ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERÍA

Vol.18 (2) - 2009

Noviembre 2009



Revista de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato

La Revista ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERÍA es una publicación semestral de artículos técnicos de Tesis de Grado y Trabajos de Investigación realizados en la FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO así como contribuciones de otras Universidades e instituciones con las cuales la Facultad mantiene convenios de cooperación mediante el intercambio científico y cultural.
Las contribuciones a la presente publicación son responsabilidad absoluta de los autores.



Rector	Ing. M. Sc. Luis Amoroso Mora
Vicerrector Académico	DR. M. Sc. Galo Naranjo López
Vicerrector Administrativo	Dr. M. Sc. Remigio Medina Guerra
Decano	Ing. M. B. A. Danilo Morales Carrasco
Subdecana	Ing. Mg. Gladys Navas Miño
Comité Editorial	Ing. Alm. Juan de Dios Alvarado M. Sc.
	Ing. Alm. Mario Pardes Paredes M. Sc.
	Ing. Alm. Milton Ramos Moya M. Sc. Ph. D.
	Ing. Mg. Gladys Navas Miño

ISSN	1390 - 2180

CONTENIDO

EDITORIAL	1
PRESENTACIÓN	3
CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA Y TÉRMICA DE MIEL DE DOS VARIEDADES DE CAÑA WAGNER DANILO NARANJO ACOSTA†	5
CARACTERIZACIÓN DE LA ZANAHORIA AMARILLA *(Daucus carota)* SANDRA GABRIELA BARRAZUETA ROJAS LENIN ABELARDO GARCES ESPINOZA*	13
EFECTOS DE SUSTITUCIÓN DE LA LECHE DE VACA POR LECHE DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) EN LA ELABORACIÓN DE DULCE DE LECHE MÓNICA ALEXANDRA RAMOS SÁNCHEZ MILTON RAMOS*	21
ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS EN LA CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS MARINOS: ALBACORA O PEZ ESPADA (*Xiphias gladius*), TOLLO O TIBURÓN TOLLO (*Carcharhinus* sp.) Y CAMARÓN BLANCO (*Penaeus vannamei*) VILLAFUERTE CARRILLO FRANKLIN ROLANDO CÉSAR A. GERMAN*	28
EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE BIOXIGEN Y KILOL DF-100 EN LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DE FRUTILLA (*Fragaria chilocensis L.* Duch), MORA (*Rubus glaucus* Benth), BABACO (*Carica pentagona* Hellborn) Y TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea* Sendt) QUE SE COMERCIALIZAN EN LA CIUDAD DE AMBATO GABRIELA MIRANDA CARLOS RODRIGUEZ*	35
DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE LA ACCIÓN DE GRÁNULOS DE KEFIR DE AGUA SOBRE SUSTRATOS PREPARADOS CON LA MEZCLA DE PANELA Y AZÚCAR DIEGO J. BUITRÓN MARIO PAREDES*	40
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS REOLÓGICOS EN YOGURT JOHANNA PAULINA PILATÁSIG CASILLAS JUAN DE DIOS ALVARADO*	49
EFECTOS DE LA SUSTITUCION DE PULPA DE ARAZA POR ZUMO DE ZANAHORIA A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE AZUCAR EN LA ELABORACIÓN DE MERMELADA DE ARAZA RAQUEL SALAZAR DANILO MORALES*	53
ELABORACION DE UN BOCADILLO DE DULCE CON LA UTILIZACIÓN DE SOYA (*Glicine max L.- Merril)* Y CAMOTE (*Ipomoea batata)* DESTINADO PARA ALIMENTACIÓN INFANTIL GABRIELA PEREIRA. LUIS ANDA*	62
ESTUDIO DE UNA TECNOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA A PARTIR DE LA OCA (*Oxalis tuberosa*) TRATADA ENZIMÁTICAMENTE CON LA INCLUSIÓN DE MANDARINA *(Citrus reticulata).* DANIELA CULQUI PESANTEZ GLADYS NAVAS MIÑO*	68
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PRODUCTORA DE REFRESCOS SABORIZADOS CONGELADOS (BOLIS) EN LA CIUDAD DE AMBATO GABRIEL NOBOA JULIO GUTIÉRREZ*	76
MEZCLAS DE RESIDUOS DE CULTIVO DE BANANO Y DE MADERA DE LAUREL (Cordia alliodora) EN LA OBTENCIÓN DE SUSTRATOS PARA EL CULTIVO INDUSTRIAL DE SHIITAKE (*Lentinula edodes)* DIEGO MENÉNDEZ MARIO PAREDES* MARIO ÁLVAREZ*	86
MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA EN LA PRODUCCIÓN DE *SETAS PLEUROTUS OSTREATUS VAR. FLORIDA Y PLEUROTUS PULMONARIUS* UTILIZANDO MEZCLAS DE HOJAS DE BANANO CON TUSA DE MAÍZ, BAGAZO DE CAÑA Y CASCARA DE PAPA JAVIER TAPIA MARIO PAREDES* MARIO ÁLVAREZ*	99
ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE ALGUNOS HIDROCOLOIDES SOBRE LA ACEPTACIÓN SENSORIAL DE LA ESPUMILLA ANDRÉS PÉREZ PIERCOSIMO TRIPALDI CRISTIAN ROJAS	110

* Docentes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos UTA.

EDITORIAL



La formación de posgrado en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos nace como una respuesta de la educación superior a los sectores productivos, sociales y gubernamentales con el fin de obtener un crecimiento sostenido, con sistemas de calidad y excelencia que permitan una importante oferta Institucional. La Universidad Técnica de Ambato en respuesta a las demandas científico tecnológicas de la sociedad ecuatoriana imparte formación a cuarto nivel formando líderes con pensamiento crítico reflexivo, creativo y con conciencia social que contribuyan al desarrollo del país y un mejoramiento de la calidad de vida de la población ecuatoriana.

La Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos consecuente con el compromiso universitario, en la presente administración ha implementado varios programas de cuarto nivel que han tenido una aceptación importante dentro de los profesionales del centro del país.

Se inicia con el Diplomado Superior en Auditoría y Aseguramiento de la Calidad para el Sector Alimenticio, el programa de se enmarcó dentro del contexto de las empresas que industrializan alimentos y otras que trabajan con un enfoque de gestión y organización hacia el mejoramiento de la calidad. Se ha dado énfacis a las Buenas Prácticas de Manufactura, Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control, Implementación y Auditoría de Normas ISO, con el fin de que con su aplicación permita un correcto diseño y control de los procesos productivos.

Posteriormente se dió inicio al Programa de Posgrado denominado Maestría en Producción Más Limpia, con la participación de profesionales de varias formaciones de pregrado, impartiendo conocimientos necesarios para evaluar los procesos productivos reduciendo la contaminación e implementando Producción Más Limpia con importante componente de protección ambiental. Se posibilita la viabilidad y factibilidad de instalación de nuevas empresas mediante la elaboración y evaluación de proyectos que permitan la adecuada utilización de recursos materiales y humanos en procura del desarrollo del país.

El próximo 13 de noviembre se da inicio a la Maestría en Gestión de la Producción Agroindustrial, fundamentada en que el país enfrenta una potencial crísis derivada de la problemática mundial con tintes recesivos. Por tanto, uno de los retos más importantes es defender la soberanía alimentaria como elemento fundamental del bienestar y capacidad de trabajo del ser humano siendo la producción agroindustrial uno de las vías para su aseguramiento.

La Maestría en Gestión de la Producción Agroindustrial se orienta a la identificación de los componentes esenciales hacia una nueva generación de alimentos de calidad para los consumidores y que puedan ser competitivamente comercializados dentro y fuera del país. Además, la administración, monitoreo y evaluación de los procesos productivos agroindutriales será uno de los ejes temáticos fundamentales. El sustento principal de la Maestría y su originalidad no se centra en la aprobación de módulos sino que se dirige a que cada participante ejecute desde el primer evento modular un proyecto de investigación con un enfoque de desarrollo agroindustrial innovador y de trascendencia para la comunidad.

Como programas inmediatos se encuentran en trámite del CONESUP la Maestría en Ingeniería en Alimentos Mención Gestión en la Industria Alimentaria y el Diploma Superior en Estadística Aplicada. Se espera que los profesionales del centro del país puedan acceder alguno de estos programas ya que los mismos permitirán un fortalecimiento en su formación académica lo que repercutirá en un beneficio a la solución de los problemas nacionales, generando empleo y por tanto un desarrollo sustentable y sostenible en su población.

Ing. Luis Anda Torres

PRESENTACIÓN



Hace pocos años atrás el índice de pobreza promedio en el país era próximo al 70% de la población, con el agravante que la mitad pertenecía al grupo calificado como de miseria; viven con menos de un dólar cada día y no disponen de servicios básicos como agua potable, alcantarillado, electricidad. Por ventaja, sin derramamiento de sangre y con una fuerte influencia de la dolarización, estos índices han mejorado notablemente, el índice de pobreza promedio está en 40% y el índice de miseria un poco más alto de la mitad, alrededor del 25%

Lo anterior intenta explicar de alguna manera el bajo nivel cultural de la mayoría de nuestro pueblo, es obvio que con tan limitados recursos las prioridades no serán nunca la compra de libros o publicaciones, qué diremos de las revistas con contenido científico. Es que realmente este tipo de revistas son tan pocas en nuestro país que pueden ser contadas con los dedos de la mano, me refiero no a las autopublicaciones que aparecen una vez y luego desaparecen, quiero destacar a las Revistas Académicas y Científicas que perduran en el tiempo, son conocidas dentro y fuera del país por estar indizadas en bases de datos especializadas, realizan un proceso de edición con Comité de Arbitraje.

En este grupo por ventaja está la Revista Alimentos Ciencia e Ingeniería, el volumen 18 señala que van a ser dos décadas que se viene publicando, semestral o anualmente, está indizada en bases de datos hechas en México para revistas latinoamericanas y cumple con los requisitos básicos de credibilidad, responsabilidad y seriedad. La publica la Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato y es el reflejo de lo que toda Universidad Acreditada debe hacer para que se conozca, al menos en parte, el esfuerzo investigativo de sus docentes, empleados y graduados.

El número correspondiente al segundo semestre del año 2009-18(2) incluye catorce artículos técnicos. Los dos primeros están relacionados con la caracterización de miel de caña de azúcar y de zanahoria amarilla, datos que son indispensables para conocer las propiedades del alimento, realizar cálculos de ingeniería o tecnología, utilizar la información como índices de control de calidad. Siete contribuciones están relacionadas

con desarrollo de tecnologías para transformar nuestros alimentos buscando su mejor utilización, así la sustitución de leche animal por leche vegetal obtenida de chocho, conservación de productos marinos, estudios para aumentar el tiempo de almacenamiento de frutas comercializadas en Ambato, tecnología de bebidas fermentadas, desarrollo de una tecnología para utilizar arazá fruta poco conocida y muy perecedera, desarrollo de alimentos para infantes con el uso de soya y camote, búsqueda de otras formas de utilización de oca como es la elaboración de bebidas fermentadas. Una contribución incluye el cálculo y la construcción de un equipo para medir parámetros reológicos que son de gran utilidad para definir el grado de consistencia de yogurt. También se incluye un proyecto de factibilidad para la instalación de una industria de refrescos saborizados congelados. Dos trabajos son el resultado de trabajos de investigación realizados en la Unidad de Investigación (UOITA) de la FCIAL y tienen relación con Biotecnología, obtención de sustratos para Shitake y producción de setas de Pleurotus. Por último se incluye una contribución de la Universidad del Azuay, institución fraterna con la que se mantiene relaciones académicas e investigativas.

Más allá del importante contenido científico de todas las contribuciones, esta Revista tiene un significado especial, el primer artículo: Caracterización reológica y térmica de miel de dos variedades de caña, fue escrito por el Ing. Alim. Wagner Danilo Naranjo Acosta con sus datos experimentales obtenidos especialmente en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP. El joven profesional ya no está con nosotros, pero nos deja como legado una muestra de su trabajo, de su forma de ser llena de optimismo y alegría, de su responsabilidad y afán de superación, en fin de lo que debemos intentar ser todos.

Hay una frase importante, solo nos damos cuenta de lo que tenemos cuando lo perdemos. Jóvenes estudiantes y lectores, ustedes posiblemente no se imaginan lo importantes que son, todos el futuro que poseen, de hecho para llegar a la Universidad ya están seleccionados entre los mejores, no se descuiden, no permitan que les arrebaten todo lo bueno que tienen, que nunca hagan falta ni física ni espiritualmente, pues no es posible llenar el inmenso vacío que dejan.

Juan de Dios Alvarado.

CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA Y TÉRMICA DE MIEL DE DOS VARIEDADES DE CAÑA

WAGNER DANILO NARANJO ACOSTA†

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Av. Los Shyris. Campus Huachi, Ambato, Ecuador.
Departamento de Nutrición y Calidad, Estación Experimental Santa Catalina, Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Panamericana Sur Km 1, P.O. Box 17-01-340, Quito, Ecuador, wagnildn@hotmail.com

Palabras clave: Variedades, miel de caña, sólidos solubles, temperatura, propiedades físicas.

RESUMEN

La miel de dos variedades de caña (POJ 28-78 y POJ 27-14) a tres concentraciones de sólidos solubles (50, 60 y 70ºBrix) y tres temperaturas (35, 45 y 55ºC) fue ensayada para evaluar su influencia sobre la viscosidad como propiedad reológica, consistencia en función a parámetros de textura, densidad, color, turbidez y conductividad eléctrica. Manteniendo la temperatura constante a 70ºC, las propiedades térmicas: calor específico, difusividad y conductividad térmica fueron determinadas en los tratamientos de miel por variedad de caña y por contenido de sólidos solubles.

Los parámetros reológicos indicaron que las muestras de miel tuvieron comportamiento newtoniano. Por efecto del contenido de sólidos solubles y la temperatura, la viscosidad varió significativamente ($p \leq 0,05$), entre 1,8 mPąs y 105,26 mPąs. La consistencia expresada como distancia recorrida en 30 segundos varió estadísticamente ($p \leq 0,05$) desde 11,9 a 22,9 cm, entre niveles de concentración de miel y de temperatura. La densidad con valores de 1219,33 kg/m^3 a 1345 kg/m^3, fue influenciada significativamente ($p \leq 0,05$) por la concentración y temperatura.

La turbidez de la miel, con lecturas de transmitancia de 58,8 a 75%, no fue significativa ($p \geq 0,05$) para los tres factores estudiados. En cambio, el color presentó lecturas de absorbancia entre 0,277 y 0,411, y por influencia de la concentración y temperatura, fue significativo ($p \leq 0,05$).

Estadísticamente ($p \leq 0,05$), la conductividad eléctrica de la miel fue influenciada por los factores concentración y temperatura con valores entre 0,15 mS/cm y 0,69 mS/cm.

El calor específico en la miel fue de 2,66 kJ/kg°C y 2,89 kJ/kg°C, y las variaciones debidas a la concentración fueron estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$). La difusividad térmica, con variaciones de $1,07 10^{-7}$ m^2/s a $1,48 10^{-7}$ m^2/s, fue significante ($p \leq 0,05$) entre variedades y niveles de sólidos solubles. El intervalo de variación de la conductividad térmica es de 0,38 W/mºC a 0,52 W/mºC y resultó significativo por efecto de la concentración de la miel ($p \leq 0,05$).

INTRODUCCIÓN

Reología, es la ciencia de la deformación y flujo de materia, el comportamiento reológico de un fluido es caracterizado por la relación entre el esfuerzo de cizalla requerido para inducir una determinada velocidad de deformación de cizalla (Alvarado, 1996).

Rao (1999) considera que un modelo de flujo es una ecuación matemática que describe datos reológicos semejantes en relación al esfuerzo de cizallamiento y a la velocidad de deformación de cizallamiento. Por lo tanto es importante cuantificar cómo los modelos de los parámetros reológicos son afectados por temperatura y concentración.

Fluidos newtonianos

Se llaman fluidos Newtonianos porque obedecen la ley del Newton, es decir, existe una relación lineal entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación en cizallamiento. La viscosidad newtoniana (*Ec. I*) es constante y no depende del esfuerzo cortante aplicado (Sing y Heldman, 1997; Osorio, 2001).

$$\mu = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad (Ec.1)$$

Donde: (τ) es el esfuerzo cortante, (μ) es la viscosidad newtoniana y ($\dot{\gamma}$) es la velocidad de deformación por cizallamiento.

La viscosidad newtoniana es independiente del tiempo de aplicación de un esfuerzo, pero es influenciada por la temperatura y la presión.

Viscosímetro Brookfield y los parámetros reológicos

En el trabajo de Alvarado (1996) se reporta el uso del viscosímetro Brookfield con sus respectivos adaptadores para evaluar las propiedades reológicos como índices de control de calidad de los siguientes productos lácteos: crema batida de leche, mantequilla, dulce de leche y yogurt. Otras aplicaciones del viscosímetro Brookfield se evidencia en el trabajo sobre parámetros reológicos para caracterizar pulpas de bananos", mediante el uso de diversos rotores (LV4, LV3) y en el estudio de frutas cítricas, incluido los aceites esenciales, en el cual, las propiedades reológicas se han evaluado con la ayuda de adaptadores UL constituidos por cilindros de abertura estrecha, para comprobar el comportamiento newtoniano.

Efecto combinado de la concentración de sólidos solubles y la temperatura

Alvarado (1996), reporta la relación entre la viscosidad y los ºBrix, donde se establece que la aplicación del modelo exponencial explica satisfactoriamente la tendencia de los datos experimentales correspondiente a cinco frutas diferentes. El modelo exponencial está definido con datos experimentales de hasta 35ºBrix y 50ºC de temperatura, pero se supone que a valores superiores se esperan ligeras desviaciones, posiblemente debido al comportamiento no-newtoniano.

Consistencia

La consistencia es el término comúnmente empleado para designar el comportamiento en el flujo de los productos semisólidos. El consistómetro Bostwick es un equipo básico que determina la consistencia de una muestra midiendo la distancia a la cual una muestra de materia fluye bajo su propio peso. La consistencia también es determinada mediante el Texturómetro TAX-T2i, donde la fuerza máxima empleada es la firmeza, el área positiva es la consistencia, la máxima fuerza negativa es la cohesividad y el área negativa corresponde a la resistencia al flujo.

Densidad (ρ)

La densidad o masa específica de una sustancia se define como la masa de su unidad de volumen. En el sistema internacional de unidades (SI) la densidad se expresa en (kg/m^3).

Claridad

Bello-Pérez (1995), relaciona la claridad o transparencia con el estado de dispersión de los solutos y es evaluada con base a la transmisión de luz cuando la muestra es sometida al paso de un haz radiante.

Color

Alvarado y Aguilera (2001), reportan que se puede definir el color en el sentido físico como la distribución de energía de una luz reflejada o transmitida por un alimento en particular. El color de un alimento estará influenciado por la absorción de la luz por las partículas de ese alimento. El color de la mayoría de los alimentos es la combinación de dos parámetros la absorción y la dispersión.

Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica permite determinar el nivel de minerales presentes en la miel

La conductividad eléctrica es una característica muy acertada para determinar el origen botánico de la miel de abeja; actualmente sustituye la determinación de cenizas y la acidez de la miel. (Piazza et al., 1991).

Calor Específico (C_p)

Singh y Heldman (1984), presentan la ecuación (*Ec.2*), cuando no existe cambio de fase o reacciones involucradas, el calor especifico es la cantidad de calor que gana o pierde un kilogramo de masa de material alimenticio, para producir un cambio de temperatura requerido.

$$C_p = \frac{Q}{W(\Delta T)} (Ec.2)$$

Donde: (C_p) es el calor específico, (Q) es la cantidad de calor, (W) es la masa y (ΔT) es el incremento de temperatura.

Conductividad térmica (k)

Alvarado y aguilera (2001), en situaciones de conducción de calor en estado estacionario, afirman que, la conductividad térmica es la única propiedad necesaria de conocer. La conductividad térmica de un material mide la capacidad de conducir calor.

Difusividad térmica (α)

La medición de la dependencia de la difusividad térmica, con la temperatura tiene especial importancia práctica, ya que permite hacer cálculos que involucran flujo transitorio de calor. Además, su determinación resulta útil en la selección y caracterización de materiales. Físicamente, la difusividad térmica indica como fluye el calor por el material. Cuanta más alta es la difusividad térmica de una sustancia, más alto es el ritmo de propagación del perfil de temperatura. Es decir, la difusividad térmica relaciona el flujo de energía con el gradiente de energía. La difusividad térmica (α), conductividad térmica (k), y el calor específico (C_p) se encuentran estrechamente relacionados por la ecuación (*Ec.3*) reportada en Dupas y Faria (2001):

$$\alpha = \left(\frac{k}{Cp * \rho} \right) (Ec.3)$$

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Las muestras de caña de las dos variedades en estudio fueron provistas del sector de Ingapi en Pacto, al Noroccidente de Pichincha, a través de Camari.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial A*B*C de 18 tratamientos con dos observaciones por replica (n=3). El factor A es la variedad de caña (POJ 28-78 y la POJ 27-14); el factor B es la concentración (50, 60 y 70ºBrix) y el factor C es la temperatura (35, 45 y 55ºC).

Determinación de propiedades reológicas

Viscosidad

Para la determinación de la viscosidad se utilizó un Viscosímetro Digital Brookfiel LVTD, con rotores específicos para las concentraciones: el rotor LV-1 para las mieles de 70ºBrix y el rotor UL para las mieles de 50 y 60ºBrix en 500ml de muestra. Se introdujo en la miel el sistema rotacional de medida de viscosidad hasta la marca indicada en el rotor; se fijó la velocidad en 0,3; se inició el equipo y se registró el valor (%FS) cuando la variación fue de ± 0,2. Para fijar las siguientes velocidades de trabajo, el motor debe ser apagado. Se comprobó los valores (%FS) disminuyendo las velocidades desde 60rpm hasta 0,3rpm.

Determinación de propiedades mecánicas

Consistencia

Mediante un consistómetro Bostwick se determinó la consistencia expresada como distancia recorrida por unidad de tiempo. En el espacio delimitado por una compuerta se llenó con 100g de muestra de miel de caña de los diferentes tratamientos en estudio (variedad POJ 28-78 y POJ 27-14 de 50, 60 ó 70ºBrix de concentración y 35, 45 ó 55ºC de temperatura). Se levantó la compuerta para que fluya la muestra sobre la escala graduada del consistómetro durante 30 segundos. Se determinó la distancia recorrida por la muestra y se registró este valor como la consistencia del producto.

También se midió la textura mediante el Texturómetro TA-XT2i, con el accesorio back extrusión rig de 40mm.

Se trabajó con una celda de carga de 5kg. Mediante el software Texture Expert se calibró la sonda siguiendo el método sugerido por la casa fabricante, y se ingresó los parámetros y la macro del ensayo.

Densidad (ρ)

Se utilizó un juego de 8 densímetros CI – USA, con un intervalo de 0.7 a 1.8 (g/ml). Se llenó probetas de 250ml con miel de caña de los diferentes tratamientos (variedad POJ 28-78 ó POJ 27-14 de 50, 60 ó 70ºBrix a una temperatura de 35, 45 ó 55ºC). Se determinó la densidad de la miel de cada tratamiento mediante la lectura en la escala numérica que coincide con la superficie de la miel, cuando el densímetro fue introducido en la probeta.

Propiedades ópticas

Claridad

Las muestras de miel de caña de las dos variedades y tres concentraciones fueron colocadas en una estufa a 35, 45 y 55ºC durante 16 horas. Dos gramos de muestra fueron disueltos en 10ml de agua destilada. La solución fue diluida y agitada durante dos minutos. En la solución formada se determinó la transmitancia (%T) mediante un espectrofotómetro a 650 nanómetros de longitud de onda.

Color

Las muestras de miel de caña de las dos variedades y tres concentraciones fueron colocadas en una estufa a 35, 45 y 55ºC durante 16 horas. Cuatro gramos de muestra fueron disueltos en 20ml de agua destilada. La solución fue centrifugada por 10 minutos y filtrada a través de papel filtro (Whatman No.1). En los extractos diluidos, centrifugados y filtrados se determinó la absorbancia mediante un espectrofotómetro a 420 nanómetros de longitud de onda.

Conductividad eléctrica

Se utilizó el medidor Accumet Basic (Fisher Scientific AB300) de marca HACH, provisto de un electrodo para determinación directa de la conductividad eléctrica en 100ml de miel a diferente concentración y temperatura.

Propiedades térmicas

Calor específico (C_p)

Se colocó 150 g de agua destilada a 70ºC en el calorímetro y registró la temperatura inicial (T_o), seguidamente, se añadió 150 g de miel de la variedad POJ 28-78 ó POJ 27-14, a 50, 60 ó 70ºBrix a temperatura ambiente (T_m), se agitó el recipiente térmico y se registro la temperatura de equilibrio (T_e).

Difusividad térmica (α)

Se colocó la muestra de miel de una variedad de caña a una concentración en el cilindro de cobre, por la parte superior del cilindro se introdujo un termómetro hasta el centro del cilindro, el conjunto se mantuvo en un baño maría a 70ºC durante todo el ensayo. Se registró la historia de temperaturas cada 15 segundos hasta que se aproximó a la temperatura del medio ambiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades reológicas

Las muestras de miel de las dos variedades de caña, exhiben comportamiento newtoniano a las temperaturas y concentraciones propuestas, esto se puede apreciar en la Figura 1, correspondiente a un reograma. Los valores de viscosidad se presentan en la Tabla 1. Los valores de viscosidad más altos observados en las muestras en estudio, corresponden a los tratamientos $a_1b_3c_1$ (POJ 28-78 a 70ºBrix y 35ºC) con 105,26mPa*s y $a_2b_3c_1$ (POJ 27-14 a 70ºBrix y 35ºC) con 105,13mPa*s; en cambio, los valores más bajos son de los tratamientos $a_1b_1c_3$ (POJ 28-78 a 50ºBrix y 55ºC) con 1,83mPa*s y $a_2b_1c_3$ (POJ 27-14 a 50ºBrix y 55ºC) con 1,86mPa*s. Además, es importante indicar que las variables independientes concentración (ºBrix) y temperatura (ºC) son influyentes directos sobre la variable dependiente viscosidad, esto se comprobó al encontrar diferencia significativa entre los tratamientos, lo cual no ocurre con la variedad de caña, porque la variación sobre la respuesta experimental viscosidad no es afectada significativamente.

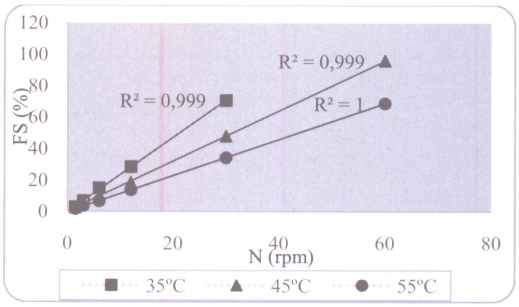


Figura 1. Reograma de la miel de 70ºBrix a diferentes temperaturas.

Tabla 1. Datos de Viscosidad (μ) en muestras de miel.

