universidad de los Andes (ULA) Trujillo. República Bolivariana de Venezuela.

<sup>2</sup> Laboratorio de Fitoquímica. Decanato de Investigación. Universidad Nacional Experimental del Táchira. San Cristóbal, Estado Táchira. República Bolivariana de Venezuela.

<sup>3</sup> Programa de Ciencias del Agro y del Mar, Universidad Nacional Experimental de Los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, San Carlos, República Bolivariana de Venezuela.

<sup>4</sup> Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de los Andes (ULA) Mérida.

<sup>5</sup> Instituto de Investigaciones Facultad de Farmacia y Bioanálisis. (ULA) Mérida.  
Correo Electrónico: *libialarcon@ula.ve*

Recibido: 27-10-2009 / Aceptado: 12-03-2010

**RESUMEN**

El presente trabajo comprende el estudio de la composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial de las hojas de *Zingiber officinale*, planta que crece en el estado Táchira (Venezuela). El aceite fue obtenido por hidrodestilación usando una trampa de Clevenger y fue analizado por CG y CG-MS. Se logró identificar 21 compuestos que representan el 97,8% del total del contenido volátil. Los compuestos encontrados más abundantes fueron: 1,8-cineole (16, 9%), geraniol (15,1%), canfeno (12,6%), neral (11,6) y borneol (11,1%). Se evaluó la actividad antibacteriana in vitro del aceite por el método de difusión en agar con discos, contra *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 23357), *Escherichia coli* (ATCC 25922) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). El aceite de *Z. officinale* mostró poseer actividad contra todos los microorganismos ensayados, con un rango de CIM entre 20 y 240 µg/ml. La actividad antibacteriana del aceite esencial de *Z. officinale* a bajas concentraciones, es una opción que ofrece la medicina natural contra cepas bacterianas que representan un problema de salud importante.

**Palabras clave:** *Zingiber officinale*, aceite esencial, 1,8-cineole, actividad antibacteriana

**SUMMARY**

The chemical composition and antibacterial activity of the essential oil from the leaves of *Zingiber officinale* from Táchira State (Venezuela) have been studied. The oil was obtained by hydrodistillation using a Clevenger type apparatus and analyzed by GC and GC/MS. Eighteen compounds, representing 97, 8% of the total volatile oil, were identified. The major compounds found were: 1,8-cineole (16, 9%), geraniol (15,1%), canfeno (12,6%), neral (11,6%) and borneol (11,1%). The in vitro antibacterial activity of the oil was evaluated by the Disc Diffusion Method against five strains of bacteria: *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 23357), *Escherichia coli* (ATCC 25922) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853). The activity was found to be strong against most of the tested microorganisms, especially *S. aureus* and *E. faecalis*. The MIC was also measured and *S. aureus* resulted to be the most sensitive microorganism with a MIC value of 20 µg/ml. The antibacterial activity of the essential oil of *Z. officinale* at low concentrations (MIC of 20 to 240 µg/ml), is an option that natural medicine offers to fight bacterial strains that are an important public health problem.

**Keywords:** *Zingiber officinale*, essential oil, 1,8-cineole, antibacterial activity.

## INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales han constituido desde tiempos remotos un recurso de gran importancia, para cubrir las necesidades terapéuticas. Su uso como agentes de la salud es ampliamente conocido en múltiples culturas del mundo y ha sido transmitido a través de generaciones. Este saber tradicional se ha ido perfeccionando a lo largo del tiempo, filtrado actualmente por el rigor científico de ensayos químicos, farmacológicos, toxicológicos y clínicos; para explicar en forma racional el uso terapéutico de una planta y que permite además la vigencia de su empleo (Flores, *et al.* 2008).

El jengibre, es oriundo de las zonas tropicales del sureste asiático. Naturalizado en Jamaica, África, en las Indias occidentales, México y en la Florida. Requiere de un clima tropical húmedo, con precipitaciones superiores a los 2000 mm anuales, temperaturas superiores a los 30 °C, durante dos tercios del año, humedad de 80% a 95% y una altitud de 0 a 1500 m.s.n.m. La provisión de sombra favorece su producción, no es muy exigente en cuanto a suelos, pero si riqueza orgánica y pH entre 5.5-7.0 (Amorin, 1988). Así pues, Venezuela con su gran riqueza natural cuenta con una serie de microclimas, muchos de estos aptos para el desarrollo de esta especie.

La parte del jengibre empleada tradicionalmente es el rizoma usado generalmente en decocciones y/o los aceites esenciales obtenidos a partir del mismo. La decocción del rizoma se usa comúnmente en los casos de cólicos, flatulencias también se conoce acerca de sus propiedades: carminativa, antiulcerosa, antiespasmódica, antipiréticas, colagoga, protector hepático, antitusiva, expectorante y laxante (Morón, *et al.* 2007; Vitalis, 2007; Flores, 2008). Se le considera estimulante, rubefaciente y diaforético, utilizándose cuando hay mala circulación y calambres (Flores, 2008). Por su parte, los aceites esenciales obtenidos a partir del rizoma son especialmente utilizados en la industria de alimentos y en la industria farmacológica por sus propiedades saborizantes y terapéuticas (Vásquez, 2001).

Los aceites esenciales son sustancias con aromas características de naturaleza oleosa encontradas prácticamente en todos los vegetales, de composición química compleja (monoterpenos, sesquiterpenos, fenilpropanos) y se encuentran distribuidos en distin-

tas partes del mismo vegetal: en las raíces, tallos, hojas, flores y frutos (Bruneton, 2001; Marcano y Hasegawa, 2002).

El uso de los aceites esenciales, de condimentos y especias es cada vez más generalizado en la industria farmacéutica y de alimentos, debido en parte a la homogeneidad de la aroma y a la minimización de las posibilidades de contaminación microbiana, cuando se compara con el uso directo de tales especies y condimentos. El aceite esencial de jengibre que se utiliza en la industria de los alimentos es obtenido fundamentalmente por el empleo de solventes orgánicos como la acetona y el hexano (McLeod y Pieris, 1984); y a pesar de que existe amplia información acerca del aceite esencial del jengibre procedente del Asia y del África no ocurre lo mismo con el jengibre proveniente de Suramérica, especialmente de Venezuela. El propósito de este trabajo es dar a conocer la composición química determinada por cromatografía de gases con detector de masas y la actividad antibacteriana del aceite esencial de *Zingiber officinale* contra bacterias Gram positivas y Gram negativas: *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material Botánico

Las muestras de *Z. officinale* se colectaron en la aldea Lomas Altas situada a 20 km de la ciudad de Capacho, Municipio Independencia, Estado Táchira a 1270 m.s.n.m, temperatura promedio 20 °C, predominando el clima Tropical Lluvioso de Sabana. El material botánico fue autenticado por el Profesor Aníbal Vera y una muestra testigo se depositó en el Herbario de la Universidad Nacional Experimental del Táchira.

### Obtención del Aceite Esencial

Los rizomas (1000g) de *Z. officinale* se hidrodestilaron durante 4 horas usando trampa de Clevenger. El rendimiento del aceite fue medido en base a materia húmeda. El aceite se secó con sulfato de sodio anhidro y se conservó a 4°C.

### Cromatografía de Gases

El análisis cromatográfico se realizó en un

cromatógrafo de gases Perkin Elmer modelo AutoSystem equipado con un detector de ionización a llama (FID). Se utilizó una columna capilar de 5% fenil-95% metil polisiloxano AT-5 de 60 m de largo, 0,25 mm de diámetro y 0.25  $\mu\text{m}$  de espesor de película. La temperatura del horno se programó desde 60°C hasta 200°C a razón de 4°C/min. La temperatura del inyector se estableció a 200°C y la del detector a 250°C. Se utilizó helio como gas portado a razón de 0.8 mL/min. Se inyectó una muestra de 1.0  $\mu\text{L}$  usando una relación de reparto de 1:100. Bajo estas condiciones se calcularon los índices de retención relativos a n-alcanos desde  $C_8$  hasta  $C^{24}$ . La concentración porcentual del aceite se calculó mediante el método de normalización de las áreas de los picos cromatográficos.

### **Espectrometría de Masas (GC-MS)**

Los análisis GC-MS se llevaron a cabo en un cromatógrafo Hewlett Packard Modelo 5973, equipado con detector de masas, inyector automático y una columna capilar HP-5MS de 30m x 0,25 mm x 0,25  $\mu\text{m}$  de espesor de la película. Temperatura de la fuente 230°C; temperatura del cuadrupolo 150°C; gas portador helio ajustado a una velocidad lineal de 34cm/s; energía de ionización 70 eV; amplitud del scan 40-500 amu; 3.9 scans/s. El volumen inyectado fue de 1.0 $\mu\text{L}$  de una solución al 2 % de aceite en n-heptano, con relación de reparto de 1:100. La identificación de los componentes del aceite se realizó mediante comparación computarizada de los espectros de masas de los componentes del aceite con los espectros de una librería Wiley (6ta edición). Además, se comprobó que los índices de retención (IR) calculados para los componentes del aceite coinciden con los reportados en la literatura (Davies, 1990; Adams, 2001).

### **Análisis Microbiológico**

En este estudio se utilizaron las cepas: *Staphylococcus aureus* (ATCC 25923), *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 23357), *Escherichia coli* (ATCC 25922) y *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27853).

La actividad antimicrobiana se llevó a cabo por el procedimiento descrito por Velasco *et al*, 2007, basado en el método de difusión en agar empleando

discos de papel de filtro impregnados de aceite esencial de *Z. officinale*. Las cepas se conservaron en agar a temperatura ambiente. Los inóculos de cada bacteria fueron incubados en caldo Mueller-Hinton (a 37°C durante 18 horas). El inóculo se diluyó con solución salina estéril (0,85%) para obtener una turbidez visualmente comparable al patrón McFarland N° 0,5 (10 6-8 UFC/ml). Cada inóculo fue esparcido con un hisopo sobre la superficie de una placa conteniendo agar Mueller-Hinton y luego se colocó sobre la superficie un disco de papel de filtro (6mm diámetro) impregnado con soluciones de aceite esencial (10 $\mu\text{L}$ ). Las placas se mantuvieron 30 min a temperatura ambiente y luego incubadas a 37° C durante 24 horas.

La zona inhibitoria alrededor del disco de papel impregnado con soluciones de aceite esencial se mide y expresa en mm. Se empleó un control positivo para comprobar la sensibilidad de los microorganismos. Se usaron los siguientes antibióticos: Sulbactam-Ampicilina® (10 $\mu\text{g}$ /10 $\mu\text{g}$ ), Vancomicina® (30 $\mu\text{g}$ ), Aztreonam® (30 $\mu\text{g}$ ), Netilmicina® (30 $\mu\text{g}$ ), y Cefoperazona® (75 $\mu\text{g}$ ).

La concentración inhibitoria mínima (CIM) se determinó solamente con los microorganismos que mostraron zonas de inhibición. La CIM se realizó diluyendo el aceite esencial en dimetil sulfóxido (DMS) para obtener soluciones de concentraciones comprendidas entre 10 y 300  $\mu\text{g}/\text{ml}$  que se pipetearon (10 $\mu\text{l}$ ) sobre discos de papel de filtro. La CIM fue definida como la concentración más baja que inhibió el crecimiento visible de bacterias (CLSI, 2010). En las pruebas también se incluyó un control negativo que consiste en un disco de papel de filtro impregnado con DMS. Los ensayos se realizaron por triplicado.

### **Análisis Sensorial**

El análisis sensorial del producto final se efectuó mediante un panel de degustación no entrenado que evaluaron: aspecto, color, olor y sabor.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Análisis cromatográfico**

Las partes aéreas fresca de *Z. officinale* rindieron 0,9% (v/p) de aceite esencial verde amarillento. El análisis cromatográfico con detector de masas mostró la presencia de 21 compuestos que representan el

97,83% de la totalidad de los componentes del aceite, entre los cuales los más abundantes son: el 1,8-cineole (16,95 %), geraniol (15,14 %), canfeno (12,66 %), neral (11,60 %), borneol (11,17 %), linalool (4,81 %) y sabinene (4,80 %), (Cuadro 1). Se observó el predominio de monoterpenos sobre los sesquiterpenos.

**CUADRO 1.** Constituyentes del aceite esencial de Zingiber officinale en el Municipio Independencia del Estado Táchira, Venezuela.

Componentes	Área (%)	IR	Método Identificación
-pinene	2,36	939	CG-MS, IR
Canfeno	12,66	954	CG-MS, IR
Sabinene	4,80	975	CG-MS, IR
6-metil-5hepten-2ona	1,84	986	CG-MS, IR
Mirceno	0,88	991	CG-MS, IR
1,8-cineole	16,95	1031	CG-MS, IR
Linalool	4,81	1097	CG-MS, IR
Camfor Alcanfor	0,98	1146	CG-MS, IR
Borneol	11,17	1169	CG-MS, IR
terpineol-4-ol	0,84	1177	CG-MS, IR
Citronellol	0,69	1226	CG-MS, IR
Neral	11,60	1238	CG-MS, IR
Geraniol	15,14	1253	CG-MS, IR
Linalil propionate	3,32	1324	CG-MS, IR
B-farneseno	0,97	1457	CG-MS, IR
Ar- Curcumeno	1,94	1481	CG-MS, IR
Zingibereno	4,54	1494	CG-MS, IR
B-bisaboleno	0,71	1506	CG-MS, IR
B-sesquifelandreno	1,10	1523	CG-MS, IR
B-eudismol	0,53	1651	CG-MS, IR
Total	97 83		

IR=índice de retención, CG MS=cromatografía de gases acoplado a masas

Los resultados encontrados comparados con los descritos en la literatura permiten aseverar notables diferencias entre el aceite de *Z. officinale* de Táchira Venezuela con el aceite esencial investigado en Perú por Vásquez *et al.*, (2001) cuyos principales componentes resultaron ser:  $\alpha$ -zingibereno (22,22%), ar-curumeno (13,11%), -sesquifelantreno (2,44%), con evidente predominancia de los sesquiterpenos. Tendencia que se repite al comparar los resultados del presente trabajo con los reportados por Pino *et al.*, 2004, quién analizó el aceite esencial de *Z. officinale* de Cuba y cuyos principales componentes resultaron ser los sesquiterpenos: ar-curumeno (22,1%), zingibereno (11,7%), -bisabolene (11,2%) y -sesquifelantreno (10,5%).

En contraste el aceite esencial objeto del presente trabajo presenta algunas semejanzas con el aceite

esencial del rizoma plantado en Japón reportado por Sakamura, *et al.*, (1986); el cual presenta (72,1%) de monoterpenos, principalmente: geraniol (20,8%), geraniol (25,2%), geraniol acetato (11,2%) y neral (8,1%). Se ha investigado que las condiciones ambientales donde se desarrollan las especies pueden influir en su variabilidad genética y promover nuevos quimiotipos (Neves *et al.*, 2008; Coronel *et al.*, 2006; Fisher *et al.*, 2004).

### Actividad Antimicrobiana

El aceite esencial de *Z. officinale* demostró importante actividad *in vitro* contra agentes patógenos Gram positivos (*S. aureus* y *E. faecalis*) y Gram negativos (*E. coli*, *K. pneumoniae* y *Pseudomonas aeruginosa*), observándose zonas de inhibición entre 8 y 28 mm de diámetro y valores de CIM entre 20 y 240  $\mu\text{g/ml}$  (Cuadro 2). Estos resultados concuerdan con los reportados por Vásquez, 2001 quién también observó inhibición del desarrollo de *S. aureus* y *E. faecalis* por el aceite esencial de *Z. officinale* cultivado en Perú, sin embargo, no estableció la CIM.

La actividad antimicrobiana observada, se debe posiblemente a la presencia de los terpenoides 1,8 cineole y geraniol, los mismos constituyen los compuestos mayoritarios del aceite esencial, además, ambos compuestos se han reportado como agentes antibacterianos prometedores (Ordóñez, *et al.* 2004; Tzsinakou, *et al.* 2001). El mecanismo de acción de estos compuestos no se ha logrado dilucidar, sin embargo, actualmente se propone que los terpenoides actúan a nivel de la membrana celular, desencadenando una serie de procesos que culminan con la muerte de la bacteria (Ilkka, *et al.* 1998).

Estos resultados representan un hallazgo importante, debido al incremento en la resistencia de los microorganismos a los fármacos existentes (Colodner, *et al.* 2008; Leal, *et al.* 2006), razón por la cual se mantiene el ímpetu en la búsqueda de nuevos agentes antimicrobianos para combatir las infecciones y superar los problemas de resistencia bacteriana y los efectos secundarios de algunos agentes disponibles.

**CUADRO 2.** Actividad antibacteriana del aceite esencial de *Z. officinale* que crece en el Municipio Independencia del Estado Táchira, Venezuela.

MICROORGANISMO	Aceite esencial	Zona de inhibición (mm)*					CIM µg/ml
		AMP-S (10/10 µg)	VA (30 µg)	AZT (30 µg)	NET (30 µg)	CEF (75 µg)	
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923	28*	45*	-	-	-	-	20
<i>Enterococcus faecalis</i> ATCC 29212	14*	-	23*	-	-	-	150
<i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC 23357	9*	-	-	46*	-	-	200
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	11*	-	-	-	30*	-	70
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	8*	-	-	-	-	34*	240

AMP-S: Ampicilina-Sulbactam, VA: Vancomicina, AZT: Aztreonam, NET: Netilmicina, CAZ: Cefoperazona. \*zona de inhibición expresada en mm (discos de 6mm de diámetro), promedio de tres ensayos consecutivos. CIM: Concentración inhibitoria mínima, rango de concentración 10-300g/ml. NA: No activo.

La actividad antimicrobiana observada, se debe posiblemente a la presencia de los terpenoides 1,8 cineole y geraniol, los mismos constituyen los compuestos mayoritarios del aceite esencial, además, ambos compuestos se han reportado como agentes antibacterianos prometedores (Ordóñez, *et al.* 2004; Tzsinakou, *et al.* 2001). El mecanismo de acción de estos compuestos no se ha logrado dilucidar, sin embargo, actualmente se propone que los terpenoides actúan a nivel de la membrana celular, desencadenando una serie de procesos que culminan con la muerte de la bacteria (Ilkka, *et al.* 1998).

Estos resultados representan un hallazgo importante, debido al incremento en la resistencia de los microorganismos a los fármacos existentes (Colodner, *et al.* 2008; Leal, *et al.* 2006), razón por la cual se mantiene el ímpetu en la búsqueda de nuevos agentes antimicrobianos para combatir las infecciones y superar los problemas de resistencia bacteriana y los efectos secundarios de algunos agentes disponibles.

### Análisis Sensorial

El aceite esencial del jengibre se presenta en forma de líquido de baja viscosidad, de color verdoso o amarillo, que tiene el olor característico del jengibre pero sin el sabor ardiente que caracteriza al rizoma (el 90 % de los catadores coincidieron con estas carac-

terísticas). Como es de suponer el sabor ardiente no se debe a los componentes químicos encontrados en el aceite esencial, sino a la presencia de sustancias no volátiles presentes en la oleorresina del rizoma (Cuadro 3). Estos resultados concuerdan con los descritos en la literatura (Vásquez, 2001)

**Cuadro 3:** Evaluación sensorial del aceite esencial de *Zingiber officinale* del Táchira Venezuela.

Características sensoriales evaluadas	Apreciación
Aspecto	Líquido cristalino
Color	Verdoso amarillento
Olor	Característico
Sabor	Ligeramente picante

### CONCLUSIONES

El rendimiento de aceite esencial de jengibre fue de 0,9% (p/v), usando la técnica de hidrodestilación y trampa de Clavenger, con una composición química predominante en monoterpenos (67,52%) a diferencia de sus congéneres de Perú y Cuba, a los cuales se les observó mayor porcentaje de sesquiterpenos.

Es importante realizar un estudio exhaustivo de la especie en diferentes partes del país en fechas determinadas a fin de establecer su composición química y poder establecer verdaderas comparaciones, ya que la mayoría de los estudios no especifican la fecha de recolección de los ejemplares.

El aceite esencial resultó activo contra patógenos humanos tales como *S. aureus*, *E. faecalis*, *E. coli*, *K. pneumoniae* y frente a *P. aeruginosa*. Este hallazgo ubica al aceite esencial de *Z. officinale* como un potente antibacteriano y por consiguiente en alternativa terapéutica frente a las mencionadas cepas.

Las características sensoriales del producto obtenido están en concordancia con las encontradas en la literatura.

### AGRADECIMIENTO

Al Consejo del Decanato de Investigación de la Universidad Nacional Experimental del Táchira por el financiamiento y apoyo académico a la línea de investigación sobre plantas aromáticas y sus aceites esenciales y al Laboratorio de Productos Naturales de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de La Uni-

versidad de Los Andes Mérida-Venezuela, por su apoyo académico en la misma línea

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADAMS, R. Identification of essential oil components by gas chromatography quadropole mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation, Carol Strem, Illinois. 2001.
- AMORIN, J. Guía taxonómica con plantas de interés farmacéutico. Rev. de Inf. Fcia. y Bloq. 7:02-80. 1988.
- BRUNETON, J. Farmacognosia. 2 da Edición. Editorial Acribia. España. Pág 1099. 2001.
- CLSI. Clinical and Laboratory Standars Institute. Performance standars for antimicrobial susceptibility testing; Twentieth informational supplement. CLSI document M100-S20. Clinical and Laboratory Standars Institute, Wayne, PA, 2010.
- COLODNER R, KOMETIANI I, CHAZAN B, RAZ R. Risk Factors for Community-Acquired Urinary Tract Infection Due to Quinolone-Resistant E. coli. Infection 36(1): 41-45. 2008.
- CORONEL, A.; CERDA - GARCÍA - ROJAS, C.; JOSEPH - NATHAN, P. y CATALÁN, C. Chemical composition, seasonal variation and a new alcohol from essential oil of *Lippia integrifolia*. Flav. and Fragr. J., 21:839-847. 2006.
- DAVIES, N. Gas chromatographic retention index of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and carbowax 20M phases. J. Chromatogr., 503:1-24. 1990.
- FISCHER, U.; LÓPEZ, R.; PÖLL, E.; VETTER, S.; NOVAK, J. y FRANZ, CH. Two chemotypes within *Lippia alba* population in Guatemala. Flav. and Fragr. J., 19:333-335. 2004.
- FLORES, E.; ANDRÉS, M.; PRIETO V.; ELIANA P.; DE LOS RIOS E. Estudio farmacognóstico y fitoquímico del rizoma de *Zingiber officinale* Roscoe "Jengibre" de la ciudad de Chanchamayo- Región Junín. Perú. Rev. Med. Vallejana. 5: 50-64. 2008.
- ILKKA, M. HELANDER, HANNA-LEENA ALAKOMI, KYOSTI LATVA-KALA, TIINA MATTILA-SANDHOLM IRENE POL, EDDY J. SMID, LEON G. M. GORRIS, AND ATTE VON WRIGHT, "Characterization of the Action of Selected Essential Oil Components on Gram-Negative Bacteria", J. Agric. Food Chem. 46: 3590-3595. 1998.
- LEAL, A.; ESLAVA, J.; ÁLVAREZ, C.; BUITRAGO, G.; MÉNDEZ M. Canales Endémicos y Marcadores de Resistencia Bacteriana, en Instituciones de Tercer nivel de Bogota, Colombia. Rev. Salud Pública 8(1):59-70. 2006.
- MARCANO, D. Y HASEGAWA, M. Fitoquímica Orgánica. 2 da Edición. Editorial Torino. Caracas. Pág 588. 2002
- MCLEOD, A.; PIERIS, N. Volatile constituents of Sri Lankan ginger. Phytochemistry. 23: 353-359. 1984.
- MORÓN, F.; GUERRERO, R.; VICTORIA, M. Plantas medicinales caribeñas con potencial para inhibir la agregación de las plaquetas. Rev. Cubana Plant Med. 12. 2007.
- NEVES, I.; de OLIVEIRA, J.; Da CAMARA, C y SCHWART, M. Chemical composition of the leaf oils of *Lippia gracilis* Shauer from two localities of Pernambuco. J. Essent. Oil Res., 20:157-160. 2008.
- ORDÓÑEZ, M.; RODRÍGUEZ M.; GARCÍA GASTON. Actividad antimicrobiana del aceite esencial y crema de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. Rev. Cubana Plant Med. 9:1-6. 2004.
- PINO, J; MARBOT, R.; ROSADO, A.; BATISTA,



- A. Chemical Composition of the Essential Oil of *Zingiber officinale* Roscoe L. from Cuba. *J. Essent. Oil Res.* 16: 186-188. 2004.
- TZAKOU, O.; PITAROKILI, D.; CHINO, I.; HARVALA, C. Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of *Salvia ringens*. *Planta Med.* 67(1): 81-83. 2001.
- VÁSQUEZ, R. Extracción y caracterización del aceite esencial de Jengibre (*Zingiber officinale*). *Revista Amazónica de Investigación Alimentaria.* 1:38-42. 2001.
- VELASCO J, ROJAS J, SALAZAR P, RODRÍGUEZ M, DÍAZ T, MORALES A, RONDÓN M. Antibacterial Activity of the Essential Oil of *Lippia oreganoides* Against Multiresistant Bacterial Strains of Nosocomial Origin. *Nat Prod Comun.* 2 (1):85-88. 2007.
- VITALIS, E.; CHUKWUEMEKA, N.; PHILIPPE, M.; CHINONSO, N. Effects of *Zingiber officinale* on liver function of mercuric chloride-induced hepatotoxicity in adult wistar rats. *Electron J Biomed.* 3: 40-45. 2007.
- WANNISSORN, B.; JARIKASEM, S.; SIRIWANGCHAI, T.; THUBTHIMTHED, S. Antibacterial properties of essential oils from Thai medicinal plants. *Fitoterapia.* 76: 233-236. 2005.

## CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE ALGUNAS BEBIDAS DE EXPENDIO AMBULANTE DE LA CIUDAD DE BARQUISIMETO

---

### MICROBIOLOGICAL QUALITY OF SOME STREET VENDING'S DRINKS IN BARQUISIMETO'S CITY VENEZUELA

---

*Alonso Antonio Arroyo*

Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Programa Ingeniería Agroindustrial. Área de Microbiología y Biotecnología. *arroyo@ucla.edu.ve*, +58- 251-2591658. Barquisimeto, Estado Lara. 3001.

Recibido: 26-11-2009 / Aceptado: 19-04-2010

#### RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad microbiológica de algunas bebidas que se preparan y venden en las vías públicas de la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara, durante los años 2005 y 2006. En este lapso, se tomaron muestras de 137 bebidas de expendio ambulante, entre las cuales se encuentran el jugo de caña, tizana, jugo de naranja, jugo de parchita y té reconstituido. Para la toma de las muestras, se sectorizó la ciudad en tres zonas, según la actividad comercial, residencial e industrial, a saber: centro, este y oeste. En cada caso se investigó la carga de bacterias aerobias mesófilas, mohos y levaduras como indicadores de contaminación ambiental; asimismo, se investigó la presencia de indicadores sanitarios de la calidad, como los coliformes (totales, fecales) y *Escherichia coli* (*E. coli*). Entre los patógenos investigados, se consideraron *Salmonella spp*, por su eventual presencia en las aguas (riego, preparación, lavado); y *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), como testigo de la falta de higiene personal y causante de intoxicaciones severas en humanos. Las muestras fueron procesadas siguiendo los protocolos de análisis microbiológicos sugeridos por la Norma Venezolana COVENIN. Los resultados obtenidos fueron contrastados con las especificaciones determinadas por el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Fundación La Salle, La Norma Oficial Mexicana y por el ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). Los resultados indican que los productos con la mayor frecuencia de contaminación son la tizana, el jugo de caña y el jugo de naranja, independientemente de la zona de muestreo.

**Palabras clave:** *calidad sanitaria–coliformes fecales –bebidas–expendio ambulante*

#### SUMMARY

The present study took as a target to evaluate the microbiological quality of some drinks that are prepared and sell in the public routes of the city of Barquisimeto, the State Lara, during the year 2005 and 2006. In this space, there took samples of 137 drinks of ambulant expense, between which there are the juice of cane, the tizana, juice of orange, juice of parchita and re-constituted tea. For the capture of the samples, the city split in three areas, according to the commercial, residential and industrial activity, namely: center, east and west. In every case there investigated the load of aerobic bacteria mesófilas, molds and yeasts as indicators of environmental contamination; also, there was investigated the presence of sanitary indicators of the quality, like the coliformes (entire, fecal) and *Escherichia coli* (*E. coli*). Between the investigated pathogenic ones, it was considered to be *Salmonella spp*, for his possible presence in the waters (irrigation, preparation, wash); and *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), like witness of the absence of personal and causative hygiene of severe poisonings in human beings. The samples were processed following the protocols of microbiological analyses suggested by the Venezuelan Norm COVENIN. The obtained results were confirmed by the specifications determined by the Laboratory of Food Microbiology of the Foundation La Salle, The Mexican Norm and for the

ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). The results indicate that the products with the biggest contamination frequency are the juice of cane and the orange juice, independently of the sampling area.

*Key words: sanitary quality – coliformes fecal – drinks – ambulant expense*

## **INTRODUCCIÓN**

La preparación y venta de bebidas refrescantes en la vía pública es una actividad comercial característica de ciudades en crecimiento de países en desarrollo, aunque también está presente en los países industrializados. En Barquisimeto, capital del Estado Lara, es común observar gran cantidad de puestos de venta ambulante que ofrecen bebidas refrescantes como jugo de caña, jugo de naranja, jugo de parchita, limonadas, tizanas y preparados comerciales de té, los cuales son productos de gran aceptación y consumo por parte de los ciudadanos que frecuentan las zonas comerciales, escolares e industriales de la ciudad. La mayoría de las veces estos productos se expendan sin cumplir con los requisitos fundamentales de higiene, necesarios para ofrecer y consumir un producto apto, desde el punto de vista sanitario. Los puestos ambulantes están disponibles en cualquier punto de la ciudad, se les encuentra bastante cercanos a las zonas industriales, escuelas, colegios, universidades, centros de trabajo, y en las esquinas semaforizadas de avenidas y autopistas en horas de elevado tráfico urbano.

Las limitadas condiciones de higiene de la venta ambulante generan factores de riesgo potencial para la salud (Gómez, 2002), pero representan también una posibilidad de empleo con mínima inversión. El sector de la venta informal y ambulante de alimentos y bebidas es considerado un sector “no estructurado”, apreciado como “indeseable” o “innecesario” (FAO, 1988); quizás a ello se debe la persistencia de esta actividad sin signos de mejoramiento, tanto físico

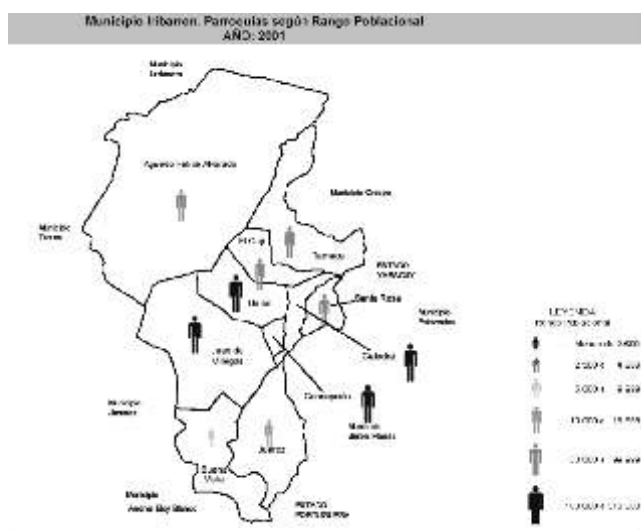
como higiénico y sanitario. La utilización de agua de dudosa calidad bacteriológica para la preparación de las bebidas y lavado de utensilios, disposición de los desechos que se generan (sólidos y líquidos), el entorno donde se ubican (existencia de alcantarillados, fuentes de roedores, insectos y fauna transmisora de enfermedades), y la higiene personal del vendedor ambulante, son sus principales características. La tierra de la calle (las partículas de polvo en suspensión), el humo de los escapes de los vehículos, el calor solar (establece un gradiente favorable de incubación) y el manejo de dinero, prendas, teléfonos móviles al mismo tiempo que se manipulan los alimentos, son también factores que atentan contra la calidad higiénica (Gómez, 2002). Las Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA), y su desconocimiento, constituyen uno de los principales problemas de salud pública en el mundo, con el agua y los alimentos como fuentes importantes de su transmisión y contagio por medio de tres vías (Johns, 2000): a) un contaminante (toxina, bacteria, virus, hongo, parásito); b) la contaminación (física, química, biológica) y c) la multiplicación de los microorganismos en el alimento, de forma que una carga mínima e inofensiva puede alcanzar concentraciones peligrosas para la salud. Los brotes de enfermedades del aparato digestivo ocasionados por alimentos contaminados son padecimientos que pocas veces se comunican a las autoridades sanitarias, por lo que se desconoce, incluso en forma aproximada, la frecuencia de estos brotes y los alimentos que en ellos están involucrados (Gómez, 2002).

En virtud de todo lo antes expuesto, esta investigación planteó como objetivo evaluar la calidad sanitaria de algunas bebidas refrescantes de expendio ambulante consumidas en las vías públicas de tres zonas diferenciadas de la ciudad de Barquisimeto.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se recolectaron 137 muestras, alternativamente tomadas en horas de la mañana y en horas de la tarde, según la presencia del vendedor en la zona y fueron refrigeradas hasta su llegada al Laboratorio de Microbiología y Biotecnología del Programa Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, donde fueron procesadas al instante. Las muestras consistieron en

jugo de caña de azúcar, tizana, jugo de naranja, jugo de parchita y de té comercial reconstituido procedentes de tres zonas de la ciudad, a saber: este, centro y oeste, considerando la actividad humana, comercial, industrial y residencial del área metropolitana de Barquisimeto. Se seleccionaron las parroquias Concepción, Catedral, Unión y Juan de Villegas por ser las de mayor población, tal y como se destaca en la Figura 1.



Fuente: FUDECO. Censo de población y vivienda 2001, Caracas, Instituto Nacional de Estadística 2002

Se utilizaron los protocolos de los métodos de ensayo recomendados por la Norma Venezolana COVENIN, para la determinación de bacterias aerobias mesófilas (COVENIN 902:87), mohos y levaduras (COVENIN 1337:90), coliformes (totales, fecales) y *Escherichia coli* (*E. coli*) (COVENIN 1104:96), investigación de *Salmonella* (COVENIN 1291-88) y *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*) (COVENIN 1292:89)

Los resultados obtenidos fueron comparados con las especificaciones recomendadas (Tabla 1) por la Norma Internacional ICMSF (1988), La Norma Oficial Mexicana (NOM – 093 – SSA 1 – 1994) y por el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de La Fundación La Salle de Ciencias Naturales (2000), Campus de Margarita, Estado Nueva Esparta.

Se elaboró una guía de observación rápida, con la finalidad de asentar las características higiénicas y sanitarias externas del puesto de venta.

**Cuadro 1.** Especificaciones microbiológicas consideradas para evaluar la calidad microbiológica de las bebidas refrescantes de expendio ambulante

Bebida	Microorganismos investigados	Valores de referencia
Tizana -Ensaladas de frutas- (Norma Oficial Mexicana y Laboratorio de Microbiología La Salle)	Aerobios mesófilos (UFC/mL)	m = 150.000
	Coliformes totales (NMP/mL)	m = 100
	Mohos y Levaduras	m = 10 <sup>2</sup>
Zumos, néctares, bebidas a base de frutas no pasteurizadas (ICMSF)	Aerobios mesófilos (UFC/mL)	100.000
	Coliformes totales (NMP/mL)	100
Jugos y granizados (Laboratorio de Microbiología La Salle)	Aerobios mesófilos (UFC/mL)	10 <sup>2</sup>
	Coliformes fecales (MNP/mL)	< 3
	Mohos y Levaduras	10 <sup>2</sup>

UFC: Unidades Formadoras de Colonias / NMP: Número Más Probable / m: Valor máximo permitido de microorganismos

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 137 muestras de bebidas vendidas en las vías públicas analizadas, ninguna cumplió con los requisitos sanitarios mínimos totales, exigidos y considerados en la investigación. Las muestras de jugo de caña del centro de la ciudad arrojaron contajes superiores a 10.000 UFC/mL. Sin embargo, en estas no hubo desarrollo de mohos y levaduras. En las muestras provenientes del oeste y del este de la ciudad, el 100% y el 87,5% de las muestras respectivamente, arrojó contajes superiores a 100 UFC/mL de levaduras. Las muestras de **jugo de naranja** muestran contajes de aerobios mesófilos y de levaduras que van entre 30% y 60% fuera de especificación microbiológica, sin crecimiento de mohos. Entre 20% y 40% de las muestras de **té** reconstituido arrojó contajes por encima de la norma, en tanto que el 20% de ellas (oeste-este) tuvo crecimiento de aerobios mesófilos por encima de la especificación y ninguna de estas muestras sobrepasó el límite superior permitido de mohos. El **jugo de parchita** muestra un comportamiento similar y las muestras del centro de la ciudad son las únicas de este grupo que no manifestaron crecimiento de mohos. Iriarte (2002) obtuvo resultados elevados de incumplimiento de normas sanitarias en más de 90% en productos como jugo de naranja y “jugos varios”, lo cual incluye el conteo de aerobios mesófilos, mohos, levaduras y coliformes fecales.

Entre el 80 y 100% de las muestras de tizana, mostró contajes de levaduras fuera de norma en todas las zonas de la ciudad. El Cuadro 2 resume los resultados descritos:

**Cuadro 2.** Resultados del recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras en muestras de diversas bebidas de expendio ambulante en Barquisimeto.

Bebidas	Zona	n	AM	Mohos	Levaduras
			(Número de muestras con recuentos fuera de norma)		
Tizana	Oeste	8	6 (75%)	4 (50%)	8 (100%)
	Centro -Hospital	12	6 (50%)	3 (25%)	12 (100%)
	Este	10	3 (30%)	5 (50%)	8 (80%)
Jugo de Caña	Oeste	12	2 (16,67%)	1 (8,33%)	12 (100%)
	Centro	17	5 (29,41%)	0 (0,00%)	0 (0,00%)
	Este	16	2 (12,5%)	0 (0,00%)	14 (87,5%)
Jugo de Naranja	Oeste	10	5 (50%)	0 (0,00%)	3 (30%)
	Centro	10	3 (30%)	0 (0,00%)	3 (30%)
	Este	5	3 (60%)	0 (0,00%)	3 (60%)
Té	Oeste	5	1 (20%)	0 (0,00%)	2 (40%)
	Centro	5	0 (00%)	0 (0,00%)	1 (20%)
	Este	5	1 (20%)	0 (0,00%)	1 (20%)
Jugo de Parchita	Oeste	5	2 (40%)	1 (20%)	2 (40%)
	Centro	7	3 (42,85%)	0 (0,00%)	2 (28,57%)
	Este	10	3 (30%)	1 (10%)	2 (20%)

AM: Aerobios Mesófilos

En todos los casos, más del 75% de las muestras de **jugo de caña** tomadas en toda la ciudad, arrojaron conteos elevados, fuera de norma, de coliformes totales y fecales, incluso, de ellas se aislaron colonias típicas, con brillo metálico, de *Escherichia coli* (*E. coli*) en agar levine, lo cual significa que la materia prima, el agua empleada para la preparación y quizás el hielo utilizado para su conservación, ha estado en contacto con heces fecales de origen humano o animal, lo cual sugiere también la coexistencia de otros microorganismos patógenos, como *Salmonella* y *Shiguelia*.

La presencia de coliformes totales es constante en todas las muestras y no se observa dependencia de la zona de muestreo pues, en el oeste de la ciudad se consiguen entre 1 y 100% de muestras de jugo, té y tizana con determinaciones (NMP/mL) superiores a las especificadas en la norma de calidad. Los coliformes fecales estuvieron presentes en todas las bebidas y en todas las zonas, a excepción del té recolectado en el centro y este de la ciudad y en las muestras de jugo de parchita del este; no obstante, en la tizana y el jugo de caña hubo crecimiento exagerado de coliformes totales y aislamiento de *E. coli* en casi la totalidad de las muestras. En el caso de las muestras tomadas en los alrededores de la Plaza

San José, en el centro de la ciudad, es importante destacar la gran cantidad de palomas que habitan en el

lugar y que constantemente alcanzan vuelo sobre los puestos de venta y sus productos, pudiendo ser una fuente de microorganismos coliformes y patógenos a través de las plumas y las excretas. Fuentes (2005) reporta en su trabajo que el 66% de las muestras de alimentos disponibles al público en la ciudad de Obregón, arrojó crecimiento de coliformes fecales y, específicamente el 100% de las ensaladas de frutas fueron positivas a coliformes fecales, que aún cuando no corresponden a las muestras que se han analizado en este trabajo, son preparados que contienen la misma base (frutas) y ésta forma parte de la materia prima empleada en la preparación de las tizanas. El Cuadro 3 expresa en forma conjunta los resultados obtenidos para los indicadores sanitarios de la calidad discutidos.

**Cuadro 3.** Indicadores sanitarios de la calidad. Resultados del Número Más Probable de Coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli* en muestras de diversas bebidas de expendio ambulante en Barquisimeto.