Tratamientos	*μ (mPa*s)
$a_1b_1c_1$	$3,13^a \pm 0,51$
$a_1b_1c_2$	$2,66^a \pm 0,0$
$a_1b_1c_3$	$1,83^a \pm 0,37$
$a_1b_2c_1$	$5,4^a \pm 0,65$
$a_1b_2c_2$	$4,16^a \pm 0,37$
$a_1b_2c_3$	$3,6^a \pm 0,24$
$a_1b_3c_1$	$105,26^a \pm 22,63$
$a_1b_3c_2$	$66,63^a \pm 3,48$
$a_1b_3c_3$	$47,86^a \pm 1,65$
$a_2b_1c_1$	$2,86^a \pm 0,14$
$a_2b_1c_2$	$2,6^a \pm 0,0$
$a_2b_1c_3$	$1,86^a \pm 0,57$
$a_2b_2c_1$	$5,26^a \pm 1,00$
$a_2b_2c_2$	$4,06^a \pm 0,51$
$a_2b_2c_3$	$3,46^a \pm 0,14$
$a_2b_3c_1$	$105,13^a \pm 9,17$
$a_2b_3c_2$	$63,13^b \pm 1,74$
$a_2b_3c_3$	$47,4^a \pm 3,99$

** Media y desviación estándar (n=3)*

a_1=POJ 28-78 y a_2=POJ 27-14; b_1=50ºBrix, b_2=60ºBrix y b_3=70ºBrix; c_1=35ºC, c_2=45ºC y c_3=55ºC.
^{a,b} Superíndices diferentes entre tratamientos de las variedades a_1:POJ 28-78 y a_2: POJ 27-14 correspondientes, indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

Propiedades mecánicas

Los datos de consistencia Bostwick se presentan en la Tabla 2, y varían entre 12,2cm*30s y 22,56cm*30s correspondiente a los tratamientos $a_1b_3c_1$ (POJ 28-78 a 70ºBrix y 35ºC) y $a_1b_1c_3$ (POJ 28-78 a 50ºBrix y 55ºC). La consistencia obtenida mediante el texturómetro TA-XT2i se expresa como firmeza (g), consistencia (g*s), cohesividad (g) y resistencia al flujo(g*s) que son atributos mecánicos, se pueden observar en la Figura 2; y los datos se presentan en la Tabla 3 y 4; estos análisis muestran el comportamiento del producto cuando es manipulado, además, estos ensayos en el caso de las muestras de miel permiten comprender de mejor manera la textura de la miel, el tratamiento que presenta mayor firmeza es el $a_2b_3c_1$ con 17,33g, el tratamiento mas consistente es $a_2b_2c_1$ con 236,93g*s, la cohesividad mayor se observa en el tratamiento $a_1b_3c_1$ con -10,43g, y el tratamiento con mayor resistencia al flujo es el $a_1b_3c_1$ con -27,14g*s. La densidad se encuentra en un intervalo de 1219,33kg/m^3 a 1345kg/m^3 para los tratamientos $a_2b_1c_3$ y $a_1b_3c_1$ respectivamente y los valores para el resto de tratamientos se presentan en la Tabla 2.

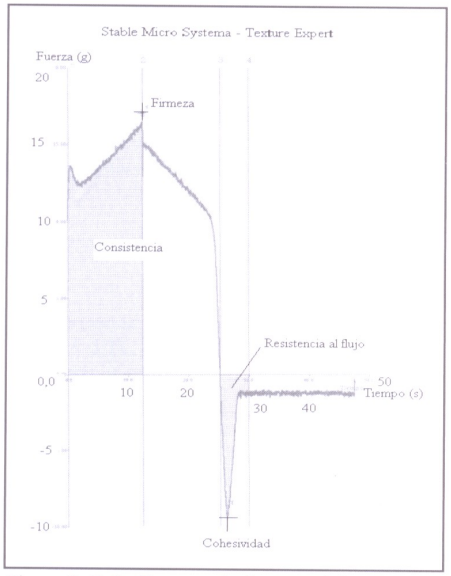


Figura 2. Relación entre la fuerza máxima positiva (Firmeza), el área positiva (Consistencia), la máxima fuerza negativa (Cohesividad) y el área negativa (Resistencia el flujo) en muestra de miel de caña de la variedad POJ 27-14 a 70ºBrix y 35ºC.

Tabla 2. Datos de consistencia y densidad en muestras de miel.

Tratamientos	*Consistencia (cm*30s)	*Densidad (kg/m^3)
$a_1b_1c_1$	$20,03^a \pm 0,51$	$1224,0^a \pm 2,48$
$a_1b_1c_2$	$20,76^a \pm 1,03$	$121,33^a \pm 1,43$
$a_1b_1c_3$	$22,36^a \pm 1,36$	$1219,67^a \pm 1,43$
$a_1b_2c_1$	$15,1^a \pm 2,48$	$1279,0^a \pm 2,48$
$a_1b_2c_2$	$17,26^a \pm 100$	$1276,0^a \pm 2,48$
$a_1b_2c_3$	$20,86^a \pm 1,45$	$1273,33^a \pm 2,86$
$a_1b_3c_1$	$12,2^a \pm 1,08$	$1345,0^a \pm 15,11$
$a_1b_3c_2$	$13,5^a \pm 1,29$	$1339,67^a \pm 11,73$
$a_1b_3c_3$	$14,56^a \pm 1,45$	$1334,67^a \pm 11,47$
$a_2b_1c_1$	$20,33^a \pm 0,62$	$1224^a \pm 2,48$
$a_2b_1c_2$	$21,03^a \pm 0,79$	$1221,67^a \pm 2,86$
$a_2b_1c_3$	$22,16^a \pm 0,51$	$1219,33^a \pm 1,43$
$a_2b_2c_1$	$16,03^a \pm 2,36$	$1277,67^a \pm 6,25$
$a_2b_2c_2$	$17,53^a \pm 1,00$	$1275,33^a \pm 2,86$
$a_2b_2c_3$	$19,63^a \pm 3,48$	$1272,33^a \pm 3,79$
$a_2b_3c_1$	$12,96^a \pm 2,54$	$1344,0^a \pm 4,96$
$a_2b_3c_2$	$14,03^a \pm 1,59$	$1337,67^a \pm 3,79$
$a_2b_3c_3$	$15,33^a \pm 1,59$	$1332,0^a + 4,96$

** Media y desviación estándar (n=3).*

Tabla 3. Datos de firmeza y consistencia en muestras de miel de caña panelera

Tratamientos	Firmeza g	Consistencia (g*s)
$a_1b_1c_1$	13,5	140,07
$a_1b_1c_2$	13,57	139,73
$a_1b_1c_3$	13	132,6
$a_1b_2c_1$	14,43	148,8
$a_1b_2c_2$	14,27	149,13
$a_1b_2c_3$	14,17	146,9
$a_1b_3c_1$	17,1	70,16
$a_1b_3c_2$	16,43	64,88
$a_1b_3c_3$	15,83	111,79
$a_2b_1c_1$	13,6	142,53
$a_2b_1c_2$	13,63	140,97
$a_2b_1c_3$	13,07	134,63
$a_2b_2c_1$	13,87	236,93
$a_2b_2c_2$	13,7	140,37
$a_2b_2c_3$	14	143,9
$a_2b_3c_1$	17,33	74,02
$a_2b_3c_2$	16,9	69,64
$a_2b_3c_3$	15,93	115,26

** Media (n=3).*

Tabla 4. Datos de cohesividad y resistencia al flujo en muestras de miel de caña panelera.

Tratamientos	Cohesividad g	Resistencia al flujo (g*s)
$a_1b_1c_1$	-8,5	-15,75
$a_1b_1c_2$	-8,23	-14,74
$a_1b_1c_3$	-8,6	-61,81
$a_1b_2c_1$	-9,27	-18,98
$a_1b_2c_2$	-8,93	-17,81
$a_1b_2c_3$	-9	-17,69
$a_1b_3c_1$	-10,43	-27,14
$a_1b_3c_2$	-10,17	-26,59
$a_1b_3c_3$	-9,87	-23,11
$a_2b_1c_1$	-8,2	-14,79
$a_2b_1c_2$	-7,97	-13,85
$a_2b_1c_3$	-8,1	-15,02
$a_2b_2c_1$	-8,07	-15,38
$a_2b_2c_2$	-7,77	-14,32
$a_2b_2c_3$	-8,63	-8,05
$a_2b_3c_1$	-10,4	-27,12
$a_2b_3c_2$	-10,23	-26,31
$a_2b_3c_3$	-9,57	-22,47

** Media (n=3).*

Propiedades ópticas

Las propiedades ópticas han sido medidas como color y turbidez, los datos se reportan en la Tabla 5, en el caso del color las muestras centrifugadas y filtradas presentan valores de absorbancia entre 0,277 y 0,411 para los tratamientos $a_1b_1c_1$ y $a_2b_3c_3$ respectivamente, en cambio, la turbidez fue medida en muestras filtradas y se reportaron valores de transmitancia entre 52,76% y 75,03% para los tratamientos $a_2b_3c_3$ $a_1b_1c_1$ respectivamente.

Conductividad eléctrica

En miel de caña, la conductividad eléctrica es fundamentada por el alto contenido de minerales que contiene, el predominante es el sodio con 8,07% y 10,17% en la variedad POJ 28-78 y POJ 27-14 respectivamente, los valores de conductividad eléctrica se presentan en la Tabla 6, y varía entre 0,15mS/cm y 069mS/cm dependiendo de la variedad de caña, concentración y temperatura.

Tabla 5. Datos de absorbancia y transmitancia en muestras de miel de caña panelera.

Tratamientos	Absorbancia	Transmitancia (%)
$a_1b_1c_1$	$0,277^a \pm 0,07$	$75,03^a \pm 31,03$
$a_1b_1c_2$	$0,338^a \pm 0,04$	$71,6^a \pm 31,31$
$a_1b_1c_3$	$0,62^a \pm 0,02$	$64,46^a \pm 29,7$
$a_1b_2c_1$	$0,321^a \pm 0,06$	$69,8^a \pm 22,95$
$a_1b_2c_2$	$0,374^a \pm 0,04$	$67,36^a \pm 27,33$
$a_1b_2c_3$	$0,385^a \pm 0,04$	$62,06^a \pm 30,00$
$a_1b_3c_1$	$0,355^a \pm 0,05$	$67,23^a \pm 19,11$
$a_1b_3c_2$	$0,392^a \pm 0,03$	$61,33^a \pm 26,07$
$a_1b_3c_3$	$0,406^a \pm 0,06$	$59,73^a \pm 27,22$
$a_2b_1c_1$	$0,286^a \pm 0,02$	$66,66^a \pm 45,75$
$a_2b_1c_2$	$0,304^a \pm 0,04$	$64,26^a \pm 45,95$
$a_2b_1c_3$	$0,342^a \pm 0,04$	$60,36^a \pm 44,97$
$a_2b_2c_1$	$0,316^a \pm 0,02$	$62,0^a \pm 47,11$
$a_2b_2c_2$	$0,354^a \pm 0,071$	$60,86^a \pm 44,78$
$a_2b_2c_3$	$0,368^a \pm 0,06$	$54,8^a \pm 42,50$
$a_2b_3c_1$	$0,36^a \pm 0,07$	$59,23^a \pm 43,72$
$a_2b_3c_2$	$0,388^a \pm 0,09$	$55,96^a \pm 33,33$
$a_2b_3c_3$	$0,411^a \pm 0,10$	$52,76^a \pm 40,62$

** Media y desviación estándar (n=3).*

Tabla 6. Datos de conductividad eléctrica en muestras de miel.

Tratamientos	Conductividad eléctrica (mS/cm)
$a_1b_1c_1$	$0,526^a \pm 0,100$
$a_1b_1c_2$	$0,59^a \pm 0,125$
$a_1b_1c_3$	$0,653^a \pm 0,16$
$a_1b_2c_1$	$0,346^a \pm 0,179$
$a_1b_2c_2$	$0,42^a \pm 0,194$
$a_1b_2c_3$	$0,453^a \pm 0,188$
$a_1b_3c_1$	$0,153^a \pm 0,10$
$a_1b_3c_2$	$0,173^a \pm 0,079$
$a_1b_3c_3$	$0,2^a \pm 0,1$
$a_2b_1c_1$	$0,56^a \pm 0,258$
$a_2b_1c_2$	$0,62^a \pm 0,259$
$a_2b_1c_3$	$0,693^a \pm 0,29$
$a_2b_2c_1$	$0,396^a \pm 0,420$
$a_2b_2c_2$	$0,40^a \pm 0,27$
$a_2b_2c_3$	$0,443^a \pm 0,279$
$a_2b_3c_1$	$0,133^a \pm 0,169$
$a_2b_3c_2$	$0,146^a \pm 0,149$
$a_2b_3c_3$	$0,156^a \pm 0,05$

** Media y desviación estándar (n=3).*

Propiedades térmicas

El calor específico de las muestras de miel están en un intervalo de 2,66kJ/kg°C a 2,89kJ/kg°C correspondientes a los tratamientos a_2b_3 (POJ 27-14 a 70ºBrix) y a_2b_1 (POJ 27-14 a 50ºBrix) respectivamente. Los valores de calor específico se reportan en la Tabla 7.

Tabla 7. Calor específico de la miel de caña panelera

Tratamientos	*Calor específico (kJ/kg°C)
a_1b_1	$2,88^a \pm 0,051$
a_1b_2	$2,76^a \pm 0,04$
a_1b_3	$2,67^a \pm 0,13$
a_2b_1	$2,89^a \pm 0,049$
a_2b_2	$2,78^a \pm 0,01$
a_2b_3	$2,66^a \pm 0,10$

** Media y desviación estándar (n=3).*

Tabla 8. Difusividad térmica de la miel de caña panelera

Tratamientos	*Difusividad térmica (m^2/s)
a_1b_1	$1,48*10^{-7a} \pm 0,0$
a_1b_2	$1,37*10^{-7a} \pm 6,88*10^{-9}$
a_1b_3	$1,11*10^{-7a} \pm 7,91*10^{-9}$
a_2b_1	$1,44*10^{-7a} \pm 0,0$
a_2b_2	$1,36*10^{-7a} \pm 6,88*10^{-9}$
a_2b_3	$1,07*10^{-7a} \pm 4,19*10^{-9}$

** Media y desviación estándar (n=3).*

La conductividad térmica se encuentra en un intervalo de 0,387W/m°C y 0,526W/m°C para los tratamiento a_2b_3 (POJ 27-14 a 70°Brix) y a_1b_1 (POJ 28-78 a 50°Brix) respectivamente. Los valores de conductividad térmica se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Conductividad térmica de la miel de caña panelera

Tratamientos	*Conductividad térmica (W/m°C)
a_1b_1	$0,526^a \pm 0,02$
a_1b_2	$0,488^a \pm 0,002$
a_1b_3	$0,404^a \pm 0,039$
a_2b_1	$0,513^a \pm 0,08$
a_2b_2	$0,486^a \pm 0,002$
a_2b_3	$0,387^a \pm 0,006$

** Media y desviación estándar (n=3).*

CONCLUSIONES

La aplicación de métodos experimentales de ingeniería en alimentos para caracterizar las propiedades reológicas y térmicas de miel de caña son indicadas para potenciar el desarrollo de nuevos productos.

Conociendo las propiedades reológicas de las muestras de miel se puede utilizar la viscosidad como parámetro de control de calidad, y en el caso de las propiedades térmicas para el diseño y construcción de equipos específicos para elaborar miel de caña como un producto nuevo en el mercado.

REFERENCIAS

Alvarado, 1994. Propiedades físicas de frutas. IV. Difusividad y conductividad térmica efectiva en pulpas. Latin American Applied Research (LAAR), 24: 41-47

Alvarado, J. de D. 1996. Principios de Ingeniería - Aplicados a Alimentos. OEA-PRDCT. Quito, Ecuador. Radio Comunicaciones. División de Artes Gráficas. pp. 14-96.

Alvarado, J. de D. y Aguilera, J. M. (2001). Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 410 p.

Bello-Pérez, 1995. "Amilopectina: caracterización molecular y funcional". Tesis de Doctorado. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Irapuato, México.

Dupas H. y Faria B, 2001). Conductividad y Difusividad Térmica. En: Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos, Juan de Dios Alvarado y José Miguel Aguilera (ed.). Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 213-236.

Osorio, F. (2001). Propiedades reológicas de alimentos fluidos. En: Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos, Juan de Dios Alvarado y José Miguel Aguilera (ed.). Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España. 89-108.

Piazza, M.G.; Accorti, M y Persano Oddo, L. 1991. Electrical conductivity, ash, colour and specific rotatory. power in Italian unfloral honey. Apiculture 7: 51-63.

Rao, M. A. (1999). Rheorogy of fluid and semisolid foods principles and aplication. Aspen Publishers,, Inc., USA

Sing y Heldman, 1997. Introducción a la Ingeniería en Alimentos. Editorial Acribia, Segunda edición. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. P 47-102

"CARACTERIZACIÓN DE LA ZANAHORIA AMARILLA *(Daucus carota)*"

SANDRA GABRIELA BARRAZUETA ROJAS Y LENIN ABELARDO GARCES ESPINOZA

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Av. Los Shyris. Campus Huachi.
Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.
Av. Colombia y Chile. Campus Ingahurco.

RESUMEN

Con el propósito de obtener datos específicos de los productos ecuatorianos para su normalización, se realizó la determinación de las Propiedades Físicas y Químicas de la zanahoria amarilla (Daucus carota) variedades Chantenay Red Cored y Banjor de tres sectores de producción: Chambo, San Luis y Tunshi de la Provincia de Chimborazo. Los resultados obtenidos de las propiedades analizadas muestran que existe diferencia entre las dos variedades estudiadas y que el sector de producción injiere en las mismas tanto en la hortaliza entera como en jugo.

En el caso de la zanahoria entera la variedad Banjor presenta valores superiores tanto en tamaño, volumen, peso, densidad y gravedad especifica en relación a la otra variedad en experimentación.

La variedad Chantenay Red Cored presenta el % más bajo de cáscara con un valor de 14,54 [%] perteneciente al cantón Tunshi y el % más alto de obtención de jugo con un promedio de 42,85 [%] procedente de San Luis; los valores de difusividad térmica y conductividad térmica son superiores a las zanahorias Banjor con valores de $1,25x10^{-7}$ [m^2/s] y 0,57 [W/m K] respectivamente.

En el jugo de zanahoria se evalúo diferentes propiedades como la densidad que presentó promedios superiores para la variedad Banjor; el valor más alto obtenido es de 1042,52 [Kg/m^3] del sector de producción San Luis; iguales resultados se obtuvo en las siguientes propiedades: coeficiente volumétrico de expansión térmica $4,88x10^{-4}$ [1/K]; gravedad específica 1,039; índice de refracción 1,3426; viscosidad a 20^0C $1,342x10^3$ [Pa.s]; sólidos solubles (% masa) 6,58 y sólidos totales 9 [%].

La tensión superficial, calor específico y energía de activación no presentan significancia estadística ($p \geq 0,05$) para las variedades estudiadas de los distintos sectores de producción.

La difusividad térmica presenta diferencia significativa para el factor a; con un valor superior para la variedad Chantenay Red Cored de $1,24x10^{-7}$ [m^2/s] al igual que la conductividad térmica con un promedio de 0,57 [W/m K]. Estadísticamente ($p \leq 0,05$) la acidez y el pH son influenciados por el sector de producción, con valores de 13,28 [g/1000g de producto] para el cantón San Luis y 6,35 para Tunshi.

La variedad Banjor presenta un promedio más alto en sólidos de suspensión con un valor 4,31 [% volumen] y un menor valor de humedad con un promedio de 91,0 [%].

Palabras clave: Variedades, sector de producción, propiedades físicas y químicas, hortaliza entera, jugo, normalización, zanahorias.

INTRODUCCIÓN

La Producción de hortalizas frescas en el año 2004 según la FAO fue de 855 millones de TM. En la última década el comportamiento de las hortalizas fue más dinámico que el de las frutas pues su tasa de crecimiento alcanzó un 4.4%, mientras que el de las frutas llegó apenas a un 3.3%.

La horticultura en el Ecuador ha crecido paulatinamente durante estos últimos 10 años, debido a que los hábitos alimenticios de la población han cambiado positivamente hacia un mayor consumo de hortalizas en su dieta diaria y a las exportaciones de algunas hortalizas. Aproximadamente, el 83% de la producción nacional de hortalizas (500.000 T.M.), se destina al consumo nacional y apenas el 17% se exporta, especialmente en estado fresco (21%).

Zanahoria

Su nombre científico es *Daucus carota* subespecie sativus, la zanahoria, pertenece a la familia de las Umbelíferas, también denominadas Apiáceae.

Es un alimento excelente desde el punto de vista nutricional gracias a su contenido en vitaminas y minerales. El agua es el componente más abundante, seguido de los hidratos de carbono, siendo estos nutrientes los que aportan energía. Su característico color naranja se debe a la presencia de carotenos, entre ellos el beta-caroteno o pro-vitamina A, pigmento natural que el organismo transforma en vitamina A conforme la necesita.

Asimismo, es fuente de vitamina E y de vitaminas del grupo B como los folatos y la vitamina B3 o niacina. En cuanto a los minerales, destaca el aporte de potasio, y cantidades discretas de fósforo, magnesio, yodo y calcio.

Propiedades Físicas y Químicas

Tamaño.- La palabra tamaño es un adjetivo de comparación, en el caso de un producto agrícola o de un producto procesado no solamente posee connotaciones hedónicas o sensoriales, sino que es una de las características más importantes en el manejo, empacado, clasificación y procesabilidad. (Surmacka, A. 1983).

Forma.- La forma determina la apariencia externa de una cosa, es el formato de sus dimensiones tanto de largo como de ancho.

Volumen.- El volumen es una magnitud definida como el espacio ocupado por un cuerpo.

Peso.- El peso es la fuerza de gravitación con que la Tierra atrae un cuerpo. (Espasa, 2001).

Porcentaje de cáscara.- Parte del fruto que envuelve a la pulpa, según lo expuesto por Tomas citado por Ortiz y Ramos (2002).

Porcentaje de la parte comestible.- Se considera como la pulpa de la hortaliza, la cuál es utilizado en su procesamiento, aquí se hayan la mayoría de vitaminas, nutrientes y minerales (Tomas, 1990).

Gravedad Específica.- Blatt (1994) define la gravedad específica de un cuerpo como la relación de su densidad con la densidad del agua referida a 4^0C.

Índice de refracción.- Alvarado (1996). Define al índice de refracción como el grado de deflexión de un rayo de luz que pasa de un medio transparente a otro.

Tensión Superficial.- Es la fuerza que actúa paralela a una superficie plana en ángulo recto a una línea de unidad de longitud. (Romo, 1981).

Densidad.- Según Alvarado (1996), la densidad de una sustancia en (g/cm^3) o unidades equivalentes, es aproximadamente igual numéricamente a su masa específica; pero estos valores son totalmente diferentes en otras unidades.

Coeficiente volumétrico de expansión térmica.- Es una magnitud que esta relaciona con la densidad y temperatura; es decir al añadir calor a un material con el fin de incrementar su temperatura se provoca un cambio también en su volumen. (Alvarado1996).

Viscosidad.- Cualitativamente representa la resistencia al flujo de un material cuantitativamente se define como el cociente entre el esfuerzo de cizallamiento en flujo estacionario.

Energía de Activación.- Es la energía necesaria para que los reactivos formen el complejo activado se le llama energía de activación, E_a , y representa la barrera de energía que han de salvar las moléculas para que tenga lugar la reacción.

Calor especifico.- Es la cantidad de calor medida en calorías, que se requiere para elevar la temperatura de un gramo de una sustancia un grado centígrado.

Difusividad térmica.- Consiste en determinar lo rápido que el calor se propaga o difunde a través de un material.

Conductividad térmica.- Dupas y Faria, la conductividad térmica de un material mide la capacidad de conducir calor.

pH.- Millar (1978), indica que la concentración del ión hidroneo de una solución puede expresarse por medio de una conversión llamada escala de pH que se define como:

$$pH = \log \frac{1}{\left[H_3O^+\right]} = -\log\left[H_3O^+\right] \quad \text{(Ec. 1)}$$

Acidez.- Babor (1976), indica que la acidimetría es un término aplicado a la determinación volumétrica de la cantidad total de un ácido presente en una disolución dada.

Sólidos solubles.- Los sólidos solubles son la fracción del total de sólidos capaces de disolverse en agua, se incluyen coloides y compuestos orgánicos e inorgánicos.

Sólidos en suspensión.- Son la fracción de compuestos que pueden ser separados por filtración o centrifugación en la que se incluye los sólidos volátiles que es en sí materia orgánica.

Sólidos totales.- Según Norma INEN 382, el contenido de sólidos totales de un alimento se refiere a la porción seca o extracto seco del mismo; entendiéndose como todas aquellas sustancias que no se volatilizan luego de ser sometidas a un proceso de secado, es decir, todo aquello que nos es humedad.

Humedad.-Kirk (1996) manifiesta que el agua en los alimentos se encuentra de dos formas esencialmente: enlazada y disponible o libre, el agua enlace incluye moléculas unidas en forma química o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida al alimento y se puede congelar o perder con facilidad en procesos de evaporación o secado.

OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar a la zanahoria amarilla *(Daucus carota).*

Objetivos Específicos

Determinar las Propiedades Físicas y Químicas de la zanahoria amarilla *(Daucus carota)* variedades Chantenay Red Cored y Banjor

Realizar un estudio del manejo poscosecha la zanahoria amarilla *(Daucus carota).z*

Establecer si las condiciones del terreno de producción influyen en las propiedades físicas y químicas de la zanahoria amarilla *(Daucus carota).*

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia Prima

Zanahorias amarillas variedades Chantenay Red Cored y Banjor de tres sectores de producción: Chambo, San Luis y Tunshi de la Provincia de Chimborazo.

Diseño Experimental

Se plantea un diseño experimental AxB, completamente al azar de 6 tratamientos con cuatro replicas, con lo cuál tenemos un total de 24 resultados que garantizarán la confiabilidad de las diferentes determinaciones. El factor A es la variedad de zanahoria (Chantenay Red Cored y Banjor) y el factor B es el sector de producción (Chambo, San Luis y Tunshi).

Método para la preparación de la muestra.

Fresco.- Para la determinación de las diferentes propiedades en fresco, se procederá a escoger muestras de los tres sectores con características homogéneas, es decir que aparentemente tengan el mismo tamaño, peso y forma; las mismas que deben estar limpias y secas.

En jugo.- Para la obtención del jugo se realiza las siguientes operaciones: recepción, selección, limpieza, pelado, extracción del jugo y finalmente el tamizado del mismo.

Métodos para la determinar propiedades físicas y químicas

Tamaño.- Se considera la longitud y diámetro de la hortaliza, determinados mediante el uso de un pie de rey Craftsman

Forma.- Se realiza mediante observación directa.

Volumen.- Se determina mediante el Principio de Arquímedes, de desplazamiento de líquido que establece que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una perdida de peso igual al peso del volumen desplazado.

Peso.- Por medio de lectura directa en una balanza de precisión 0,1(g).

Porcentaje de cáscara.- Mediante diferencia de peso utilizando una balanza de precisión 0,1(g) y expresando en porcentaje en referencia del peso total de la hortaliza, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\%cáscara = \frac{Pcáscara}{Pfruta} * 100$$

(Ec. 1)

Porcentaje de Jugo.- Mediante diferencia de peso utilizando una balanza de precisión 0,1(g) y expresando en porcentaje en referencia del peso total de la hortaliza, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\%\, jugo = \frac{Pjugo}{Pfruta} * 100 \qquad \text{(Ec. 2)}$$

Densidad.- Para el caso de la hortaliza entera se determina mediante la relación de masa y volumen; mientras que para el jugo se sigue lo especificado en la Norma INEN 391.

Coeficiente volumétrico de expansión térmica.- Según Touloukian y Wilson, citado por Alvarado (1996), se determina utilizando la siguiente ecuación:

$$\left(\frac{1}{D_T}\right) = \left(\frac{1}{D_O}\right) + \left(\frac{\beta}{D_0}\right) T \qquad \text{(Ec.3)}$$

Gravedad específica.- Se calcula tanto para la hortaliza entera como en jugo; en el primer caso se establece el peso en el aire y el peso en el agua y se aplica la fórmula correspondiente. Para el caso del jugo la determinación se realiza directamente con el uso de un hidrómetro.

Cálculo de la gravedad específica en hortaliza entera:

$$GE = \frac{Pfruta}{Pfruta - Pfrutasumergido}$$

(Ec.4)

Tensión superficial en jugo.- Se determina utilizando el stalagnómetro de Traube, según el método de Anda (1976), del manual de prácticas de laboratorio de Físico Química.