Bebidas	Zona	n	CT	CF	E. coli
			(Número de muestras con recuentos fuera de norma)		
Tizana	Oeste	8	4 (50%)	6 (75%)	8 (100%)
	Centro -Hospital	12	3 (25%)	3 (25%)	10 (83,33%)
	Este	10	5 (50%)	5 (50%)	2 (20%)
Jugo de Caña	Oeste	12	9 (75%)	9 (75%)	12 (100%)
	Centro	17	17 (100%)	17 (100%)	15 (88,24%)
	Este	16	15 (93,75%)	16 (100%)	16 (100%)
Jugo de Naranja	Oeste	10	2 (20%)	2 (20%)	1 (10%)
	Centro	10	1 (10%)	1 (10%)	0 (00%)
	Este	5	0 (0%)	1 (20%)	1 (20%)
Té	Oeste	5	1 (20%)	2 (40%)	2 (40%)
	Centro	5	2 (40%)	0 (00%)	0 (00%)
	Este	5	1 (20%)	0 (00%)	0 (00%)
Jugo de Parchita	Oeste	5	2 (40%)	1 (20%)	1 (20%)
	Centro	7	2(28,57%)	1 (14,29%)	1 (14,29%)
	Este	10	2 (20%)	0 (00%)	0 (00%)

CT: Coliformes Totales / CF: Coliformes Fecales

En cuanto a los patógenos, se identificaron colonias típicas de *Salmonella spp* por pruebas bioquímicas, no confirmadas por serología, solo en muestras de jugo de caña procedentes del centro (17,65%) y del este (25%). Colonias típicas de *S. aureus* fueron identificadas en Agar Baird-Parker en un 25%, 11,76% y 25% en muestras de jugo de caña procedentes del oeste, centro y este de la ciudad respectivamente. Iriarte (2002) encontró resultados similares en jugo de caña vendido en las calles de La Isla

de Margarita, reportando que el 100% de las muestras analizadas, no cumple con ninguna de las normativas sanitarias vigentes para el momento del estudio. Fuentes (2005) aisló *Salmonella spp* en una muestra de ensalada de frutas, lo cual pone en evidencia el riesgo que se corre al consumir este tipo de alimentos aparentemente inocuos por no estar las frutas, y sus derivados, implicadas en brotes de ETA. El crecimiento de colonias típicas de *Salmonella spp* en productos como la tizana es un hecho que debe revisarse y estudiarse con profundidad pues, es posible que la fuente de este patógeno sea el agua que se emplea para la preparación o para el lavado de utensilios.

En el caso del jugo de caña, el agua de riego puede estar directamente implicada, tomando en cuenta que el acondicionamiento de la caña antes de la extracción del jugo en los trapiches, es una operación no controlada. Las naranjas son lavadas con agua reciclada y de origen desconocido, pasando directamente al extractor, en donde el agua de lavado corre por la superficie de la fruta, inunda el equipo y llega hasta el recipiente de almacenamiento del jugo, el cual es enfriado con hielo también de procedencia desconocida. En cuanto a *S. aureus*, testigo de la manipulación y la falta de higiene, se observa su presencia en todas las bebidas. Sin embargo, su presencia fue menor en el jugo de naranja a pesar de su exagerada manipulación. De cualquier manera, la presencia de estafilococos, en especial los coagulasa positivos, es indicativo de la eventual presencia de toxinas en el alimento investigado y es además, signo de manipulación inconsciente de los alimentos pues, estos microorganismos son comensales habituales de las fosas nasales, oídos y piel. El Cuadro 4 resume los resultados presentados.

**Cuadro 4.** Resultados de microorganismos patógenos investigados en muestras de diversas bebidas de expendio ambulante en Barquisimeto.

Bebidas	Zona	n	Salmonella	Staphylococcus aureus
			(Número de muestras fuera de norma)	
Tizana	Oeste	8	5 (50%)	2 (25%)
	Centro-Hospital	12	6 (50%)	7 (58,33%)
	Este	10	0 (00%)	10 (58,82%)
Jugo de Caña	Oeste	12	0 (00%)	3 (25%)
	Centro	17	3 (17,65%)	2 (11,76%)
	Este -Plz San José	16	4 (25%)	4 (25%)
Jugo de Naranja	Oeste	10	1 (10%)	2 (20%)
	Centro	10	1 (10%)	0 (00%)
	Este	5	1 (20%)	0 (00%)
Té	Oeste	5	0 (00%)	3 (60%)
	Centro	5	0 (00%)	1 (20%)
	Este	5	0 (00%)	2 (20%)
Jugo de Parchita	Oeste	5	0 (00%)	3 (60%)
	Centro	7	0 (00%)	3 (42,86%)
	Este	10	0 (00%)	4 (40%)

CT: Coliformes Totales / CF: Coliformes Fecales

Respecto a la observación rápida hecha a los diferentes puestos de venta ambulante de bebidas se constató: falta de agua potable, manipulación de objetos, uso de prendas, hablar y desplazar las manos por todo el cuerpo mientras se manipulan las bebidas. El uso de indumentaria limpia se observó con mayor frecuencia en el este de la ciudad. La presencia de escombros, cloacas y alcantarillas fue notoria en el centro de la ciudad y responde, para el momento, al desarrollo de los trabajos de intervención de la Av. 20, para instalar el sistema de transporte masivo de trolebuses (Transbarca). Del mismo modo, y tal como lo señala Quispe (2002), la mayoría de los vendedores ambulantes dispone individualmente de los desechos que genera su actividad; no se observaron recipientes apropiados para recolectar desechos sólidos adecuados en lugares accesibles y en Barquisimeto, estos dispositivos quedan al alcance de la fauna doméstica, convirtiéndose en una suerte de vertedero urbano causante de proliferación de moscas y roedores. Las aguas servidas, derivadas de la preparación y acondicionamiento de los alimentos y de utensilios, son depositadas y vertidas en las alcantarillas o lanzadas directamente sobre la calzada y la vía pública, tal y como lo señala Quispe (2002).

En el Cuadro 5 se muestran los ítemes que guiaron la observación.

**Cuadro 5.** Guía de observación sanitaria para la evaluación rápida de puestos de venta ambulantes de bebidas en la vía pública.

Características	ZONA DE LA CIUDAD						Observaciones
	Oeste(n=48)		Centro(n=52)		Este(n=12)		
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
Disponibilidad de agua potable	0	48	0	52	0	12	
Uso indumentaria limpia	10	38	0	52	9	3	
Presencia de animales domésticos	36	12	9	43	0	12	Perros, gatos, palomas
Escombros, alcantarillas, acueductos y cloacas a cielo abierto	30	18	52	0	0	12	Trabajos del Sistema de Transporte Masivo Transbarca
Olores desagradables	38	10	52	0	0	12	Alcantarillas
Manos, cabellos, uñas del vendedor en estado antihigiénico	40	8	52	0	4	8	
Uso de prendas y accesorios	48	0	52	0	12	0	
Manipulación de dinero	48	0	52	0	12	0	
Manipulación de teléfonos celulares y otros objetos	48	0	52	0	12	0	
El vendedor desplaza las manos por todo su cuerpo	48	0	40	12	12	0	
Hábitos anti-higiénicos (Urgarse oídos, ojos y nariz)	31	17	27	25	4	8	
El vendedor habla sobre los alimentos mientras los expende o prepara	48	0	25	27	7	5	
Adecuada disposición de basura	0	48	0	52	0	12	Recipientes sin tapa, sin bolsa plástica y con exceso de desechos
Certificado de salud visible	0	48	0	52	0	12	

## CONCLUSIONES

1) Las bebidas de consumo más riesgoso, de venta ambulante en la ciudad de Barquisimeto son la tizana, el jugo de caña y el jugo de naranja.

2) La tizana, el jugo de caña y el jugo de naranja son las bebidas más susceptible de contaminación con *Salmonella spp*; en tanto que el té y el jugo de parchita mostraron crecimiento de *S. aureus* en ausencia de *Salmonella spp*. Los consumidores están expuestos a riesgo constante al consumir cualquiera de las bebidas consideradas en el presente estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAO. 1998 Les aliments vendus sur la voie publique. Organisation des Nations Unies pour L' Alimentation et L' Agriculture. Rapport d' une consultation FAO d' experts. Jogjakarta, Indonésie.
- FUDECO. 2001. Fundación para el Desarrollo de la Región Centroccidental (2002). Censo de población y vivienda. Caracas, Instituto Nacional de Estadística.
- Fuentes, A. 2005. Calidad sanitaria de alimentos disponibles al público de Ciudad Obregón, Sonora, México. RESPYN. Revista Salud Pública y Nutrición. 6 (3).
- Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 2000. Laboratorio de Microbiología. Especificaciones microbiológicas para jugos de frutas, chichas y otras bebidas de venta ambulante. Departamento de Control de Calidad – EDIMAR. Campus de Margarita, Venezuela.
- Gómez, E. 2002. Higiene en Alimentos y Bebidas. Quinta edición. Editorial Trillas. México.
- ICMSF International Commission on Microbiological Specifications for Foods. 1998. Microorganismos de los Alimentos. Características de los Patógenos Microbianos. Editorial Acribia. Zaragoza. España Iriarte, M . 2002. Perfil de indicadores microbiológicos de bebidas vendidas en la vía pública. Isla de Margarita, Venezuela. Revista del Instituto Nacional de Higiene “Rafael Rangel”, 33:19-24.
- Johns, N. 2000. Higiene de los Alimentos. Directrices para Profesionales de Hostelería, Restauración y Catering. Segunda edición. Editorial Acribia. España.
- Norma Oficial Mexicana NOM – 093 – SSA 1 – 1994. Preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos, especificaciones sanitarias. Diario Oficial de la Federación. Gobierno Constitucional del los Estados

Unidos Mexicanos, D.F.

Norma Venezolana COVENIN 902:87.

Alimentos. Método para recuento de bacterias aerobias en placas de Petri. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento. Publicación de FONDONORMA. Caracas, Venezuela.

Norma Venezolana COVENIN 1291-88.

Alimentos. Aislamiento e identificación de Salmonella. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento. Publicación de FONDONORMA. Caracas, Venezuela.

Norma Venezolana COVENIN 1292:89.

Alimentos. Aislamiento y recuento de *Staphylococcus aureus*. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento. Publicación de FONDONORMA. Caracas, Venezuela.

Norma Venezolana COVENIN 1337:90.

Alimentos. Método para recuento de mohos y levaduras. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento. Publicación de FONDONORMA. Caracas, Venezuela.

Norma Venezolana COVENIN 1104:96.

Alimentos. Determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y de *Escherichia coli*. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Ministerio de Fomento. Publicación de FONDONORMA. Caracas, Venezuela.

Quispe, J. 2001. Evaluación microbiológica y sanitaria de puestos de venta ambulancia de alimentos del Distrito de Comas, Lima-Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. Instituto Nacional de Salud (Perú), pp. 27-32.



**CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL QUESO BLANCO  
ARTESANAL TIPO LLANERO COMERCIALIZADO EN LA CIUDAD DE MARACAY  
ESTADO ARAGUA, VENEZUELA**

**PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ARTISANAL  
“LLANERO” TYPE WHITE CHEESE PURCHASED IN MARACAY CITY,  
ARAGUA STATE, VENEZUELA.**

*Ronald Maldonado<sup>1</sup> y David García<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Laboratorio de Físico-química. Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. Apartado postal 4579, Maracay 2101. Aragua. e-mail: *maldonador@agr.ucv.ve*. Autor para la correspondencia.

<sup>2</sup>Ing. Agrónomo. Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. Apartado postal 4579, Maracay 2101. Aragua.

Recibido: 01-08-2009 / Aceptado: 30-01-2010

**RESUMEN**

Se investigaron las características fisicoquímicas y microbiológicas de 45 muestras de queso blanco artesanal tipo llanero en tres centros de venta en la ciudad de Maracay, Edo. Aragua. Los resultados promedios obtenidos de la evaluación fisicoquímica fueron: humedad 40,0%, humedad sin materia grasa 62,9%, grasa 55,6% base seca (bs), proteína 34,8%(bs), NaCl 7,3%(bs), pH 4.9 y acidez 0,8%. Basados en los resultados porcentuales de humedad sin materia grasa (62,9%) y grasa (bs) (55,6%), se clasifica al queso analizado como semiduro y graso, según, la norma venezolana COVENIN-1813(2000). El alto coeficiente de variación obtenido en los parámetros pH (10,5%), acidez (19%) y cloruros (16,5%), evidencian probablemente, que los quesos fueron almacenados en condiciones poco adecuadas para su conservación el esquema tecnológico empleado no está estandarizado; por lo que se deben mejorar estos dos aspectos si se desea obtener quesos con mayor calidad. Los análisis microbiológicos de las muestras dieron como resultados promedio: bacterias mesófilas aerobias  $6,6 \times 10^6$  UFC/g, coliformes totales  $4,4 \times 10^3$  NMP/g y *Staphylococcus spp*  $3,4 \times 10^4$  UFC/g de las cuales 33,3% se registraron como coagulasa (+). Los resultados de la evaluación microbiológica demostraron que la mayoría de las muestras estudiadas están por encima de los valores máximos recomendados por la norma Venezolana COVENIN-3821(2003). Por consiguiente, el consumo del queso blanco artesanal tipo llanero, en los centros analizados, constituyen un posible riesgo para

la salud del consumidor.

**Palabras clave:** *Queso llanero/ Staphylococcus spp/ riesgo/ consumo/*

**SUMMARY**

Physicochemical and microbiological characteristics from 45 samples of artisanal “Llanero” type white cheese purchased in three (3) sale centers in Maracay city, Aragua State, Venezuela, were determined. Physicochemical averages values obtained were: moisture 40%, moisture without fat 62.9%, fat 55.6 % (db), protein 34.8% (db), NaCl 7.3%, pH 4.9 and acidity 0.8% (lactic acid present). Based on moisture percent without fat and fat on dry basis all analyzed cheeses were classified as semi hard and fatty cheeses in conformity with COVENIN Venezuela Standards. The high values obtained in the variation coefficient of pH (10.5%), acidity (19%) and sodium chloride (16.5%) proved that cheeses were storage in poor conditions and manufacture procedures weren't standardize, thus should be improved these two aspect mentioned early to obtain a cheese with better quality. With regard to microbiological assay in these samples, showed as average load the following values: mesophilic aerobic bacteria  $6.6 \times 10^6$  CFU/g, total coliforms  $4.4 \times 10^3$  MPN /g and *Staphylococcus spp*  $3.4 \times 10^4$  CFU/g, which 33.3% was recorded as positive coagulase. Microbiological results indicate that almost all

analyzed samples had their loads above the maximum values recommended by the Venezuela Standard COVENIN-3821 (2003). There upon, the consumption of white artisanal cheese in studied centers could represent a hazard to consumer health.

**Keywords:** *white artisanal type "llanero" /Staphylococcus spp/hazard/consumption/*

## INTRODUCCIÓN

En Venezuela, el queso blanco fresco es uno de los alimentos de mayor consumo, encontrándose una cantidad importante del producto comercializado en el mercado, procedente de pequeños productores, quienes sin preparación técnica alguna se dedican a realizar esta actividad (Díaz-Rivero y González-García, 2001).

Aproximadamente el 60% de la producción nacional de leche se destina a la elaboración de quesos y, cerca de un 40% de esta, es usada como leche cruda para la elaboración artesanal del queso (CAVEPAS, 1999).

Estudio sobre la calidad microbiológica de los quesos blancos Venezolanos de elaboración artesanal, indican que en más del 98% de las muestras analizadas, la población de *S. aureus* están por encima de los límites aceptables, el empleo de leche cruda y fallas en la manufactura, transporte y almacenamiento, explica que estos productos sean riesgosos para la salud de los consumidores (Olarde, *et al.*, 1997; Miró y Ríos, 1999; Ríos y Novoa, 1999) y está involucrado en brotes de intoxicación alimentaria (Ríos y Novoa, 1999).

Basados en lo antes expuesto se planteo como objetivo caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente el queso blanco artesanal tipo llanero comercializado en la ciudad de Maracay, Edo. Aragua.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

### Muestreo

Las muestras fueron adquiridas directamente de 3 distribuidores minoristas, en la ciudad de Maracay del Estado Aragua, cantidad de queso adquirido: medio kilogramo, a razón de 3 muestras semanales por 5 semanas (1 muestra por cada centro de venta), hasta analizar 15 muestras por centro, con un total de 45 muestras. Estas fueron colocadas en bolsas plásticas y

transportadas en cavas con hielo hasta el laboratorio, donde fueron inmediatamente analizadas.

### Caracterización Fisicoquímica.

La toma y preparación se realizó según COVENIN-938(1996). La determinación de la Humedad en los quesos blancos artesanales tipo llanero comerciales fue realizada por el Método gravimétrico, según COVENIN-945(1982). Grasa siguiendo la metodología propuesta por COVENIN-931(1982). Proteína según la norma COVENIN-370(1976). Para la determinación de Acidez titulable se realizó basado en la norma COVENIN 658(1976) El potencial de hidrogeno (pH), se determinó según la norma COVENIN-1315(1982), Cloruro expresado como porcentaje de NaCl en los quesos se determinaron de acuerdo a la norma COVENIN-369(1986).

### Cuantificación microbiológica.

Para la preparación de las muestras se procedió según la norma COVENIN-1126(1989). Para la determinación de Bacterias mesófilas aerobias se utilizó el método descrito por COVENIN-902(1987). La determinación de Coliformes totales se utilizó el método descrito por COVENIN-1104(1996). La determinación *Staphylococcus spp* y su tipificación fue realizada según la norma COVENIN 1292(1989).

### Análisis estadísticos.

Se realizó el cálculo de los parámetros estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, coeficiente de variación, valor mínimo, valor máximo), de las características fisicoquímicas y microbiológicas y se comparó desde el punto de vista estadístico a un nivel de significancia ( $P < 0,05$ ) con los valores poblacionales en el valor promedio establecido por la normas COVENIN empleando una prueba de contrastación de hipótesis para media empleando las formulas estadísticas señaladas por Canavos (1988).

## RESULTADOS Y DISCUSIONES.

### Características fisicoquímicas del queso blanco artesanal tipo llanero

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de las características fisicoquímicas, obtenidas de 45 muestras (15 muestras por centro), de queso blanco artesanal tipo llanero, correspondientes a tres centros

de venta en la ciudad de Maracay, Edo. Aragua.

### Humedad

El resultado del porcentaje de humedad promedio, obtenido para las muestras de queso blanco artesanal tipo llanero fue de 43,01%, con un rango de 40,94 a 46,19%. Para el porcentaje de humedad sin materia grasa (%HSMG), se obtuvo un rango de 59,85-64,55%, con un valor promedio de 62,96%. Según la norma venezolana COVENIN-1813 (2000), el queso blanco artesanal en base al porcentaje de humedad sin materia grasa se ubica dentro de los quesos semiduro.

### Grasa

En cuanto al contenido de grasa en base seca (bs), el valor promedio para los quesos blanco artesanales tipo llanero fue de 55,59%, con un rango de 52,41 a 60,19%, clasificándose según el contenido en grasa como un queso graso, de acuerdo a la norma venezolana COVENIN-1813(2000).

**Cuadro 1.** Características fisicoquímicas de los quesos blanco artesanales tipo llanero comercializado en la ciudad de Maracay, Edo. Aragua.

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS*	HUMEDAD (%)		GRASA (%)		PROTEÍNA (%Nx6,38)		pH	ACIDEZ (%Ac. Láctico)		NaCl (%)	
	% H	%HSMG	Bh	bs	Bh	bs		bh	Bs		
Media	43,01	62,96	31,70	55,59	19,85	34,84	4,98	0,84	4,15	7,31	
Desviación estándar	1,66	1,41	1,90	2,21	0,86	1,15	0,53	0,16	0,58	1,20	
Valor mínimo	40,94	59,85	28,2	52,41	18,85	32,59	4,4	0,61	3,35	5,73	
Valor máximo	46,19	64,55	35,2	60,19	21,44	36,30	5,8	1,07	5,03	9,21	
Coefficiente de variación	3,9	2,2	6,0	4,0	4,3	3,3	10,5	19	14	16,5	

### Proteína

Para el contenido de proteína (bs), se obtuvo un valor promedio de 34,84%, con un rango de 32,59 a 36,30%. Estos valores son inferiores a los reportados por Mendoza y Oyón (2002) en donde señalan en promedio para queso llanero sin cobertura rangos de 45,62 a 46,10% (bs).

### Potencial de Hidrogeno (pH)

Para el potencial de hidrogeno (pH), se obtuvo un valor promedio de 4,98, con un rango entre 4,4-5,8 y un coeficiente de variación de 10,5%, estos valores son similares a lo encontrado por Mendoza y Oyón (2002), que obtuvieron como rangos promedios entre 5,3 a 6,2 de pH.

### Acidez (% ácido láctico)

En cuanto al porcentaje de ácido láctico, se obtuvo un valor promedio de 0,84%, con un valor máximo de 1,07% y mínimo de 0,61%. Con un coeficiente de variación de 19%. Este elevado coeficiente puede ser debido a que los quesos fueron almacenados en condiciones diferentes, deficiente calidad de la materia prima o métodos de elaboración diferentes. Todo este fenómeno de fermentación de la lactosa ocurre en la fase de almacenamiento y comercialización lo que podría señalarse que este tipo de queso al momento de ser consumido esta semi-madurado.

### Cloruro de sodio (NaCl)

El porcentaje promedio para el cloruro de sodio (bs) en el queso blanco artesanal tipo llanero obtenido, fue de 7,31%, con un rango de 5,73-9,21%. Estas concentraciones son elevadas si las comparamos con lo recomendado en la norma COVENIN-3821 (2003), la cual señala que para los quesos blancos semiduro el porcentaje de cloruro de sodio debe ser menor a 3%. Además, existe una elevada diferencia entre los valores el cual es demostrado con un coeficiente de variación de 16,5%. Lo anterior pudiera deberse principalmente a que no existe un esquema tecnológico bien definido, por lo cual, cada productor aplica distintos métodos de salado, sin control alguno de las proporciones de sal utilizadas.

### Cuantificación microbiológica del queso blanco artesanal tipo

En el Cuadro 2 se presentan las características microbiológica, obtenidas de 45 muestras de queso blanco artesanal tipo llanero, correspondientes a tres centros de distribuidores minoritarios de la ciudad de Maracay, Edo. Aragua.

### Bacterias mesófilas aerobias

Los resultados obtenidos en cuanto a las bacterias mesófilas aerobias, se encuentran entre  $1,2 \times 10^6$  UFC/g hasta  $1,4 \times 10^7$  UFC/g, con un promedio de  $6,5 \times 10^6$  UFC/g. Si bien es cierto no hay una norma que establezca el máximo valor para estos microorganismos indicadores y tomando en cuenta que estos tipos de quesos son elaborados en forma artesanal en cuyo caso la leche no es higienizada y no están garan

tizadas las condiciones higiénicas de procesamiento, transporte y almacenamiento, los quesos analizados poseen distintos tiempos de almacenamiento y un elevado porcentaje de humedad, por estos factores aumenta el crecimiento de estas bacterias.

### Coliformes totales

En cuanto a los coliformes totales, el valor promedio fue de  $4,4 \times 10^3$  NMP/g, si se compara con la norma venezolana COVENIN-3821(2003), el valor promedio supera al máximo establecido (930 NMP/g). Los coliformes por habitar en el tracto intestinal, son indicadores de contaminación fecal y están asociados a la presencia de otros microorganismos patógenos entéricos (Frazier y Westhoff, 1993). Citti *et al.* (1999) determinó altas cargas bacterianas de coliformes totales en muestras de queso blanco duro tipo llanero. Lo anterior evidencia que en este tipo de quesos existe una pobre calidad higiénica.

### Staphylococcus spp

El recuento de *Staphylococcus spp*, en queso blanco artesanal tipo llanero analizados, estuvo entre 0 UFC/g hasta un máximo de  $2,3 \times 10^5$  UFC/g, con un valor promedio de  $3,4 \times 10^4$  UFC/g, se compararon con la norma venezolana COVENIN-3821(2003), encontrándose por encima del límite máximo de la norma ( $1 \times 10^3$  UFC/g). Dindes *et al.* (2000), estimaron que un alimento es de riesgo de intoxicación alimentaria por *Staphylococcus spp*, cuando tiene una carga igual o superior a  $10^4$  UFC/g. Igualmente, la producción de la enzima coagulasa en estas bacterias está relacionada a la producción de enterotoxinas, causantes de las intoxicaciones alimentarias, por lo que puede considerarse un microorganismo patógeno. En las muestras analizadas, quince (15) (equivalente a 33,33%) dieron coagulasa positiva, esto dice, que pudiera encontrarse un considerable riesgo de brotes de intoxicación alimentaria, originada por la ingesta de queso blanco artesanal tipo llanero de cualquier muestra que dieron coagulasa(+), debido probablemente al deficiente manejo higiénico de la leche por parte del operario o leche proveniente de vacas con mastitis.

**Cuadro 2.** Cuantificación microbiológica de los quesos blanco artesanales tipo llanero comercializado en la ciudad de Maracay, Edo. Aragua.

PARAMETROS ESTADÍSTICOS*	MESÓFILOS AEROBIOS (UFC/g)	COLIFORMES TOTALES (NMP/g)	<i>Staphylococcus spp</i> (UFC/g)
Media	$6,5 \times 10^6$	$4,4 \times 10^3$	$3,4 \times 10^4$
Desviación Estándar	$4,9 \times 10^6$	$9,2 \times 10^3$	$6,8 \times 10^4$
Valor mínimo	$1,2 \times 10^6$	0	0
Valor máximo	$1,4 \times 10^7$	$2,4 \times 10^4$	$2,3 \times 10^5$

15 muestras coagulasa (+) de 45 en total

### CONCLUSIONES

Basados en los resultados de humedad sin materia grasa y grasa base seca, se clasifica al queso analizado como semiduro graso, según, la norma venezolana COVENIN-1813(2000); considerándose además como un queso pseudomadurado. La gran variabilidad de todos los parámetros físicoquímicos evaluados, confirman la ausencia de estandarización en los procesos de elaboración.

La presencia de bacterias mesófilas aerobias, coliformes totales y *Staphylococcus spp*, en las muestras y el elevado número de estos microorganismos en la mayoría de ellas, evidencian la pobre calidad higiénica en la materia prima, elaboración, equipos, operarios, transporte, almacenamiento y distribución, de este tipo de queso.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Canavos, G. 1988. Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y métodos. México, McGraw-Hill Interamericana 651 p.
- CAVEPAS. 1999. Sistema Lácteo Venezolano, Flujo físico 1998. Venezuela. Caracas.
- Citti, R., Scaramelli, A., González, I. 1999. Aislamiento de *Listeria monocytogenes* en muestras de queso blanco duro tipo llanero del Distrito sanitario uno del Estado Aragua, Venezuela. Rev. Fac. Cs. Vets UCV. 40(2):101-110.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).1976. Norma Venezolana COVENIN-658(1976). Leche y su Derivados. Determinación de acidez titulable. 5 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales

- (COVENIN). 1976. Norma Venezolana COVENIN-370 (1976). Leche y su Derivados. Determinación de proteína. Método Kjeldahl. 6 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1982. Norma Venezolana COVENIN-1315(1982). Alimentos. Determinación de pH. (Acidez iónica). 5 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1982. Norma Venezolana COVENIN-1945(1982). Leche y su Derivados. Determinación de humedad. 10 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1982. Norma Venezolana COVENIN-931(1982). Leche y su Derivados. Determinación de grasa por el Método de Babcock. 6 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1986. Norma Venezolana COVENIN-369(1986). Leche y su Derivados. Determinación de cloruro. 17 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1987. Norma Venezolana COVENIN-902(1987). Alimento. Método para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de petri. 4 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1989. Norma Venezolana COVENIN-1126(1989). Alimento. Identificación y preparación de muestras para análisis microbiológico. 7 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1989. Norma Venezolana COVENIN-1292(1989). Aislamiento y recuento de *Staphylococcus aureus*. 10 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1996. Norma Venezolana COVENIN-938(1996). Determinación del numero más probables de Coliformes fecales y *Escherichia coli*. 12 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 1996. Norma Venezolana COVENIN-1104(1996). Determinación del numero más probables de Coliformes fecales y *Escherichia coli*. 12 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 2000. Norma Venezolana COVENIN-1813(2000). Norma general queso. 6 p.
- Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). 2003. Norma Venezolana COVENIN-1813 (2003). Norma queso blanco. 10 p.
- Díaz-Rivero, C., González-García, B. 2001. *Staphylococcus aureus* en queso blanco fresco y su relación con diferentes microorganismos indicadores de calidad sanitaria. *Respyn* 2(3).
- Dindes, M., Orwin, P., Schliever; R. 2000. Exotoxins of *Staphylococcus aureus*. *Clin. Microbiol. Rev.* 13(8):16-34.
- Frazier, W y Westhoff, D. 1993. *Microbiología de Alimentos*. 4 ed. España. Acibia. 370 p.
- Mendoza, C., Oyón, R. 2002. Estudio comparativo de dos coberturas para queso llanero madurado. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 28(1):1-12.
- Miró, A., Ríos, M. 1999. Calidad microbiológica de los quesos blancos venezolanos, analizados en el Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel". Periodo: Enero 1988 a Junio 1998. *Rev Inst Nac Hig "Rafael Rangel"*. 30:14-20.
- Ríos, M., Novoa, M. 1999. Apoyo del Departamento de Microbiología de Alimentos del Instituto Nacional de Higiene "Rafael Rangel" (INHRR) a la investigación de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA). *Rev Inst Nac Hig "Rafael Rangel"* 30:8-13.
- Olarte, C. Sanz, S., Gutiérrez, A; Torre, P. 1997. Control higiénico-sanitario del queso de carneros y detección de puntos de contaminación microbiana en superficie y equipos. *Aliment.* 5(3):41-44

**ANÁLISIS FODA DE LA CADENA ARROCERA DEL ESTADO PORTUGUESA  
CONSIDERANDO LOS PROCESOS DE INTEGRACIÓN CON EL MERCOSUR Y LA CAN  
SWOT ANALYSIS OF THE RICE CHAIN IN ESTADO PORTUGUESA WITHIN THE  
INTEGRATION PROCESS OF MERCOSUR AND CAN**

---

*Víctor Vivas y Luis Miguel Albisu*

Profesor Asociado. M.Sc. Gerencia de Empresas (UNET, Venezuela). Programa de Ingeniería. Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales. UNELLEZ. Cojedes. Venezuela. Km. 4 Vía Manrique, San Carlos, Cojedes. Tel.: 02584334141. *viviss8@hotmail.com*

Ph.D. Economía Agraria. Unidad de Economía Agroalimentaria y de los Recursos Naturales. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA). Avda. Montañana, 930. 50059. Zaragoza. España. Telf.: 34976716347. Correo electrónico: *lmalbisu@aragon.es*

Recibido: 13-11-2009 / Aceptado: 02-02-2010

**RESUMEN**

La cadena arrocera del Estado Portuguesa, posee condiciones especiales para el desarrollo del cultivo y del proceso agroindustrial consiguiente, tales como, elevado potencial de tierras con condiciones para la producción de este cereal, incrementos en producción obtenidos mediante mejoramiento de las técnicas de manejo y fitomejoramiento, productores con un elevado nivel técnico y adecuada infraestructura productiva, así como presencia de un liderazgo real y de organizaciones gremiales sólidas. Estas condiciones requieren de un análisis interno y externo (FODA) que permita determinar fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades, que serían de gran utilidad en el momento de definir políticas y estrategias para poder competir en el Mercado Común del Sur (MERCOSUR) y la Comunidad Andina de Naciones (CAN), dada la dinámica globalizante que conllevan los procesos de integración. Se ha realizado este trabajo con el fin de poder determinar la posición competitiva de la cadena arrocera del Estado Portuguesa, ante una realidad que debe concretarse en el momento en que Venezuela sea aceptada como miembro pleno del MERCOSUR y se ratifique la salida de la CAN.

**Palabras clave:** Portuguesa, competitividad, cadena arrocera, FODA

**SUMMARY**

The Portuguesa State rice chain has special conditions for crop and agro-industrial process development. It is worth mentioning that has land with high potential conditions for this cereal production, potential for increasing production by improving management techniques and breeding, growers with a highly technical level and adequate productive infrastructure and presence of real leadership and strong labor organizations. These conditions require an internal and external analysis (SWOT) to allow determining strengths, threats, weaknesses and opportunities, which would be very useful at the moment of defining policies and strategies to compete in the MERCOSUR (Southern Common Market) and CAN( Andean Community of Nations), given the globalizing dynamics involving the integration processes. This work was conducted in order to determine the competitive position of the Portuguesa State rice chain will face when the Venezuela will be accepted as a full member of MERCOSUR and when Venezuela will be officially out of the CAN.

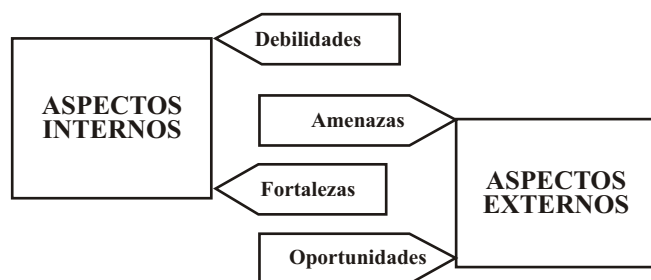
**Keywords:** Portuguesa, competitiveness, rice chain, FODA

## 1. INTRODUCCIÓN

El Estado Portuguesa, es el primer estado productor de arroz en Venezuela. En 2008 se sembraron 109.787 ha, que produjeron 563.815 t de arroz paddy (MPPAT, 2009), lo que supuso el 56 % de la producción nacional. La cadena arrocera del Estado Portuguesa, está constituida por los agricultores productores de arroz, que realizan la fase de producción de materia prima (arroz paddy verde), la agroindustria arrocera que realiza el procesamiento agroindustrial y la distribución del producto a los consumidores. Además, existen empresas que suministran insumos, materias primas y servicios a la cadena, conformando todo este conglomerado un elemento generador de gran actividad económica regional, que trasciende las fronteras del Estado e influye en la economía nacional.

## 2. Análisis FODA

En este trabajo, se ha realizado un análisis FODA para determinar las cuatro dimensiones: Fortalezas (F) y Oportunidades (O) así como Debilidades (D) y Amenazas (A), que influyen sobre la competitividad de la cadena arrocera del Estado Portuguesa, considerando los procesos de integración con el MERCOSUR y la CAN. Tal como se indica en la Figura 1, las Fortalezas y Debilidades están relacionados con aspectos internos de la cadena, mientras que las Oportunidades y Amenazas lo están con los aspectos externos.



Fuente: Albisu y Meza, 2004.

**Figura 1.** Esquema del análisis FODA

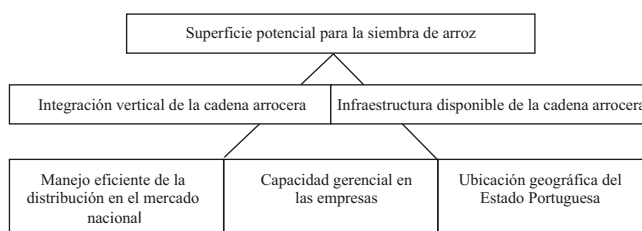
Se han analizado los aspectos más importantes que influyen en cada dimensión, jerarquizándolos, de tal manera que se describen en 3 niveles. En la cúspide se pone el aspecto más importante; hay un segundo nivel con 2 aspectos de menor importancia y, en el tercer nivel, se describen 3 aspectos de inferior impacto que

los que están en el segundo nivel, tal como se exponen en las siguientes figuras.

En este trabajo se explica sucintamente lo que se expone en Vivas (2010). Primero se exponen los aspectos internos relacionados con las fortalezas y debilidades. Posteriormente, se describen los aspectos externos, relacionados con las amenazas y las oportunidades.

### 2.1. Aspectos internos: Fortalezas

En la figura 2, se muestran las fortalezas, en los tres niveles de importancia, de la cadena arrocera del Estado Portuguesa, en comparación con los países miembros del MERCOSUR y la CAN.



**Figura 2.** Fortalezas de la cadena arrocera del Estado Portuguesa.

#### Nivel 1: Superficie potencial para la siembra de arroz.

El sector productor de arroz del Estado Portuguesa ha venido creciendo a lo largo de los años, aumentando paulatinamente el área sembrada, hasta ubicarse como el primer productor de arroz de Venezuela, lo que es su principal fortaleza.

#### Nivel 2: Integración vertical de la cadena arrocera

En el Estado Portuguesa se ha generado un prometedor proceso de integración vertical de los agricultores, apoyado por las asociaciones de productores y la agroindustria. El doble objetivo es poder mejorar la capacidad de negociación de los agricultores para tratar de obtener mejores precios y condiciones en la adquisición de insumos para la producción de arroz, así como mejorar la agroindustria, con la consecución de mejores precios y condiciones de pago de los productos finales.

#### Nivel 2: Infraestructura disponible de la cadena arrocera

La infraestructura disponible en los diferentes

eslabones de la cadena arrocera permite incrementar la oferta de arroz, si las condiciones de mercado lo permiten, a corto plazo. Además la capacidad ociosa existente en la actualidad, tanto en el sector productor de materia prima como en el sector procesador, permite generar planes de crecimiento del sector, a medio plazo, sin realizar grandes inversiones.

### Nivel 3: Manejo eficiente de la distribución en el mercado nacional

La cadena arrocera del Estado Portuguesa, mediante los mecanismos de integración vertical, controla un alto porcentaje de la infraestructura de distribución del arroz en el país, para la colocación de su producción, mediante esquemas de comercialización que ofertan el producto de forma individual o asociados a otros cereales, a productos terminados, a bebidas alcohólicas y no alcohólicas.

### Nivel 3: Capacidad gerencial de las empresas

El recurso humano disponible en la cadena arrocera del Estado Portuguesa, ha demostrado una gran capacidad gerencial para poder lograr el crecimiento y estabilización de la industria, innovando constantemente y dando gran importancia al mejoramiento de la productividad en cada uno de los eslabones de la cadena.

### Nivel 3: Ubicación geográfica del Estado Portuguesa

El Estado Portuguesa se caracteriza por su excelente ubicación geográfica, en los Llanos Occidentales de Venezuela, en el centro del país, lo que le permite estar a distancias muy cortas de los mercados mayoristas de las ciudades con mayor población (Maracaibo, Barquisimeto, Valencia, Caracas y la Zona Metropolitana), por lo que los costes de transporte son relativamente bajos. Es importante resaltar la existencia de vías de ferrocarril hasta el principal puerto de aguas profundas del país (Puerto Cabello), que facilita el envío del producto para la exportación. En relación a Colombia, la frontera está a 500 km y se utiliza el transporte terrestre.

## 2.2. Aspectos internos: Debilidades

En la figura 3 se muestran las Debilidades de la cadena arrocera del Estado Portuguesa.

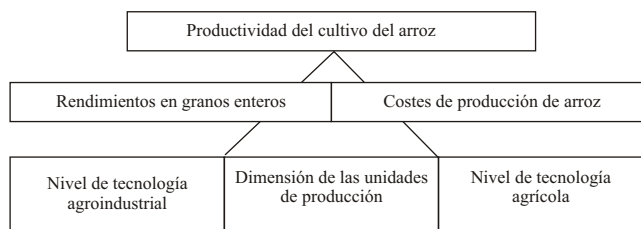


Figura 3. Debilidades de la cadena arrocera del Estado Portuguesa.

### Nivel 1: Productividad del cultivo de arroz

Se considera la principal Debilidad de la pirámide de aspectos que afectan la cadena arrocera del Estado Portuguesa, pues afecta significativamente su competitividad, influyendo directamente sobre los otros aspectos analizados en la matriz FODA.

En 2008, había una clara desventaja entre los rendimientos por hectárea del Estado Portuguesa, que fue de 5,1 t/ha, con los de Argentina y Uruguay, que tenían una mayor productividad de 1,8 y 2,8 t/ha, respectivamente. Al comparar los rendimientos con Colombia y Brasil (importadores de arroz), tenemos un diferencial positivo con Brasil de 0,9 t/ha y una desventaja de 0,2 t/ha con Colombia. Entre 2000 y 2008, el crecimiento medio anual del rendimiento por hectárea del Estado Portuguesa (0,5 %) menor que en Argentina, Uruguay y Colombia un 3,3 %, 2,13 % y 1,04 %, respectivamente. De mantenerse esta tendencia se incrementará la diferencia en rendimiento con estos países y, con Brasil, que crece a una media anual del 3,09 %, y que se disminuirá su diferencia con el Estado Portuguesa.

### Nivel 2: Rendimientos en granos enteros

Es un valor que determina en gran medida, los precios que se le van a pagar a los agricultores y permite evaluar la cadena arrocera, para encontrar los puntos críticos que están influyendo en la obtención de granos enteros. El resultado final es un mayor o menor rendimiento en granos enteros que influye sobre la productividad de la agroindustria y por ende en su competitividad. Los valores obtenidos indican que para obtener una unidad de producto final se requiere mayor cantidad de materia prima, disminuyendo la competitividad de la agroindustria.

En 2008, Venezuela tenía los rendimientos medios más bajos en granos enteros (52%), seguido por el



Estado Portuguesa (55 %), Brasil (57 %), Colombia y Argentina (58 %) y Uruguay (60 %).

### Nivel 2: Costes de producción de arroz

En 2008, Uruguay fue el país con menores costes de producción de arroz paddy con 230 \$/t. En los demás países y el Estado Portuguesa los costes son mayores, en los siguientes porcentajes: Argentina (9,45 %), Brasil (17,3 %), Venezuela (19,3 %), Estado Portuguesa (21,2 %) y Colombia (35,9 %) (USDA, 2009). Estos valores influyen en la rentabilidad final del arroz y genera ventajas competitivas en aquellos países con los costes más bajos. El Estado Portuguesa ve afectada significativamente su competitividad al tener un diferencial alto de costes y sólo tiene ventajas con Colombia.

### Nivel 3: Nivel de tecnología agroindustrial

Se han mejorado significativamente los rendimientos en granos enteros en el proceso agroindustrial, con lo que ha mejorado su competitividad, aunque sus resultados son mas bajos que los países competidores potenciales. En cuanto al nivel de tecnología aplicado, aproximadamente el 65% de las empresas poseen tecnología actualizada de secado y trillado de arroz.

### Nivel 3: Dimensión de las unidades de producción

Las unidades de producción dedicadas al cultivo de arroz en el Estado Portuguesa, son pequeñas. De acuerdo al VI Censo Agrícola Nacional (1999), un 60 % son menores de 50 ha, un 25% están entre 50 y 150 ha, y un 25 % son mayores de 150 ha. Esto supone unos costes operativos altos, debido a que no permite la aplicación de economías de escala, fuerza a la práctica de sistemas de monocultivo arroz-arroz, y tiene como consecuencia el incremento de los costes de producción. Los países con condiciones para la exportación, tienen unidades de producción mucho más grandes, con opción de poder rotar los suelos dedicados al cultivo y aplicar períodos de descanso, lo que ayuda a disminuir los costes de producción. El Estado Portuguesa tiene una menor competitividad al no poder aplicar estos sistemas de rotación.