Índice de refracción en jugo.- Según la Norma INEN 380

Calor especifico en jugo.- Según el método de mezclas indirecto de Hwang y Hayakawa (1979).

Difusividad térmica en hortaliza entera.- Según el método de Dickerson (1965) citado por Alvarado y Aguilera (2001).

Conductividad térmica.- Se calcula a partir de la difusividad, densidad y calor específico; utilizando la siguiente ecuación:

$$k = \alpha * \rho * C_p \qquad \text{(Ec. 5)}$$

Viscosidad en jugo.- Se determina utilizando un viscosímetro tipo Cannon (serie 300 52L) y agua destilada como referencia para el jugo. (Manual de prácticas de laboratorio de Físico Química).

Energía de activación en jugo.- Mediante la ecuación propuesta por Rao (1977).

$$\ln \mu = \ln \mu_0 + \left[\frac{(EA)}{(RG)(TA)}\right] \qquad \text{(Ec. 6)}$$

Acidez del jugo.- Según la norma INEN 381.

pH del jugo.- Mediante el uso de un potenciometro.

Sólidos solubles.- Se determina a través de la norma INEN 380.

Sólidos en suspensión.- A través del procedimiento señalado en la norma INEN 388.

Sólidos totales y Humedad en jugo.- Mediante la norma INEN 382.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Zanahoria entera

Las muestras de las zanahorias enteras de las dos variedades Chantenay Red Cored y Banjor de los tres sectores de producción Chambo, San Luis y Tunshi de la Provincia de Chimborazo; presentan diferencias entre variedades y procedencia como se puede observar en la Tabla 1; donde se puede apreciar que el tamaño y volumen de la variedad Banjor presenta valores superiores a la otra; en cuanto al sector de producción el Cantón Chambo presenta los promedios más altos.

Tabla 1. Datos obtenidos para el tamaño y volumen de las zanahorias analizadas.

Tratamientos	*Longitud (m)	*Diámetro (m)	*Volumen (ml)
a0b0	0,114 ± 0,004	0,043 ± 0,001	107,5 ± 12,23
a0b1	0,102 ± 0,002	0,042 ± 0,001	219,5 ± 12,15
a0b2	0,102 ± 0,001	0,053 ± 0,001	73,5 ± 3,87
a1b0	0,166 ± 0,003	0,049 ± 0,002	144,0 ± 19,87
a1b1	0,159 ± 0,003	0,041 ± 0,002	128,0 ± 8,04
a1b2	0,159 ± 0,003	0,043 ± 0,003	155,0 ± 8,72

* Media y desviación estándar
a0=Chantenay Red Cored y a1=Banjor
b0=Chambo; b1= San Luis y b2= Tunshi

La variedad Chantenay Red Cored presenta promedios de pesos inferiores a la otra variedad, debido a su tamaño; el % de cáscara más alto 17,84 [%] corresponde al tratamiento a0b0 y el % más bajo al a0b2 con un valor de 14,55 [%]. En cuanto al % de jugo las zanahorias Chantenay Red Cored del sector de producción San Luis con un promedio de 42,85 [%] se ubican en primer lugar.

Tabla 2. Datos obtenidos para peso, % de cáscara y % de jugo de las zanahorias analizadas.

Tratamientos	*Peso (Kg)	*% Cáscara (%)	*% Jugo (%)
a0b0	0,107 ± 0,012	17,84 ± 0,72	39,35 ± 0,96
a0b1	0,073 ± 0,004	17,10 ± 0,41	42,85 ± 0,70
a0b2	0,130 ± 0,007	14,55 ± 1,03	40,39 ± 1,70
a1b0	0,223 ± 0,013	15,88 ± 0,93	41,86 ± 1,99
a1b1	0,148 ± 0,020	17,24 ± 1,11	38,61± 1,13
a1b2	0,159 ± 0,007	16,56 ± 1,18	39,17 ± 0,89

* Media y desviación estándar

La densidad y gravedad específica son propiedades que se encuentran directamente relacionas, por lo cuál los resultados obtenidos son similares. La variedad Banjor del sector de producción Tunshi presenta promedios superiores a la variedad Chantenay Red Cored como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos obtenidos para densidad y gravedad específica de las zanahorias analizadas.

Tratamientos	*Densidad (Kg/m^3)	*Gravedad Específica
a0b0	996,79 ± 13,17	1,020 ± 0,001
a0b1	987,0 ± 13,50	1,022 ± 0,001
a0b2	1016,84 ± 13,66	1,022 ± 0,003
a1b0	1016,39 ± 10,85	1,017 ± 0,003
a1b1	1025,42 ± 16,64	1,029 ± 0,002
a1b2	1025,59 ± 12,53	1,039 ± 0,003

* Media y desviación estándar

Los datos de difusividad térmica se presentan en la Tabla 4, y varían entre $1,50x10^{-7}[m^2/s]$ y $1,07x10^{-7}[m^2/s]$ correspondientes a los tratamientos a0b0 (Chantenay Red Cored-Chambo) y a1b0 (Banjor-Chambo). La conductividad térmica presenta valores superiores para la variedad Chantenay Red Cored; mientras que los sectores de producción San Luis y Tunshi son estadísticamente iguales.

Tabla 4. Datos obtenidos para difusividad térmica y conductividad térmica de las zanahorias analizadas.

Tratamientos	*Difusividad térmica $(m^2/s)\ 10^7$	*Conductividad térmica (W/m K)
a0b0	1,50 ± 0,07	0,57 ± 0,02
a0b1	1,47 ± 0,07	0,55 ± 0,02
a0b2	1,49 ± 0,02	0,58 ± 0,01
a1b0	1,07± 0,06	0,42 ± 0,02
a1b1	1,38 ± 0,06	0,54 ± 0,02
a1b2	1,24 ± 0,08	0,48 ± 0,03

* Media y desviación estándar

Jugo de zanahoria

La densidad [Kg/m^3] de los seis tratamientos se analizó a cuatro temperaturas (20^0C; 30^0C; 40^0C y 50^0C) como se muestra en la Tabla 5; la variedad Banjor del sector de producción San Luis presentó en todos los casos promedios superiores a los demás tratamientos.

Tabla 5. Datos obtenidos para densidad del jugo de las zanahorias analizadas.

Tratamientos	* 20^0C	* 30^0C	* 40^0C	* 50^0C
a0b0	1029,98 ± 0,52	1028,04 ± 0,42	1024,60 ± 0,40	1022,25 ± 0,52
a0b1	1030,91 ± 0,79	1026,06 ± 0,27	1023,51 ± 0,26	1020,83 ± 0,60
a0b2	1030,02 ± 0,50	1027,32 ± 0,62	1024,80 ± 0,69	1019,80 ± 0,30
a1b0	1038,08 ± 0,52	1034,26 ± 0,43	1030,69 ± 0,50	1026,05 ± 0,63
a1b1	1042,52 ± 0,45	1037,69 ± 0,37	1034,03 ± 0,22	1029,11 ± 0,24
a1b2	1037,01± 0,67	1034,29 ± 0,33	1030,56 ± 0,56	1025,96 ± 0,64

* Media y desviación estándar

El coeficiente volumétrico de expansión térmica presenta valores superiores para la variedad Banjor con un promedio de $4{,}33 \times 10^{-4}$ [1/K] en relación a la variedad Chantenay Red Cored con un valor de $3{,}38 \times 10^{-4}$ [1/K]. La gravedad específica presenta valores entre 1,039 y 1,029 para los tratamientos a1b1 y a0b1; a0b2 respectivamente. En los datos de índice de refracción la variedad Banjor y el sector de producción Tunshi presentan valores superiores con los siguientes promedios 1,3420 y 1,3422.

Tabla 6. Datos obtenidos para coeficiente volumétrico de expansión térmica, gravedad específica e índice de refracción del jugo de las zanahorias analizadas.

Tratamientos	* β (1/K)10^4	* Gravedad Específica	* Índice de refracción
a0b0	2,82 ± 0,07	1,032 ± 0,0	1,3406 ± 0,0003
a0b1	3,72 ± 0,26	1,029 ± 0,0	1,3388 ± 0,0010
a0b2	3,59 ± 0,28	1,029 ± 0,0	1,3419 ± 0,0003
a1b0	4,34 ± 0,28	1,036 ± 0,0	1,3408 ± 0,0008
a1b1	4,88 ± 0,25	1,039 ± 0,0	1,3426 ± 0,0006
a1b2	3,76± 0,30	1,036 ± 0,0	1,3426 ± 0,0003

* Media y desviación estándar

La difusividad térmica de los jugos analizados están en un intervalo de $1{,}16 \times 10^7$ [m^2/s] y $1{,}2716 \times 10^7$ [m^2/s] correspondientes a los tratamientos a1b0 y a0b1 respectivamente; como se observa en la Tabla 7 los valores de la variedad Chantenay Red Cored son superiores a la otra. La conductividad térmica de los jugos analizados presenta significancia en los sectores de producción donde San Luis y Tunshi tienen un promedio igual de 0,51[W/m K].

Tabla 7. Datos obtenidos para difusividad térmica y conductividad térmica del jugo de las zanahorias analizadas.

Tratamientos	*Difusividad térmica (m^2/s) 10^7	*Conductividad térmica (W/m K)
a0b0	1,23 ± 0,03	0,48 ± 0,03
a0b1	1,27 ± 0,05	0,53 ± 0,03
a0b2	1,25 ± 0,03	0,52 ± 0,02
a1b0	1,16 ± 0,03	0,45 ± 0,02
a1b1	1,18 ± 0,11	0,49 ± 0,05
a1b2	1,22 ± 0,02	0,50 ± 0,01

* Media y desviación estándar

En la tabla 8 se reportan los datos obtenidos para la viscosidad [Pa.s] 10^3 de los seis tratamientos a las diferentes temperaturas; la variedad Banjor del sector de producción San Luis presenta valores superiores a todas las temperaturas analizadas.

Tabla 8. Datos obtenidos para viscosidad del jugo de las zanahorias analizadas.

Tratamientos	* 20^0C	* 30^0C	* 40^0C	* 50^0C
a0b0	1,226 ± 0,003	0,971 ± 0,004	0,731 ± 0,007	0,659 ± 0,006
a0b1	1,238 ± 0,063	0,926 ± 0,006	0,791 ± 0,009	0,645 ± 0,017
a0b2	1,225 ± 0,038	0,939 ± 0,004	0,735 ± 0,004	0,627 ± 0,001
a1b0	1,234 ± 0,005	1,019 ± 0,015	0,771 ± 0,032	0,660 ± 0,004
a1b1	1,342 ± 0,019	1,029 ± 0,020	0,837 ± 0,034	0,704 ± 0,014
a1b2	1,277 ± 0,072	0,996 ± 0,002	0,785 ± 0,037	0,664 ± 0,003

* Media y desviación estándar

La tensión superficial, calor específico y energía de activación no presentan significancia estadística ($p \geq 0{,}05$) para las variedades estudiadas de los distintos sectores de producción, como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9. Datos obtenidos para tensión superficial, calor específico y energía de activación del jugo de las zanahorias analizadas.

Tratamientos	*Tensión Superficial (N/m) 10^2	*Calor Específico (KJ/Kg K)	*Energía de Activación (KJ/gmol)
a0b0	7,10 ± 0,04	4,06 ± 0,04	16,94 ± 0,09
a0b1	7,02 ± 0,14	4,04 ± 0,07	16,65 ± 0,64
a0b2	7,02 ± 0,14	4,02 ± 0,08	17,75 ± 0,74
a1b0	7,02 ± 0,13	4,02 ± 0,02	16,97 ± 0,28
a1b1	6,96 ± 0,11	3,99 ± 0,07	16,89± 0,59
a1b2	6,97 ± 0,08	3,99 ± 0,03	17,34 ± 0,88

* Media y desviación estándar

La acidez y pH de los jugos presenta significancia para el sector de producción con valores de (13,28; 12,38 y 10,47) [g/1000g de producto] para San Luis, Chambo y Tunshi; y promedios de (6,35; 6,27 y 6,17) para los cantones Tunshi, Chambo y San Luis respectivamente.

Tabla 10. Datos obtenidos para acidez y pH del jugo de las zanahorias analizadas.

Tratamientos	*Acidez (g/1000g de producto)	*pH
a0b0	13,51 ± 0,0	6,21 ± 0,10
a0b1	14,18 ± 1,35	6,17 ± 0,06
a0b2	10,13 ± 2,25	6,37 ± 0,04
a1b0	11,25 ± 2,60	6,33 ± 0,07
a1b1	12,38 ± 2,25	6,18 ± 0,05
a1b2	10,80 ± 3,60	6,34 ± 0,09

* Media y desviación estándar

En la Tabla 11, se muestran los datos obtenidos para los sólidos solubles (% masa) y sólidos en suspensión (% volumen); la variedad Banjor presenta valores superiores a la variedad Chantenay Red Cored en las dos propiedades con promedios de (6,15 y 5,09) y (4,31 y 3,83).

Tabla 11. Datos obtenidos para sólidos solubles (%masa) y sólidos en suspensión (% volumen) del jugo de las zanahorias analizadas.

Tratamientos	* Sólidos solubles (% masa)	*Sólidos en suspensión (% volumen)
a0b0	5,20 ± 0,20	3,78 ± 0,53
a0b1	3,97 ± 0,68	3,73 ± 0,50
a0b2	6,09 ± 0,17	3,98 ± 0,17
a1b0	5,35 ± 0,53	4,60 ± 0,49
a1b1	6,58 ± 0,42	4,16 ± 0,13
a1b2	6,53 ± 0,20	4,16 ± 0,17

* Media y desviación estándar

Los sólidos totales presentan menor % para la variedad Chantenay Red Cored; el valor más alto corresponde a la variedad Banjor del sector de producción San Luis con un promedio del 9[%]; la humedad varía entre 91 [%] y 92,96 [%] correspondientes a los tratamientos a1b1 y a0b1 respectivamente.

Tabla 12. Datos obtenidos para sólidos totales y humedad del jugo de las zanahorias analizadas.

Tratamientos	*Sólidos Totales (%)	*Humedad (%)
a0b0	7,64 ± 0,35	92,36 ± 0,35
a0b1	7,04 ± 0,34	92,96 ± 0,34
a0b2	7,09 ± 0,44	92,91 ± 0,44
a1b0	8,24 ± 0,29	91,76 ± 0,29
a1b1	9,0 ± 0,28	91,0 ± 0,28
a1b2	8,45 ± 0,06	91,55 ± 0,06

* Media y desviación estándar

CONCLUSIONES

Se caracterizó a la zanahoria amarilla *(Daucus carota)* variedades Chantenay Red Cored y Banjor de los sectores de producción Chambo, San Luis y Tunshi; mediante la determinación de las diferentes propiedades con el uso de métodos específicos que ya han sido utilizados en otras caracterizaciones, lo que garantiza los resultados obtenidos.

Se determinó las propiedades físicas y químicas de la zanahoria amarilla *(Daucus carota)* variedades Chantenay Red Cored y Banjor; con lo cuál se pudo comprobar que existen diferencias entre las dos variedades estudiadas; ya que en la mayoría de las propiedades analizadas las zanahorias Banjor presenta valores superiores a las zanahorias Chantenay Red Cored.

Se realizó un estudio acerca del manejo poscosecha de la zanahoria amarilla *(Daucus carota)*; en donde se observó que la recolección de la hortaliza la realizan preferentemente en las horas de la mañana; consiste en remover el producto de la tierra y empacarlo en sacos para luego ser trasportado a las sequías de lavado. En este lugar se separa las hojas del fruto con cuchillos o en forma manual. Luego se lava con agua de la sequía utilizando las manos y los pies para este procedimiento; ya eliminadas la mayoría de impurezas visibles se procede a empacarlas en costales haciendo su clasificación manual por observación directa y hasta que los costales estén llenos (no se pesa); finalmente son trasportados a los diferentes sitios de mercadeo donde se expenden al por mayor y menor.

Se estableció que el terreno de producción si influye en las características físicas y químicas de la zanahoria amarilla; ya que en la mayoría de los análisis estadísticos realizados en esta investigación, este factor presenta diferencia significativa ($p \leq 0,05$); las características de los suelos y el trabajo que sus agricultores les dan a los mismos hacen que los productos cultivados en estos se diferencien unos de otros; en la presente investigación el sector de producción San Luis presenta mejores características que Chambo y Tunshi.

REFERENCIAS

ALVARADO, J. 1996. Principios de Ingeniería Aplicados a Alimentos. Radio Comunicaciones. Quito – Ecuador. pp: 14, 171, 142

ALVARADO, J. y Aguilera J. 2001. Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza – España. Pp: 2, 61, 201.

ALVARADO, J. 1994.Propiedades físicas de frutas. IV. Difusividad y conductividad térmica efectiva en pulpas. Latin America Applied Research, 24; 41-47.

ANDA, L. 1976. "Prácticas de Físico- Química. Ambato- Ecuador. Ed. Universidad Técnica de Ambato. pp: 5-18

CANCHIÑA, A. 1997. Determinación de Difusividad Térmica en Frutas Ecuatorianas. Tesis de Grado. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos – Universidad Técnica de Ambato. pp: 3- 10.

CARRANZA, E. 2005. Determinación de las Propiedades Físicas y Químicas de la Cebolla de Bulbo (Allium cepa L.), variedad perla morada y colorada. Tesis de Grado. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos – Universidad Técnica de Ambato. pp: 1-38.

CARRION, F. y VARGAS, M. 2005. Determinación de las Propiedades Físicas y Químicas del Jigacho (*Carica stipulata*) y Babaco (Carica pentagona). Tesis de Grado. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos – Universidad Técnica de Ambato. pp: 30- 40.

CHARM, S.E. 1981. The Fundamentals of Food Engineering. 2 nd ed. Westport Connecticut. The AVI Publishing Company. pp:54-69, 592.

CHOI, Y. and OKOS, M.R. 1986. Effects of Temperatura and Composition on the Termal Properties of Food. Vol 1. London, England. Science Publishers. pp: 93-101.

DUPAS, H. y FARIA, B. 2001. Conductividad y Difusividad Térmica en :Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Juan de Diuos Alvarado y José Miguel Aguilera (ed). Editorial Acribia. Zaragoza – España. Pp: 213-236..

ESPASA, 2001. Diccionario de la Lengua Española. Tomo 8. pp:1180

HALL, C.W., FARRAL, A.W. and RIPPEN, A.L. 1978. Enciclopedia of Food Engineering. V.1. Westport Conneticut.Publishing Company. Inc. Pp:305-310.

HERRERA Luis; MEDINA Arnaldo, NARANJO Galo, 2004. "Tutoría de la Investigación Científica", Editores Diemerino, Quito-Ecuador. pp: 126-186.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. Norma INEN 380. Norma INEN 381, Norma INEN 382, Norma INEN 388 y Norma INEN 381, Norma INEN 1 998, Norma INEN 2 003.

KIMBALL, D. 1986. Volumetric cariations in sucrose solutions and aquqtions that can be used to replace specific gravity table. J.Food Sci. 51 (2). pp: 529-530.

KIRK, R.S.; SAWYER, R.; EGAN, H. 1996. Composición y Análisis de los Alimentos de Pearson. Compañía Editorial Continental S.A. Mexico .pp: 10-11.

MARON, S. and PRUTTON, C. 1968. Fundamentos de Fisicoquímica. Editorial Limusa Willey, S.A. Primera Edicción México. pp: 578-579

MANUAL PRACTICO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. Primera Edición. Océano Grupo Editorial. Impreso en España. pp:537-539.

NARANJO, W. 2009. Caracterización Reolcgica y Térmica de miel de dos variedades caña. Tesis de Grado. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos – Universidad Técnica de Ambato. pp: 87- 90.

NELSON, P.E. and TRESSLER, D.K. 1980. "Fruit and vegetable Juice Processing technology" 3er Edd. Westport, Conn.AVI pub. Co. Inc. pp: 603.

NUÑEZ, J. 1996. Determinación de las Características Reológicas de Pulpa de Frutas Ecuatorianas. Tesis de Grado. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos – Universidad Técnica de Ambato. pp: 1- 15.

ORTIZ, C. y RAMOS, J. 2002. Determinación de las Propiedades Físicas y Químicas de la Pitahaya. Tesis de Grado. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos – Universidad Técnica de Ambato. pp: 7- 24.

PEARSON, D. 1976. Técnicas de Laboratorio para análisis de Alimentos. Edicción Acribia. Zaragoza-España. Pp:23.

ROMO. 1981. Coloideofísica, Coloideoquímica y fenómenos de Superficie. Editorial Universitaria. Quito-Ecuador.pp: 165.Z

SURMACKA, A. 1983. Physical Properties of Foods. Pel. Avi Publishing Company. Inc. Westport. pp: 214.

THOMAS, J. 1990. Atlas de Botánica Colombia. Ediciones Jover S.A. Serie F. N[0] 5-6.

INTERNET

http://www.sica.gov.ec/cadenas/hortaliza/docs/conceptualizacion_clasificacion_hortalizas.htm "Las Hortalizas (clasificación y beneficios generales)"

http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/AE620s/Pfrescos/ZANOHORIA.HTM "Zanahoria (*Daucus carota*)"

http://www.sica.gov.ec/cadenas/hortaliza/docs/situacion_ecuador.html "Situación y perspectiva de la hortalizas en el Ecuador".

http://www.sica.gov.ec/cadenas/hortaliza/docs/importancia.html "Las hortalizas en el Ecuador"

http://www.sica.gov.ec/cadenas/hortaliza/docs/mundial.html "Visión mundial de las Hortalizas"

http://www.sica.gov.ec/cadenas/hortaliza/docs/distribucion.htm "Ecuador: Superficie de hortalizas por provincia año 2005"

http://www.euroresidentes.com/Alimentos/zanahoria.htm "Zanahoria-Zanahorias"

http://es.wikipedia.org/wiki/Daucus_carota "Daucus carota"

http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20061123144604AAhOQAg "Propiedades físicas y químicas de la materia"

http://es.wikipedia.org/wiki/Unidades_de_volumen "Volumen"

http://www.hortalizas.com/es/semillas/semillera.php?suppid=27 "Productores de Hortalizas"

http://www.guasch.com.ar/horta-tec/ficha3h.htm "Hortalizas"

EFECTOS DE SUSTITUCIÓN DE LA LECHE DE VACA POR LECHE DE CHOCHO (*Lupinus mutabilis*) EN LA ELABORACIÓN DE DULCE DE LECHE

MÓNICA ALEXANDRA RAMOS SÁNCHEZ Y MILTON RAMOS

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Av. Los Shyris. Campus Huachi, Ambato, Ecuador.

Palabras claves: Dulce de leche, leche de vaca, leche de chocho, evaluación sensorial, propiedades fisicoquímicas.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como finalidad modificar el dulce de leche, que usualmente se lo elabora con leche de vaca en su totalidad, para ello se sustituyó la leche de vaca por la leche de chocho en diferentes proporciones, creando una alternativa nueva para el consumidor. Además la utilización de un cultivo andino como el tarwi, que es ampliamente cultivado y cosechado en nuestro país.

Además se realizó la caracterización de las muestras de leche (vaca y chocho), aplicando análisis físico químicos como: pH, acidez titulable (ácido láctico y acido oleico, respectivamente), densidad (g/cm^3), azúcares reductores (prueba cualitativa), grasa, humedad (%), sólidos totales (%), proteína (%) y cenizas (%).

Se aplicó una tecnología adecuada para la extracción de leche de chocho y para la elaboración de dulce de leche.

Para la obtención del mejor tratamiento se aplicó un diseño experimental AXB, que permitió evaluar el olor, color, sabor, consistencia y aceptabilidad. El mejor tratamiento se obtuvo con la sustitución de 75:25 de leche de vaca por leche de chocho y 20% de edulcorante. Para la determinación del tiempo de vida útil, se tomó en cuenta la formación de cristales de lactosa (por ser un defecto común en los dulces de leche) por el período de 1 mes a 35°C, obteniendo un dato de tiempo de consumo de 2 meses en condiciones aceleradas.

INTRODUCCIÓN

El chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis S.*) es originario de la zona andina de Sudamérica. Es la única especie americana del género *Lupinus* domesticada y cultivada como una leguminosa (Blanco, 1982).

Su distribución comprende desde Colombia hasta el norte de Argentina, aunque actualmente es de importancia sólo en Ecuador, Perú y Bolivia. Un estudio realizado para determinar la importancia de los cultivos andinos en sus países de origen permitió determinar que en Perú, Bolivia, Ecuador y Chile, el chocho se constituía en un rubro prioritario, mientras que en Argentina y Colombia constituía un rubro de prioridad media (FAO, 1986).

El dulce de leche o manjar (2008:Internet) es un dulce tradicional en América Latina, ampliamente consumido en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, El Salvador, México, Panamá, Guatemala, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. Existen diversos relatos en relación al origen del dulce de leche. Sin embargo es difícil establecer cuál es el verdadero ya que muchos de los países donde se lo produce se atribuyen su invención. Su amplia distribución contemporánea al siglo XIX denota un origen posiblemente mediterráneo como otros productos culturales, que teniendo su origen en la península Ibérica, ya no existen en ella en la actualidad.

OBJETIVOS

General

Determinar los efectos de la sustitución de leche de vaca por la leche de chocho en la elaboración de dulce de leche.

Específicos

- Caracterizar la materia prima, como es la leche de chocho y la leche de vaca, utilizada en la elaboración de dulce de leche.
- Elaborar dulce de leche utilizando diferentes niveles de sustitución de leche de vaca por el de chocho y concentración de edulcorante.
- Evaluar la calidad sensorial del producto en sus diferentes tratamientos.
- Establecer el contenido de proteína y la vida útil del producto terminado en el mejor tratamiento.
- Elaborar un estudio de costos de producción para el mejor tratamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

- Leche pasteurizada
- Chocho desamargado
- Azúcar
- Gelatina
- Bicarbonato de Sodio
- Esencia de Vainilla

Materiales indirectos

- Envases
- Etiquetas
- Recipiente de acero inoxidable
- Lienzos
- Licuadora
- Paleta de madera
- Lavacaras plásticas
- Litreros

Equipos

- Balanza analítica Mettler
- Estufa Brabender (AOCS AC2 – 41)
- Mufla Thermolyne 1500 Furmace
- Desecador
- Material de vidrio Pyrex en general
- Acidómetro
- Lactodensímetro
- Termómetro
- pH - metro
- Microscopio óptico binocular
- Micrómetro
- Brixómetro

Reactivos

- Hidróxido de Sodio 0.1 N
- Fenolftaleína
- Acido sulfúrico
- Alcohol amílico
- Sulfato de potasio
- Sulfato de cobre
- Ácido Sulfúrico concentrado
- Solución de hidróxido de sodio 0.1 N
- Solución de ácido sulfúrico 0.1 N
- Solución indicadora de rojo de metilo al 0.1%
- Solución de Benedict

METODOLOGÍA

Factor A: Porcentaje de sustitución de leche de vaca y chocho

Nivel a_0: Leche de vaca - leche de chocho (100:0)
Nivel a_1: Leche de vaca - leche de chocho (75:25)
Nivel a_2: Leche de vaca - leche de chocho (60:40)
Nivel a_3: Leche de vaca - leche de chocho (50:50)
Nivel a_4: Leche de vaca - leche de chocho (25:75)

Factor B: Porcentaje de edulcorante (sacarosa)

Nivel b_0:20%
Nivel b_1: 25%

Procedimiento para la obtención de leche de chocho

Recepción

El proceso de obtención de leche de chocho partió de la recepción de chocho previamente desamargado. Para verificar la presencia de alcaloides se aplicó una prueba cualitativa mediante la utilización del reactivo de Wagner

Selección y Limpieza

En esta etapa se seleccionaron y eliminaron piedras, paja y granos de mala calidad.

Pesado

Se pesaron los chochos desamargados previos a la obtención de leche de chocho.

Calentamiento

Con el fin de eliminar cualquier resto de alcaloides de los granos de chocho, estos fueron sometidos a un calentamiento durante 5 minutos a 40°C.