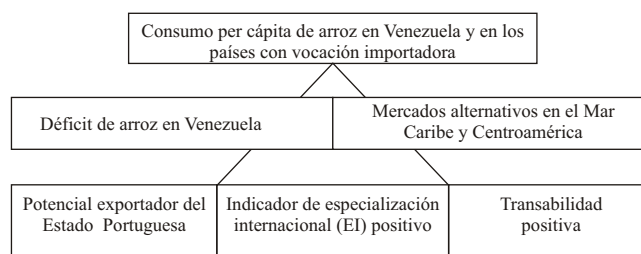
### Nivel 3: Tecnología agrícola

El nivel de tecnología agrícola aplicado en el

eslabón productor de materia prima no es malo, manifestándose en el aumento de la productividad por hectárea y de la calidad molinera de los arroces producidos en el Estado Portuguesa. Sin embargo, es necesaria una mejora de la productividad para poder competir, ya que aún están por debajo de los rendimientos obtenidos por países como Argentina y Uruguay.

### 2.3. Aspectos externos: Oportunidades

En la figura 4, se muestran las oportunidades de la cadena arrocera del Estado Portuguesa.



**Figura 4.** Oportunidades de la cadena arrocera del Estado Portuguesa.

### Nivel 1: Consumo per cápita de arroz en Venezuela y en los países con vocación importadora

El consumo per cápita en Sudamérica se puede definir como mediano, con algunas excepciones de países que no tienen una gran tradición de consumo de arroz, por tener otras fuentes de calorías y tradiciones de consumo (trigo, cebada), como es el caso de Uruguay y Argentina, donde los consumos per cápita de arroz son muy bajos (en 2008 Argentina consumió 9,4 kg/año y Uruguay 11,8 kg/año). Los países importadores de arroz, Brasil (41 kg/año) y Colombia (39 kg/año), tienen un consumo per cápita alto, comparado con Venezuela, por lo que son clientes potenciales con una alta demanda del producto, lo que supone una gran oportunidad (USDA, 2009).

En Venezuela, el consumo per cápita es bajo (en 2008 fue de 21,3 kg/año), pero está condicionado por productos sustitutos como el maíz, que se importa aproximadamente el 50 % del consumo nacional y el de trigo (pan y pastas), del que se importa todo el consumo nacional. El consumo per cápita de maíz casi duplica al de arroz y el de trigo, y es de unos 33 kg/año.

## Nivel 2: Déficit de arroz en Venezuela

El Estado Portuguesa es el primer productor de arroz del país y suple las necesidades de consumo de la población venezolana. En el caso de existir excedentes se colocarían en el exterior. Históricamente se produjeron excedentes hasta 2007. En 2008 la cadena arrocera entró en crisis y se produjo un déficit de aproximadamente 100.000 toneladas de arroz, con tendencia a aumentar en los años siguientes, por lo que hubo que cortar la exportaciones de arroz, específicamente hacia Colombia, donde se exportaban aproximadamente 100.000 toneladas anuales (Asovema, 2009).

## Nivel 2: Mercados alternativos en el Mar Caribe y Centroamérica

Dada la ubicación estratégica de Venezuela y del Estado Portuguesa, y de las relaciones económicas con los países ubicados en Centroamérica y el Mar Caribe -todos ellos importadores de arroz de Estados Unidos, Vietnam, Guyana y Tailandia- pero que son miembros del Pacto de San José, con un acuerdo petrolero para suministrar crudo a precios preferenciales. Venezuela puede influir para presionar la venta de arroz hacia esos países si se decide implementar un plan para la exportación.

## Nivel 3: Potencial exportador del Estado Portuguesa

Si se considera como exportación del Estado Portuguesa, a aquellos excedentes de producción que no son consumidos dentro del Estado, vemos que el potencial exportador es importante y puede ser comparado con los países exportadores de arroz del MERCOSUR y de la CAN. Así, en 2008, Uruguay fue el mayor exportador de Sudamérica con el 46,3 % de las exportaciones, Argentina tuvo el 30,4 % y Brasil el 24,31 % (USDA, 2009). El Estado Portuguesa tiene un potencial de exportación de 533.000 t, de arroz paddy, equiparándolo con Argentina y Brasil, si se orientara hacia la exportación (MPPAT, 2009).

## Nivel 3: Especialización internacional positiva

La especialización internacional establece la participación en el mercado mundial o en un mercado específico. No solo examina las exportaciones, sino que establece la vocación exportadora del país o re-

gión y su capacidad para construir ventajas permanentes, que se evidencia en el balance comercial del producto (Roldan, 2000).

Entre 2000 y 2008, Uruguay obtuvo el mayor valor (0,39), el Estado Portuguesa el segundo (0,24) y Argentina el tercero (0,19), alcanzando los mejores niveles de especialización exportadora en arroz, lo que está acompañado de un alto grado de competitividad. Venezuela (-0,02), Colombia (-0,08) y Brasil (-0,27) obtuvieron valores negativos por lo que su competitividad es baja, siendo menor en la medida que los índices son mas negativos.

## Nivel 3: Transabilidad positiva

Este indicador mide la relación entre la balanza comercial neta y el consumo aparente, es decir, la participación de las exportaciones o las importaciones en el consumo de un país o región (Roldan, 2000).

Uruguay, Argentina y el Estado Portuguesa obtuvieron un índice de transabilidad con valor mayor que cero (1,71, 0,58 y 29,53, respectivamente) considerándose exportadores, pues existe un exceso de oferta, por lo que se asume que es un sector competitivo. Para Brasil, Colombia y Venezuela el indicador de transabilidad fue negativo (-0,04, -0,06 y -0,03, respectivamente), considerándose que el sector no es competidor con las importaciones, hay un exceso de demanda y se asume como un sector no competitivo

## 2.4. Aspectos externos: Amenazas

En la figura 5 se muestran las amenazas de la cadena arrocera del Estado Portuguesa. En los siguientes párrafos se justifican las amenazas enunciadas.

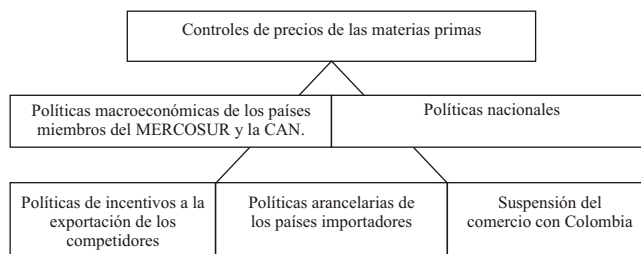


Figura 5. Amenazas de la cadena arrocera del Estado Portuguesa.

### **Nivel 1: Controles de precios de las materias primas**

Los precios de venta de la materia prima a la agroindustria están controlados. No son producto de un acuerdo entre los participantes de la cadena arrocera, el Gobierno y los consumidores, sino que son definidos por el Gobierno, generando un control y paralización de los precios en los eslabones de la cadena de producción. Estas políticas de precios han producido pérdida de competitividad de la cadena arrocera y se considera la principal amenaza.

### **Nivel 2: Políticas macroeconómicas de los países miembros del MERCOSUR y la CAN**

Las políticas macroeconómicas aplicadas por los países, generan ventajas que permiten mejorar la competitividad de los productos de exportación.

**a. Inflación.** De 2000 a 2008 la mayor inflación acumulada fue la de Venezuela (238,8 %), en comparación con los países de su entorno (BCV, 2009). Este fenómeno tiene una incidencia importante en los costes de producción y en los precios de venta del arroz, disminuyendo la competitividad del sector.

**b. Tasa de cambio.** La tasa de cambio adoptada por un país, tiene una influencia importante sobre la competitividad de los productos producidos, pues permite generar un precio de intercambio que abarate o encarezca los productos y de esa forma los consumidores tomen decisiones respecto a la utilización o no de productos nacionales o importados. La política monetaria de Venezuela, en el período de 2000 a 2008, ha tenido un carácter inestable, con períodos en los que ha mantenido un tipo de cambio fijo, seguido de devaluaciones y posteriores fijaciones del tipo de cambio. Se han incentivado las importaciones, que resultan más baratas que los productos nacionales. Desde 2006, se mantiene una tasa de cambio fija, aún cuando la inflación acumulada para el período de 2006 a 2008 fue del 71,4 %, que conlleva a una sobrevaluación del tipo de cambio y como consecuencia la pérdida de competitividad del arroz venezolano. Los demás países mantienen un tipo de cambio que varía en función de sus cambios macroeconómicos, manteniendo la competitividad de sus productos de exportación.

### **Nivel 2: Políticas nacionales**

**a. Subsidios.** Desde 2000 hasta 2006 los productores no recibieron ningún tipo de subsidios del Gobierno. En 2007, mediante decreto (Tribunal Supremo de Justicia, 2007) se otorgó un subsidio al productor, por kilogramo de arroz paddy cosechado de 73 Bs, lo que supone un 12,3 % adicional al precio oficial. En 2008 el subsidio fue de 0,082 BsF (se revaluó la moneda), un 11,4 % del precio oficial y en el año 2009 se eliminó el subsidio a los agricultores.

**b. Seguridad jurídica.** Los integrantes de la cadena arrocera no tienen ningún tipo de seguridad jurídica que garantice sus inversiones o que haga valer sus derechos. En el sector agropecuario, la nueva Ley de Tierras y de Desarrollo Agrícola se aprobó a finales de 2001. Ha sido cuestionada, entre otras cosas, por tener un elevado nivel de discrecionalidad, ya que pone en riesgo el pleno ejercicio de los derechos de propiedad y el derecho a decidir sobre qué producir, basado en la garantía constitucional de la libre empresa.

En el sector agroindustrial y de comercialización también se desconocen los derechos inherentes a la propiedad privada, pudiendo ser sujetos de expropiación sin que se lleve a cabo un procedimiento previo, de acuerdo a la Ley.

**c. Inseguridad ciudadana.** Acrecienta el temor de los propietarios de unidades de producción, agroindustrias y comercios a permanecer en los mismos, afectando al normal desarrollo de las actividades de producción y mercantiles.

**d. Políticas comerciales.** Venezuela acordó, ante la Organización Mundial del Comercio (OMC), compromisos de reducción de desembolsos, en el período de 1994 a 2004, por concepto de subvenciones a las exportaciones y en particular para las exportaciones de arroz paddy, arroz cargo, arroz pulido y arroz partido. No hay protección real del arroz paddy, en tanto no incorpora la distorsión cambiaria derivada de la sobrevaluación del tipo de cambio, que se agudiza a partir de 2006 y se mantiene hasta la actualidad.

**e. Importaciones.** El Gobierno venezolano ha intensificado su papel como importador directo de alimentos, exonerado del pago de aranceles y con fácil acceso a las divisas. Ha exonerado del pago del correspondiente arancel de aduanas a una lista de

bienes agroalimentarios (leche y derivados lácteos, cereales y harinas de cereales, aceites vegetales, atún, pastas alimenticias y otros), que son importados con cero arancel desde orígenes extra-subregionales, violando el arancel externo común andino.

### **Nivel 3: Políticas de incentivos a la exportación de los competidores**

Algunos países exportadores de arroz aplican políticas de incentivos a la exportación con el fin de garantizar la exportación de los productos que le generan ingresos en divisas al país y por lo tanto a mejorar su balanza comercial.

En el caso de los países miembros del MERCOSUR y de la CAN, potenciales exportadores de arroz (Argentina y Uruguay) a Venezuela y de importadores (Colombia y Brasil), aplican políticas económicas que favorecen el crecimiento de los sectores con potencial para la exportación o crean barreras arancelarias o para arancelarias que limitan la competitividad de los productos extranjeros.

### **Nivel 3: Políticas arancelarias de los países importadores**

La solicitud de incorporación como miembro pleno del MERCOSUR, supone la aceptación de las tasas arancelarias acordadas por los socios de la Unión Aduanera, en lo que se refiere a los productos agrícolas y agropecuarios. En el caso del arroz se han eliminado los aranceles, lo que hace vulnerable al producto nacional frente al producido por Argentina, Uruguay y Brasil, restándole competitividad y facilitando la introducción en el mercado nacional de arces de estos países en condiciones ventajosas.

En el caso de la Comunidad Andina, debe someterse al Arancel Externo Común Andino, que rige para el arroz en los intercambios intrarregionales, además de los acuerdos bilaterales firmados entre sus miembros.

### **Nivel 3: Suspensión del comercio con Colombia**

Tradicionalmente los excedentes de arroz del Estado Portuguesa eran exportados a Colombia, dadas las facilidades de colocación del producto por vía terrestre. En algunos años se han suspendido las exportaciones motivado por la aplicación de barreras arancelarias y fitosanitarias por parte de Colombia.

En 2008, Venezuela decidió unilateralmente suspender las relaciones comerciales con Colombia y se suspendieron las exportaciones de arroz. Esta decisión afecta la competitividad del arroz del Estado Portuguesa, Colombia es el único país con el que se tienen ventajas en los costes de producción favorables, que es su mercado natural.

### **3. Conclusiones**

El Estado Portuguesa posee un conjunto de condiciones especiales para el desarrollo de la cadena arroceras: un elevado potencial de tierras con condiciones para la producción de éste cereal, ubicándolo como el sector con mayor excedente de tierras potencialmente aptas para el cultivo, sin competencia significativa por el recurso tierra con otros sectores; un conjunto de productores con un elevado nivel técnico y adecuada infraestructura productiva; capacidad productiva del arroz, demostrada con los incrementos en producción obtenidos mediante mejoramiento de las técnicas de manejo y fitomejoramiento; y presencia de un liderazgo real y de organizaciones gremiales sólidas que posibilitan los cambios con amplias posibilidades de éxito.

Es importante mantener y aumentar el consumo per cápita de arroz en Sudamérica, con el objeto de generar una demanda potencial que permita el crecimiento constante de la oferta del Estado Portuguesa y con ello de la cadena arroceras.

La penetración en los mercados alternativos que puede tener Venezuela en Centroamérica y el Mar Caribe, garantizarían un potencial de crecimiento de la cadena arroceras del Estado Portuguesa, incentivando las inversiones en el sector.

Es importante realizar inversiones en investigación con el objeto de mejorar significativamente los rendimientos por hectárea de arroz, al igual que los rendimientos en granos enteros de la agroindustria, para poder igualarse con los países exportadores del MERCOSUR y la CAN. Esto permitiría bajar los costes de producción y consecuentemente aumentar su competitividad.

Igualmente es necesaria la eliminación de los controles de precios, en la cadena arroceras, y que los beneficios compensen las inversiones realizadas.

Finalmente habría que generar políticas de incentivos a las exportaciones, garantizar la segu-

ridad jurídica de las inversiones a realizar y buscar estabilidad en las políticas nacionales, de manera tal que se proyecte un ambiente seguro a los inversionistas

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albisu, L., Meza, L. 2004. Análisis DAFO de la Gastronomía en Aragón. Unidad de Economía Agraria. CITA. Gobierno de Aragón. Zaragoza.
- Asociación Venezolana de Molinos de Arroz de Venezuela (Asovema). 2009. Información estadística de arroz. Caracas. Venezuela. <http://asovema.org.ve/estadisticas.htm>.
- Banco Central de Venezuela (BCV). 2009. Información estadística. Indicadores económicos <http://www.bcv.org.ve/c2/indicadores.asp>.
- Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras (MPPAT). 2009. Información estadística. <Http://www.mat.gob.ve/>.
- Roldan, D. 2000. Los indicadores en el contexto de los acuerdos de competitividad de las cadenas productivas. Convenio Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA - ACT Colombia. Colección documentos IICA. Serie Competitividad. No.17. Bogotá. Colombia. <http://www.iica.int/>
- Tribunal Supremo de Justicia (TSJ). 2007. Gaceta oficial número 38.659. República Bolivariana de Venezuela. Caracas. <http://www.tsj.gov.ve>
- United States Department of Agriculture (USDA). 2009. Estadísticas mundiales de producción de arroz. PSD online. <Http://www.fas.usda.gov/psdonline/>.
- Vivas, V.2010. Competitividad de la cadena arroceras del estado portuguesa, Venezuela, en el marco de los procesos de integración en América del Sur. Tesis Doctoral presentada en la Universidad de Zaragoza. España.

**OPTIMIZACIÓN DE LA MEZCLA ESTIÉRCOL SECO DE BOVINO, ASERRÍN  
FERMENTADO Y ARENA LAVADA, USADAS COMO SUSTRATOS, EN LA  
CAPACIDAD DE GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE PIMENTÓN (*CAPCICUN  
NAHUM*) VARIEDAD CURBANELLA**

---

**OPTIMIZATION OF THE MIXTURE DRY MANURE GIVES BOVINELY, FERMENTED  
SAWDUST AND SAND WASHED, USED AS SUBSTRATA, IN THE CAPACITY OF  
GERMINATION OF SEEDS OF PAPRIKA (*CAPCICUN NAHUM*) VARIETY CURBANELLA**

---

*Wilmer Salazar*

Profesor Asistente (UNELLEZ, San Carlos), Programa Ciencias del Agro y del Mar, Vicerrectorado de Infraestructura y Procesos Industriales, UNELLEZ-San Carlos, estado Cojedes, Venezuela 2201. e-mail: *Swilmer\_hohan@hotmail.com*

Recibido: 17-10-2009 / Aceptado: 02-02-2010

**RESUMEN**

El estiércol seco de bovino, aserrín fermentado y arena lavada son muy utilizados frecuentemente como sustratos para germinación de semillas (Lincoff, 1981; Ricardo Escobar, 1978; Guerrero, S, D., 1963). El término sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno. (Hartmann y Kester, 2002). En el presente trabajo se optimizó la mezcla estiércol seco de bovino, aserrín fermentado y arena lavada, usadas como sustratos, en la capacidad de germinación de semillas de pimentón (*Capcicun Nahum*) variedad Curbanella, para tal fin se trabajó con un diseño de mezcla para tres factores con triple repetición. Los resultados fueron analizados a través de análisis de varianza y función de deseabilidad. Se concluyó que el estiércol de bovino seco, la arena lavada y el aserrín presentaron efecto altamente significativo sobre las respuestas estudiadas, es decir provocaron cambios en las mismas y que con un tratamiento de 75 % de estiércol, 25 % de arena y 0% de aserrín se obtuvo el máximo valor de porcentaje de germinación (88,35 %), mínimos días en germinar (4 ó 5) y que las plántulas alcancen 15 centímetro (22 ó 23 días).

**Palabras clave:** *Plántulas, germinación, compost, superficie de respuesta.*

**SUMMARY**

The dry manure of bovinely, fermented sawdust and washed sand are very used frequently as substrata for germination of seeds (Lincoff, 1981; Ricardo Escobar, 1978; Warrior, S, D., 1963). The term (end) substratum, which is applied in agriculture, refers to any material, naturally or synthetically, mineral or organically, of form pure or mixed, whose (which) principal function is to serve as way of growth and development to the plants (flowers), allowing his (her, your) anchorage and support across the radical system, favoring the water supply, nutrients and oxygen. (Hartmann and Kester, 2002). In the present work I optimize the mixture (mixing) dry manure of bovinely, fermented sawdust and sand washed, used as substrata, in the capacity of germination of seeds of paprika (*Capcicun Nahum*) variety Curbanella, for such an end (purpose) I work with a design of mixture (mixing) for three factors with triple repetition. The results were analyzed across analysis of variance and function of deseabilidad. One concluded that the manure of bovine I dry, the washed sand and the sawdust presented highly significant effect on the studied answers, that is to say they provoked changes in the same ones and that with a treatment of 75 % of manure, 25 % of sand and 0 % of sawdust obtained the maximum value of percentage of germination (88,35 %), minimal days in germinating (4 ó 5) and that the plántulas reach 15 centimeter (22 ó 23 days).

**Key words:** *Plántulas, germination, compost, surface of response.*

## INTRODUCCIÓN

El término sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno. (Hartmann y Kester, 2002). Arturo Calderón O (2003), en su trabajo de investigación titulado: "Sustratos Agrícolas", identificó los principales problemas de los sustratos en: problemas de concepto, de manejo, precio, de reproductividad y disponibilidad, ambientales y de investigación.

Actualmente, el conocimiento base de los sustratos provenientes de antiguos trabajos de investigación sustratos y ciencias del suelo, resulta en algunos casos insatisfactorio; adicionalmente, las nuevas metodologías propuestas para su reemplazo aún no han sido completamente probadas o estandarizadas, motivo por el cual no se han considerado como un conocimiento de referencia. Por este motivo, parte de la investigación debe dirigirse a incrementar la consistencia de los resultados analíticos y elaborar protocolos que faciliten su interpretación (Riviére y Caron, 2001).

Según Inversen, *et al.* (1997) es común entre los productores aplicar estiércol al suelo para mejorar la disponibilidad de nutriente en los sustratos, pero sin conocer las dosis adecuadas. En 1987, Ricardo Escobar, demostró que la arena, le proporciona un porcentaje de germinación a semillas de maíz, muy similar a la de otros sustratos estudiados y en 2006, C. Fernández-Bravo, *et al.*, encontró que la turba (Aserrín), puede ser utilizada como mezcla de sustratos para semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv 'Río Grande'.

Ahora bien si muchos autores, han demostrado que el aserrín, estiércol de bovino y la arena lavada

pueden ser utilizados como medio de sustratos para plántulas, ¿Será que tiene el mismo comportamiento para ser utilizado en plántulas de pimentón? ¿Cuál será la mezcla de sustrato (Estiércol de bovino, aserrín y arena lavada) más recomendada para optimizar la germinación de semillas de pimentón?, por estas interrogantes, se plantea este trabajo de investigación que tiene por objetivos general la Optimización la mezcla estiércol seco de bovino, aserrín fermentado y arena lavada, usados como sustratos, en la capacidad de germinación de semillas de pimentón (*Capcicun Nahum*) variedad Curbanella y específicos, evaluar el efecto de la mezcla estiércol de bovino seco, aserrín fermentado y arena lavada, usados como sustratos, sobre en la capacidad de germinación (% de germinación, días en germinar y días en alcanzar 15 cm.) de semillas de pimentón (*Capcicun Nahum*) variedad Curbanella y estudiar la deseabilidad multirespuesta de las variables estiércol de bovino seco, aserrín fermentado y arena lavada sobre el porcentaje de germinación, días en germinar y días en alcanzar 15 cm., de semillas de pimentón (*Capcicun Nahum*) variedad Curbanella

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la presente investigación se trabajó con mezclas de aserrín, estiércol seco de bovino y arena lava, como sustratos. Esta última fue comprada en una casa comercial de materiales de construcción ubicada en Tinaquillo-Cojedes, el aserrín fue regalado por un aserradero del Municipio Tinaco-Cojedes, éste se encontraba fermentándose desde hace ocho (8) meses y el estiércol seco de bovino fue recolectado del sector de las "Mesas de Vallecitos" en Tinaquillo-Cojedes, y fue triturado con palas y posteriormente cernido para mantener una homogeneidad de partículas en la mezcla. Una vez obtenidos todas las materias primas para el mezclado, se procedió a realizar las mezclas según la indicaba el diseño de tratamiento utilizado (diseño de mezcla para tres factores sin restricciones en los factores, con un total de 10 tratamientos, repetidos por triplicados), 5 kilogramos por mezcla. Las mismas fueron colocadas en los semilleros, los cuales fueron de bloques de cementos, y posteriormente desinfectados con agua hervida, cubiertas con bolsas negras para que actuara el calor y dejadas reposar 24 horas. Trascorrido el tiempo de reposo, se

procedió a humedecer los semilleros y posteriormente se realizó la siembra de las semillas de pimentón, dicha siembra se realizó por punto y en tresbolillo a una profundidad de 1,5 cm. y una densidad de 100 semillas por semillero por tres repeticiones, lo que hacía un total de 300 semillas por tratamiento. Seguidamente se regaron todos los semilleros y se le colocó una malla de umbráculo para proteger a las futuras plántulas del sol; diariamente se repetía el regado por las mañanas y se observaban todos los semilleros para apreciar si existía o no crecimientos en los mismos.

Para la recolección de los datos se procedió de la siguiente manera: el porcentaje de germinación se contó el número de semillas colocadas por cada semillero (SCS), posteriormente al germinar las semillas se observó cuántas semillas germinaron (SGS) y luego se aplicó la siguiente ecuación, porcentaje de germinación =  $(SGS/SCS) * 100$ ; Los días en germinar, se contaron los días desde que las semillas fueron colocadas en el semillero hasta el día que germinó, posteriormente se tomó una media de los días por cada repetición y los días en alcanzar los 15 cm., se cuantificó contando los días desde que la semilla germinó hasta que la plántula tenía una altura de 15 cm., posteriormente se tomó una media de los días por cada repetición. Los datos fueron analizados a través de análisis de la varianza y perfiles de deseabilidad multirespuesta con la ayuda del software STATISTICA versión 6.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se muestra la significancia de los ANAVAR para las respuestas estudiadas, en el mismo podemos apreciar que los tratamientos aplicados a las semillas de pimentón tuvo un efecto altamente significativo, esto quiere decir que las mezclas de sustratos utilizados inducen la germinación, los días en germinar y en alcanzar los 15 cm. de las semillas de pimentón. Al observar la interacción estiércol seco de bovino, aserrín y arena lavada, podemos apreciar que tuvo un efecto altamente significativo, lo que permite decir que estos tres componentes actúan en sinergia para favorecer las respuestas estudiadas, pero no para los días de germinación. Resultados similares fueron encontrados por Guerrero, S, D. en el 1963 demostrando que el aserrín puede ser usado como sustrato en

pruebas de germinación de semillas de frijol; Lincoff en el 1981 comentó que el estiércol de bovino es rico en carbono nitrogenado lo cual es muy importante para los microorganismos responsables de la puesta en disposición de los nutrientes para la planta y Ricardo Escobar en 1978 donde no encontró diferencia significativa en el uso de arena como sustrato, sobre el porcentaje de germinación, en comparación con otros sustratos tradicionales.

**Cuadro 1.** Significancias presentadas en el ANAVAR para las respuestas estudiadas

Fuente de Variación	Porcentaje Germinación	Días de Germinación	Días alcanzar 15 cm.
Tratamientos	**	**	**
Regresión	**	**	**
1er Orden	**	**	**
X1	**	**	**
X2	**	**	**
X3	**	**	**
Interacciones	**	**	**
X1*X2	**	**	**
X1*X3	NS	**	**
X2*X3	**	**	**
X1*X2*X3	**	NS	**
Falta de Ajuste	**	**	**
Repetición	**	**	**

El estudio de la deseabilidad, nos permite obtener valores de tratamientos que permitan maximizar una respuesta y minimizar otras en el conjunto de respuestas que se estudian. El gráfico 1, muestra la deseabilidad multirespuesta del presente trabajo, para su elaboración se consideró que deseamos que el porcentaje de germinación fuera lo más grande posible (máximo), las variables días en germinar y en que las plántulas alcancen 15 centímetros fueran lo más bajo posible (mínimo); según estas consideraciones se obtuvo que el máximo valor de porcentaje de germinación (88,35 %), mínimos días en germinar (4 ó 5) y que las plántulas alcancen 15 centímetros (22 ó 23), se obtienen con un tratamiento de 75 % de estiércol, 25 % de arena y 0% de aserrín.



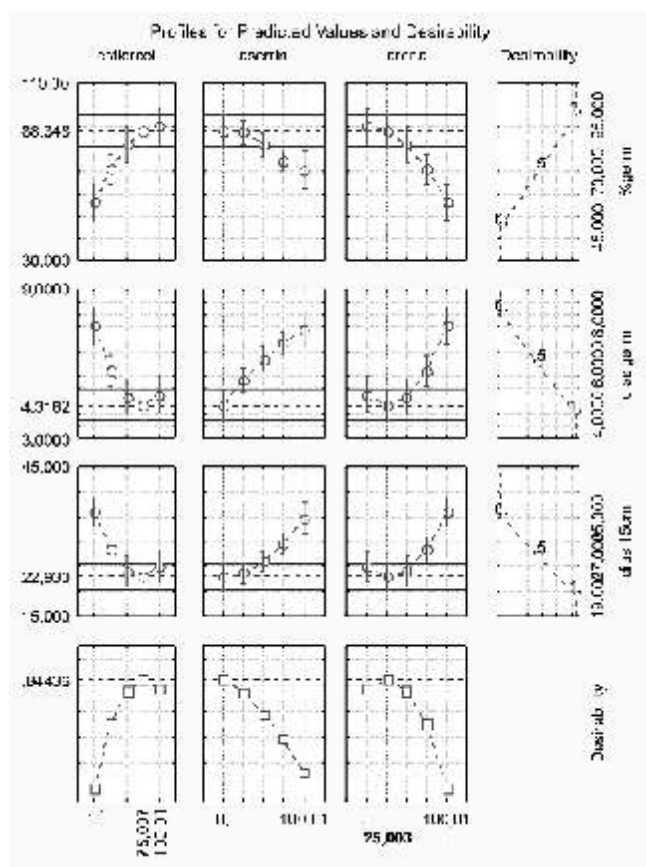


Gráfico 1. Deseabilidad multirespuesta.

### CONCLUSIONES

- El estiércol de bovino seco, la arena lavada y el aserrín presentaron efecto altamente significativo sobre las respuestas estudiadas, es decir provocaron cambios en las mismas.
- Con un tratamiento de 75 % de estiércol, 25 % de arena y 0% de aserrín se obtuvo el máximo valor de porcentaje de germinación (88,35 %), mínimos días en germinar (4 ó 5) y que las plántulas alcancen 15 centímetro (22 ó 23).

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. C. Fernández-Bravo, N. Urdaneta, W. Silva, H. Poliszuk y M. Marín, 2006. Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv 'Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. Pág. 188-195.
2. Calderón O Arturo, 2003. Sustratos agrícolas. Proyecto Fondef D011063 - Facultad de Cs. Agronómicas-U. de Chile. La Pintana, Región Metropolitana, Chile.
3. Escobar Ricardo, 1978. Comparación de algunos métodos para la evaluación de la germinación en semillas de maíz (*zea mays* l.). *Agronomía costarricense*. Pág. 7-11.
4. GUERRERO S. D, 1963. Problemas de las pruebas de germinación de maíz y frijol. In *Reunión Centroamericana sobre el Mejoramiento del Maíz*. 9a San Salvador. Pág. 60-62.
5. Hartmann, h. y Kester, D. 2002. *Plant propagation. Principles and practices*. Prentice Hall. New Jersey. Pág.880
6. Iversen, K. V., J. G. Davis and M. F. Vigil, 1997. Variability of manure nutrient content and impact on manure sampling protocol. *Colorado State University*. Pág. 4.
7. Lincoff, G. H. 1981. *Field guide to North American mushrooms*. Knopf Inc. Nueva York, Pág. 926.
8. Riviere, I. y Caron, J. 2001. Research in substrates: state of the art and need for the coming 10 years. *Acta Horticulturae*, 548: Pág. 29-37.

## **BIOADSORCIÓN DE HIERRO UTILIZANDO QUITOSANO (*Poliglucosamina*), AL DETERMINAR METALES PESADOS EN LOS EFLUENTES INDUSTRIALES DEL RÍO TINAQUILLO Y RÍO TAMANACO, DEL ESTADO COJEDES\***

---

### **BIOADSORPTION OF IRON USING QUITOSAN (POLIGLUCOSAN) TO DETERMINE HEAVY METALS IN INDUSTRIAL EFFLUENTS OF TINACO AND TINAQUILLO RIVES ON COJEDES STATES.**

---

*Anaís Balza*

\*Informe final de investigación. Código: 31107101

IMSc. en Ingeniería Ambiental. Doctorante en Ciencias de la Educación (ULAC). Profesora Asistente. Programa Ingeniería. UUNELLEZ-San Carlos. e-mail: [anaibalza@hotmail.com](mailto:anaibalza@hotmail.com)

Recibido: 03-12-2009 / Aceptado: 22-02-2010

#### **RESUMEN**

En el presente trabajo, se estudia la factibilidad de emplear adsorbentes naturales, preparados con materia prima de origen natural y de muy bajo costo, permitiendo la remoción de metales pesados presentes en las aguas residuales de algunas industrias, dando respuesta a los problemas planteados en el área de la Zona Industrial de Tinaquillo, municipio Falcón, estado Cojedes. Como biosorbente se utilizó quitosano comercial (Sigma Aldrich) y quitosano sintetizado en el laboratorio por un método modificado, siendo este un biopolímero que posee variados usos, entre ellos su utilidad en el tratamiento de aguas residuales. El estudio realizado determinó que en uno de los tramos estudiados del Río Tinaquillo se detectó la presencia de metales pesados como Aluminio (Al), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Hierro (Fe) y Zinc (Zn), y en concentraciones fuera de la norma según el MARN. Las pruebas de ensayos realizadas para la remoción consistió en variar cantidades de bioadsorbente quitosano (Sigma Aldrich) de 0,25; 0,50 y 1,0 g en 50 mL de muestra, a diferentes tiempos de contacto: 5, 15 y 20 horas, en medio ácido y a temperatura del medio. Al estudiar la remoción de metales pesados, se tomó en cuenta la remoción del hierro (Fe), por ser éste el metal presente en mayor concentración en la muestras, resultando que el bioadsorbente actuó eficientemente en la adsorción del mismo, determinándose una remoción total del 100%, al utilizar 1,0 g de quitosano a un tiempo de contacto de 20 horas, pH=4 y a 26°C, estudiadas por Espectrofotometría de Absorción Molecular de UV-V. Además se comprobó que el bioadsorbente quitosano tiene propiedades

antibacteriales, ya que las muestras de agua captadas, presentan alto contenido de coliformes totales y fecales y al ser tratadas con el mismo, éstas resultaron en un rango  $< 2$ , detectándose un bajo crecimiento bacteriano. De esta forma se está frente a una alternativa viable, ya que la metodología aplicada es sencilla, de muy bajo costo y de gran factibilidad, considerando que el bioadsorbente puede extraerse de las conchas de camarones, los cuales también son desechos contaminantes de la industria camaronera, lográndose con ello descontaminar efluentes que contienen altas concentraciones de metales pesados, que resultan ser muy tóxicos y dañan el ecosistema.

**Palabras clave:** Metales Pesados, Bioadsorción, Quitosano, Río Tinaquillo.

#### **SUMMARY**

In this paper, we study the feasibility of using natural adsorbents prepared with raw material of natural origin and low cost, allowing the removal of heavy metals in wastewater from industries, responding to the specific issues raised in the area of Industrial Zone of Tinaquillo, Falcón Municipality, State Cojedes. Chitosan commercial (Sigma Aldrich) and chitosan synthesized in the laboratory by a modified method was use as biosorbent ubrich is a biopolymer that has many uses, including its usefulness in the treatment of wastewater. The study found that in one of the sections studied of the Tinaquillo River was detected the presence of heavy

metals such as Aluminum (Al), Copper (Cu), Chromium (Cr), Iron (Fe) and Zinc (Zn), at concentrations exceeding MARN rule. The assay tests performed for removal was consist in varying amounts of chitosan Bioadsorbente (Sigma Aldrich) of 0.25, 0.50 and 1.0 g in 50 mL of sample at different contact times: 5, 15 and 20 hours in acid medium and temperature of the medium. In considering the removal of heavy metals were taken into account the removal of iron (Fe), as the metal in greatest concentration in the samples and found that the bioadsorbent acted efficiently in self removal, so getting a total removal of 100%, using 1.0 g of chitosan commercial at a contact time of 20 hours, pH = 4 and 26 °C, studied by Molecular Absorption Spectrophotometry UV-V. In addition it was found that chitosan bioadsorbente also has antibacterial properties, because the water samples captured, have high content of total and fecal coliforms when treated with it, these resulted in a range <2, showing a low bacterial growth. Thus we face viable alternative because the methodology is simple, very low cost and high feasibility whereas bioadsorbent can be extracted from shrimp shells, which are also polluting waste in the shrimp industry, being obtained with it decontaminate effluents containing high concentrations of heavy metals that are very toxic and cause damages to the ecosystem.

**Keywords:** *Heavy metals, Bioadsorción, Chitosan, Tinaquillo River.*

## INTRODUCCIÓN

Las actividades industriales generan contaminación a gran escala con metales pesados en el ambiente. En el caso de aguas superficiales, pueden comprometer seriamente el uso de este recurso como fuente de agua para el consumo humano (Vullo, 2003). Una alternativa para la remoción de metales pesados es la utilización de quitosano, ya que diversos estudios han demostrado que este material adsorbente es capaz de fijar una gran variedad de metales. En este trabajo, se empleó el quitosano como bioadsorbente y a través de un estudio experimental, se determinó su capacidad y eficiencia al remover uno de los metales pesados presente en estos efluentes de la zona industrial de Tinaquillo municipio Falcón, del estado Cojedes, en este caso el metal removido fue hierro, por ser el metal presente en mayor concentración y la metodología establecida permitió optimizar algunas de las condiciones fisicoquímicas para su remoción; siendo este el principal propósito de la investigación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Población y muestra

Se considera la población de estudio, los efluentes industriales de la zona industrial de Tinaquillo, específicamente en un tramo del Río Tinaquillo y del Río Tamanaco. La recolección de las muestras dependió de los procedimientos analíticos empleados y los propósitos del estudio. El objetivo del muestreo fue el de obtener una parte representativa del material bajo estudio (cuerpo de agua, efluente industrial, agua residual, y otros.) para la cual se analizaron las variables fisicoquímicas de interés. En éste trabajo, se estudiaron 2 tramos de las cuencas del Río Tinaquillo y Río Tamanaco, para un total de 8 muestras recolectadas. Teniendo como variable dependiente: Concentración de metal adsorbido y variables independientes: Tiempo de contacto y cantidad de bioadsorbente.

### Optimización de las condiciones de trabajo: (Según CARTAYA *et al*, 2007)

La capacidad de adsorción de los metales a estudiar sobre el bioadsorbente quitosano, se hace ajustándose a pH ácido entre 3 y 4 con HNO<sub>3</sub> concentrado y a 26°C. La cantidad de quitosano a utilizar varía entre 0,25 y 1,0 g en 50 mL de muestra, en un tiempo

de retención entre 5 y 20 horas.

### Proceso de Adsorción de los metales pesados (Según DÍAZ *et al*, 2003)

La adsorción de los metales se estudió a través de un proceso mecánico, con lecho fijo de quitosano empaquetado, que opera en continuo, con flujo descendente. Las variables estudiadas fueron: el tiempo de retención, la cantidad de quitosano y pH controlado del medio entre 3 y 4

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede apreciar según Cuadro 1, que las aguas afluentes del Río Tinaquillo donde se descargan residuos provenientes de las actividades industriales, contienen metales pesados; que sobrepasan el límite de acuerdo con la norma permitida, según MARN. Estos metales son: Aluminio, Cobre, Cromo, Hierro y Zinc, siendo el hierro el que presentó mayor concentración en las muestras estudiadas.

**Cuadro 1:** Determinación de metales pesados (Río Tamanaco) Río La Aguadita. Sector Tamanaco. La Aguadita, Municipio Lima Blanco. (Temporada seca y de lluvia).

Nº	PARÁMETRO	Método*	Cant. (mg/L) (AB1-I)	Cant. (mg/L) (AB2 I)	Cant. (mg/L) (AB3 I)	Método**	AB2-S (mg/L)	Límite (mg/L)
1	Aluminio Total	ICP – AES	ND	ND	ND	DREL 2400	5,93	0,2
2	Cadmio, Total	ICP – AES	ND	ND	ND	DREL 2400	ND	0,01
3	Cobalto Total	ICP – AES	ND	ND	ND	DREL 2400	ND	1,0
4	Cobre Total	ICP – AES	ND	ND	ND	DREL 2400	21,07	1,0
5	Cromo Total	ICP – AES	ND	ND	ND	DREL 2400	7,14	0,1
6	Estaño Total	ICP – AES	ND	ND	ND	DREL 2400	ND	0,01
7	Hierro Total	ICP – AES	ND	ND	ND	DREL 2400	475,25	1,0
8	Níquel Total	ICP – AES	ND	ND	ND	DREL 2400	ND	0,05
9	Plomo Total	ICP – AES	ND	ND	ND	DREL 2400	ND	0,05
10	Zinc Total,	ICP – AES	ND	ND	ND	DREL 2400	73,90	5,0

AB1-I= muestra pozo las babas, AB2-I= muestra puente aguadita, AB3-I= muestra sector los mangos (temporada de lluvia), AB-2S= muestra puente aguadita (temporada seca). ND: No Detectable, valor menor al límite de detección del método analítico utilizado. \*Espectroscopia por Inducción de plasma Acoplado. Fuente: Laboratorios Larsa (ULA). \*\* Fotometría simple (sobres productos en polvo). Fuente: Espectrofotómetro HACH DREL 2400 (MARN).

Según los reportes observados en la Cuadro 1, se percibe que en el afluente no se detectó la presencia de metales pesados durante la temporada de lluvia, se presume se deba a la temporada en que fueron tomadas las muestras, ya que en este periodo lluvioso, los ríos se tornan bastante torrentosos, lo que le

permite estar más oxigenado, y de acuerdo a la demanda química de oxígeno (DQO), apreciada en los datos reportados, ciertos metales que pudieran estar presentes fluyan a través de la corriente continua y pueden quedar depositados aguas más abajo, o lo que se prevé, estos son adsorbidos en la capa del subsuelo (biomagnificación) lo que no permitió fluir con las aguas del río de este tramo estudiado (fenómeno éste a considerar para investigaciones futuras), porque las muestras de aguas captadas para este tramo en temporada seca según los datos obtenidos se detectó concentraciones de algunos metales pesados fuera del límite permitido, aunque bajas en comparación a las concentraciones de estos en las aguas del Río Tinaquillo

En la Cuadro 2 Se observa según lo reportado una alta concentración de algunos metales pesados como Al, Cu, Cr, Fe y Zn; en los efluentes del Río Tinaquillo debido a algunas industrias existentes en el parque industrial del municipio Falcón, dedicadas al ramo metal mecánica, que no cuentan con modernos sistemas de control de sus residuos nocivos.