Lavado

Una vez desamargado totalmente el grano, se lavó con agua previamente hervida con el propósito de eliminar cualquier impureza existente.

Licuado o triturado

Los chochos se trituraron durante el lapso de 10 min, con agua previamente calentada a 40 °C, en relación 1:1.5 (chocho-agua); hasta obtener un producto homogéneo.

Calentamiento

Los chochos licuados fueron sometidos a un precalentamiento a 40°C por un lapso de 5 min, con el fin de facilitar la solubilidad de las proteínas en el agua.

Filtración

Se filtró la muestra utilizando para ello un lienzo esterilizado.

Procedimiento para la obtención de dulce de leche de chocho

Recepción de la materia prima

Se recibió y verificó las condiciones de la materia prima con el fin de obtener un buen producto.

Pesado

Se pesaron los ingredientes de acuerdo a la formulación establecida en el diseño experimental: el azúcar 20 - 25% en relación a la leche, gelatina 1 g/lt, y bicarbonato de sodio 1 g/lt, en relación a la leche y esencia de vainilla 0,1 g/lt.

Análisis

Se tomó una muestra representativa de la mezcla de los tipos de leche, de acuerdo a los tratamientos establecidos y se realizó el análisis de acidez expresado en grados Dornic.

Calentamiento

La mitad de la mezcla de leche de vaca y leche de chocho, se calentó hasta que la misma alcance una temperatura de 70°C.

Dosificación

A la mezcla de leches se agregó el azúcar, bicarbonato y gelatina, procediendo a agitar vigorosamente mientras continúa la cocción.

Concentración

La concentración de dulce de leche duró aproximadamente 2 horas, hasta cuando el producto alcanzó entre 68 a 70 °Brix.

Enfriado

Inmediatamente finalizada la elaboración, el dulce de leche obtenido se enfrío a 80ºC para realizar el envasado

Envasado

Una vez que el dulce de leche estuvo a una temperatura de 80°C, se procedió al envasado, la temperatura aplicada permitió que existiera un fácil flujo y deslizamiento.

Tapado

Debido a que el producto estuvo caliente no fue posible taparlo inmediatamente, de hacerlo las tapas sudarán con el vapor del producto. Se esperó que el envase tenga una temperatura de 30 a 35°C para proceder a tapar.

Etiquetado

El etiquetado se realizó para identificar el producto, el mismo que contó con las características propias y legales del producto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LA LECHE DE VACA Y LA LECHE DE CHOCHO

Los resultados de los análisis físicos y químicos que se realizaron en las muestras de la leche de vaca y la leche de chocho, se presentan cuadro 1 y cuadro 2, respectivamente.

pH

Los valores de pH obtenidos indican una cercanía a la neutralidad en ambos casos, siendo mucho mayor para la leche de vaca con un valor de 6,80, mientras que para la leche de chocho un valor de 6,50.

Acidez titulable

En la leche de vaca, el ácido predominante es el láctico, con un porcentaje de acidez de 0,14. Mientras que para la leche de chocho, extraída con una relación 1:1,5 (chocho: agua), el ácido predominante es el oleico, con un porcentaje de acidez de 0,04.

Densidad

Dicha prueba física permitió determinar la adición de agua, que pudieran poseer las muestras analizadas. Para la muestra de leche de vaca el valor experimental corresponde a 1,030 g/cm^3. En la muestra de leche de chocho, para su obtención se utilizó una relación 1:1,5 (chocho - agua), el valor obtenido experimentalmente fue 1,005 g/cm^3, que indica la adición de agua en el proceso de elaboración.

Azúcares reductores (Prueba cualitativa)

En la leche de vaca la prueba fue positiva debido a la presencia de este disacárido, integrado por la condensación de una molécula de galactosa y otra de glucosa. La leche de chocho carece de monosacáridos, siendo la prueba negativa.

Grasa

Para el caso de la leche de vaca, el valor corresponde al 3,0%. Mientas que para la leche de chocho, un valor del 1,00% debido a la adición de agua.

Humedad y sólidos totales

En la leche de vaca el contenido corresponde al 88,10% humedad y 11,90% de sólidos totales. La leche de chocho contiene el 93,0% de humedad y 6,99% de sólidos totales, siendo el contenido de agua superior al de la leche de vaca, debido a la adición de agua para su obtención, por lo tanto disminuye el contenido de sólidos totales.

Proteína

La leche de vaca pasteurizada entera posee un valor de 3,0% de proteína. En la leche de chocho el contenido de proteína es de 3,03 debido a que en el proceso de elaboración del subproducto se agrega agua, reduciendo el contenido de sólidos totales, entre estos el contenido de proteína.

Cenizas

En la leche de vaca, el valor de cenizas es de 0,65%, que comprende sustancias minerales que constituyen los elementos traza y al citrato. Mientras que para la leche de chocho, el valor es 0,11%.

ANALISIS SENSORIAL

Mediante el diseño experimental empleado se obtuvo el mejor tratamiento del producto elaborado a base de combinaciones de leche de vaca y leche de chocho, y porcentaje de edulcorante (sacarosa).

Los tratamientos que mejor calificación obtuvieron en aceptabilidad fueron: a_0b_0 (leche de vaca - leche de chocho [100:0] y 20% de edulcorante [sacarosa]), a_0b_1 (leche de vaca - leche de chocho [100:0], y 25% de edulcorante [sacarosa]), a_1b_0 (leche de vaca - leche de chocho [75:25], y 20% de edulcorante [sacarosa]), a_2b_0 (leche de vaca - leche de chocho [60:40], y 20% de edulcorante [sacarosa]), y a_3b_0 (leche de vaca - leche de chocho [50:50], y 20% de edulcorante [sacarosa]).

ANÁLISIS PROXIMAL DEL MEJOR TRATAMIENTO

En Cuadro 3, se indica el contenido proximal de la muestra de dulce elaborado con un porcentaje de sustitución 75:25 de leche de vaca por leche de chocho y 20% de edulcorante (sacarosa).

En el producto elaborado se destaca el alto contenido de proteína (6,83%) en base húmeda, bajo contenido de grasa (0,06%) y presencia de fibra (1,74%). En el caso de la proteína, las muestras de leche utilizadas, tanto de origen animal y vegetal, poseen un porcentaje similar 3,0 y 3,03% en base húmeda, respectivamente. Diferenciándose entre ellas, en la calidad de proteína. El dulce de leche en realidad, será una excelente opción para personas quienes siguen un régimen alimenticio vegetariano o sufren trastornos digestivos, sin olvidar a aquellos que desean experimentar nuevos sabores.

TIEMPO DE VIDA ÚTIL

Para determinar el tiempo de vida útil del dulce elaborado con leche de vaca y leche de chocho, se utilizó condiciones aceleradas de temperatura a 35°C por un período determinado de 1 mes, tomando en cuenta la formación de cristales de lactosa, por ser el defecto predominante en los dulces.

Determinando que cuando el dulce de leche presente un diámetro de cristal de 9 micras, diámetro en el cual aún no son perceptibles al catador y no producen ninguna característica desagradable en el producto, el tiempo que tardará en formarse será de 55 días. Estableciendo que, el tiempo máximo del consumo será el mismo, no existiendo alterabilidad en las características sensoriales del producto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se evaluaron los efectos por la sustitución de leche de vaca por leche de chocho en la elaboración de dulce de leche, mediante la obtención de diferentes tratamientos con distintos niveles de sustitución de leche de chocho y diferentes porcentajes de edulcorante (sacarosa), además se evaluaron los efectos en: color, olor, sabor, consistencia y aceptabilidad evaluados por un panel de catadores. Se determinaron cambios en relación a la formación de cristales de lactosa, debido a la utilización de una muestra de leche carente de este carbohidrato (leche de chocho), y cambios en el contenido nutricional proximal, al compararlo con diferentes dulces que se comercializan en el mercado.

Previo a la elaboración del dulce de leche, utilizando la leche de vaca y leche de chocho, se procedió a determinar sus propiedades físicas y químicas. Para ello se utilizaron las normas INEN correspondientes a la leche de vaca pasteurizada, mientras que para la leche de chocho se utilizaron los mismos procedimientos con pequeñas adecuaciones. A continuación se muestran los valores experimentales de dichas determinaciones: pH 6,9 y 6,5; acidez titulable 0,14% y 0,04% expresada en ácido láctico y ácido oleico, respectivamente; densidad a 20°C 1,03 g/cm^3; y 1,015 g/cm^3, azúcares reductores prueba positiva y negativa; grasa 3,0% y 1,0%, humedad 89,3% y 93%; sólidos totales 11,90% y 6,99%; proteína 3,0% y 3,03%; y cenizas 0,65% y 0,11%, respectivamente.

Para la elaboración de dulce de leche se aplicó una tecnología adecuada mediante concentración hasta 68°Brix, presión normal, mezcla constituida por la leche de vaca y la leche de chocho (en diferentes proporciones: 100:00, 75:25, 60:40, 50:50 y 25:75, respectivamente), diferentes porcentajes de edulcorante (sacarosa en un porcentaje de 20 y 25), saborizante (esencia de vainilla), y aditivo (bicarbonato de sodio). Previo a la elaboración de dulce de leche, se realizó la obtención de leche de chocho de la variedad *Lupinus mutabilis* desamargado, cultivado y cosechado en la ciudad de Latacunga. La elaboración de la leche de chocho, partió de la utilización del grano desamargo, limpio, con color, olor y sabor característico a chocho, libre de impurezas y alcaloides. Sin embargo, para evitar la presencia de residuos de alcaloides en la leche se procedió a dar un calentamiento previo a 40°C, seguido de un licuado utilizando una relación chocho - agua (1:1,5), posteriormente se aplicó un calentamiento a 40°C con la finalidad de solubilizar las proteínas presentes en el grano, y por último, se filtró hasta obtener la leche de chocho y la torta (rica en proteínas y aceite).

Los tratamientos resultantes de la combinación de los factores: a (porcentaje de sustitución de leche de vaca y chocho) y b (porcentaje de edulcorante), fueron evaluados por catadores o jueces semientrenados que arrojaron datos sobre el color, olor, sabor, consistencia y aceptabilidad. Al evaluar la calidad sensorial de cada uno de los tratamientos, el tratamiento que mayor aceptabilidad o gusto al catador fue el tratamiento elaborado con una proporción 75:25 leche de vaca y leche de chocho, y el 20% de edulcorante, considerando también que similar aceptabilidad obtuvieron los tratamientos que fueron elaborados con el 100% de leche de vaca.

El producto elaborado con un porcentaje 75:25 de leche de vaca y leche de chocho, y el 20% de edulcorante (sacarosa) presentó un contenido de proteína de 6,83%; así también los tratamientos que fueron elaborados con una mezcla de leches de vaca y de chocho en proporciones 60:40 y 50:50 contienen el 7,37% y 7,65% de proteína, respectivamente. Demostrando que existe un valor mayor si aumenta el contenido de leche de chocho. El tiempo de vida útil se determinó mediante la formación de cristales de lactosa a una temperatura de almacenamiento acelerada (35°C) por el período de un mes, tiempo en el cual, el dulce no presentó cristales perceptibles al catador. El tiempo de vida útil del dulce de leche se obtuvo mediante la aplicación de la ecuación cinética de cero orden, la cual arrojó el dato de tiempo de consumo aproximado de 2 meses en condiciones aceleradas.

El costo de producción del dulce de leche elaborado en el mejor tratamiento es de USD 1,19 por el envase de 200 g, tomando en cuenta: la materia prima utilizada, materiales indirectos (etiquetas y envases de vidrio), insumos básicos, mano de obra y utilidad. Al realizar una comparación entre los dulces que expenden el mercado y el elaborado, se establece que el nuevo producto puede competir, tomando en cuenta su alto contenido de proteína, bajo contenido de grasa y presencia de fibra.

Recomendaciones

Se recomienda utilizar un número mayor de variables, por ejemplo en el caso de edulcorantes, niveles como: panela y edulcorantes no calóricos en diferentes porcentajes, para determinar la aceptabilidad del producto final.

Dado que no se observó la formación de cristales perceptibles al catador, y no presentó alteraciones en las características organolépticas del dulce de leche (siendo este un defecto predominante que sucede en los dulces), se debería tomar en cuenta otro parámetro para medir la vida útil del producto.

Se recomienda realizar un análisis de aminoácidos en la leche de chocho, para establecer con mayor precisión el porcentaje y el tipo de aminoácidos esenciales y no esenciales presentes en la misma, y en el producto final.

BIBLIOGRAFÍA

ANZALDÚA, A., 1994, "La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica", Única Edición, Editorial Acribia S.A, Zaragoza - España, pp. 60-63, 97,173.

ALVARADO, Juan de Dios, 1987, "Propiedades físicas de la leche", Cuadernos Técnicos de Tecnología e Ingeniería de Alimentos, Ambato - Ecuador, Volumen 4, N° 1, pp. 1- 8.

BADUI S., 1993, "Química de los Alimentos", Tercera Edición, Editorial Longman, México – México, p.p 62, 125 – 170,193-194.

BLANCO, O., 1980, "Investigaciones sobre tarwi", Universidad Nacional San Antonio Abad del Cuzco. In: Congreso internacional de cultivos andinos, Riobamba - Ecuador, pp. 167-173.

GROSS, R., 1982, "El cultivo y la utilización de tarwi *Lupinus mutabilis sweet*, producción y protección vegetal, FAO, N° 36, pp. 1-7, 159-162.

PAMPLONA, J., 2008, "El poder medicinal de los alimentos", Primera Edición, Editorial Safeliz, Buenos Aires - Argentina, pp. 16, 17, 196, 197,198.

SALTOS, H., 1993, "Diseño experimental aplicado a procesos tecnológicos", Única Edición, Editorial Universitaria, Ambato - Ecuador, pp. 60-70.

SCHLIMME. E, 2002, "La leche y sus componentes", Segunda Edición, Editorial Acribia, Zaragoza - España, p.p 103.

Cuadro 1. Resultados de análisis fisicoquímicos de la leche de vaca

Parámetro	Unidad	Resultado
pH	---	6,9
Acidez titulable	% ácido láctico	0,14
Densidad a 20°C	g/cm^3	1,03
Azúcares reductores	---	Positiva
Grasa	%	3,0
Humedad	%	89,30
Sólidos Totales	%	11,90
Proteína	%	3,00
Cenizas	%	0,63

Elaborado por: Mónica Ramos
Fuente: Laboratorio de Análisis de los Alimentos

Cuadro 2. Resultados de análisis fisicoquímicos de la leche de chocho variedad *Lupinus mutabilis*

Parámetro	Unidad	Resultado
pH	---	6,50
Acidez titulable	% ácido oleico	0,04
Densidad a 20°C	g/cm^3	1,015
Azúcares reductores	---	Negativa
Grasa	%	1,00
Humedad	%	93,00
Sólidos Totales	%	6,99
Proteína	%	3,03
Cenizas	%	0,11

Elaborado por: Mónica Ramos
Fuente: Laboratorio de Análisis de los Alimentos

Cuadro 3. Análisis proximal del tratamiento elaborado con un porcentaje sustitución 75:25 de leche de vaca por leche de chocho y 20% de edulcorante (sacarosa)

Parámetro	Unidad	Resultado	Método /Norma
Humedad	%	29,63	MO-LSAIS-01.01
Cenizas	%	1,44	MO-LSAIS-01.02
Extracto etéreo	%	0,06	MO-LSAIS-01.03
Proteína	%	6,83	MO-LSAIS-01.04
Fibra	%	1,74	MO-LSAIS-01.05
Elementos libres de nitrógeno	%	89,93	MO-LSAIS-01.06

ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DE ADITIVOS EN LA CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS MARINOS: ALBACORA O PEZ ESPADA (*Xiphias gladius*), TOLLO O TIBURÓN TOLLO (*Carcharhinus* sp.) Y CAMARÓN BLANCO (*Penaeus vannamei*)

VILLAFUERTE CARRILLO FRANKLIN ROLANDO Y CÉSAR A. GERMAN

Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos,
Av. Los Shyris, Campus Huachi, Ambato – Ecuador.
frenshvilladieth@yahoo.es

Palabras claves: Productos marinos, albacora (*xiphias gladius*), tollo (*carcharhinus* sp.), camarón blanco (*penaeus vannamei*), conservación pescado, vida útil.

RESUMEN

Esta investigación desarrolló una tecnología que permitió alargar el tiempo de vida útil a través de la reducción de la carga microbiológica de filetes de albacora (*Xiphias gladius*), filetes de tollo (*Carcharhinus* sp.) y camarón blanco pelado (*Penaeus vannamei*), mediante el uso de diferentes soluciones de ácido ascórbico, acido cítrico, cloruro de sodio y sorbato de potasio, para lo cual se aplicó un diseño experimental de dos factores con los respectivos niveles: A (tipo de marisco) * B (combinación de aditivos); con una réplica para cada nivel y un tiempo de inmersión de 20 minutos. Las respuestas experimentales analizadas en todos los tratamientos fueron: Recuento de aeróbicos mesófilos, *Escherichia coli, Coliformes totales, Salmonella, y Staphylococcus aureus.* En el mejor tratamiento (0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico) el tiempo de vida útil calculado para albacora fue de 48.85 días al igual que para tollo, mientras que para el camarón se obtuvo un tiempo de 17.14 días en condiciones de refrigeración (4°C). Las muestras fueron sometidas a un análisis sensorial para conocer el criterio del consumidor, en el que se demostró que el uso de la solución no afecta los atributos de los productos marinos.

INTRODUCCIÓN

Los pescados y los mariscos son alimentos muy perecederos, es decir, se alteran con rapidez y facilidad salvo que se recurra a tratamientos de conservación adecuados. Uno de los más útiles es el de la refrigeración. Este sistema permite mantener la calidad comercial de los alimentos por un periodo de tiempo variable. El tiempo en que se mantienen en perfecto estado depende de la especie, el método de captura y la manipulación, en la que siempre que se aplican temperaturas de entre 0 y 4ºC desde el mismo momento de la captura, y ésta debe mantenerse en todas las etapas de distribución hasta la llegada al consumidor.

Investigaciones realizadas por Ramos y Lyon W. (2000), en la "Reducción de Bacterias Endógenas asociadas con filetes de pescado usando, proceso Grovac", señala que la presencia de bacterias patógenas se puede disminuir con la utilización de aditivos como el ácido ascórbico en concentraciones que van desde 0.4 a 1.2 % y cloruro de sodio desde 0.2 a 0.6 % conjuntamente con el proceso de Grovac, además de que el uso de soluciones de ácido ascórbico y cloruro de sodio ha sido desarrollado para mejorar el sabor y la vida de anaquel de alimentos. El uso de esta solución tiene un profundo efecto sobre el crecimiento y viabilidad de las células microbianas. Por ejemplo, el ácido ascórbico actúa como un soluto reductor del pH, cuando es añadido a la solución.

Cuando el pH es reducido por debajo del límite mínimo para el crecimiento de una especie microbiana, no solamente hace que las células detengan el crecimiento, sino que ellas también pierden la viabilidad de multiplicarse. En adición a esto, se suman las propiedades antimicrobianas y antioxidantes ya que el ácido ascórbico ayuda a reducir los cambios potenciales de sabor y color.
Por otro lado, la sal, que no es empleada como un persevante debido a la baja concentración usada (1% peso/vol.), tiene la habilidad para mejorar el sabor deseado por supresión del sabor indeseable o desapetitoso como son el sabor amargo y ácido transmitido al alimento por el ácido ascórbico.

Según Bibek R. (1996), la eficacia de los inhibidores depende mucho de su modo de acción, pues algunos son capaces de prevenir o reducir el crecimiento y otros de destruir y matar a los microorganismos.

Ortiz P. y Ramos M. (2004) aplican tecnologías con proceso Grovac sin tecnificación del pelado de cuyes, y sin la inmersión en solución clorada para disminuir más aún la contaminación microbiana. La investigación desarrollada buscó solucionar los problemas sanitarios antes y después del proceso de faenamiento del cuy, con este seguimiento permite que la materia prima sea de calidad, es decir cuyes sanos sin ningún tipo de parásitos, incorporación del aturdimiento eléctrico para evitar el stress del cuy.

Ortiz D. y Ramos M. (2004), sobre la "Evaluación de la Calidad Microbiológica de concha prieta, camarón blanco y pescado pargo comercializados en la ciudad de Ambato", señalan que existe contaminación de bacterias patógenas como: "coliformes que representa el 98% del contaje total (PCA) al momento de expendio. La diferencia entre los resultados a la llegada del producto y el expendio del mismo es de aproximadamente el 3% lo que significa que el grado de contaminación se incrementa ligeramente". Determinan la presencia de microorganismos patógenos como *Vibrio spp, Staphylococcus aureus, Salmonella spp., Listeria spp.* y *E coli*, en los productos del mar adquiridos en los centros de expendio como: la Posada de la Garza, Mercado Central, y Mercado Simón Bolívar, ya sea a la llegada y/o en el expendio de los productos, lo que genera una alta probabilidad de que el consumidor adquiera una enfermedad transmitida por alimentos, dando como resultado un alto riesgo a la salud pública".

Silva M. y Garcés A. (2008) realizan la investigación en carcazas de cuy crudas en el proyecto de investigación CEREPS 044 "*ESTUDIO DE TECNOLOGIAS DE PROCESAMIENTO DEL CUY MEJORADO PARA OBTENER EN FORMA DE CARCAZAS CRUDAS Y PRECOCIDAS, PARA SER COMERCIALIZADAS EN EL PAIS Y EN EL EXTERIOR*" utilizando Tecnologías Mínimas de Procesamiento con pelado mecánico, inmersión en solución de agua clorada y solución de 1.4% de ácido ascórbico y 1% de cloruro de sodio con un tiempo de 20 minutos, logrando disminuir el 99% de la contaminación microbiana inicial, y a la vez aumentar el tiempo de vida útil o estabilidad en la vida de anaquel de los cuyes, para ofrecer al mercado nacional e internacional un producto de mejor calidad microbiológica y buenos atributos sensoriales de la canal.

Los estudios realizados por Santiago P. Aubourg y colab. (2004). sobre la inhibición de la rancidez en congelado jurel (*Trachurus trachurus*) por ácido cítrico y ascórbico han permitido observar el efecto de soluciones acuosas de ácido cítrico (AC) y el ácido ascórbico (AA) sobre la estabilidad de los lípidos de jurel (*Trachurus trachurus*) y filetes de pescado entero congelado durante el almacenamiento (hasta 6 y 9 meses, respectivamente) por medio de un tratamiento previo de remojo. Mejores resultados de inhibición de la oxidación de los filetes de pescado, se obtuvieron cuando se empleó una solución de 0,5% de AC. En el caso del pescado entero, el tratamiento previo de remojo con una mezcla compuesta de 0,5% de AC y 0,5% de AA mostraron los mejores resultados en la inhibición de la oxidación.

B.J.O. Efiuvwevwere M. O. Ajiboye. (1995) realizó estudios sobre bagres (*Clarias gariepinus*) frescos que fueron sometidos a diferentes concentraciones de sodio benzoato o sorbato de potasio y ahumados tradicionalmente antes de la evaluación microbiológica, química y las características organolépticas durante el almacenamiento ambiente tropical. Muestras no ahumadas de peces mostraron diversa microflora (*Enterobacter, Escherichia, Serratia, Bacillus, Staphylococcus, Streptococcus, Penicillium, Aspergillus* y géneros de *Achlya*), mientras muestras ahumadas estaban dominadas por flora bacteriana Gram-positivas (*Bacillus, Staphylococcus y Streptococcus*) y esporas de mohos (*Penicillium verrucosum , Aspergillus flavus y Achlya spp.*). La reducción significativa de la población microbiana se produjo en la mayoría de las muestras después de ahumar las muestras sometidas a 0,4% (w / v) de sorbato de potasio con menor carga microbiana y el máximo período de estabilidad. Sin embargo, se produjo un marcado aumento microbiano después de 4 días de almacenamiento en el control y la tratada con benzoato de muestras. Cambios en el pH marginal, pero se redujo después de 12 días de almacenamiento. El contenido de humedad disminuyó bruscamente después de ahumar y sigue siendo baja después de 4 días de almacenamiento. En general, el tratamiento de sorbato de potasio (0,4% w / v) fue más eficaz en el control de calidad microbiológica y amplió el periodo de validez de las muestras por 8 días.
Aguilera y colab. (1991) estudio la estabilidad de lavar y lavar la sardina (*Sardinops sagax*) tratados por leve calefacción, bajo pH (5.7-6.0), sorbato de potasio (0.05-0.2%), y cloruro de sodio (2.0-6.0%). Además del 6% de sal y el 0,2% de sorbato de pH 5,7 es el mejor factor de combinación y cuando se acompaña de un tratamiento térmico (10 min, 80 ° C) produce en parte un producto cocido, microbiológicamente estable a 15 ° C durante al menos 15 días. El lavado y tratamiento térmico suave (2min, 80 ° C), ayudó a reducir la carga microbiana inicial de la carne picada por un factor de 100 y, en combinación con la anterior formulación, el producto tuvo una duración de más de 15 días a 15 ° C.

Hisateru Mitsuda y colab. (1979) estudiò los efectos de diversos compuestos y gases sobre los filetes de *Seriola aurevittatu* durante el almacenamiento en 3 ° C durante un período de tiempo determinado en virtud de un sistema cerrado de nylon en una bolsa flexible de polietileno. Textura y color de las

mediciones, observaciones y sensorial indicó que un procedimiento de conservación que consiste en la inmersión del músculo de pescado discos (diámetro de 2,5 cm, 0,8 cm de espesor) en el 5% de solución de cloruro de sodio de 1 minuto luego guardamos en una bolsa sellada en el que el aire había sido reemplazado por el dióxido de carbono se extiende en gran medida la vida útil de los filetes de pescado.

Labuza (1982) señala la complejidad que implica la determinación del tiempo de vida útil de alimentos, ya que esto depende de numerosos factores involucrados en el deterioro, factores internos propios de cada alimento y factores ambientales, entre ellos la temperatura, la humedad relativa, el nivel de oxígeno, la luz. Además señala que para el cálculo de de tiempos de vida de anaquel se requiere: fijar un estándar o condición que hacen inaceptable al alimento y determinar o predecir la pérdida que ocurre desde en punto de distribución hasta el punto de consumo.

Según Caneda (1978), el método de las vidas medias se utiliza para calcular el orden de una reacción. Por definición, la vida media de una reacción con respecto a un reactivo es el tiempo que debe transcurrir para que la concentración de dicho reactivo se reduzca a la mitad del valor que tenia en el instante establecido como tiempo cero.

La ecuación cinética general para el caso de un solo reactivo y de orden n tiene la forma siguiente:

$$n = \frac{\log (T3 - T2) - Log (T2 - T1)}{\log A1 - \log A2} + 1$$

En muchos de los casos, el valor n es diferente de cero; puede ser un valor entero o fraccionado entre 0 y 2. En el caso de ser 1, corresponde a una ecuación de primer orden. Aplicando de esta manera el método propuesto por Alvarado (1996). Se aplica entonces la ecuación:

$$\ln C = \ln Co + kt$$

Donde:

C = parámetro escogido como límite de tiempo de vida útil
Co = concentración inicial
t = tiempo de reacción
k = constante de velocidad de reacción

Según Wittig E. (1990), la evaluación sensorial es una disciplina desarrollada desde hace algunos años; nació durante la segunda guerra mundial, ante la necesidad de establecer las razones que hacían que las tropas rechazaran en gran volumen las raciones de campaña. El hecho parecía insólito e inesperado, las dietas estaban perfectamente balanceadas y cumplían los requerimientos nutritivos de los usuarios, pero estos las rechazaban. Luego de reunir abundante información a través de entrevistas y encuestas, y analizar cuidadosamente la situación, se concluyó que la causa del rechazo era el deterioro en mayor o menor grado de algunos o todos los parámetros de calidad organoléptica de los alimentos que conformaban la dieta.

El análisis sensorial trabaja basándose en paneles de degustadores, denominados jueces, que hacen uso de sus sentidos como herramienta de trabajo. Los jueces se seleccionan y entrenan con el fin de lograr la máxima veracidad, sensibilidad y reproducibilidad en los juicios que emitan, ya que de ello depende en gran medida el éxito y confiabilidad de los resultados.

La evaluación sensorial usa técnicas basadas en la fisiología y psicología de la percepción, pues cada alimento, flor u otro actúan estimulando los sentidos de quien se percata de su existencia. Este estimulo produce un efecto en el observador, una sensación que es función de las características innatas del objeto.

Consecuentemente los objetivos de este estudio son: (i) desarrollar tecnologías que puedan ser aplicadas por los comerciantes de productos del mar, con la finalidad de ofrecer alimentos higiénicos y seguros para el consumidor; (ii) utilizar aditivos en diferentes concentraciones para disminuir la carga microbiana y aumentar la vida útil de los productos del mar;(iii) determinar el tiempo de vida útil del mejor tratamiento y (iv) evaluar sensorialmente los productos marinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia Prima
- Albacora o pez espada
- Tollo o tiburón tollo
- Camarón blanco

Medios de Cultivo
- Mannitol Salt Agar
- Plate Count Agar
- Brillant Green Bile Broth 2%
- Salmonella Shigella Agar
- Chromocult Coliform Agar

Reactivos
- Sorbato de Potasio
- Ácido Ascórbico
- Ácido Cítrico
- Cloruro de sodio

METODOLOGÍA

Diseño Experimental AxB para evaluar los efectos de los aditivos sobre los productos marinos (filetes de albacora, filetes de tollo y camarón pelado).

Factor A: Productos de mar

ao: Albacora o pez espada (*Xiphias gladius*),
a1: Tollo o tiburón tollo (*Carcharhinus* sp.)
a2: Camarón blanco (*Penaeus vannamei*)

Factor B: Aditivos

bo: 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Ascórbico
b1: 0.04% Sorbato de Potasio + 1.2 % Ácido Ascórbico
b2: 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico
b3: 0.04% Sorbato de Potasio + 1.2 % Ácido Cítrico
b4: 0.6% Cloruro de sodio + 1.0 % Ácido Ascórbico
b5: 0.8% Cloruro de sodio + 1.2 % Ácido Ascórbico
b6: 0 % de Aditivos

Lo que implica un total de 21 tratamientos a los cuales se realizó réplica. Obteniéndose un total de 42 muestras.

Las respuestas experimentales que se analizaron en todos los tratamientos fueron: *Escherichia coli, Coliformes totales, Salmonella, y Staphylococcus aureus* con el fin de determinar el mejor tratamiento. Además, una vez determinado el mejor tratamiento se cálculo el tiempo de vida útil del mejor tratamiento, considerando el método propuesto por Alvarado (1996).
Finalmente se realizó una evaluación sensorial con la finalidad de determinar el efecto del mejor tratamiento sobre características organolépticas (olor, color, sabor, textura y aceptabilidad) del producto marino. Para esto se ha utilizado la prueba *t* de student ya que se comparado dos muestras (muestra patrón y la obtenida como mejor tratamiento)

La tecnología para los filetes de pescado es la siguiente:
La recepción de la albacora y tollo se realizó en el mercado Central realizándose la selección de los pescados de acuerdo al estudio a realizarse, posteriormente se realizó la limpieza, misma que consiste en descamar el pescado teniendo cuidado de no romper la piel debajo de las escamas y luego se hizó un corte a lo largo de la cavidad abdominal extrayéndose las vísceras y las branquias. Se limpio el pescado de la sangre y restos de vísceras. No se debe separar la cabeza del cuerpo y tampoco cortar el pescado en mitades. Se realizó el fileteado cortando el filete desde la cabeza hacia la cola, lo más cercano posible en la espina. La cavidad de las costillas alrededor del abdomen estará incluida en el filete cortado. Se deben quitar las vísceras que aún puedan estar pegadas al filete. Si es necesario, se separa las aletas del filete. Los filetes fueron inmersos en las soluciones con aditivos por 20 minutos para luego eliminar el exceso de agua. El producto ubicado en la bandeja respectiva, se dispone en el mesón de

drenado, para eliminar toda el agua superficial que le ha podido quedar en la etapa anterior por un lapso de tiempo no menor de 5 minutos, finalmente se empacó en bandejas de espuma flex con fundas de polietileno

Los análisis microbiológicos que se realizaron fueron determinar la presencia de *Escherichia coli, Coliformes totales, Salmonella, y Staphylococcus aureus* con el propósito de determinar el mejor tratamiento. Una vez obtenido el mejor tratamiento se determinó el tiempo de vida útil a 4ºC de almacenamiento

La tecnología para los camarones pelados es:
La recepción del camarón se realizó en el mercado Central realizándose la selección de acuerdo al tamaño y la posterior limpieza en la cual se elimina la cabeza, la coraza corporal, las aletas anteriores y posteriores. Los camarones pelados fueron inmersos en las soluciones con aditivos por un tiempo de 20 minutos, posteriormente se eliminó el exceso de agua y se empacó en bandejas de espuma flex con fundas de polietileno

Los análisis microbiológicos realizados fueron determinar la presencia de *Escherichia coli, Coliformes totales, Salmonella, y Staphylococcus aureus* con el propósito de determinar el mejor tratamiento. Una vez obtenido el mejor tratamiento se determinó el tiempo de vida útil a 4ºC de almacenamiento

Cuadro # 1.- Resultados de los recuentos microbiológicos realizados en camarón pelado, filetes de albacora y tollo.

		Resultados Microbiológicos (ufc/g; NMP)									
		Recuento total		*Staphylococcus aureus*		Coliformes totales		*Escherichia coli*		Salmonella	
Tratamientos		R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
1	a0b0	80	100	80	50	50	40	0	0	0	0
2	a0b1	130	120	100	70	30	40	0	0	0	0
3	a0b2	90	70	0	20	0	10	0	0	0	0
4	a0b3	100	110	10	40	20	0	0	0	0	0
5	a0b4	150	140	130	150	50	30	0	0	0	0
6	a0b5	130	100	110	90	60	40	0	0	0	0
7	a0b6	2000	1800	3500	3300	270	230	0	0	10	40
8	a1b0	90	90	120	140	50	70	0	0	0	0
9	a1b1	110	90	160	210	20	30	0	0	0	0
10	a1b2	70	70	20	10	10	0	0	0	0	0
11	a1b3	120	80	50	0	60	80	0	0	0	0
12	a1b4	170	120	180	240	100	100	0	0	0	0
13	a1b5	130	110	160	130	80	90	0	0	0	0
14	a1b6	1800	1400	3900	4100	280	310	0	0	20	30
15	a2b0	260	240	130	180	180	160	70	70	10	0
16	a2b1	230	220	200	250	250	190	70	70	0	0
17	a2b2	150	170	30	50	80	60	40	30	0	0
18	a2b3	190	160	60	60	110	80	110	90	0	0
19	a2b4	320	250	280	320	260	280	150	200	20	30
20	a2b5	280	310	200	230	210	300	150	150	10	0
21	a2b6	3100	2500	4500	5300	1400	1600	930	750	150	130

Elaboración: Franklin Villafuerte
Fuente: Laboratorio UOITA

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis microbiológico

De acuerdo a los datos presentados en el cuadro Nº 1 el tratamiento 21 (a2b6: Camarón: 0% aditivos) presenta mayor contaminación en el recuento total de microorganismos, en el recuento de *Staphylococcus aureus, Coniformes totales, Salmonella y Escherichia coli.*

Mientras tanto que el tratamiento 10 (a1b2: Tollo suspendido en una solución de 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico) es el que presenta menor contaminación en el recuento total de microorganismos; el tratamiento 3 (a0b2: Albacora que fue suspendida en una solución de 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico) y 10 (a1b2: Tollo suspendido en una solución de 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico) son los que presentan menor contaminación en el recuento de *Staphylococcus aureus*; el tratamiento 3 (a0b2: Albacora que fue suspendido en una solución de 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico) y 10 (a1b2: Tollo suspendido en una solución de 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico) son los que presentan menor contaminación en el recuento de *Coliformes Totales;* los tratamientos del 1 al 6, del 8 al 13 y del 16 al 18 no existe la presencia de este microorganismo ya que las soluciones de aditivos han logrado eliminar la pequeña cantidad de microorganismos en su totalidad en comparación con su respectivo patrón y

finalmente el tratamiento 17 (Camarón: 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico) es el que presenta menor carga microbiana respecto a *Escherichia coli.*

Debido a que en casi todos los recuentos microbiológicos el factor B2 (0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico) es el que ayuda a reducir mayormente la carga microbiana, se ha considerado como el mejor tratamiento mismo que es aplicado para el cálculo de tiempo de vida útil.

Tiempo de vida útil

El tiempo de vida para albacora es de 45.85 días aproximadamente desde el punto de vista microbiológica y en lo referente a recuento total. Siempre y cuando no presente *Salmonella* como en nuestro caso que una de las réplicas presento un valor de 50 ufc/g.

Cabe recalcar que en el tiempo que se realizo los estudios microbiológicos (14 días) la muestra de albacora no presento cambios en sus características organoléptica, pero a los 30 días comienza estos cambios.

El tiempo de vida para tollo es de 45.85 días aproximadamente desde el punto de vista microbiológica. Cabe recalcar que en el tiempo que se realizo los estudios microbiológicos (14 días) la muestra de tollo no presento cambios en sus características organoléptica, pero a los 36 días es muy notable el cambio de olor de esta muestra.

El tiempo de vida calculado para camarón es de 17.14 días aproximadamente desde el punto de vista microbiológical. Cabe recalcar que en el tiempo que se realizo los estudios microbiológicos (14 días) la muestra de camarón no presento cambios en sus características organoléptica, pero a los 22 días sus características están alteradas.

Análisis sensorial

El análisis sensorial realizado determino que el mejor tratamiento (Albacora + 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico; Tollo + 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico y Camarón + 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico) que se aplico a los productos marinos no altera las características organolépticas de estos..

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio cumplió con el desarrollo tecnologías que puedan ser aplicadas por los comerciantes de productos del mar, en especial albacora o pez espada (*Xiphias gladius*), tollo o tiburón tollo (*Carcharhinus* sp.) y camarón blanco (*Penaeus vannamei*), con la finalidad de ofrecer alimentos higiénicos y seguros para el consumidor.

La utilización de aditivos en diferentes concentraciones (Bo: 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Ascórbico, B1: 0.04% Sorbato de Potasio + 1.2 % Ácido Ascórbico, B2: 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico, B3: 0.04% Sorbato de Potasio + 1.2 % Ácido Cítrico, B4: 0.6% Cloruro de sodio + 1.0 % Ácido Ascórbico, B5: 0.8% Cloruro de sodio + 1.2 % Ácido Ascórbico y B6: 0% de aditivos) a permitido disminuir la carga microbiana. Es así que si consideramos el recuento total se ha disminuido desde 89.28% de la contaminación (utilizando la combinación b4) hasta 95.81 % (utilizando la combinación b2); en el recuento de *Staphylococcus aureus* se ha disminuido desde 93.87% de la contaminación (utilizando la combinación b4) hasta 99.70 % (utilizando la combinación b2); en el recuento de *Coliformes totales* se ha disminuido desde 66.01 % de la contaminación (utilizando la combinación b4) hasta 98.21 % (utilizando la combinación b2); en el recuento de *Salmonella* se ha disminuido desde 78.60 % de la contaminación (utilizando la combinación b4) hasta 100 % (en la mayorías de las combinaciones) y finalmente en el recuento de *Escherichia coli* se ha disminuido desde 78.60 % de la contaminación (utilizando la combinación b4) hasta 95.85 % (utilizando la combinación b2). Es así que se logro determinar que la combinación de aditivos b2 es la mejor en todos los casos ya que permite disminuir mayormente la carga microbiana.

La determinación del tiempo de vida de anaquel calculado para albacora es aproximado de 45.85 días al igual que el tollo mientras que el camarón posee un tiempo de vida de 17.14 días. De tal manera que la investigación permitió alargar la vida útil de los productos marinos mediante el empleo de una solución de 0.06% Sorbato de Potasio + 1.0 % Ácido Cítrico durante un tiempo de inmersión de 20 minutos.

Mediante el análisis sensorial realizado entre la muestra patrón y la sumergida con el mejor tratamiento mediante la aplicación de la prueba t de student se ha podido comprobar que tanto la concentración de sorbato de potasio (0.06%) y ácido cítrico (1%) no presentan influencia significativa sobre las características organolépticas de los productos marinos respecto a los correspondientes patrones.

Con la implementación de la tecnología desarrollada en el presente estudio, se favorece los procesos de conservación y comercialización de productos marinos, mediante una considerable reducción de la carga microbiológica, lo cual se traduce en un mayor tiempo de vida útil del producto por lo que recomendable usar dicha tecnología.

Mantener los productos marinos a temperaturas de refrigeración (4ºC) o menores debido a que la actividad microbiana se reduce, permitiéndose de esta manera prolongar el tiempo de vida de los alimentos manteniendo a su vez las características organolépticas por mayor tiempo.

Se debería realizar un estudio posterior, con el fin de determinar hasta que punto puede ser reutilizable la solución de acido cítrico con sorbato de potasio, manteniendo su efectividad sobre la reducción de la población microbiológica, cuyo resultado se reflejaría en la disminución de los costos de producción.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA, JOSÉ M. y colab. 1991. Preservation of minced pelagic fish by combined methods, International Journal of Food Science & Technology, Volume 27 Issue 2, Pages 171 – 177.

ALVARADO, Juan; 1996, "Principios de ingeniería Aplicados a Alimentos," Ed. Radiocomunicaciones; Quito- Ecuador, pp 372-398.

AOAC. "Methods of Analysis". 1980. Official Methods of the Association of Official Analytical Chemists. Thirteenth Edition. Washington.Dc.1018.

AUBOURG, Santiago P. y colab. 2004. Studies on rancidity inhibition in frozen horse mackerel (*Trachurus trachurus*) by citric and ascorbic acids. European Journal of Lipid Science and Technology, Volume 106 Issue 4, Pages 232 – 240

BIBEK R. 1996. Fundamental Food Microbiology. CRC Press. Boston – United States. Cap. 6

EFIUVWEVWERE B.J.O.and AJIBOYE. 1995. Control of microbiological quality and shelf-life of catfish *(Clarias gariepinus)* by chemical preservatives and smoking, Journal of Applied Microbiology, Volume 80 Issue 5, Pages 465 - 470

HISATERU Mitsuda y colab. 1979. Use of sodium chloride solution and carbon dioxide for extending shelf-life of fish fillets, Journal of Food Science, Volume 45 Issue 3, Pages 661 – 666

MERCK. 2000. MICROBIOLOGY MANUAL 2000. Alemania

LABUZA Theodore P. 1982. Shelf – life dating of foods, United Status of America, Food and Nutrition Press, Inc, Pages. 500.

ORTIZ, Diego y RAMOS M. 2004. "Evaluación de la calidad microbiológica de productos marinos comercializados en la ciudad de Ambato", Ambato–Ecuador.

ORTIZ, Pablo y RAMOS M. 2004. "Efecto de la aplicación de ácido ascórbico y cloruro de sodio en la calidad microbiológica de canales frescas de cuy (*Caviaporcellus*)", Ambato – Ecuador.

SILVA Mónica y GARCÉS A. (2008) Proyecto de investigación CEREPS 044 "Estudio de tecnologías de procesamiento del cuy mejorado para obtener en forma de carcazas crudas y precocidas, para ser comercializadas en el país y en el exterior", Universidad técnica de Ambato - Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos – UOITA, Ambato –Ecuador.

RAMOS M. and LYON W. 2000. Reduction of Endogenous Bacteria Associated with Catfish Fillets Using the Grovac Process. Journal of Food Protection. September. 2000. Volume 63. No 9. pages 1231 – 1239

WITTIG, E. 1990. Evaluación Sensorial, una Metodología Actual para Tecnología de Alimentos. Impreso en Talleres Gráficos USACH. Chile. p.134.

EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE BIOXIGEN Y KILOL DF-100 EN LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DE FRUTILLA (*Fragaria chiloensis L.* Duch), MORA (*Rubus glaucus* Benth), BABACO (*Carica pentagona* Hellborn) Y TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra betacea* Sendt) QUE SE COMERCIALIZAN EN LA CIUDAD DE AMBATO

GABRIELA MIRANDA Y CARLOS RODRIGUEZ

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
Teléfono 02-2420034, E-mail: bogamyflak@hotmail.com.

RESUMEN

La presente investigación consistió en determinar el efecto de dos desinfectantes, Bioxigen y Kilol DF-100, sobre la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de frutilla (*Fragaria chiloensis* L. Duch), mora (*Rubus glaucus* Benth), babaco (*Carica pentagona* Hellborn), y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt), con el propósito de alargar su tiempo de conservación. Para ello, las frutas fueron sumergidas por cinco minutos en una solución desinfectante al 1%, previo a su almacenamiento, en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, de la Universidad Técnica de Ambato. La frutilla y mora fueron almacenadas durante dos días, mientras que el babaco y tomate de árbol durante catorce, a una temperatura de 22ºC y humedad relativa de 48%. Los resultados permitieron determinar el tiempo máximo de conservación, siendo el Bioxigen el mejor desinfectante. El análisis estadístico fue realizado con el paquete estadístico Stathgraphics, aplicando un diseño de un factor completamente aleatorizado. Con los resultados del mejor tratamiento relacionado al recuento aerobio total, se cálculo el tiempo de vida útil para cada una de las frutas. Con Bioxigen el tiempo de vida útil en babaco fue 55 días, en frutilla 5, en mora 6 y en tomate de árbol 40. El presente estudio ha demostrado la eficiencia del uso de desinfectantes para eliminar microorganismos presentes en frutas de consumo diario, permitiendo así no solamente brindar un producto de altísima calidad al consumidor final, sino también permitir un mayor tiempo de almacenamiento.

INTRODUCCION

La provincia de Tungurahua, por sus condiciones climáticas, tiene extensas áreas de cultivos hortícolas y frutícolas, constituyéndose la agricultura como la actividad económica de mayor relevancia. Ambato abastece al mercado ecuatoriano en el 55%, y en algunos casos, hasta el 80%, de algunas frutas como son: frutilla, mora, babaco y tomate de árbol. Debido a ello, la ciudad de Ambato se convierte en un centro de acopio y comercialización, especialmente de frutas y hortalizas frescas, abasteciendo al mercado local y nacional. El consumo seguro de frutas frescas hace necesario que los productos sean expendidos sin riesgos para el consumidor. Por ello se justifica la aplicación de tratamientos de desinfección, con el propósito de incrementar la vida útil y la seguridad de dichas frutas. La desinfección permite la reducción del número de microorganismos perjudiciales y patógenos. Un desinfectante eficaz reduce el número de microbios a un nivel que no perjudique la salud (Wringht, 1985). La eficacia de los desinfectantes depende del tipo de fruta, de las características superficiales de las mismas, de las condiciones del agua, condiciones de aplicación del desinfectante, temperatura de almacenamiento, y de la población microbiana involucrada. Por consiguiente, la presente investigación tiene por objetivo evaluar los efectos de la aplicación de Bioxigen y Kilol en la calidad microbiológica de frutilla (*Fragaria* chiloensis L. Duch), mora (*Rubus glaucus* Benth), babaco (*Carica pentagona* Hellborn) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt) durante su almacenamiento.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima. En el Mercado Mayorista de Ambato se adquirieron: babaco, frutilla, mora y tomate de árbol.

Equipos y materiales. Autoclave, balanza de precisión electrónica marca Shimadzu, balanza infrarroja Gibertini, brixómetro de mano marca Atago rango 0-32ºBrix, cuenta colonias Quebec, cámara de asepsia, estufa marca MEMMERT, incubador marca MEMMERT, pH-metro marca Hanna y calibrador pie de rey. Balones aforados pyrex, buretas graduadas pyrex, matraz erlenmeyer, pipetas graduadas y vasos de precipitación pyrex.

Reactivos. Desinfectantes: Bioxigen, TextiQuim CIA. LTDA, Quito y Kilol DF-100, CHEMIE ECUADOR; peptona, Petrifilm para aerobios totales, mohos-levaduras, coliformes totales, Escherichia coli y Staphylococus aureus.

Metodología. Recepción y selección de frutas, caracterización de frutas, aplicación de desinfectantes y almacenamiento.

Caracterización físicoquímica. El análisis físicoquímico para babaco y tomate de árbol se realizó al primero y al décimo cuarto día de almacenamiento; mientras que en frutilla y mora se realizó al primero y al tercer día. Las determinaciones fueron: peso, diámetro ecuatorial, longitud, pH (norma INEN Al 02 01 314), acidez titulable, (norma INEN Al 02 01 303), contenido de sólidos solubles totales (norma INEN Al 02 01 302) y humedad.

Análisis microbiológicos: En babaco y tomate de árbol, el análisis microbiológico se realizó al primero, séptimo y décimo cuarto día. Para mora y frutilla se realizó al primero, segundo y tercer día. Para la obtención de muestras representativas de producto, se utilizó el método de muestreo diminutivo cuadrático. Una vez escogida la muestra, se cortó asépticamente en pequeños trozos y se pesaron 25 g, los que fueron colocados en fundas estériles biopro y finalmente añadir 225 ml de agua peptonada estéril (dilución 1/10). Se agitó manualmente durante dos minutos. Para realizar la dilución 1/100 se adicionó 1 ml del sobrenadante de la dilución 1/10 a 9 ml de agua peptonada estéril. Una alícuota de las diluciones preparadas fue inoculada en placas Petrifilm para recuento aerobio total, E. coli, S. aureus, mohos y levaduras. Para la incubación e interpretación de las placas Petrifilm se siguieron las instrucciones del proveedor.

Evaluación de desinfectantes. El valor de la eficiencia germicida (%) corresponde al porcentaje de microorganismos que son destruidos por la acción del desinfectante, usando la siguiente expresión:

$$Eficiencia.(\%) = \frac{N_0 - N_t}{N_0} \times 100$$

Donde: N_0 = número de microorganismos inicial, N_t = número de microorganismos sobrevivientes al tiempo t.

Análisis sensorial. El análisis sensorial fue realizado con un panel de catadores de 10 personas, quienes poseían una cierta instrucción en análisis sensorial para determinar la calidad y aceptación de las frutas mediante una escala hedónica, de 1 a 5 puntos, en la cual se valoraron características como color, sabor, acidez, textura y aceptabilidad. En babaco y tomate de árbol se realizó la catación al primero y al décimo cuarto día. En el caso de frutilla y mora se realizó al primero y tercer día.

Diseño experimental.

Hipótesis Nula:Ho: T1=T2=T3 =……Tn

Ho: El efecto de la aplicación de Bioxigen y Kilol DF-100 es el mismo en la calidad microbiológica de frutilla, mora, babaco y tomate de árbol.

Hipótesis alternativa: T1≠T2≠T3≠……Tn

H1: El efecto de la aplicación de Bioxigen y Kilol DF-100 no es el mismo en la calidad microbiológica de frutilla, mora, babaco y tomate de árbol.

Factores de estudio y niveles. Se aplicó un diseño de un factor completamente aleatorizado, con un solo factor y una réplica para cada fruta. Factor A: Desinfectante; Nivel A0=sin desinfectante (control); Nivel A1=Bioxigen concentración del (1%V/V); Nivel A2=Kilol concentración del (1% V/V)

Análisis estadísticos. Se procesaron los resultados de los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales al final del almacenamiento mediante el programa estadístico Statgraphics.

Determinación del tiempo de vida útil. Se determinó a partir del recuento microbiológico total en los mejores tratamientos, y teniendo como referencia datos publicados por Tecnoalimentos (Norma Chilena, 1997). Para calcular el tiempo de vida útil se consideró el método propuesto por Alvarado (1996), para el caso de cinética de primer orden, mediante la ecuación: $\ln C = \ln Co + Kt$

Donde: C: Parámetro microbiológico escogido como límite de tiempo de vida útil; Co: Concentración inicial; K: Constante de velocidad de reacción; t: Tiempo de reacción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados fisicoquímicos obtenidos en la presente investigación concuerdan con los resultados reportados por otros autores en la literatura (Alvarado, 1989).

Porcentaje de pérdida de peso. Durante el tiempo de almacenamiento, todos los tratamientos presentan una disminución significativa de peso. También es clara la diferencia de peso que existe entre las frutas, de acuerdo a las diferencias morfológicas, incluyendo el tamaño característico de cada una. El valor más alto de porcentaje de pérdida de peso se encuentra en la muestra control (mora 30.0%, frutilla 29.3%, babaco 24.6% y tomate de árbol 15.3%), en comparación con los otros tratamientos (Bioxigen: mora 17.9%, frutilla 7.7%, babaco 10.07% y tomate de árbol 15.1%; y Kilol: mora 10.8%, frutilla 10.3%, babaco 19.3% y tomate de árbol 14.4%). Probablemente, al desinfectar la fruta con Kilol y Bioxigen, se reducen los valores de pérdidas de peso, debido a que estos ayudan a mantener en mejores condiciones el producto, presentando menor deshidratación a las condiciones expuestas.

Longitud. La longitud varía según el tipo de fruta, siendo la mora el de menor longitud (entre 2.7 y 2.8 cm) y el babaco el de mayor longitud (entre 27 y 29 cm). Mientras que la frutilla varia entre 4.1 y 4.2 cm; y el tomate de árbol entre 7.1 y 7.2 cm. En el almacenamiento la longitud tiende a disminuir ligeramente para todos los tratamientos.

Diámetro ecuatorial. Los valores de diámetro ecuatorial entre las frutas varia según el tipo de fruta que se esta evaluando, así en babaco entre 11.1 y 12.0 cm; frutilla entre 3.5 y 3.7 cm; mora 2.2 cm y tomate de árbol 5.9 cm. El diámetro ecuatorial al final del almacenamiento de los tratamientos se mantiene estable.

Grados Brix. Los valores de grados brix del babaco disminuyen (de 6.0 a 4.8) conforme transcurre el tiempo de almacenamiento; mientras que para frutilla (de 8.5 a 10.0), mora (de 11.3 a 11.7) y tomate de árbol (de 9.9 a 12.1), los grados brix se incrementaron debido a la maduración de las mismas. La velocidad y naturaleza del proceso de maduración difiere significativamente de acuerdo a las zonas de producción, el grado de madurez entre las especies de frutas y el cultivar de las mismas. Los cambios asociados a la madurez de la fruta tienen un efecto en el sabor y aroma, generalmente volviéndose más dulce a medida que el almidón es convertido en azúcar, conjuntamente con la producción de compuestos volátiles, frecuentemente aromáticos (Carmona, 2001).

pH. Las frutas analizadas contienen ácidos orgánicos en cantidades que son suficientes para producir valores de pH inferiores o iguales a 4.6. El rango de pH determinado varía entre un rango de 3.08 hasta 4.14 en todas las frutas. Valores ácidos de pH como los reportados, impiden el desarrollo de microorganismos, ya que en su mayoría son neutrofílicos. Al disminuir el número de microorganismos, se impide también el deterioro rápido de la fruta (Mossel y Struijk, 1975). Los valores de pH del babaco y de la frutilla descendieron conforme transcurrió el almacenamiento. Todo lo contrario ocurrió con la mora y tomate de árbol. Esto se podría atribuir a los procesos de maduración típicos de cada una de las frutas.

Porcentaje de ácido cítrico. Las frutas tienen un contenido variable de ácidos orgánicos. En el presente estudio, el porcentaje de ácido cítrico de la mora y el tomate de árbol, muestra valores altos (entre 1.7 y 2.4% ácido cítrico). Todo lo contrario ocurre con el babaco y frutilla (0,7 y 0,9%). Desde el punto de vista de la maduración de las frutas, los ácidos orgánicos van disminuyendo conforme este proceso avanza, haciendo que desaparezca el sabor agrio y la astringencia, para dar paso a un sabor agradable y al equilibrio dulzor-acidez de los frutos maduros.