**Cuadro 2:** Determinación de metales pesados (Río Tinaquillo) Quebrada La Negra, Sector Caja de Agua. Tinaquillo, Municipio Falcón. (Temporada seca y de lluvia)

PARÁMETRO	METODO*	AB4-S (mg/L)	METODO**	AB4-I (mg/L)	LIMITE (mg/L)
Aluminio	ICP – AES	8,22	DREL 2400	2,33	0,2
Cadmio Metal	ICP – AES	ND	DREL 2400	ND	0,01
Cobalto Metal	ICP – AES	ND	DREL 2400	ND	1,0
Cobre Metal	ICP – AES	22,50	DREL 2400	8,40	1,0
Cromo Metal	ICP – AES	ND	DREL 2400	5,43	0,1
Estaño Metal	ICP – AES	ND	DREL 2400	ND	0,01
Hierro Metal	ICP – AES	842,67	DREL 2400	421,40	1,0
Níquel Metal	ICP – AES	ND	DREL 2400	ND	0,05
Plomo Metal	ICP – AES	ND	DREL 2400	ND	0,05
Zinc Metal	ICP – AES	239,29	DREL 2400	44,56	5,0

AB4-S = muestra tomada Quebrada La Negra. (Temporada seca). AB4-I = muestra tomada Quebrada La Negra (temporada de lluvia). ND: No Detectable, valor menor al límite de detección del método analítico utilizado \*Espectroscopia por Inducción de plasma Acoplado. Fuente: Laboratorios Larsa (ULA). \*\* Fotometría simple (sobres productos en polvo) Fuente: Espectrofotómetro HACH DREL 2400 (MARN).

Lo que demuestra que el metal hierro sigue presente en mayor concentración con respecto a los otros metales, esto en la temporada seca, aunque en concentraciones más bajas, para la temporada de

lluvia, (véase Cuadro 1 y 2), lo que se presume que los iones de hierro deben fluir con la corrientes provenientes de las aguas de estos efluentes, pero no los remueve completamente, considerándose que con esta situación, debe realizarse durante toda la época del año, el tratamiento a los efluentes para la remoción de estos componentes tóxicos como son los metales pesados, debido a que las concentraciones siguen sobrepasando el límite estipulado en el decreto 883 del MARN. Además que por efecto de la bioacumulación éstos deben quedar retenidos en algunos organismos vivos a lo largo de la cadena trófica, exhibiendo concentraciones sucesivamente mayores al ascender el nivel

**TABLA 3:** Cantidad de Hierro (Fe) removido. Quebrada La Negra, Temporada seca. quitosano comercial (Sigma Aldrich)

COD	Cant. quitos (g)	Tiempo retenc. (horas)	Metal remov	Cantid ad metal presente (mg/L)	Cantidad metal removido (mg/L)	COD.	Cant. quitos (g)	Tiempo retenc. (horas)	Metal remov	Cantid ad metal presente (mg/L)	Cantidad e metal removido (mg/L)
E-1	0,25	5	Fe	842,67	635,34	E-15	0,50	15	Fe	842,67	216,76
E-2	0,25	5	Fe	842,67	635,34	E-16	1,00	15	Fe	842,67	216,76
E-3	0,25	5	Fe	842,67	635,34	E-17	1,00	15	Fe	842,67	216,76
E-4	0,50	5	Fe	842,67	432,00	E-18	1,00	15	Fe	842,67	216,76
E-5	0,50	5	Fe	842,67	432,00	E-19	0,25	20	Fe	842,67	106,46
E-6	0,50	5	Fe	842,67	432,00	E-20	0,25	20	Fe	842,67	106,46
E-7	1,00	5	Fe	842,67	432,00	E-21	0,25	20	Fe	842,67	106,46
E-8	1,00	5	Fe	842,67	432,00	E-22	0,50	20	Fe	842,67	106,46
E-9	1,00	5	Fe	842,67	432,00	E-23	0,50	20	Fe	842,67	106,46
E-10	0,25	15	Fe	842,67	432,00	E-24	0,50	20	Fe	842,67	106,46
E-11	0,25	15	Fe	842,67	432,00	E-25	1,00	20	Fe	842,67	ND
E-12	0,25	15	Fe	842,67	432,00	E-26	1,00	20	Fe	842,67	ND
E-13	0,50	15	Fe	842,67	216,76	E-27	1,00	20	Fe	842,67	ND
E-14	0,50	15	Fe	842,67	216,76						

E-1= ensayo N° 1, E-2= ensayo N° 2. E-n= ensayo N° n. Fuente: Laboratorio de aguas FUNDAUNELLEZ

### TRATAMIENTO DE LA MUESTRA CON QUITOSANO PARA REMOVER METALES

Se determinó la remoción del metal Hierro (Fe), en las muestras estudiadas. La Cantidad de adsorbente pesado fue de 0,25, 0,50 y 1,0 g, para un tiempo de retención de 5, 15 y 20 horas, pH controlado de 3 a 4 y a 26°C, en 50 mL de muestra.

### REMOCIÓN DE METALES PESADOS CON QUITOSANO

Los resultados obtenidos al utilizar quitosano como adsorbente, utilizado para el estudio de extracción de iones metálicos en soluciones acuosas, demostraron la capacidad de éste al adsorber metales pesados, debido a que es un biopolímero formado a base

de D-glucosamina el cual posee grupos funcionales capaces de extraer iones metálicos. A partir de las pruebas de ensayos estudiadas, se demuestra a través de los análisis espectrofotométricos realizados la remoción de hierro (Fe), que se presentó en mayor concentración según la norma permitida para cursos de agua superficial en ríos. Se observa según los datos reportados la tendencia a que la concentración del metal hierro disminuye al ser tratado con el biopolímero, lo que sería la optimización más adecuada, específicamente cuando se utilizó 1,0 g de quitosano a pH=4 y en un tiempo de retención de 20 horas en una cantidad de muestra de 50 mL, siendo esta la mejor forma de realizar la experiencia, apreciada en la Tabla 3, donde resultó ser un 100% eficiente, ya que no se detectó la presencia del metal, resultando nula (0%) la cantidad de metal en la solución analizada (véase Tabla 3, ensayo E-25, E-26, E27).

En 50 mL de muestra de Quebrada La Negra; 1,0 g de Quitosano, a pH= 4 y T= 26°C.

### Cuadro 4: Actividad antimicrobiana del adsorbente Quitosano

QUEBRADA	PARÁMETRO	Cantidad presente antes	Cantidad presente después
La Negra	Coliformes fecales	21000	< 2
	Coliformes totales	21000	< 2

Fuente: Laboratorio de aguas FUNDAUNELLEZ

### ACTIVIDAD ANTIBACTERIAL DEL QUITOSANO

En cuanto a la actividad antibacteriana de este bioadsorbente, los resultados obtenidos en la Cuadro 4, muestran el efecto inhibitor del quitosano al realizar los análisis microbiológicos, con una cantidad de 1,0 g de quitosano y de 50 mL de muestra, sobre el medio de cultivos microbianos, dado que en los mismos disminuye casi en un 99% el crecimiento de bacterias. En este sentido, a partir de estos fenómenos observados, se podría ampliar los estudios a otros microorganismos, a fin de experimentar su efecto inhibitor contra una cepa patógena y determinar la concentración mínima inhibitoria del bioadsorbente, cuidando el empleo de tratamientos térmicos elevados, que implicarían mayores costos energéticos, además que para la remoción de metales pesados no es necesario un aumento de temperatura del medio. Así empleando quitosano permitiría remover los

metales y eliminar parte de los microorganismos durante el proceso de descontaminación en efluentes de aguas superficiales.

### DESORCIÓN DE METALES PESADOS CON EDTAYNaCl1,8M

Al experimentar la evaluación de desorción de iones metálicos en este caso hierro, resultó que en solución con EDTA se remueve mayor cantidad de hierro, puesto que el resultado de los lavados arroja mayor captación iones metálicos desorbidos del quitosano, quedando un 32,24% de éste en la solución en comparación cuando se utilizó NaCl 1,8M, que resultó remover un 19,14% de los iones hierro en el bioadsorbente.

### DISEÑO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACIÓN

De los gráficos de la figura 1 y 2, se puede observar que la formulación optimizada brinda mayor confiabilidad en los datos, frente a la cantidad de metal adsorbido en función de los cambios de concentración y el tiempo de retención del metal, debido a que  $r$  se aproxima a 1, esto significa que el diseño experimental aplicado presenta una asociación lineal casi perfecta.

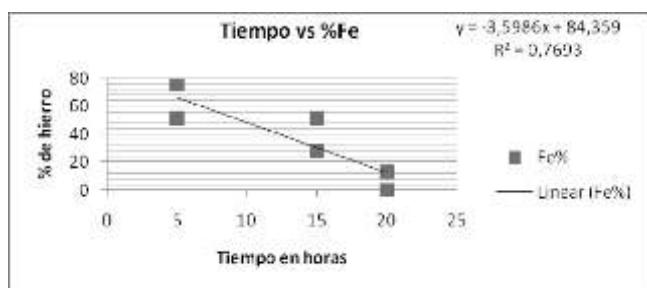


Figura 1: Gráfico adsorción del Fe en función del tiempo de contacto

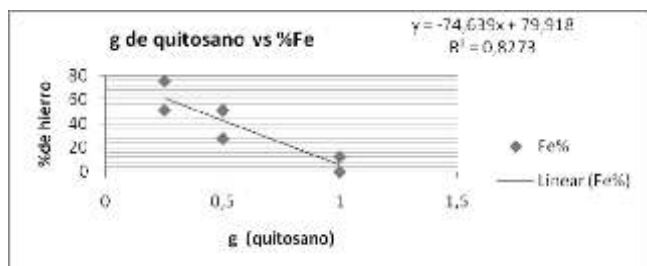


Figura 2: Gráfico adsorción del Fe en función de la cantidad de quitosano

### ANÁLISIS ESPECTRAL DE FT-IR DEL BIOADSORBENTE:

Análisis espectral de FT-IR del bioadsorbente Quitosano Comercial y Quitosano Sintetizado

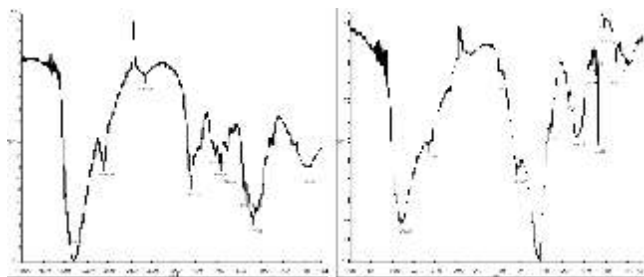


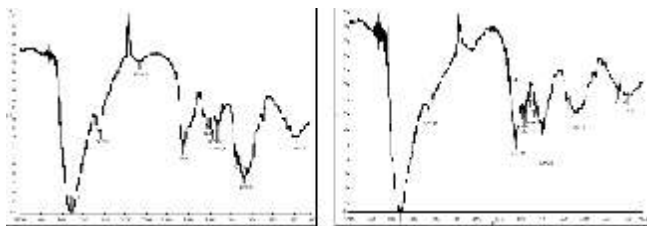
Fig. 3: Espectro de FT-IR de quitosano comercial y sintetizado a nivel de laboratorio  
Fuente: Laboratorios Larsa ULA.

Los espectros Infrarojos del quitosano comercial (Sigma Aldrich) y del quitosano sintetizado se muestran en la Figura 3, se observan las bandas características a 3445  $\text{cm}^{-1}$  (tensión del grupo-OH), observándose bandas de intensidad media correspondientes a vibraciones de estiramiento del NH ubicadas 3306  $\text{cm}^{-1}$  (tensión del grupo N-H), 2922 y 2852  $\text{cm}^{-1}$  (tensión del grupo C-H), y la banda de absorción de intensidad media a fuerte relativas a vibraciones de deformación del grupo amino a una frecuencia entre 1650 (Amida I), 1580  $\text{cm}^{-1}$  (flexión doble del grupo -NH<sub>2</sub>), 1313  $\text{cm}^{-1}$  (Amida III), 1152  $\text{cm}^{-1}$  (tensión antisimétrica del puente C-O-C), 1077 y 1032  $\text{cm}^{-1}$ , bandas de absorción de intensidad media a débil para el enlace C-N de las aminas alifáticas primarias aparecen en la región de 1250 a 1020  $\text{cm}^{-1}$  (Silverstein *et al.*, 1991). La desacetilación varía con las condiciones usadas, porque el término quitosano cubre un amplio rango de polímeros relacionados que varía con el contenido de grupos aminos libres.

Mientras que en la figura 4 se puede observar en los espectros IR, la adsorción de algunos metales estudiados, presentó ligeras variaciones en las bandas ubicadas a 1510, 1460, 1270 y 1130  $\text{cm}^{-1}$ , correspondientes a grupos funcionales presentes en el quitosano (Grube *et al.*, 2006). En general, se observa que la adsorción de los metales produjo modificación en la estructura del quitosano, esto en la región del IR cerca de los 600 a 400  $\text{cm}^{-1}$ , debido al efecto de las vibraciones de tensión y flexión de los enlaces entre

los átomos metálicos y ligandos inorgánicos u orgánicos que ocurre a frecuencias inferiores a  $650\text{ cm}^{-1}$ .

Análisis espectral de FT-IR del bioadsorbente Quitosano Comercial más metales pesados



**Fig. 4:** Espectro de FT-IR de Quitosano Comercial y Quitosano comercial más metales pesados. Fuente: Laboratorios Larsa- ULA.

## CONCLUSIONES

- Se desarrolló un método innovador para el análisis de metales pesados basado en el empleo un bioadsorbente para la remoción de hierro de efluentes industriales. Durante la determinación de metales pesados para el tramo estudiado del Río Tinaquillo, se detectó la presencia de los metales: Aluminio, Cobre, Cromo, Hierro y Zinc sobrepasando el límite de concentración de la norma permitida según MARN, estando el hierro presente en mayor concentración con respecto a los otros metales, lo que indica que no se está cumpliendo con las especificaciones de la Norma del Decreto 883, por lo que el agua proveniente de estos ríos no está aptas para consumo humano.

- El bioadsorbente utilizado (quitosano) resultó efectivo en un 100% para la remoción del metal hierro, en las muestras de agua analizadas. Al tratarse la remoción, del metal hierro las condiciones más óptimas de ensayo fueron: a un tiempo de contacto de 20 horas y utilizando 1,0 g de quitosano, a pH=4 y a temperatura del medio de  $26^{\circ}\text{C}$ , demostrado a través de EAM UV-V, e interpretado a través de la caracterización del bioadsorbente por Espectroscopia de Infrarrojo (IR).

- El bioadsorbente resultó además, ser un antibacteriano eficaz, ya que las muestras analizadas con el mismo presentaron un bajo crecimiento microbiano, reduciendo la cantidad de coliformes totales y fecales a un rango casi no detectable. Las pruebas microbiológicas señalan que las aguas naturales de ninguno de los tramos de los ríos estudiados

pueden emplearse como fuente de abastecimiento para consumo humano por estar sobre los límites fijados por la norma ambiental.

## RECOMENDACIONES

- Estudiar la remoción del resto de los metales encontrados como el aluminio, cobre, cromo y zinc; que también resultaron en concentraciones fuera de la norma según decreto 883 del MARN, en estos efluentes, realizando pruebas de ensayo con el quitosano.

- Estudiar la recuperación de metales pesados a través de la desorción y la eficiencia del bioadsorbente al ser reutilizado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cartaya, O.; Ramírez, A.; Peniche, C. y Reynaldo, I. 2007. Adsorción de iones metálicos por quitosanas. Vol. 10, N° 31 enero-abril p. 61 – 64.
- Díaz, A.; Arias, J. y Gelves, G. 2003. Biosorción de Fe, Al y Mn de drenaje de ácidos de minas de carbón empleando Algas Marinas (*Sarfaassum* sp.) procesos continuos.
- Grube, M.; Lin, G.; Lee, H. y Kokorevicha, S. 2006. "Evaluation of sewage sludge-based compost by FT-IR spectroscopy". *Geoderma* 130:324-333.
- Silverstein, M.; Clayton, G. y Morrill, T. 1991. *Spectrometric identification of organic compounds*. P. 97-165.
- Vullo, D. 2003. Microorganismos y metales pesados: una interacción en beneficio del medio ambiente. *Revista Química Viva*. 2(3):1666-7948.

## NORMAS PARA LOS AUTORES COLABORADORES DE LA REVISTA AGROLLANIA

Los autores deben enviar original y dos copias de sus manuscritos al Director de la Revista **Profesor Juan J. Fernández Molina**, Coordinación de Postgrado, Universidad Ezequiel Zamora, Urbanización Cantaclaro, San Carlos, Estado Cojedes 2201, Venezuela. e-mail: [juanfer24@cantv.net](mailto:juanfer24@cantv.net), [jfermol@gmail.com](mailto:jfermol@gmail.com).

**Tipos de contribuciones:** trabajos de investigación originales de alta calidad, revisiones bibliográficas, resúmenes de libros textos.

**Preparación del Manuscrito:** El texto debe ser escrito en computadora a espacio y medio (1,5) utilizando un procesador de texto Microsoft Word, letra tipo 12 puntos, Times New Roman. El autor (es) debe identificarse incluyendo, dirección de correos, números de teléfonos, Fax, e-mail. Una copia electrónica debe ir acompañada de la versión final del manuscrito.

**Título:** Debe ser claro y preciso para que denote con exactitud los objetivos y contenidos del trabajo; debe ser corto preferiblemente no mayor de catorce (14) palabras y estar escrito en idiomas, español e inglés.

**Tamaño del Artículo:** Se recomienda que el artículo no exceda de 10 páginas con espacio interlineado de 1,5.

**Resumen:** Cada Artículo debe contener un resumen que no exceda de 300 palabras, incluyendo título, autores y dirección postal. Éste debe incluir con exactitud el propósito y contenido del artículo y estar escrito en los idiomas español e inglés.

**Texto:** El texto del manuscrito debe seguir el orden siguiente: Título, Autor (es), Afiliación, Resumen, Palabras Clave, Texto principal,

Reconocimientos, Apéndices, Referencias, Figuras, Cuadros. Las figuras y cuadros deben ir insertadas en el manuscrito. Los cuadros deben ser abiertos y los títulos de las figuras deben colocarse en la parte inferior de las mismas.

**Unidades:** Todas las unidades utilizadas en el manuscrito deben ser expresadas en el Sistema Internacional de medidas (SI). La temperatura debe expresarse en grados Celsius o Centígrados.

**Referencias:** Todas las publicaciones citadas en el texto deben presentarse en una lista de referencias seguido del texto del manuscrito. En el texto refiérase al apellido del autor seguido del año de la publicación. Ej. Davison (2004). Cuando en el texto se citen dos o más autores, se escribe el apellido del primer autor seguido de la palabra et al. y el año en paréntesis, ej. Fernández et al. (1999). La lista de referencias debe ser escrita en orden alfabético, comenzando por el apellido (s) de autor(es). El manuscrito debe ser revisado cuidadosamente, para asegurarse que los nombres y fechas de autores estén escritos correctamente y sean exactamente los mismos que aparecen en la lista de referencias. Las referencias deben ser escritas de la forma siguiente:

**Artículos en revistas:** Apellidos, Inicial, Año de publicación. Título del artículo. Nombre de la revista, volumen, número en paréntesis: páginas.

**Ejemplo:**

Barbosa-Cánovas, G.V., Fernández-Molina, J.J., Swanson, B.G. 2001. Pulsed electric fields: a novel technology for food preservation. *Agro-Tech. 1(2):9-17*.

**Libro texto:** Apellidos, Inicial, Año de publicación. Título con iniciales en mayúscula.



Edición (sólo si hay más de una), casa editora, lugar de publicación.

**Ejemplo:**

O'Mahoney, M. 1986. Sensory Evaluation of Food. Statistical Methods and Procedures. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 13-25.

**Capítulos de libros:** Apellidos, Inicial. Año de publicación. Título del capítulo y apellidos del editor/compilador. Título del libro, casa editora, lugar de publicación, páginas

**Ejemplo:**

Fernández-Molina, J.J., Barbosa-Cánovas, G.V., Swanson, B.G., Clark, S. (2002). Inactivation by high-intensity pulsed electric fields. In: Vijay K. Juneja & Jhon N. Sofos, *Control of Foodborne*

*Microorganism*, New York, Marcel Dekker, Inc. pp. 383-398.

**Internet:** Autor (organismo o autor personal de la página Web). Fecha (día, mes, año de la consulta del usuario). Título de la página. Tópico consultado. (Tipo de soporte = On Line que define el recurso Internet). Dirección URL (Uniform Resource Locator), que hace referencia a la dirección de la fuente, tal como aparece registrado en la pantalla del trabajo del navegador.

**Ejemplo:**

TNO. 17 de mayo de 2004. Food Extrusion. [on line].

<http://www.tpd.tno.nl/smartsite111.html>

## INTRUCTION FOR AUTHORS

The authors must submit original and two copies of manuscript (in English) to Professor Juan José Fernández Molina, Journal's Director to the following address: Coordinación de Postgrado, Universidad Ezequiel Zamora, Urbanización Cantacaro, San Carlos, Estado Cojedes 2201, Venezuela. e-mail: [juanfer24@cantv.net](mailto:juanfer24@cantv.net), [jfermol@gmail.com](mailto:jfermol@gmail.com).