Porcentaje de humedad. Las frutas analizadas presentan un porcentaje de humedad dentro de un rango entre 83.9% y 98.3%, siendo este porcentaje característico de frutas con gran contenido de agua. El porcentaje de humedad del babaco aumentó conforme trascurrió el tiempo de almacenamiento, fenómeno que se vio relacionado con la disminución de grados Brix. Probablemente, el agua es producida durante las complejas reacciones metabólicas de esta fruta, provocando por lo tanto, un aumento en el porcentaje de humedad, y como consecuencia, una disminución de la concentración de azúcares (FAO, 2005). En el caso de la frutilla, mora y tomate de árbol se observó una pérdida de humedad durante el almacenamiento.

Análisis microbiológico. La variación en el número de microorganismos presente en cada fruta, dependió de manera significativa de la procedencia y la morfología de cada una de ellas. La mayor contaminación se registró en la frutilla, debido a que los frutos, en la gran mayoría de casos se encuentran en contacto con el suelo o muy cerca del mismo. En el caso del babaco, mora y tomate de árbol, generalmente se encuentran mucho más alejados del suelo, y por consiguiente, el número de microorganismos es menor. Al inicio del experimento, en el tratamiento control, el valor más alto encontrado fue de $2.15x10^4$ ufc/g en frutilla, mientras que el valor más bajo para el tomate de árbol $1.29x10^2$ ufc/g; en babaco 3.74×10^2 ufc/g y en mora 3.75×10^2 ufc/g. Durante el almacenamiento, la tendencia de la carga microbiana es a aumentar, ya que en frutilla se detectó la presencia de $8.25x10^6$ ufc/g, mientras que el valor más bajo se volvió a encontrar en tomate con $6.4x10^2$ ufc/g; en babaco 3.20×10^3 ufc/g y en mora 1.90×10^3 ufc/g. Claramente, en el caso de la frutilla, los valores de ufc/g sobrepasan los permitidos en la norma chilena ($1x10^4$ ufc/g), lo que podría tener repercusiones para los consumidores finales, sobretodo si se considera que la principal forma de consumo de ésta fruta es en fresco.

Al analizar los tratamientos en los que se usaron desinfectantes, Bioxigen y Kilol, se puede notar claramente que éstos ayudan a disminuir considerablemente la población microbiana inicial, en todos los tipos de microorganismos analizados. Los valores de ufc/g para recuento de aerobios totales, *E. coli*, *S. aureus*, mohos y levaduras, luego de la desinfección, disminuyeron a niveles inferiores a los permitidos en la norma chilena. Es notorio que el uso de Bioxigen fue mucho más efectivo que Kilol, porque en todas las frutas al final del almacenamiento, el número de ufc/g fue menor para todos los tipos de microorganismos. Es probable que el Bioxigen sea más eficiente que el Kilol debido a que desnaturaliza la membrana celular, por lo tanto pudo actuar y eliminar rápidamente a los microorganismos presentes. Mientras que es probable que el Kilol solo inhibiera el crecimiento de los microbios presentes, sin tener un efecto biocida.

Análisis sensorial. Las frutas presentaron cambios en las propiedades sensoriales durante el almacenamiento debido al proceso natural de maduración. Algunos de los cambios pueden ser explicados debido a que algunas pectinasas ablandan la textura de las frutas, permitiendo el desarrollo de sus aromas característicos. También se observó que los colores cambiaron del verde al rojo, amarillo o púrpura, dependiendo de la fruta. Muchos de éstos cambios ocurren debido a la trasformación de los pigmentos verdes, o sea la clorofila, por otros de tipo terpenoide, entre los cuales, los carotenoides son los principales (rojo, amarillo). El aspecto final de las frutas es el característico del fruto maduro. En lo que se refiere a la diferencia de atributos sensoriales entre tratamientos, esta fue mínima, es decir que la desinfección usando Bioxigen y Kilol, no influyó de manera significativa en las características organolépticas de las frutas.

Selección del mejor tratamiento. Se realizó mediante la identificación de los valores más bajos de ufc/g del recuento aeróbico total, ya que este parámetro tiene por objetivo definir la vida útil y alteración del producto. En el caso de la frutilla y babaco, los mejores tratamientos resultaron con la aplicación de Bioxigen y Kilol, ya que ocuparon el mismo nivel de significancia estadística. Sin embargo, el tratamiento con Bioxigen siempre mostró los valores más bajos de ufc/g. En mora y tomate, el mejor tratamiento fue aquel en que las frutas fueron desinfectadas con Bioxigen, ya que éste se ubicó en el primer nivel de significancia estadística.

Tiempo de vida útil. El tiempo de vida útil calculado fue: babaco 55, frutilla 5, mora 6 y tomate de árbol 40 días. Al comparar éstos resultados con datos bibliográficos, en condiciones óptimas de almacenamiento en términos de refrigeración y humedad relativa, fueron similares; siendo la desinfección un método efectivo para alargar la vida útil de las frutas.

Eficiencia germicida. La eficiencia germicida de los desinfectantes dependió de manera significativa del tipo de fruta y de la carga inicial de microorganismos en cada una de ellas. El efecto germicida en la eliminación de *S.aureus* y coliformes totales mediante la utilización de Bioxigen fue del 100% en las cuatro frutas estudiadas. En lo referente a recuento total, dependió del tipo de fruta, así en babaco la reducción fue menor a 1 ciclo logarítmico, en frutilla 3 log, en mora 1 log y en tomate de árbol se logró una reducción total. En el caso de la eficiencia germicida para mohos, en babaco fue de 1 ciclo logarítmico, mientras que en las demás frutas la reducción fue completa. Los resultados concuerdan con algunos datos de la literatura (Cherry, 1999).

Estudio económico. El estudio económico permitió establecer que el tratamiento más rentable fue con el empleo de Bioxigen. El incremento de los costos mediante la desinfección con esta sustancia, estuvo en un rango desde 4,57% en frutilla, hasta el 12,79% en babaco. Estos son porcentajes mínimos ante el beneficio que se obtiene al comercializar o almacenar una fruta de mejor calidad microbiológica, y principalmente, apta para el consumo. El costo de la utilización de Kilol en el babaco fue de 54,65%. y frutilla fue de 18,29% valores elevados, en la mora y tomate de árbol no se efectuó el estudió económico debido a que el Kilol no fue eficiente microbiológicamente en estas frutas.

CONCLUSIONES

Las propiedades fisicoquímicas de las frutas no se vieron influenciadas por los tratamientos de desinfección, sino más bien por los procesos fisiológicos normales de maduración de cada una de ellas durante el almacenamiento. La evaluación sensorial de color, sabor, acidez, consistencia y aceptabilidad de las frutas, demostró que no existieron cambios significativos al final del período de almacenamiento. La aplicación de Bioxigen influyó directamente en la calidad microbiológica de las cuatro frutas estudiadas, frutilla, mora, babaco y tomate de árbol, que se comercializan en la ciudad de Ambato, ya que ayudó a disminuir significativamente la contaminación microbiana, incrementando así el tiempo de vida útil a 5, 6, 55 y 40 días, respectivamente. La eficiencia germicida del Bioxigen fue del 100% para casi todos los grupos de microorganismos analizados en las diferentes frutas. El Kilol mostró una menor eficiencia germicida.

Los costos debido a la utilización de Bioxigen son más baratos que usando Kilol. Por cada kilo de fruta desinfectada con Bioxigen, los costos de producción se incrementan un 12.79% en babaco, 4.57% en frutilla, 5.23 en mora, y 11.58% en tomate de árbol.

El Bioxigen es un desinfectante que elimina eficientemente el número de microorganismos presentes en las frutas de frutilla (*Fragaria chiloensis* L. Duch), mora (*Rubus glaucus* Benth), babaco (*Carica pentagona* Hellborn) y tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt), permitiendo que la vida útil en almacenamiento se alargue, sin cambios en las propiedades organolépticas de las frutas, y sin incrementar considerablemente los costos de producción.

BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO, J. de D. 1996, "Principios de Ingeniería-Aplicados a Alimentos". OEA-PRDCT. Quito, Ecuador. Radio Comunicaciones. División de Artes Gráficas. pp. 62-96.

CHERRY, J. 1999. "Improving the safety of fresh produce with antimicrobials". Food Technol, pp. 53(11): 54-59

Food and Agriculture Organization. 2005. "Pérdidas en la manipulación después de la cosecha", Comité de problemas de productos básicos, Grupo intergubernamental sobre el banano y las frutas tropicales, Cuarta reunión, Guayaquil – Ecuador

HOLDSWORTH, S.D. 1988. "Conservación de frutas y hortalizas". Ed. Acribia S.A., Zaragoza – España, pp 2-25

ICMSF. 1998. "Microorganismos de los Alimentos". Ed. Acribia S.A., Zaragoza-España, pp.237-244

PASCUAL María y CALDERÓN Vicente. 2000. "Microbiología Alimentaria". Ed. Díaz de Santos; ed. 2ª; Madrid – España; pp. 341-346

RODRÍGUEZ, Juaquín. 2004. "La desinfección de frutas y hortalizas frescas". Consejo Nacional de Producción, Area poscosecha, Dirección Calidad Agricola, boletín Nº 33

Tecnoalimentos, Norma Chilena, Sociedad Chilena de Tecnología en Alimentos, Reglamento Sanitario de los Alimentos, Decreto supremo Nº 977, Ministerio de salud, Publicado en el Diario Oficial de 1997.

WRINGHT, Ronald. 1985."Introducción Microbiológica Médica". Hispano Americana S.A., México, pp.114

"DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DE LA ACCIÓN DE GRÁNULOS DE KEFIR DE AGUA SOBRE SUSTRATOS PREPARADOS CON LA MEZCLA DE PANELA Y AZÚCAR"

DIEGO J. BUITRÓN Y MARIO PAREDES

RESUMEN

Se preparó una bebida fermentada a partir de la acción de gránulos de kefir de agua sobre sustratos líquidos (10°Brix) preparados con la mezcla de panela y azúcar.

Se aplicó un diseño AxBxC para el cual se definieron las siguientes variables de estudio: la relación panela - azúcar en el medio de fermentación (20-80, 60-40, 100-0); la temperatura (ambiente, 40°C) y el porcentaje de inóculo (1 y 2%) respectivamente, teniendo como limitante de la fermentación un determinado nivel de acidez, se controló el tiempo de fermentación, los sólidos solubles residuales, el incremento en peso de los gránulos de kefir y el pH.

El tratamiento $a_2b_1c_1$ (100% panela, 40°C, 2% inóculo) muestra mayor eficiencia al momento de producir la bebida; replicando dichas condiciones, se prepararon muestras con diferente nivel de dulzor (10 y 14°Brix) y acidez (0,40 0,53 y 0,67% exp. ácido láctico) determinando con respecto a dichos parámetros, los niveles los más adecuados para la bebida que son cercanos a valores de 10°Brix y 0,53% de ácido láctico, respectivamente.

En el producto obtenido se realizaron mediciones de grado alcohólico, coeficiente de expansión volumétrica y energía de activación de flujo.

Posteriormente se procedió a estudiar su estabilidad en refrigeración a 2°C.

INTRODUCCIÓN

La interacción entre levaduras y bacterias lácticas es común en muchos productos alimenticios (Wood 1977); dichos microorganismos conviven en simbiosis y en muchos de los casos forman estructuras llamadas "zoogleas" formadas principalmente por polisacáridos con lo que se protegen o aíslan del medio (Hesseltine, 1965).

Se presume que el kefir para leche es originario de las zonas que limitan a Europa y Asia; y es justamente, en los países que rodean este sector, principalmente Rusia que su producción y consumo se mantiene de manera tradicional hasta el día de hoy (http://coproweb.free.fr/kefiranglais.htm).

Los gránulos de kefir de agua, según se cree son una adaptación de los utilizados para leche; sin embargo, se apunta a que su origen más probable sería México bajo el nombre de "tibi" de donde proviene la denominación de "tíbicos" (nombre con el que se los conoce en buena parte de América latina); puesto que, estructuras similares viven en los cactos *Opuntia* alimentándose de las secreciones azucaradas que se originan en el interior de estas plantas. Otras fuentes apuntan a Japón, China y el Tibet, este último relacionado sin certeza con la palabra "tíbicos" (http://usuarios.lycos.es).

Los gránulos de kefir de agua son estructuras de apariencia cristalina formada por polisacáridos (presumiblemente dextranos) insolubles en agua y una asociación de levaduras y bacterias lácticas. El accionar de los gránulos sobre soluciones azucaradas da como resultado la producción de una bebida refrescante, efervescente y ácida con grado alcohólico muy bajo (Wood, 1977).

OBJETIVOS

Objetivo General

-Desarrollar la tecnología para la obtención de una bebida fermentada a partir de la acción de gránulos de kefir de agua sobre sustratos preparados con la mezcla de panela y azúcar.

Objetivos Específicos

-Analizar a los gránulos de kefir de agua necesarios para la obtención de la bebida fermentada.

-Determinar el mejor tratamiento en la obtención de la bebida.

-Efectuar el respectivo análisis sensorial a la bebida.

-Seleccionar al mejor tratamiento en base al análisis sensorial y estudiarlo como producto obtenido.

-Evaluar la estabilidad de la bebida pasteurizada y no pasteurizada.

-Realizar el análisis económico para la producción de kefir de agua de forma artesanal

MATERIALES

Materiales y Equipos

- Balanza Mettler LP 16
- Jarras Mason
- Crisoles
- Pipetas
- Papel filtro
- Incubadoras***
- Contador de colonias Quebec
- Cámara de asepsia
- Mechero Bunsen
- Picnómetro
- Viscosímetro rotacional Brookfield
- Baño termostático
- Mufla Thermolyne 1500
- Brixómetro
- Vasos de precipitación
- Buretas
- Termómetro
- pH-metro
- Petrifilm 3M para contaje de aerobios mesófilos.
- Petrifilm 3M para contaje de mohos y levadura

Reactivos

- Hidróxido de sodio
- Fenolftaleína

Inóculo

Gránulos de kefir de agua (origen particular ciudad de Ambato)

***Para la realización de la fase experimental, específicamente para la obtención de la bebida a temperaturas de 40±2°C fue necesaria la construcción de un aparato a manera de "incubadora". El mencionado equipo fue diseñado por el ejecutante del proyecto, habiéndose construido sobre un "esqueleto" de metal y paredes de madera "triplex"; el sistema de calefacción corresponde a un horno doméstico pequeño que funciona con niquelinas, del cual se extrae el aire caliente mediante un ventilador. El mencionado ventilador permite que apenas el aire sea calentado, se empujado hacia un sensor-controlador de temperatura; dos ventiladores mas ubicados en las paredes laterales contribuyen a que el aire caliente se distribuya también en la parte inferior de la cámara

METODOLOGÍA

Caracterización de la materia prima (gránulos de kefir):

Tomando en cuenta de que los gránulos de kefir son mantenidos por personas particulares, fue necesario caracterizarlos en cuanto su contenido microbiológico y composición (análisis proximal).

Obtención de la bebida y determinación del mejor tratamiento:

Se prepararon 12 tratamientos (partiendo de un diseño AxBxC) con su respectiva réplica en los cuales se monitoreo como respuestas experimentales: el tiempo de fermentación, sólidos solubles e incremento de peso de los gránulos de kefir, tomando como límite para finalizar el proceso fermentativo a la acidez (0,66% expresado como porcentaje de ácido láctico). Para la obtención de la bebida se procedió como se describe a continuación:

Recepción.-Se receptó la materia prima verificando su calidad de forma visual evitando en lo posible la presencia de cuerpos extraños o rastros de humedad en el azúcar y panela, previniendo su contaminación física y biológica.

Estandarización de los gránulos de kefir.-Se estandarizó el estado metabólico de los microorganismos previo a su utilización en los diferentes tratamientos; para esto, fue necesario colocar los gránulos en una solución de panela en agua de unos 15°Brix por un lapso de 2 días, luego de los cual se los trasladó a una fuente con agua por 2 días.

Preparación del jarabe.-Se prepararon las soluciones azúcar-panela en agua (10°Brix) como medio de fermentación en la obtención del kefir de agua.

Filtrado.-El jarabe atravesó un lienzo fino, con el objetivo de eliminar las impurezas macroscópicas presentes principalmente en la panela.

Pasteurización del jarabe.-Con el fin de evitar algún tipo de contaminación con microorganismos presentes en el jarabe, se lo calentó hasta una temperatura de 65°C x 30 minutos

Inoculación.-Se colocaron los gránulos sobre un lienzo o papel filtro por un minuto para eliminar la humedad externa de los gránulos con el objetivo de ser un poco más precisos en cuanto a la cantidad (1% y 2%) que será añadida en peso al jarabe.

Fermentación.-La fermentación se realizó en 24 tanques de polietileno, en los que se ensayó la fermentación sobre 5 kg. de jarabe. Doce de los tanques fermentaron a temperatura ambiente (aprox. 18±2°C) y los restantes se incubaron a 40±2°C.

Ajuste del dulzor.-Fue necesario ajustar el dulzor de la bebida hasta un nivel aceptable (10-14°Brix).

Filtrado.-Una vez finalizado el proceso de fermentación, el líquido obtenido fue filtrado con la ayuda de un filtro cilíndrico vertical a presión (presión) y con cuatro lienzos (192 micras) apilados con el objetivo de eliminar buena parte de su turbidez.

Pasteurización.- Se planificó una pasteurización abierta a 65°C x 30 min, procedimiento que provocó una pérdida considerable de aroma y gusto alcohólico en la bebida por lo que fue necesario aplicar la metodología descrita por Alvarado (1996) para determinar el tiempo de muerte térmica en base a valores de D y z (30 s a 80°C) y en un sistema cerrado; sin embargo, luego de experimentar con el tiempo de permanencia de la bebida, se vio la necesidad de una pasteurización a 80°C x 2 min; razón que se explica y describe más adelante en la parte de Metodología.

Envasado.-Se procedió a envasar la bebida en bolsas plásticas de poliéster - polietileno.

Análisis sensorial del mejor tratamiento y determinación del nivel adecuado de acidez y dulzor:

El mejor tratamiento aplicado a la obtención de la bebida, determinado en la etapa anterior, fue replicado de manera que se prepararon 6 muestras con distinto nivel de dulzor (10 y 14°Brix) y acidez (0,40; 0,53 y 0,67% exp. ácido láctico). Dichas muestras fueron parte de un análisis sensorial en el que se determinó el mejor tratamiento en cuanto a niveles adecuados de acidez y dulzor.

Análisis en el producto obtenido:

La porción de bebida pasteurizada se empleó para realizar la determinación del contenido alcohólico, características de flujo y coeficiente de expansión volumétrica.

Análisis de estabilidad del producto obtenido:

El mejor tratamiento determinado en la etapa anterior, fue replicado y separado en dos porciones: una fue pasteurizada y la otra no, con el objetivo de evaluar la estabilidad de ambas durante 28 días en refrigeración y sin conservantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la materia prima (gránulos de kefir):

En la Tabla 1 se observan los valores correspondientes al recuento de m/o realizado en los gránulos de kefir de agua utilizados; mientras que la Tabla 2 muestra los resultados de su composición proximal.

Obtención de la bebida y determinación del mejor tratamiento:

La Tabla 3 muestra los valores correspondientes a las respuestas experimentales evaluadas durante el proceso de fermentación. El tiempo mas corto de fermentación (77,9 y 78,1 horas), el nivel de sólidos solubles más alto (5,0°Brix para ambas réplicas) y el porcentaje más bajo de incremento en peso de los gránulos de kefir (25.70 y 26.23%) corresponde al tratamiento $a_2b_1c_1$ (100% panela, 40°C, 2% inóculo) que en definitiva se muestra como el mejor tratamiento aplicado a la obtención de la bebida fermentada. En cuanto al pH el mismo tratamiento resulta ser el menos eficiente; sin embargo el nivel al que logra llegar (pH de 3,0 para cada réplica) es suficientemente bajo para asegurar un grado confiable de estabilidad microbiológica con respecto a organismos patógenos.

Análisis sensorial del mejor tratamiento y determinación del nivel adecuado de acidez y dulzor:

Los resultados del análisis sensorial aplicado a la bebida con el fin de ajustar su dulzor y acidez indican que los valores más adecuados corresponden al tratamiento ajustado a 10°Brix y 11,8 ml de NaOH / 20gr muestra (0.53% expresado como ácido láctico). Se muestra también como una alternativa aceptable el tratamiento ajustado a 14°Brix y 14,8 ml de NaOH / 20gr muestra (0.67% expresado como ácido láctico); sin embargo, se debe considerar que éste último demanda un mayor tiempo de fermentación y una adición mayor de sacarosa para ajustar la bebida a dichos niveles de sólidos solubles, lo cual impacta notablemente en el aspecto de costos desde el punto de vista industrial.

Análisis en el producto obtenido:

El tratamiento $a_2b_1c_1$ (100% panela, 40°C, 2% inóculo) ajustado a niveles de dulzor de 10°Brix y acidez de 0,53% expresado como ácido láctico, fue sometido a análisis como una forma de caracterizar a la bebida fermentada obtenida.

Se procedió a determinar el peso específico de la bebida con la ayuda de un picnómetro para posteriormente establecer el grado alcohólico mediante la utilización de tablas publicadas en bibliografía. El valor promedio de tres mediciones (Tabla 5) determina un valor equivalente a 1,88°GL a 15,6°C. Recordemos que bebidas de moderación como la cerveza poseen un grado alcohólico mayor (4-5°GL) al que presenta el kefir de agua.

Con la ayuda de un picnómetro se determinó la densidad de la bebida a distintas temperaturas (Tabla 4), datos con los que se calculó el coeficiente de expansión volumétrica para tres intervalos de temperatura (Tabla 5): entre 4 y 16°C un . de 7,136E-05/°C; entre 16 y 30°C un . de 2,045E-04/°C; y entre 30 y 50°C un . de 3,071E-04/°C.

En definitiva los valores obtenidos, resultan similares a los reportados por Alvarado (1996) para varios jugos de frutas; sin embargo más bajos que el promedio de estos. Alvarado toma en cuenta intervalos de diez grados de temperatura y el resultado del valor del coeficiente de expansión volumétrica como correspondiente a la media de dicho intervalo; comparativamente, el valor ubicado para la bebida de kefir de agua es cercano a los registrados para jugo de frutas (25°C) teniéndose para el caso de la bebida de kefir de agua, valores de más bajos que el promedio reportado para jugo de frutas lo cual es beneficioso dado que un . menor permite una expansión volumétrica mínima con respecto a variaciones de temperatura conveniente al momento de definir un envase, su tamaño y resistencia.

Utilizando un viscosímetro rotacional Brookfield, se determinaron los valores de viscosidad (Tabla 4) a distintas temperaturas, previo al cálculo de la energía de activación de flujo. Los datos experimentales se ajustan a una tendencia lineal con una intersección cercana al origen que puede ser interpretada como un comportamiento "newtoniano". El valor de la energía de activación para el kefir de agua es bajo en comparación a la que se reporta para jugos de fruta, probablemente por la presencia de residuos pectínicos en éstos últimos; el valor mas cercano reportado corresponde a 16,5 KJ/gr-mol para jugo de lima (Alvarado 1993).

Análisis de estabilidad del producto obtenido:

Se prepararon dos muestras replicando las condiciones del mejor tratamiento en general. Se aplicó el proceso de pasteurización en una de las muestras; mientras que la segunda no fue sometida al tratamiento calórico.

Utilizando la metodología descrita por Alvarado (1996) para la determinación del tiempo de muerte térmica en forma gráfica aplicando valores de z y D para hongos, levaduras y especies de *lactobacillus* (Tabla 6), y verificando que la sumatoria de las áreas que representan la letalidad de los mencionados microorganismos sean superiores y cercanos al área de referencia, se ubicó como necesario un tiempo de 30 segundos a 80°C para pasteurizar la bebida. Téngase en cuenta que los valores de letalidad se los toma en cuenta solo desde el momento en que la temperatura en la bebida es de 80°C (Figura 7), puesto que el sistema de agitación que se aplica para homogenizar la temperatura en todo el sistema no es del todo reproducible; tampoco se toma en cuenta la etapa de enfriamiento. Ambas muestras fueron almacenadas en refrigeración a 2°C.

Sin embargo, transcurridos 5 días aproximadamente después de iniciado el almacenamiento, se observó que en la muestra pasteurizada existían señales de que la fermentación continuaba (producción de gas) dando por entendido que el tratamiento térmico aplicado no resulto ser efectivo, siendo necesario probar a la misma temperatura y a tiempos de pasteurización distintos la permanencia de microorganismos en la bebida, apoyándose en recuentos para determinar presencia de aerobios mesófilos y levaduras utilizando placas Petrifilm (Tabla 7).

Partiendo de los resultados del recuento, se puede establecer que un tiempo prudente para pasteurizar la bebida es aproximadamente de dos minutos, por lo que tomando en cuenta el historial de temperaturas original (Tabla 21), se proyecta la curva de calentamiento a este tiempo (Figura 8), así mismo tomando en cuenta solamente las áreas desde que la bebida llega a 80°C y sin tomar en cuenta el enfriamiento.

En la Figura 8, se muestra una comparación entre las áreas de letalidad resultantes habiéndose pasteurizando la bebida por 30 segundos y 2 minutos respectivamente, se puede observar que en el segundo caso se aplica un tratamiento aproximadamente 5 veces mayor que el que en teoría es necesario.

A pesar de que el tratamiento térmico aplicado en teoría resulta ser altamente excesivo, hay que tomar en cuenta que a nivel microscópico aun siendo filtrada la bebida, se conserva en parte la matriz de polisacáridos que envuelve a la flora de los gránulos de kefir, que a su vez puede actuar como una barrera a la penetración de calor y una protección extra para los microorganismos.

Los datos obtenidos al inicio y final de los 28 días de almacenamiento (Tabla 8) indican que la muestra pasteurizada se mantiene relativamente estable, conservando aproximadamente el mismo nivel de acidez y sólidos solubles; a los 28 días la muestra pasteurizada muestra ausencia de bacterias mesófilas (<10ufc/ml); mientras que ya se registra la presencia de levaduras (14 ufc/ml). A pesar del peligro existente con respecto al desarrollo de microorganismos en la bebida (en este caso levaduras) cabe hacer notar que la bebida que se consume tradicionalmente sin ser pasteurizada contiene alrededor de $2{,}21 \times 10^5$ ufc/ml levaduras; en todo caso con el objetivo de extender la vida útil de la bebida se puede incluir una cantidad mínima de sorbato de potasio (1000ppm máximo) que actúa evitando el desarrollo de levaduras y siendo el mas benigno de los conservantes, pues termina metabolizándose en el organismo como un ácido graso.

CONCLUSIONES

-Fue desarrollada la tecnología para la obtención de una bebida fermentada a partir de la acción de gránulos de kefir de agua sobre sustratos preparados con la mezcla de panela y azúcar, como una alternativa de producción.

-Se procedió a analizar a los gránulos de kefir de agua necesarios para la obtención de la bebida fermentada en cuanto a su población microbiana y composición proximal como una forma de describir el tipo de cultivo utilizado, todo esto justificado en el hecho de que los gránulos de kefir de agua proceden de personas que los han mantenido de manera tradicional.

-Se determinó en base a los resultados que las condiciones óptimas para la obtención de la bebida corresponden al tratamiento $a_2b_1c_1$ (100% panela, 40°C, 2% inóculo), que registra los mejores resultados en cuanto a tiempo de fermentación, sólidos solubles residuales e incremento en peso de los gránulos de kefir; en cuanto a pH resulta ser el tratamiento menos eficiente; sin embargo dicho tratamiento alcanza un valor de pH de 3,0 lo que asegura la inhibición del desarrollo microorganismos patógenos.