**Type of submissions:** The Journal of AGROLLANIA welcomes submissions including high quality original research works in the areas of Food Science and Technology, Food Engineering, Environmental Engineering. Review papers and Book reviews are accepted too.

**Preparation of the Manuscript:** Submit text in Microsoft Word format using 12 point Times New Roman letter, paragraph spaced 1.5 between lines. An electronic version of the manuscript must be accompanied. Complete author, name(s), the affiliation of the author (s), and the name and e-mail address to whom correspondence should be sent.

**Title:** Should be clear, concise and informative that accurately reflects the objectives and contents of the work; should be short and not more than 14 words preferably. Must be writing in English and Spanish languages.

**Length of Article (s):** It is recommended that article (s) length do not exceed ten (10) pages at 1.5 spaces between lines.

**Abstract:** Should not exceed 300 words in length including title, author name (s), affiliation of the author (s) and postal address. It must be intelligible by itself, as well as list up to ten key words that reflect the paper's focus and content. Must be writing in English and Spanish languages.

**The Manuscript:** The text of the manuscript should have the following order: Title, Author name(s), Affiliation of the author (s), Abstract, key words, Introduction, Literature review, Materials and methods, Results and discussion, Conclusion, References, and Acknowledgments. Figures and Tables must be inserted in the manuscript. Table should be opened; title of figures should be writing at lower part of the figure.

**Units:** All units used in the manuscript should be expressed in the International System of units (SI), temperature should be expressed in degree Celsius.

**References:** In the text, give references by the surname of the authors and the year, using et al. When there are more than two authors. In the references section, list all authors, organizing the references alphabetically by the primary author's surname.

See below for examples of style to be used:

**Article in a Journal:**

Barbosa-Cánovas, G.V., Fernández-Molina, J.J., Swanson, B.G. 2001. Pulsed electric fields: a novel technology for food preservation. *Agro-Tech. 1(2):9-17*.

**Textbook:**

O'Mahoney, M. 1986. *Sensory Evaluation of Food. Statistical Methods and Procedures*. Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 13-25.

**Chapter in a Book:**

Fernández-Molina, J.J., Barbosa-Cánovas, G.V., Swanson, B.G., Clark, S. (2002). Inactivation by high-intensity pulsed electric fields. In: Vijay K. Juneja & Jhon N. Sofos, *Control of Foodborne Microorganism*, New York, Marcel Dekker, Inc. pp. 383-398.

**Internet:**

TNO. May 17 2004. Food Extrusion. [on line].

*<http://www.tpd.tno.nl/smartsite111.html>*.

- (1) Ing. Civil. Programa Ingeniería.  
Vicerrectorado de Infraestructura y  
Procesos Industriales.UNELLEZ San  
Carlos. Estado Cojedes. Venezuela 2201
- (2) Geógrafa, Programa Ingeniería.  
Vicerrectorado de Infraestructura y  
Procesos Industriales.UNELLEZ San  
Carlos. Estado Cojedes. Venezuela 2201

**INDICE ACUMULADO DE AGROLLANÍA  
REVISTA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**(2004-2007)**

**Volumen 1 (Enero-Diciembre 2004)**

**PRESENTACIÓN**

**AGROLLANÍA ERA UN SUEÑO**

**TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA BENEFICIADORA DE GRANOS Y SEMILLAS**

Enoc Castillo Astrosa

**SIMULACIÓN DE LA PÉRDIDA DE VAPOR DE AGUA Y CAMBIOS DE COLOR EN CAMBUR EV  
MANZANO (*Mussa apple sp*) DURANTE LA MADURACIÓN EN ATMÓSFERA MODIFICADA,  
UTILIZANDO METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA.**

Enrique Ávila y Alí R. Fuentes

**ESTUDIO COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO DE CERCAS ELECTRIFICADAS Y CERCAS  
CONVENCIONALES EN FINCAS GANADERAS.**

Carlos Isaac y Donato Vilani

**AJUSTE DE LOS PARÁMETROS DE ESTERILIZACIÓN DE SALSABOLOGNESA ANTE FALLAS  
EN EL AUTOCLAVE.**

José Vicente Ruiz

**DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE MIEL DE ABEJAS (*Apis mellifera*) EN EL ESTADO  
COJEDES, VENEZUELA**

Andrew Torres y Rafael Thiman

**EXPLORAR CONDICIONES EXPERIMENTALES DE LA TECNOLOGÍA DE OBTENCIÓN DE UN  
PRODUCTO TIPO BOLOGNA, A BASE DE PULPA DE CACHAMA (*Colossoma x Piaractus*)  
APLICANDO METODOLOGÍA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA**

Miguel Ángel Luque Serrano

**PARÁMETROS PARA LA ESTIMACIÓN DE COSTOS DE MECANIZACIÓN AGRÍCOLA EN  
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*)**

Alfonso Pèrez Espinla

José Ramón Pirela

**EFFECT OF IONIZING IRRADIATION ON THE NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF POTATO  
TUBERS (*Solanum tuberosum* L.)**

Juan J. Fernández-Molina, Richard Bey, Rene Rodríguez, Gale Klenkopf, and Mary Jo Frazier

**Volumen 2**  
**(Enero-Diciembre 2005)**

PRESENTACION

ANALISIS TENDENCIAL DEL ESCURRIMIENTO DEL RÍO TIRGUA EN PASO VIBORAL DE SAN CARLOS ESTADO COJEDES

Nahir Carballo y Maria Moreno

COMPARACIÓN ENTRE DOS AGARES SELECTIVOS PARA LA DETECCIÓN DE *Listeria monocytogenes* Y OTRAS ESPECIES DE *Listeria* EN PRODUCTOS CÁRNICOS

Ellirda Ortiz de Urbina

OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PASAPALOS A BASE DE HARINAS COMPUESTAS DE MAIZ (*Zea mays*) Y QUINCHONCHO (*Cajanus cajan L. Millsp*)

Armarty Parra y Juan J. Fernández Molina

ESTABILIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE UN PRODUCTO A BASE DE MANGO BOCADO (*Manguifera indica L*) APLICANDO TECNOLOGÍA DE OBSTÁCULOS

Tony García, Enrique Ávila, B. Barrios y J. Arias.

CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DE PURÉS DE GUAYABA (*Psidium sidium guajaba L.*)

C. Sánchez; P. López- Buesa; M. E. Venturini; R. Oria y A. C. Sánchez .

CARACTERÍSTICAS DE SORCIÓN DE HUMEDAD DE LA HARINA DE BATATA (*Ipomoea batatas spp*)

Mirna J. Landaeta de Fuentes y Juan J. Fernández Molina

MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA ESTIMACIÓN DE TORMENTAS DE DISEÑO EN EL ESTADO COJEDES

Paredes, F., Vivas, I, Caraballo, N. y Guevara, E.

EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL COMPORTAMIENTO VEGETATIVO DEL CULTIVO DE LA ZÁBILA (*Aloe vera*) EN LA LOCALIDAD “BRISAS DE PAN DE TRIGO” EN EL MUNICIPIO SAN CARLOS DEL ESTADO COJEDES

Morante, C y García, M.

INDICADORES DE GESTIÓN PARA LA PROCESADORA DE GRANOS DE LA REUNELLEZ

Andrew Torres.

**Volumen 3**  
**(Enero-diciembre 2006)**

PRESENTACION

Artículo DELAY OF RUTIN CRYSTAL FORMATION IN ASPARAGUS PICKLES

Morela Barreto Alcoba & Ronald Buescher

COMPORTAMIENTO DE LA CARNE DE CACHAMA (*Colossoma macropomum*) ANTE TRATAMIENTOS TECNOLÓGICOS VINCULADOS A LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS MOLDEADOS Y EMULSIONADOS

Miguel García O.

EFECTOS DE LOS INSUMOS TECNOLÓGICOS EN LOS COSTOS Y RENTABILIDAD DE LAS FINCAS LECHERAS DE LOS MUNICIPIOS FALCON Y LIMA BLANCO DEL ESTADO COJEDES

Nila Lavado.

PLAN ESTRATEGICO PARA LA DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA CUENCA DEL RIO TINACO: CONTROL FISICOQUIMICO Y MICROBIOLOGICO

Héctor Rodríguez Márquez.

CARACTERÍSTICAS DE ABSORCION DE HUMEDAD DE LA HARINA PRECOCIDA DE YUCA (*Manihot sculanta krantz*)

Fuentes, Ali R. y Juan J. Fernández-Molina.

CARACTERIZACIÓN HISTÓRICA DE LAS SEQUÍAS EXTREMAS DEL RÍO TIRGUA EN EL ESTADO COJEDES

Franklin Paredes, Luís Rumbo, Edilberto Guevara y Nahir Carballo.

VALORACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO LIVIANO UTILIZANDO COMO ÁRIDO ORGÁNICO POROSO, EL RESIDUO AGROINDUSTRIAL CASCARILLA DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) ENTERA

Ernesto Hernández y Tonny García.

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA VARIEDAD "PALMAR" EN CUANTO A LA PRODUCCIÓN DE ARROZ (*Oryza sativa*) PADDY Y CALIDAD MOLINERA, SOMETIDA A CUATRO (4) DOSIS DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA

Gaetano Iani Pacheco.

MODELACIÓN DE LA AUTODEPURACIÓN DEL AGUA EN EL TRAMO MEDIO DEL RÍO SAN CARLOS

Freddy La Cruz, Franklin Paredes y Edilberto Guevara.

INFORME DE GESTION-2005

Duglas Moreno.3

**Volumen 4**  
**(Enero-Diciembre 2007)**

EDITORIAL

**TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS:**

DETERMINACIÓN DE ISOTERMAS DE SORCIÓN DE HUMEDAD EN HARINA PRECOCIDA DE PLÁTANO VERDE (*MUSA PARADISIACA L.*)

Miguel Ángel Torrealba Piña

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA DE LA COMBINACION DE CARNE DE CHIVO, POLLO Y CERDO EN JAMÓN COCIDO

Jhonny Ali Palmero, Miguel Angel García, Enrique Coromoto Avila, Madeleine Deusdesdidh Suárez

LECHE DE COCO: COMPOSICIÓN, TECNOLOGÍA Y FUNCIONALIDAD. NUEVAS OPORTUNIDADES PARA SU CONSERVACIÓN Y USO

Pedro Navarro, Marisol Tapia, Elevina Pérez, Juan Fernández Molina, Jorge Welty-Chanes.

EVALUACIÓN DE LA EXACTITUD Y PRECISIÓN DE LOS MÉTODOS

M-HIDROXIFENILFENOL Y CARBAZOL APLICADOS EN LA CUANTIFICACIÓN DE SUSTANCIAS PÉCTICAS

Humberto Barazarte; Tonny García; Luís Duran; Luís Chaparro y Jordy Gámez.

OBTENCIÓN DE UN PRODUCTO LÍQUIDO MEDIANTE HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA DE SULÚ (*Maranta arundinacea L.*)

Judith Piñero, Gloria Montaña, Leticia Cubas

VALOR NUTRITIVO DEL BLEDO (*Amaranthus Spp*) IDENTIFICADO EN EL MUNICIPIO MORÁN, ESTADO LARA.

Íria Acevedo, Oscar García, Ingrid Acevedo y Carmen Perdomo

**MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS:**

COMPARACIÓN DEL EFECTO DE LOS SUPLEMENTOS REDUCTORES DE OXÍGENO DISUELTO SOBRE EL RECuento DE BIFIDOBACTERIUM SPP.

Virginia Medina; Blanca Barrios y Tony García

**INGENIERÍA AMBIENTAL:**

EFECTO DE LA OSCILACIÓN MERIDIONAL (ENSO) Y LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL OCÉANO ATLÁNTICO SOBRE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIO-

TEMPORAL DE LAS LLUVIAS EN EL ESTADO COJEDES

Jorge Millano; Franklin Paredes e Iraidá Vivas.

EFECTO DE LA EXPANSIÓN URBANA EN LA CUENCA ALTA DE LA QUEBRADA LA

YAGUARA SOBRE EL CAUDAL PICO AGUAS ABAJO DE LA CIUDAD DE SAN CARLOS-  
ESTADO COJEDES

Franklin Paredes, Luis Rumbo y Fredy La Cruz.

**DOCENCIA UNIVERSITARIA:**

APLICACIÓN ACADÉMICA DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA (6 s) EN LA ASIGNATURA  
CONTROL DE CALIDAD DE ALIMENTOS DEL PROGRAMA DE TÉCNICO SUPERIOR  
AGROINDUSTRIAL DE LA UCLA

Hugo Bianco, Silvia Gareca, Erika Cabrera, Pedro Morales y Alonso Arroyo

**CONSERVACIÓN DE SUELOS:**

EVALUACIÓN DE EFICIENCIA DEL VETIVER (*Vetiveria zizanioides*) EN LA CONSERVACIÓN  
DE SUELOS DE LADERAS EN PARCELAS YUQUERAS DE MACAPO ESTADO COJEDES

Luís Briceño y Francisco Bolívar



**Volumen 5**  
**(Enero-Diciembre 2008)**

EDITORIAL

**TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS:**

DESARROLLO Y OPTIMIZACION DE UN NECTAR A BASE DE MELON, PARCHITA Y LIMON A TRAVES DEL USO DE LA METODOLOGIA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA

Félix Rafael Millán Trujillo, Esther Linda Arciniegas y Dennar Coromoto Oropeza Noguera

EVALUACIÓN DE LA RESPUESTA TECNOLÓGICA DEL JAMON COCIDO SOMETIDO A DIFERENTES NIVELES DE CLORURO DE SODIO, FOSFATO DE SODIO Y NITRITO DE SODIO USANDO METODOLOGIA DE SUPERFICIE DE RESPUESTA (MSR)

Rubén Morales y Miguel García Ochoa

VARIABILIDAD DE LA RESPUESTA TECNOLÓGICA DE LA PULPA DE CACHAMA (*Colossoma macropomum*) EN FORMULACIÓN DE SALCHICHAS

Edith Julieta Moreno

FORMULACIÓN Y OPTIMIZACION DE UN ALIMENTO EXTRUIDO A PARTIR DE FRIJOL (*Vigna sinensis*) COMO FUENTE PRINCIPAL DE PROTEINA, PARA LA ALIMENTACIÓN DE CACHAMA (*Colossoma macropomum*) EN SU ETAPA DE ENGORDE.

Ricardo Olivares V. y Juan J. Fernandez Molina

OPTIMIZACIÓN DE SOLVENTES ORGANICOS UTILIZADOS EN LA EXTRACCION DE ACEITE EN SEMILLAS DE PARCHA REAL *Pasiflora quadrangularis L.*"

García-Rujano, Tonny; Chaparro, Luís; Garrido, Elba y Terán, Yanira

CALIDAD DE VINOS DE FRUTAS ELABORADOS EN LOS MUNICIPIOS GUANARE Y SUCRE, ESTADO PORTUGUESA Y MUNICIPIO BOCONÓ, ESTADO TRUJILLO MEDIANTE ANÁLISIS SENSORIAL

Isabel Macia

HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA LA COMBINACIÓN BALANCEADA DE NUTRIENTES UTILIZANDO LÓGICA DIFUSA Y BÚSQUEDA HEURÍSTICA.

Luisa M. Colón<sup>1</sup>, Belkys López de Lameda y Carlos Lameda

PLAN DE REDUCCION DEL REPROCESO DEL ARROZ PADDY (*Oryza zativa*) EN EL SISTEMA PRODUCTIVO DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL.

Rafael A. Romero P., Pedro M. Morales V., Hugo Bianco Dugarte

PLAN ESTRATEGICO GERENCIAL PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD EN LAS EMPRESAS PROCESADORAS DE GRANOS DEL ESTADO COJEDES.

Euardo A. Merchan B.

**MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS:**

"CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL INÓCULO OBTENIDO DURANTE EL PROCESO DE FERMENTACIÓN LÁCTICA DEL REPOLLO ENRIQUECIDO CON PULPA DE TOMATE"

Rafael Antonio Rojas Salinas

CARACTERIZACIÓN DE POLÍMEROS PRODUCIDOS POR CEPAS DE *Pseudomonas aeruginosa* AISLADAS DE DOS YACIMIENTOS DE PETRÓLEO.

Roselia Crispi

**INGENIERIA AMBIENTAL:**

VALORACIÓN DEL ASENTAMIENTO Y LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO, UTILIZANDO AGREGADO PÉTREO DEL MUNICIPIO FALCÓN, ESTADO COJEDES. UNA APROXIMACIÓN AL DISEÑO DE MEZCLAS

Ernesto Hernández Gil

GENERACIÓN Y EVALUACIÓN DE MODELOS EMPÍRICOS PARA LA OBTENCIÓN DEL FACTOR EROSIVIDAD DE LA LLUVIA EN LAS CUENCAS DE MONTAÑA Y PIEDEMONTE DEL ESTADO COJEDES

Iraida Vivas y José Domínguez Ruiz

NOTA DE INVESTIGACION (RESEARCH NOTE):

UN NUEVO ENFOQUE ALIMENTARIO

Constanza Sánchez Ornés

**Volumen 6**  
**(Enero-Diciembre 2009)**

**TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FRIJOL (*Vigna sp.*) EN LOS MUNICIPIOS TURÉN Y SANTA ROSALÍA DEL ESTADO PORTUGUESA (2000-2005) Andrew Torres

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN DE UN ALIMENTO ELABORADO A PARTIR DE FRIJOL (*Vigna sinensis*) COMO FUENTE PRINCIPAL DE PROTEÍNA PARA CERDOS (*Sus scrofa*) EN ETAPA DE INICIACIÓN

Jacovelin Morales de Pérez y Juan J. Fernández Molina

OPTIMIZACIÓN ROBUSTA DE UN PROBLEMA DE RESPUESTA MÚLTIPLE EN LA FORMULACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE GUAYABA (*Psidium guajava* L).

Félix Rafael Millán Trujillo, Nadyamar Rau Sayegh

AREPAS LISTAS PARA COCER DE LARGA VIDA ÚTIL A TEMPERATURA AMBIENTE.

ESTUDIO DE RETO MICROBIOLÓGICO

Pérez, E.<sup>1</sup>, Martínez, R.<sup>1</sup>, Lares, M<sup>2</sup>., Tapia, M.S.<sup>1</sup>

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE CAMBUR "Manzano" (*Musa Sp* (L), *AAB*), DEL SECTOR MANGO REDONDO DEL ESTADO COJEDES

Gyzel Rosalía Guillent Gallardo y Constanza Sánchez

COMPOSICIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y NUTRICIONAL DEL FRUTO DE MAMONCILLO (*Melicoccus bijugayus Jacq.*) SEGÚN SU UBICACIÓN EN EL ÁRBOL

Hilda C. Pérez C, Manuel Gómez P<sup>2</sup> y Josefina Vila.

COMPLEMENTACIÓN DE PROTEÍNAS DE FRIJOL (*Vigna sinensis*) CON CEREALES

Marisa Guerra, Alexia Torres y Marisela Granito

MICROBIOLOGÍA AISLAMIENTO DE BACTERIAS A PARTIR DE SUELOS TRATADOS CON PESTICIDAS, POTENCIALMENTE UTILIZABLES EN BIORREMEDIACIÓN

Molina-Quintero, L.; Medina-Ramírez, G. y Grassi H.C.

CONTRIBUCIÓN AL ESTUDIO DE LOS ÁCIDOS KAURÉNICOS AISLADOS A PARTIR DE *Coespeletia moritziana* Sch. Bip. Ex. Wedd. (FRAILEJÓN) Y SU ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA

Alexis Peña, Libia Alarcón, Alfredo Usabillaga, Judith Velasco y Paulino Delgado

OBTENCIÓN DE UN MEDIO DE CULTIVO LÍQUIDO EXPERIMENTAL AUTÓCTONO DE ENRIQUECIMIENTO PARA *Lactobacillus plantarum*.

Victor E. Pérez Guaina.

## **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

TÉCNICAS GRÁFICAS DINÁMICAS DE CO-OPTIMIZACIÓN, ASISTIDA POR  
COMPUTADORA (TGDCo.AC)

Enrique Ávila, C.

DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL PARA SIMULACIÓN DE PROCESO DE LA VARIABLE  
NIVEL

Llelysmar Crespo.

## **INGENIERÍA AMBIENTAL**

CARACTERIZACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LAS SEQUÍAS METEOROLÓGICAS EN  
LOS LLANOS DE VENEZUELA

Franklin Paredes, Jorge Millano, Luis Rumbo y Freddy La Cruz

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS REFERENCIALES DE CO<sub>2</sub> Y CH<sub>4</sub>, EN RELLENO  
SANITARIO LA PARAGÜITA

Gerdi Chassaigne; Gilberto Pinto

## **EDUCACIÓN AMBIENTAL**

LAS REDES DE INNOVACIÓN PRODUCTIVA COMO MEDIO PARA LA EDUCACIÓN  
AMBIENTAL

Doralisa Rangel de Rivas

INTERACCIÓN DE FACTORES DE RIESGO Y OCURRENCIA DE ACCIDENTES DE  
TRÁNSITO TERRESTRE EN LA CARRETERA TRONCAL T005-CO, DEL SECTOR SAN LUIS,  
MUNICIPIO TINACO - ESTADO COJEDES

Carlos Díaz; Iraida Vivas; Nahir Carballo; Celia Herrera