-Se efectuó el respectivo análisis sensorial a la bebida habiéndose determinado que el tratamiento con 10°Brix y una acidez equivalente 11,8ml NaOH/20g ó 0,53% ac. láctico) posee los niveles más adecuados de acidez y dulzor para la bebida.

-Habiéndose seleccionado al mejor tratamiento en base al análisis sensorial, se lo estudió como producto obtenido. Se realizaron análisis de densidad y viscosidad a distintas temperaturas con el objetivo de ubicar los valores del grado alcohólico(1,88°GL a 15,6°C), coeficientes de expansión térmica (valores de de $7{,}136 \times 10^{-5}$/°C entre 4 y 16°C; $2{,}045 \times 10^{-4}$/°C entre 16 y 30°C; y $3{,}071 \times 10^{-4}$/°C entre 30y 50°C) y energía de activación de flujo en la bebida(14,87 KJ / Kg-mol).

-Se evaluó la estabilidad de la bebida pasteurizada y no pasteurizada; en el caso de la bebida pasteurizada fue necesario la aplicación de un tratamiento térmico a 80°C por 2 minutos en un sistema cerrado para asegurar la inocuidad del producto y además, minimizar la pérdida del alcohol por evaporación en la bebida. La población microbiana en la bebida pasteurizada se mantuvo de alguna manera estable durante los 28 días de almacenamiento, salvo el desarrollo mínimo de levaduras (14ufc/ml) que excede el límite permitido por las Normas (INEN 710), cabe señalar que no se utilizó conservantes; en lo que respecta a lo sensorial, la bebida pasteurizada después de ser refrigerada por 28 días, no varía aparentemente respecto al inicio del almacenamiento. La bebida no pasteurizada en cambio, continuó con la fermentación lentamente aumentando en parte su contenido microbiológico y deteriorando su calidad sensorial.

-Se realizó el análisis económico para la producción de kefir de agua de forma artesanal, habiéndose evaluado los costos e ingresos planteados para la producción de 200000 unidades de 200ml anuales a un precio de $0,15 por unidad para lo cual se tiene un punto de equilibrio en porcentaje de 68,02% que corresponde a 136045 unidades, con una utilidad bruta en ventas de $6 677 en el primer año de producción.

RECOMENDACIONES

En el presente estudio no se considera un análisis a fondo sobre los gránulos de kefir y su microflora, puesto que ello demanda una inversión bastante alta; pero, se presenta como una propuesta para organizaciones dedicadas a la investigación y desarrollo.

En el presente estudio se propone la aplicación de una pasteurización cerrada; sin embargo, muchos de los procedimientos aplicados exitosamente en el laboratorio, resultan ser imposibles de aplicar en la industria; entonces, podría ser mucho mas viable la aplicación de una pasteurización abierta a la bebida, lo que provoca la reducción de su grado alcohólico y por ende será necesario su posterior ajuste con adición de etanol.

Generalmente es conveniente que las bebidas sean clarificadas; en este caso sin embargo, parte del atractivo sensorial de la bebida es la turbidez que ofrecen las partículas en suspensión, por lo que se evita utilizar un filtro exigente en cuanto a tamaños de partícula; por otro lado dichas partículas provocan problemas al momento de la pasteurización pues desarrollan en la bebida sabor a "cocido" y tienden con el tiempo a flocular en el envase; sería recomendable entonces al momento de industrializar, incluir tecnologías como la ultrafiltración que eliminaría los microorganismos sin necesidad de un tratamiento térmico y complementado con la posterior adición de sólidos (filtrados estériles) para devolverle turbidez a la bebida; otra opción sería la aplicación de un tratamiento térmico UHT que reduce la posibilidad de la formación de sabor a cocido. Con el objetivo de alargar la vida útil del producto es conveniente añadir sorbato de potasio en una cantidad máxima de 1000ppm; es especialmente recomendable pues es un conservante con poca toxicidad y que además actúa eficazmente sobre las levaduras.

El kefir de agua tradicionalmente ha sido consumida como una "chicha"; es decir, que una vez que se considera lista para consumir, la persona la ingiere directamente sin haberla pasteurizado y con la efervescencia que brinda el proceso fermentativo (lo cual se elimina al procesar la bebida); siendo ésta última característica muy positiva para el producto, es bastante conveniente sugerir la adición de gas carbónico previo al envasado en botellas.

REFERENCIAS.

-ALVARADO, Juan de Dios. 1996, "Principios de Ingeniería aplicados a los Alimentos", Ed. Radio Comunicaciones, Quito, Ecuador, P. 124-147, 183-199.

-CALDAS, Marco. 1995, "Manual de preparación y evaluación de Proyectos", Editorial Publicaciones H, Quito, Ecuador, 1-192.

-EARLE. WHITTIER. 1950, "By products from Milk", Reinhold Publishing Corporation, New Cork, U.S.A., Pp 20-27

-FERNANDEZ, Angel. 1998, "Proyecto de factibilidad para la instalación de una planta productora de panela granulada en el cantón Pangua", Facultad de Ingeniería en Alimentos, U.T.A., Ambato, Ecuador, Pp. 9-16.

-FORSYTHE, S. HAYES, P. 2002, "Higiene de los Alimentos, Microbiología y HACCP", Editorial Acribia, Zaragoza, España, Pp. 16-21.

-GARCÍA, Mariano. 2002, "Biotecnologia Alimentaria", Editorial Limusa, México, México D.F., Pp. 162-165, 178-179, 318-319, 424-429.

-HANSEN, A. JÖRGENSEN, A. 1959, "Microbiología de las Fermentaciones Industriales", Editorial Acribia, 7ª Edición, Zaragoza, España, Pp. 2-5, 90-91, 338-339, 426-427, 444-447, 454-455, 464-465.

-HORWITZ, W. 1980, "Methods of Análisis of the Association of Oficial Analytical Chemistry", Ed. George Bunta Company Inc., 147-148.

-JAY, J.M. 1978, "Microbiología Moderna de los Alimentos", Editorial Acribia, 2ª Edición, Zaragoza, España, Pp. 29, 261-265.

-JUNDKINS, H. 1989, la leche, su produccion y procesos industriales edit continental sa mexico p230-231

-KRETZSCHMAR, Hermann. 1961, "Levaduras y Alcoholes, y otros productos de la fermentación", Editorial REVERTÉ S.A., Zaragoza, España, Pp. 172-173, 226-229, 289-291.

-LEES, R. (sin año), "Análisis de los Alimentos", Editorial Acribia, Zaragoza, España, P. 113-115.

-NICKERSON, J. SINSKEY, A. 1978, "Microbiología de los Alimentos y sus procesos de Elaboración", Editorial Acribia, Zaragoza, España, Pp. 1-5.

-PELCZAR, Michael. 1977, "Alimentos fermentados y otros productos de fermentación", Ed. McGraw Hill, 2ª Edición, México D.F., México, Pp. 276-279, 285.

-RHODES, A. FLETCHER, D. L. 1969, "Principios de Microbiología Industrial", Editorial Acribia, Zaragoza, España, Pp.12-13, 102-109, 148-141.

-RUIZ, A. MORALES, D. MAZAS, N. CÁRDENAS, M. SEDRÉS, J. "Estudio de gránulos de kefir de uso doméstico", Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, Ciencia y Tecnología de los Alimentos Vol. 10, Nº. 1. 2000, Pp. 56-71.

-STEINKRAUS, Keith. 1983, "Handbook of Indigenous Fermented Foods", Ed. Marcel Dekker Inc., New Cork, P. 179, 247, 276-280, 340, 421.

-WOODROOF, J. PHILLIPS, F. 1981, "Beverages Carbonated and non Carbonated", AVI Publishing Company Inc., Westport, Connecticut, U.S.A., Revised Edition, Pp. v-vi, 1-4, 164-165, 362-367.

ANEXOS

Tabla 1.- Recuento de microorganismos existentes en los gránulos de kefir de agua utilizados en la obtención de la bebida.

Aerobios mesófilos	Levaduras
(ufc/g)	(ufc/g)
1,72E+09	4,27E+06

Tabla 2.- Resultado del análisis de composición proximal determinado a partir de los gránulos de kefir.

Composición proximal (% en base seca)				Humedad
Proteina	Grasa	Cenizas	*Carbohidratos	%
11,78	0,37	0,67	87,19	82.61

*Obtenido por diferencia una vez conocidos los demás componentes.

Tabla 3.- Valores registrados para cada respuesta experimental al finalizar la fermentación.

	Tiempo de fermentación*	Sólidos solubles*	Incremento en el peso de los gránulos**	Potencial de Hidrógeno**
Tratamiento	(horas)	(°Brix)	(%)	(pH)
$a_2b_1c_1r_1$	77,90	5,0	25,70	3,0
$a_2b_1c_1r_2$	78,10	5,0	26,23	3,0
$a_2b_1c_0r_1$	82,50	4,9	54,00	3,0
$a_2b_1c_0r_2$	81,00	4,9	53,30	3,0
$a_1b_1c_1r_1$	158,00	5,0	75,56	2,9
$a_1b_1c_1r_2$	158,40	5,0	73,40	2,9
$a_1b_1c_0r_1$	157,50	4,9	91,20	2,8
$a_1b_1c_0r_2$	160,50	4,9	95,00	2,8
$a_0b_1c_1r_1$	506,00	4,7	48,50	2,8
$a_0b_1c_1r_2$	500,50	4,7	51,30	2,8
$a_0b_1c_0r_1$	548,50	4,6	66,20	2,8
$a_0b_1c_0r_2$	544,70	4,7	65,20	2,8
$a_2b_0c_1r_1$	307,50	4,6	111,70	3,1
$a_2b_0c_1r_2$	307,00	4,6	115,20	3,1
$a_2b_0c_0r_1$	316,00	4,5	161,80	3,0
$a_2b_0c_0r_2$	315,00	4,5	156,48	3,1
$a_1b_0c_1r_1$	467,40	4,6	140,00	2,8
$a_1b_0c_1r_2$	466,00	4,6	135,68	2,8
$a_1b_0c_0r_1$	492,00	4,3	165,14	2,8
$a_1b_0c_0r_2$	490,30	4,3	154,52	2,8
$a_0b_0c_1r_1$	801,00	4,4	111,30	2,6
$a_0b_0c_1r_2$	804,20	4,3	101,40	2,6
$a_0b_0c_0r_1$	890,40	4,3	144,20	2,6
$a_0b_0c_0r_2$	892,00	4,4	150,80	2,6

* Valores ubicados por regresión polinómica de tercer grado en base a los datos experimentales.
**Valores registrados al finalizar la fermentación.

Tabla 4.- Densidad y viscosidad (aparente) de la bebida registradas a distinta temperatura.

Temperatura	Densidad muestra	Viscosidad aparente
(°C)	(g/cc)	(Pa.s)
4	1,019	0,1958
10	1,019	0,1662
16	1,018	0,1419
20	1,017	0,1272
30	1,014	0,1050
40	1,011	0,0870
50	1,007	0,0796

Tabla 5.- Valores grado alcohólico ubicado en base al peso específico de la bebida, coeficientes de expansión volumétrica de la bebida para tres intervalos de temperatura y energía de activación.

Peso específico	Grado alcohólico	Energía de activación	Coeficiente de expansión volumétrica (1/°C)		
(20°C)	(°GL 15,56°C)	(KJ / Kg-mol)	(4 - 16°C)	(16 - 30°C)	(30 - 50°C)
0,9972*	1,88*	14,87	7,136E-05	2,045E-04	3,071E-04

Tabla # 6.- Parámetros aplicados al cálculo de tiempo de muerte térmica aplicado a la pasteurización de la bebida, en base a datos de D y z para hongos, levaduras y especies de *lactobacillus spp.* (Toledo 1981- citado por Alvarado 1996)

T (ref)	82,2
D	0,0095
z	7
n	12
a	10,799762

Tabla # 7.- Análisis microbiológicos realizados en la bebida a distintos tiempos de pasteurización a 80°C en sistema cerrado.

Tiempo de pasteurización (80°C)	Levaduras	Aerobios mesófilos
minutos	ufc/ml	ufc/ml
0,5	3,60E+04	12,50E+03
1,0	1,30E+02	4,10E+01
1,5	3,40E+01	<10
2,0	<10	<10
2,5	<10	<10

Tabla 8.- Análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados en la bebida al inicio y al final del almacenamiento (28 días a 2°C).

	Inicio del almacenamiento		Final del almacenamiento	
	Muestra Pasteurizada	Muestra no pasteurizada	Muestra Pasteurizada	Muestra no pasteurizada
Acidez ml NaOH / 20g	11,6	11,9	11,4	17,6
Brix	9,6	10,0	9,0	6,2
ufc aerobios	<10	4,06E+03	<10	6,44E+03
ufc levaduras	<10	2,21E+05	14	3,17E+07

Figura 1.- Aumento de la acidez durante el tiempo de fermentación (todos los tratamientos).

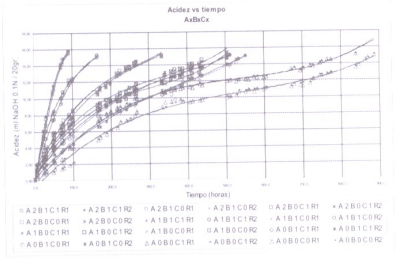


Figura 2.- Decremento de los °Brix durante el tiempo de fermentación (todos los tratamientos).

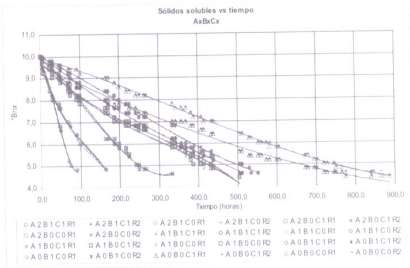


Figura 3.- Descenso del pH durante el tiempo de fermentación (todos los tratamientos).

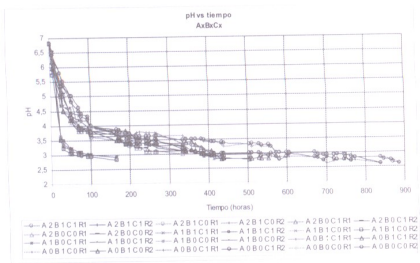


Figura 4.- Relación entre el inverso de la densidad de la bebida y la temperatura, se distinguen tres intervalos de temperatura con sus respectivas ecuaciones, en donde la pendiente corresponde a ˜ o necesario para el cálculo del coeficiente de expansión térmica.

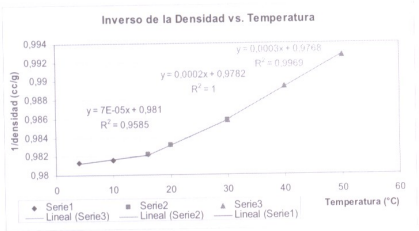


Figura 5.- Relación entre el Ln de la viscosidad de la bebida y el inverso de la temperatura absoluta que se ajusta a la ecuación de Arrenius en donde la pendiente de la ecuación corresponde a EA/RG y que permite establecer el valor de la energía de activación de flujo.

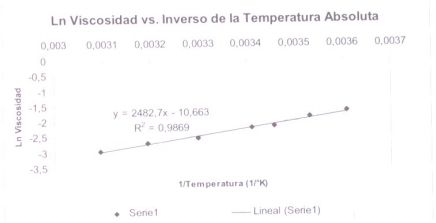


Figura 6.- Tratamiento térmico teórico aplicado a la bebida (80°Cx30seg); el área de tratamiento aplicado es similar en tamaño al área de referencia. Cabe señalar que en este caso el tratamiento aplicado resultó ineficaz.

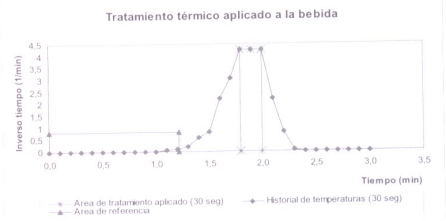
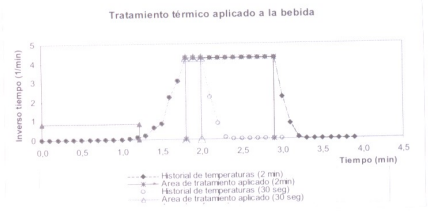


Figura 7.- Comparativa entre el tratamiento térmico teórico aplicado (80°Cx30seg) y el tratamiento térmico eficaz aplicado en la pasteurización de la bebida (80°Cx2min). Nótese que el área del tratamiento aplicado eficaz, es aproximadamente 5 veces más grande que el área de referencia.



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN EQUIPO PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS REOLÓGICOS EN YOGURT

JOHANNA PAULINA PILATÁSIG CASILLAS Y JUAN DE DIOS ALVARADO

Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, johanna2009@latinmail.com

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue construir un equipo de fácil manejo para la determinación de parámetros reológicos en fluidos alimentarios, especialmente para yogurt.

Con el equipo construido se realizaron pruebas preliminares de funcionamiento empleando dos fluidos Newtonianos: agua y leche. Los resultados experimentales de viscosidad (Pa.s) obtenidos se compararon mediante una prueba t student (α=0.05) con datos bibliográficos, de donde se concluyó que la utilización del equipo construido con el capilar de 2.5mm proporciona resultados adecuados en fluidos Newtonianos a 10, 20 y 30ºC.

Además se trabajó con dos tipos de yogurt: de alta viscosidad y bebible. Para el caso de yogur Tipo 1 cuya consistencia es muy densa, los factores en estudio fueron: A. Temperatura (a3 = 40ºC y a4 = 50 ºC); B. Diámetro interior del capilar (b0 = 9mm, b1 = 7 mm y b2 = 5 mm).a los que se aplicó un diseño factorial A x B para las variables índice de comportamiento e índice de consistencia. Como guía para escoger los mejores tratamientos se empleó el viscosímetro rotacional. Aplicándose una prueba t a los tratamientos que resulten significativos del análisis de varianza. Es así que para el yogurt Tipo 1 el uso de mangueras de un diámetro interno de 7 mm trabajando a la temperatura de 40°C, proporciona resultados comparables con el viscosímetro Brookfield.

Para el yogurt tipo 2 de consistencia fluida se trabajó con los siguientes niveles del factor A: (a0 = 10ºC, a1 = 20ºC, a2= 30ºC) y los mismos niveles del factor B citados anteriormente para yogurt tipo 1. Se aplicó el mismo diseño experimental. El mejor tratamiento para la determinación del índice de comportamiento y para el índice de consistencia en este caso fue la temperatura de 10°C y el empleo de mangueras entre 5 a 9mm de diámetro interno, tomando criterios de proximidad con los datos derivados del viscosímetro rotacional.

INTRODUCCIÓN

La Reología es definida por Muller [3], como la ciencia que estudia la deformación y flujo de la materia sometida a esfuerzos externos.

Toledo [5], señala que existen numerosas razones por las que es necesario conocer el comportamiento reológico de los alimentos en la industria. Básicamente este envuelve la caracterización del comportamiento de flujo, el cual es importante no sólo en operaciones de procesamiento y transporte de alimentos sino también en términos de definir un juego de parámetros usados como índices de calidad que pueden determinarse objetivamente

En la práctica es importante conocer las características de los fluidos no Newtonianos, ya que no son fáciles de bombear. Estos compuestos pueden atascar las tuberías, o sobrecargar las bombas, por lo que hace falta diseñar unas instalaciones especiales en todo su recorrido. A veces es suficiente ser conscientes del comportamiento general de estos materiales. En otros casos puede ser necesario determinar sus propiedades reológicas y diseñar el equipo, y el procesado teniéndolas en cuenta. [1]

La reología provee las herramientas para entender los comportamientos diferentes que presentan los alimentos. Y los instrumentos de medida son muy variados, que van desde los simples, cuando se utilizan tubos capilares o caída de bola, hasta los algo más complicados equipos rotacionales y los sofisticados viscosímetros rotacionales. Sin embargo la adquisición de viscosímetros rotacionales u oscilatorios, que son apropiados para la determinación de parámetros reológicos en fluidos no newtonianos, como es el caso del yogurt, resulta difícil para el pequeño productor debido al alto costo de los mismos.

Es por eso que se hace necesario buscar otras maneras para determinar los parámetros reológicos de este tipo de productos, siendo una alternativa viable la construcción de un viscosímetro capilar, con el cual se pueda determinar el comportamiento del producto final y de esta manera prevenir ciertos inconvenientes, que podría ocasionar insatisfacciones al consumidor y pérdidas al fabricante.

En el presente trabajo se recomienda el uso de viscosímetros capilares, cuya construcción no es compleja y su costo resulta económico en comparación con otros equipos destinados al mismo fin.

MATERIALES Y MÉTODOS

Massarani reportado por Gasparetto [2] presentó un arreglo experimental de un tipo de reómetro capilar, de fácil operación y costo bastante reducido. En el cual es de mucha importancia certificarse de que la relación L/D del capilar empleado, sea tal que los efectos indeseables principalmente de entrada y salida, sean despreciables, para lo cual en la práctica debe ser mayor que 20. Lo indicado por este autor fue lo que se tomó en cuenta para la construcción del equipo.

En la figura 1. anexa se presenta el diagrama del equipo construido para la determinación de parámetros reológicos en yogurt., el mismo que consta de un tubo soporte de hierro cromado 3/8, conectado a un pedestal con base redonda, su longitud conjunta con el pedestal inferior es de 2 m, lo cual permitirá que se obtengan varias lecturas de caudal volumétrico del fluido a diferentes presiones, ya que la presión está dada por la ecuación: $P = \rho gh$.

En el pedestal base se encuentra un rodillo regulador, que permite subir o bajar el tubo superior de acuerdo a la altura que se requiera. Junto al rodillo se encuentra un pequeño tubo hueco en forma horizontal, por cuyo interior atraviesan los capilares con los que se realiza las pruebas experimentales.

Posee también una escala.- Para adecuar la escala o regla, se utilizó un tubo cuadrado de hierro de ¾ x 1.5 pulg., sobre el que se pegó una cinta numerada desde cero hasta dos m, su ancho es de 2 cm.. Este tubo se adjuntó al tubo soporte con el propósito de medir la altura y con ella la variación de presión.

También se observa una pinza regulable sobre la que descansa un frasco portador de muestra. La misma está sujeta al tubo soporte y puede ser desplazada con facilidad por el tubo gracias a una perilla que aprieta o cede de acuerdo a la necesidad.

El portador de muestra es un frasco térmico, en el que se adaptó un neplo de 10 cm de diámetro interno en su parte inferior, para permitir la salida del fluido. En la tapa se encuentra un orificio que permite ingresar un termómetro para el control de temperatura.

Al acople del portador de muestra se conectó una llave de paso pequeña, para poder detener la caída de flujo, con lo que se obtiene el volumen de fluido que cae en un determinado tiempo y a las diferentes presiones.

Se empleó mangueras de caucho de diámetros internos diferentes (2.5, 3.8, 5, 7 y 9mm), con las cuales se realizaron las mismas pruebas a fin de encontrar la que otorga resultados más confiables. Se escogió este material porque se observó un mejor deslizamiento del yogurt así como de agua y leche. Los capilares empleados para las pruebas se conectan a la llave de paso mediante acoples de dimensiones adecuadas.

Pruebas experimentales

Se realizaron en primer lugar pruebas de funcionamiento del equipo utilizando fluidos newtonianos, agua potable y leche cruda. Se trabajó en ambos casos a cuatro temperaturas y a cada una de ellas se determinó el parámetro viscosidad. Empleando capilares de 2.5, 3.8 y 5mm.

Para ello se procedió a preparar la muestra a cada temperatura requerida, y con el equipo se midió la cantidad de caudal producido por el fluido durante un tiempo determinado y constante a cinco presiones distintas, obtenidas al variar la altura. Se realizó cuatro réplicas y se trabajó con el promedio.

Al utilizar yogurt, el procedimiento de manejo del equipo fue similar, únicamente que en este caso se trabajó con capilares de 5, 7 y 9 mm, además fue necesario determinar previamente su densidad al igual que en la leche. El yogurt empleado en esta investigación fue de la marca PROALPI.

Se calculó los esfuerzos de cizalla y la gradiente de velocidad para fluidos newtonianos y no newtonianos en cada caso mediante el uso de ecuaciones apropiadas para el uso de viscosímetros de tubo capilar. [5]

Se obtuvieron reogramas par los tres fluidos empleados, en el caso de agua y leche el reograma permitió obtener su valor de viscosidad, mientras que en el caso de yogurt se obtuvo sus índices de comportamiento y consistencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis estadístico mediante una prueba t student realizado a los valores de viscosidad de los dos fluidos agua y leche resalta que el equipo proporciona resultados confiables trabajando con capilares de 2.5 mm o inferiores, ya que éstos permiten determinar de forma eficiente el valor de viscosidad a las cuatro temperaturas trabajadas (10, 20, 30 y 40º C). Para todas ellas se obtuvo valores aceptables, pero se eligió el tratamiento que aplicó temperatura ambiente empleando el capilar de 2.5 mm, debido a que su ejecución es más simple que al trabajar con las demás temperaturas que requieren un estricto control de temperatura para proveer resultados válidos.

Las figuras 2 y 3 representan los reogramas de los mejores tratamientos para agua y leche respectivamente.

FIGURA 2. Reograma obtenido con el mejor tratamiento para agua potable empleando el equipo construido para determinación de parámetros reológicos.

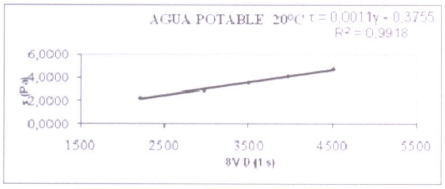
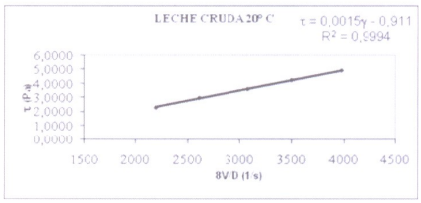


FIGURA 3. Reograma obtenido con el mejor tratamiento para leche cruda empleando el equipo construido para determinación de parámetros reológicos.



Como puede observarse en las figuras anteriores las respuestas experimentales de viscosidad obtenidas con este método son válidas si se comparan con datos bibliográficos. Esto se corroboró al aplicar el análisis estadístico señalado.

Para el caso de yogurt, dentro de las variables analizadas, el índice de comportamiento de flujo, es el que nos indica el grado de desviación del comportamiento Newtoniano, cuando es menor que la unidad el fluido es no Newtoniano y cuando es menor que 0.7 es pseudoplástico. [5]

En los dos tipos de yogurt analizado se observó que el índice de comportamiento es menor que 0.7 y va en un rango de 0.3 a 0.6. por lo que se reitera que se trató de un fluido pseudoplástico.

No se ha determinado la forma exacta en que varía este índice con respecto a la temperatura, por lo que no sería recomendable su uso como indicador de calidad de yogurt. No obstante en el análisis aplicado se estableció que el mejor tratamiento para la determinación de este parámetro reológico en yogurt Tipo 1 (muy viscoso) es a una temperatura de 40°C empleando un conducto de 7mm de diámetro interno (A3B1) y para el yogurt tipo 2 (bebible) una temperatura de 10°C y un capilar de 9mm (A0B2).

En cuanto al índice de consistencia, los datos proporcionados por el equipo demuestran efectivamente el descenso de este índice al incrementarse la temperatura (Factor A), y que los distintos diámetros empleados (Factor B) producen diferentes respuestas para esta variable, sin embargo esta diferencia no es en mayor grado, de ahí que se ha elegido un solo tratamiento como el que mejor relaciona a los dos factores en estudio, siendo la utilización de una manguera de 7 mm a la temperatura de 40°C (A3B1), para yogurt tipo 1 y el conducto de 9mm a la temperatura de 10°C (A0B0) para yogurt tipo 2 los que presentan un resultado semejante al de referencia de cada tipo respectivamente y que además son dos de los más accesibles y prácticos de realizar.

Este parámetro reológico seria el más apropiado para el uso como índice de Control de Calidad, pues se puede predecir el efecto que tendrá un incremento o disminución de temperatura en él durante las etapas de elaboración, transporte y almacenamiento, y en base al conocimiento de este valor se puede establecer los límites adecuados en los que se debe hallar este valor para alcanzar la aceptabilidad por parte del consumidor final.

A continuación se presentan los reogramas obtenidos con los mejores tratamientos aplicados, empleando el equipo construido.

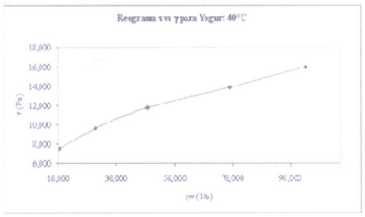


FIGURA 4 Gráfico τ en función de γ_w empleando los datos proporcionados por el tratamiento A3B1

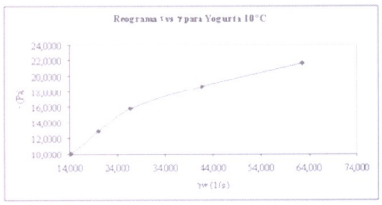


FIGURA 5. Gráfico τ en función de γ_w empleando los datos proporcionados por el tratamiento A0B2

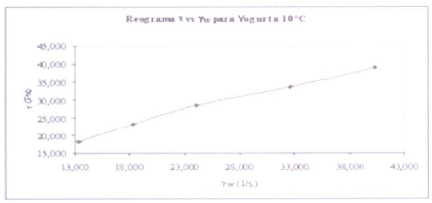


FIGURA 6. Gráfico τ en función de γ_w empleando los datos proporcionados por el tratamiento A0B0

CONCLUSIONES

El presente trabajo demuestra que la construcción de equipos empleando materiales disponibles en la localidad, resulta sencillo, en este caso su funcionamiento se basa en el concepto de los viscosímetros capilares, es decir mediante la medición del flujo volumétrico, el mismo que por ser característico de cada fluido dependiendo de su consistencia, permite obtener valores de parámetros reológicos como esfuerzo de cizalla, velocidad de deformación, viscosidad en fluidos Newtonianos, y viscosidad aparente e índice de comportamiento del flujo en los no Newtonianos.

En la investigación realizada se ha comprobado que el uso de los fundamentos de la Ingeniería de Procesos permite llegar a la consecución de datos muy útiles como son los parámetros reológicos de tensión de cizalla, gradiente de deformación, viscosidad, índice de comportamiento, índice de consistencia. Datos que resultan de vital importancia al momento de proveer al consumidor productos que posean atributos de su agrado, como es el caso de la textura y consistencia en el caso de yogurt. El equipo construido proporciona datos confiables y a su vez constituye una herramienta de fácil accesibilidad para las pequeñas industrias de lácteos, las cuales podrían adoptar ésta técnica para hallar las cualidades reológicas óptimas para sus productos, favoreciendo así su economía y perfeccionando la calidad de los alimentos que se expenden en el mercado.

REFERENCIAS

BATTY Clair, FOLKMAN Steven, 1983, "Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos", Editorial Continental, S.A., primera edición, México, Pp. 163-165

GASPARETO, C.A., 1983, Comportamento reológico dos fluidos reais, Em: "Tópicos de Laboratorio Didático em Fenómenos de Transporte", Freire, J.T. y Gubulin, J.C. (Ed.). Sao Carlos, Brasil, DEQ-UFS Car, Pp. 13-29

MULLER, M.G, 1973, "Introducción a la Reología de los Alimentos", Editorial Acribia, Zaragoza – España, Pp. 60 – 90

ORTIZ, L., GUTIÉRREZ, L., 1998, Uso de Parámetros Reológicos como Índices de Control durante la Elaboración de leche Acidófila, Tesis previa a la obtención del Título de Ingenieros en Alimentos, UTA – FCIAL, Ambato – Ecuador.

TOLEDO Romeo, 1980, "Fundamentals of Food Process Engineering", AVI Publishing Company, Pp. 152-180

EFECTOS DE LA SUSTITUCION DE PULPA DE ARAZA POR ZUMO DE ZANAHORIA A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE AZUCAR EN LA ELABORACIÓN DE MERMELADA DE ARAZA

RAQUEL SALAZAR Y DANILO MORALES

Huachi Grande – Telf: 098 694 272 - 032 244 2111
Universidad Técnica de Ambato – Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
Telf.: 032 400 997 Campus Huachi Chico – Ambato - Ecuador

RESUMEN

En esta investigación se busca sustituir y combinar las propiedades de la zanahoria con el fin de enriquecer nutricionalmente la mermelada de arazá tratando a la vez de conservarla mediante transformación industrial, pues es un producto agrícola estacional, dando una alternativa tecnológica a este vegetal con su consecuente beneficio para el pequeño y mediano productor agrícola.

Se plantea la aplicación de un diseño experimental factorial AxB, en donde los factores son: concentración arazá - zanahoria y porcentaje de azúcar, cada uno con tres niveles de experimentación con lo que se obtiene un total de 9 experimentos con sus respectivas réplicas. Durante la investigación se caracterizó la materia prima y luego se realizó un análisis físico químico de las mermeladas de cada combinación experimental.

Al final se establece como mejor tratamiento el A_0B_0, es decir una concentración arazá – zanahoria (80-20) y 60% de porcentaje de azúcar. El análisis sensorial del producto terminado establece que se cumple las expectativas de los consumidores además en la proyección económica se determina un punto de equilibrio del 44,30% lo que es un indicador de un proyecto de inversión bastante interesante para un capital fresco.

INTRODUCCIÓN

Constantemente la industria de los alimentos desarrolla nuevos productos para consumo masivo. El éxito o no de estos productos tienen que ver con la forma como los alimentos, lucen, huelan y se sientan. El estudio de los alimentos es muy complejo, las etapas de desarrollo de nuevos productos comienzan el laboratorio y a la mayoría de los actores que inciden en su calidad y éxito en el mercado sólo puede ser medidos por los consumidores.

Se suma a esto la posibilidad de una búsqueda de productos no tradicionales que generen sensaciones de sabor distintas a las ya experimentadas con los productos existentes en el mercado, así y con la intención de potencializar cultivos poco explotados, se han creado una serie de nuevas tecnologías, tal es el caso de los productos elaborados a partir de arazá, fruta de gran valor nutricional y de excelente sabor, cuyo proceso de cultivo a nivel de plantación se da en ciertos sectores del país con condiciones ecológicas similares a las de su origen.

El arazá es un pequeño árbol que alcanza 3,0 m de altura. La ramificación se inicia desde la base con ramas de sección cricular, glabras y lisas. Las flores son sésiles, opuestas, en forma elíptica. Las flores se encuentran tanto solitarias como agrupadas en racimos axilares de hasta cuatro unidades. El fruto es una baya esferoide de color verde al estado inmaduro y amarillo a la madurez de hasta 10 cm de diámetro y peso de 200g (Tratado de Cooperación Amazónica, 1997)

Ante las permanentes crisis de los productos agrícolas tradicionales del Ecuador, tales como el banano, el café y el cacao; el cultivo de productos no tradicionales, se presenta como alternativa para la producción y exportación. Ahora bien, si el país quiere abrir y mantener mercados competitivos de calidad, variedad y precios con la exportación de este tipo de productos, debe desarrollar una audaz política exportadora que tiene que contar con una eficaz y amplia ayuda estatal, involucrando a este contexto al mayor número posible de productores de la Costa, Sierra y Región Amazónica.

Pensando en función de no convertirnos en unos simples proveedores de los países industrializados, se deben desarrollar paralelamente a la expansión de este tipo de cultivos, tecnologías para su transformación como es el caso de la presente propuesta de investigación, con lo que además se generaría varias plazas de empleo en el sector de influencia.

OBJETIVOS

GENERAL

- Determinar el efecto de la sustitución del zumo de zanahoria en la elaboración de mermelada de Araza.

ESPECÍFICOS

- Realizar la caracterización de la materia prima, como dimensiones, peso, brix, penetrabilidad y rendimiento, previo a la elaboración de mermelada de araza.
- Comparar la influencia de diferentes concentraciones de zumo de zanahoria y azúcar, en la elaboración de mermelada de araza.
- Caracterizar las propiedades físico químicas como acidez, pH, consistencia, sólidos solubles, sólidos totales y humedad de la mermelada de Zanahoria – Araza.
- Realizar un análisis sensorial para los mejores tratamientos mediante la aplicación de un panel de catadores.
- Elaborar un estudio de costos para el mejor tratamiento.

MATERIALES Y METODOS

MATERIA PRIMA

Las materias primas a utilizadas en el presente trabajo es el Araza (*Eugenia stipitata)*, proveniente de la ciudad del Tena, y la zanahoria (*Daucus carota*), proveniente de la ciudad de Riobamba.

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicara un diseño experimental A * B, cuyo diseño factorial es de 3 * 3.

HIPÓTESIS

Hipótesis Nula: La adición de zumo de zanahoria en la elaboración de mermelada de arazá no influye en las características de aroma, color, sabor y textura.

Hipótesis Alternativa: La adición de zumo de zanahoria en la elaboración de mermelada de arazá influye en las características de aroma, color, sabor y textura.

FACTORES EN ESTUDIO

Los factores y niveles son los siguientes:

	Factores	Niveles
Factor A	Concentración Arazá – Zanahoria	A_0 = 80 – 20 A_1 = 70 – 30 A_2 = 60 – 40
Factor B	Porcentaje de azúcar	B_0 = 60 % B_1 = 70 % B_2 = 80 %

Total de tratamientos: 9 tratamientos con 1 réplica para realizar el análisis estadístico lo que totaliza 18 tratamientos.

RESPUESTA EXPERIMENTAL

Textura.- La textura de la mermelada esta atribuida por varios factores, como son acidez, concentración de hidrogeniones, valor de pH, concentración de azúcar.

Se ha encontrado que la formación del gel tiene lugar solamente dentro de un cierto limite. La firmeza del gel cae lentamente, al decrecer y al aumentar rápidamente el valor del pH.

Ninguna formación de gel ocurre por encima de un pH de 3.4 si la concentración de sólidos solubles es la optima; 67.5 °Brix.

Análisis Sensorial.- La calificación de la evaluación sensorial establecida por catadores nos indicara la aceptación del producto en el mercado.

Análisis de costos.- Se analizó los costos de producción para el mejor tratamiento.

TECNOLOGÍA DE ELABORACIÓN

RECEPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.- En la recepción de materia prima se tomo en cuenta algunos factores que incidirán en la calidad del producto final como son: el transporte, almacenamiento, madurez, etc. La zanahoria proviene de la ciudad de Riobamba y el araza de la región oriental de las provincias de Pastaza y Napo.

SELECCIÓN.- Se elimino las frutas y hortalizas que se encuentren dañadas, ya que estas pueden contaminar a las que estén sanas. Además, se retiró materiales extraños como: ramas, insectos, hojas o impurezas que pueden haber caído durante la cosecha.

LAVADO.- Esta operación tiene como objetivo remover partículas contaminantes adheridas a la materia prima. Para lo cual es sometida a un baño de agua a presión, previamente dosificada con cloro a una concentración de 100 ppm para reducir la flora microbiana.

ESCALDADO.- El araza es sometido a calentamiento, con el objeto de ablandar su corteza y facilitar la extracción de la pulpa en el proceso de despulpado. Este escaldado tendrá una duración de 5 minutos.

DESCORTEZADO.- Las zanahorias previamente lavadas son peladas totalmente, eliminando la corteza y restos de tierra que puedan haber quedado en la superficie irregular de esta.

DESPULPATADO.- El araza es despulpatado con el propósito de eliminar la cazcara, semillas, y obtener una pulpa uniforme libre de impurezas que distorsionen el proceso de elaboración.

EXTRACCIÓN.- Mediante un extractor de jugos se extraemos el zumo de la zanahoria y el bagazo por separado.

PESADO.- Se peso la pulpa de araza y el zumo de zanahoria para llevar a cabo las mezclas en los porcentajes establecidos en el diseño experimental.

MEZCLA.- Se procede a realizar las mezclas según el diseño experimental propuesto: Concentración Pulpa Araza - Zumo Zanahoria = 80 - 20, 70 - 30, 60 - 40.

CONCENTRACIÓN.- La mezcla se somete a calentamiento, en esta etapa el azúcar es añadido en un 50 % del porcentaje propuesto en el diseño experimental: Porcentaje de azúcar añadido: 60%, 70%, 80%. El resto del azúcar es añadido gradualmente después del primer hervor. Además se adiciona el conservante en la proporción de 0.1 %.

Se detiene el calentamiento cuando los sólidos solubles de la mezcla han llegado a los 68 °Brix.

ENVASADO.- El producto en caliente se lo envaso en frascos de vidrio de 250 cc. de capacidad, previamente esterilizados, con la mayor asepsia posible, ya que la incorrecta manipulación del producto puede provocar la contaminación del mismo.

ENFRIADO.- El producto envasado se lo deja enfriar a temperatura ambiente, para que tome las características propias de la mermelada.

ETIQUETADO.- El producto envasado será etiquetado, dicha etiqueta contendrá la información necesaria del producto.

- Datos identificatorios del fabricante
- Instrucciones de uso
- Fecha de fabricación
- Fecha de vencimiento
- Composición

ALMACENADO.- El producto será almacenado a temperatura ambiente.

METODOS DE ANÁLISIS

CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DE LA MATERIA PRIMA.- El araza y la zanahoria pueden presentar variaciones en sus propiedades físicas y químicas, de acuerdo al lugar de cosecha y de la manera como son transportados; por lo cual fue necesario realizar los siguientes análisis:

- Dimensiones
- Peso
- Rendimiento
- Textura
- Sólidos solubles
- pH
- Acidez
- Índice de madurez

CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DE LA MERMELADA DE ARAZA CON SUSTITUCION DE ZUMO DE ZANAHORIA.- Con las muestras obtenidas, se realizaron los siguientes análisis físico-químicos:

- Acidez titulable
- pH
- Sólidos totales
- Humedad
- Sólidos solubles
- Textura
- Evaluación sensorial

RESULTADOS Y DISCUSION

CARACTERIZACIÓN DE MATERIA PRIMA.

El conocimiento de las características físicas y químicas de los tubérculos (zanahoria) y frutos (araza) utilizados como materia prima para la elaboración de mermelada es importante ya que permite adecuar la tecnología de conservación de estos productos y establecer procedimientos que restrinjan al máximo su deterioro.

La caracterización física y química de los tuberculos se realizó en el zumo de cada una de las veinte zanahorias analizadas, las cuales fueron utilizadas en forma de zumo como sustitución de pulpa de araza en la elaboración de mermelada. Para la caracterización física y química del araza, se tomo 20 frutos

Dimensiones

Se puede observar que las zanahorias tienen un largo de 11,1 ± 2,8 centímetros con un diámetro de 4,1 ± 0,9 centímetros, presentando la forma de un cono.

El araza presenta un diámetro mayor de 6,5 ± 0,8 centímetros y diámetro menor de 5,8 ± 0,7 centímetros. La relación diámetro mayor / diámetro menor (D/d), cuyo resultado promedio es de 1,1 ± 0,1, demostrándose que es un fruto esférico. El coeficiente de variación (CV) para ambas variables fue bajo, con valores de 11,76% y 12,0%, respectivamente; indicando que los frutos estudiados son muy uniformes, particularmente en las dimensiones de su diámetro.

Peso

El peso promedio de las zanahorias es de 108,9 ± 57,5 g. con un coeficiente de variación de 52,84%, es decir el peso es heterogéneo entre los tubérculos.

Los frutos presentan un peso promedio por unidad de 118,1± 38,4 g. con un coeficiente de variación de 32,48%, es decir el peso es homogéneo entre los arazas.

Rendimiento

El porcentaje de zumo de zanahoria es alto, lo que describe un rendimiento promedio de 74,5 ± 4,5 %, el coeficiente de variación es bajo 6,1%, lo que hace que el zumo de este tubérculo sea una interesante alternativa como sustitución en mermelada, además desarrolla una excelente apariencia externa en la mermelada, debido al amarillo intenso del jugo.

El porcentaje de pulpa de araza describe un rendimiento promedio de 52,2 ± 9,5 %, el coeficiente de variación es de 18,22%, el rendimiento bajo se explica debido a que la fruta contiene de 6 a 8 semillas grande entre la pulpa. Esto hace que la tecnología de sustitución con jugo de zanahoria de bajo costo, compense la falta de rendimiento en pulpa de araza.

Sólidos Solubles

La zanahoria presenta un contenido de sólidos solubles con un valor promedio de 7,9 ± 0,7, con un coeficiente de variación de 9,09%. En bibliografía se reporta para zanahoria amarilla (*Daucus carota)* 8.3 de sólidos solubles. (Alvarado, 1996)

El araza presenta un contenido promedio en sólidos solubles de 2,9 ± 0,4, con un coeficiente de variación de 15,42%.

pH

El valor de pH promedio para la zanahoria es de 6,8 ± 0.1, con un coeficiente de variación muy bajo de 1,14%, lo que permite estandarizar este valor, disminuyendo al máximo la variación del pH en la mermelada por efecto de la adición del zumo de zanahoria. En bibliografía se reporta para zanahoria amarilla (*Daucus carota)* un pH de 6,4. (Alvarado, 1996)

El araza presenta un pH promedio de 2,3 ± 0,1, con un coeficiente de variación muy bajo de 4,17%. Lo cual deja ver alta acidez de este fruto.

Acidez

Las características químicas, presentan similitud con lo reportado en bibliografía, el jugo de zanahoria analizado es poco ácido, tiene una acidez titulable promedio en % de ácido cítrico de 0,13 %, con una desviación estándar de 0.029.

Las características químicas del araza, mostraron que la pulpa de esta fruta es ácida, presenta una acidez titulable promedio en % de ácido cítrico de 3,0 ± 0,6 %.

Índice de madurez

El índice de madurez para el caso de la zanahoria tuvo un valor promedio de 65.7 con una desviación estándar de 15.4. Se evaluó también color de la piel, forma.

El araza presento un índice de madurez de 1.004 de promedio, con una desviación estándar de 0.3. Estos valores se deben a que este fruto posee una acidez alta frente a los baja cantidad de sólidos solubles. El araza cuando está en su madurez fisiológica, es una fruta extremadamente sensible, es poco firme y está cubierta de una fina cáscara.

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE LAS MERMELADAS DE ARAZA CON SUSTITUCIONES DE JUGO DE ZANAHORIA.

Entre los objetivos que se plantea en esta investigación está el de determinar las características físico – químicas y sensoriales de las mermeladas con el fin de determinar el efecto de la sustitución del zumo de zanahoria en la elaboración de mermelada de araza. Además se especifican las proporciones óptimas de pulpa de araza-zanahoria con azúcar, con el fin de disminuir costos de procesamiento e introducir un producto que pueda competir a nivel comercial.

Para el análisis estadístico de este estudio se plantea la hipótesis de no existencia de diferencias entre los tratamientos. Se rechaza esta hipótesis si el valor de la probabilidad es menor a 0,05; siendo este el nivel de significación.

Acidez Titulable

Rodríguez D. (1990), reporta datos de acidez para mermelada de 0,15 a 0,65 en porcentaje de ácido cítrico.

Existe interacción entre los factores estudiados, concentración araza – zanahoria y porcentaje de azúcar añadido, sin embargo considerando los efectos principales de estos dos factores se encuentra que el porcentaje de azúcar difiere de manera significativa con $\alpha = 0,05$ sobre la acidez titulable, debido a la significación en la interacción de los factores, se llega a la conclusión de que la alta acidez del araza incide en la acidez de los productos, disminuyendo conforme disminuye su porcentaje en las proporciones estudiadas, los tratamientos presentan valores de acidez titulable superior a datos bibliográficos.

Aplicando la prueba de significación Tukey con $\alpha = 0,05$ de la diferencia entre las medias de la interacción AB (Concentración Araza – Zanahoria y Porcentaje de azúcar añadido), se observa que entre las medias 9, 6 y 3 que presentan acidez titulable baja, aceptadas dentro del rango bibliográfico, no existe diferencia estadística significativa. Por lo tanto se aceptarían estos tres tratamientos como los mejores, sin embargo el tratamiento A_0B_2, es el que presenta el mejor ajuste bibliográfico, tiene una concentración araza – zanahoria (80-20) y 80% de porcentaje de azúcar y una acidez de 1,18% de ácido cítrico.

Aplicando la prueba de significación Tukey con $\alpha = 0,05$ para el efecto A, correspondiente al factor: concentración araza – zanahoria de los niveles 80-20; 70-30 y 60-40, se nota que no existe diferencia estadística significativa en los niveles A_1 y A_2, pero si difieren con el nivel A_0, esto indica que hay influencia de la concentración araza-zanahoria en la acidez titulable de las mermeladas obtenidas, siendo el nivel A_1 el que menor acidez presenta.

Analizando el efecto B (porcentaje de azúcar) con $\alpha = 0,05$ se observa que no existe diferencia estadística significativa entre los niveles B_0 y B_1 (60% y 70%) pero si con el nivel B_2 (80%), siendo este último el nivel que menor acidez presenta.

pH

Los valores de pH para cada uno de los tratamientos, se encuentran en un rango de 3,6 a 4,3. El pH recomendado para mermeladas esta entre 2,8 a 3,6 (1)

Con el análisis de varianza se concluye que existe interacción entre los factores estudiados, concentración araza – zanahoria y porcentaje de azúcar añadido, sin embargo considerando los efectos principales de estos dos factores se encuentra que el efecto de la concentración araza – zanahoria influye de manera altamente significativa con $\alpha = 0,05$ sobre el pH de la mermelada.

Aplicando la prueba de significación Tukey con $\alpha = 0,05$ de la diferencia entre las medias de la interacción AB (Concentración Araza – Zanahoria y Porcentaje de azúcar añadido), se observa que el tratamiento A_0B_0 es el que presenta menor pH y mejor se ajusta a datos bibliográficos, tiene una concentración araza – zanahoria (80-20) y 60% de porcentaje de azúcar, presenta un pH promedio de 3,6.

Sólidos totales.

En el análisis de varianza, se concluye que existe interacción entre los factores estudiados, concentración araza – zanahoria y porcentaje de azúcar añadido, sin embargo considerando los efectos principales de estos dos factores se encuentra que el porcentaje de azúcar difiere de manera altamente significativa con $\alpha = 0,05$ sobre los sólidos presentes en la mermelada en los diferentes tratamientos.

Aplicando la prueba de significación Tukey con $\alpha = 0,05$ de la diferencia entre las medias de la interacción AB (Concentración Araza – Zanahoria y Porcentaje de azúcar añadido), el tratamiento que presenta mayor contenido de sólidos solubles es el tratamiento A_2B_2, con un valor de 85,33%, esto es explicable ya que tiene una concentración de araza – zanahoria de 80-20; y un porcentaje de azúcar añadido de 80%. El tratamiento que presenta menor contenido de sólidos totales es el tratamiento A_0B_0, tiene una concentración araza – zanahoria (80-20) y 60% de porcentaje de azúcar, contiene 73,76% de sólidos totales.

Humedad

Mediante el análisis de varianza se establece que existe interacción entre los factores estudiados, concentración araza – zanahoria y porcentaje de azúcar añadido, sin embargo considerando los efectos principales de estos dos factores se encuentra que el porcentaje de azúcar difiere de manera altamente significativa con $\alpha = 0,05$ sobre el contenido de humedad de la mermelada en los diferentes tratamientos. El rango de valores experimentales para el contenido de humedad de los tratamientos es de 14,66 a 26,23%.

Aplicando la prueba de significación Tukey con $\alpha = 0,05$ de la diferencia entre las medias de la interacción AB (Concentración Araza – Zanahoria y Porcentaje de azúcar añadido), se observa que el tratamiento que presenta mayor contenido humedad es el tratamiento A_0B_0, tiene una concentración araza

– zanahoria (80-20) y 60% de porcentaje de azúcar, contiene 26.23% de humedad. El tratamiento que presenta menor contenido de humedad es el A_2B_2, con un valor de 14,66%, esto es explicable ya que tiene una concentración de araza – zanahoria de 80-20; y un porcentaje de azúcar añadido de 80%.

Sólidos solubles.

Los datos obtenidos para el Análisis de Varianza, se comprueban que los sólidos solubles entre los diferentes tratamientos presentan dispersibilidad, que se afirma con el análisis de varianza, se concluye que existe interacción entre los factores estudiados, concentración araza – zanahoria y porcentaje de azúcar añadido. sin embargo considerando los efectos principales de estos dos factores se encuentra que la concentración araza – zanahoria influye significativamente con $\alpha = 0,05$ sobre el contenido de sólidos solubles.

Los valores promedio de sólidos solubles en las mermeladas de araza con sustitución de jugo de zanahoria, se encuentran en un rango de 63 a 73,5.

Aplicando la prueba de significación Tukey con $\alpha = 0,05$ de la diferencia entre las medias de la interacción AB (Concentración Araza – Zanahoria y Porcentaje de azúcar añadido), se observa que los tratamientos A_1B_1 (Concentración Arazá – Zanahoria (70-30) y 70% de porcentaje de azúcar), A_1B_2 (Concentración Arazá – Zanahoria (70-30) y 80% de porcentaje de azúcar) y A_2B_0 (Concentración Arazá – Zanahoria (60-40) y 60% de porcentaje de azúcar), se encuentran en el intervalo reportado en bibliografía.

Textura

Los valores de textura de cada uno de los tratamientos. Mazaquiza C. (1992) reporta datos de textura de 25 a 206 expresados en (1/10) mm de penetración. Chadan, M. (2001), presenta datos de textura de 42,3 a 90,8 expresados en (1/10) mm de penetración.

Los valores de textura de las mermeladas de araza con sustituciones de zanahoria expresados en (1/10) mm de penetración, se encuentran en un rango de 66,5 a 120,75.

Los valores de textura en las mermeladas, presentan dispersibilidad, que se afirma con el análisis de varianza presentados en el ANEXO C Tabla 6 del cual se determina que existe interacción entre los factores estudiados, concentración araza – zanahoria y porcentaje de azúcar añadido, sin embargo considerando los efectos principales de estos dos factores se encuentra que el porcentaje de azúcar difiere de manera altamente significativa con $\alpha = 0,05$ sobre la textura de la mermelada.

Valores de Textura para diferentes tratamientos utilizados

en la elaboración de mermelada de araza.

Tratamiento	Textura		
	R1	R2	Promedio
A_0B_0	65,00	68,00	66,50
A_0B_1	81,00	81,00	81,00
A_0B_2	80,00	85,00	82,50
A_1B_0	67,00	69,00	68,00
A_1B_1	95,00	95,00	95,00
A_1B_2	83,00	83,00	83,00
A_2B_0	74,00	67,50	70,75
A_2B_1	75,00	70,50	72,75
A_2B_2	120,00	121,50	120,75

Aplicando la prueba de significación Tukey con $\alpha = 0,05$ de la diferencia entre las medias de la interacción AB (Concentración Araza – Zanahoria y Porcentaje de azúcar añadido), se observa que entre las medias 1 y 4, no existe diferencia, siendo los dos mejores tratamientos, ya que la mermelada que tiene mejor textura es aquella que tiene valor menores en vista de que la penetración del cono del penetrómetro a mayor textura el ingreso es menor y menor textura el ingreso es mayor.

Cabe recalcar, que el mejor tratamiento se escogerá en función de la textura, en relación a sus propiedades físico-químicas, por lo tanto los dos mejores serán el A_0B_0 (Concentración Arazá – Zanahoria (80-20) y 60% de porcentaje de azúcar); y el A_1B_0 (Concentración Arazá – Zanahoria (70-30) y 60% de porcentaje

de azúcar), con valores de 66,5 y 68,0 respectivamente. En este análisis se puede observar que el efecto de la adición de zanahoria en la mermelada si influye en la textura del producto obtenido.

ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS MERMELADAS DE ARAZA CON SUSTITUCIONES DE JUGO DE ZANAHORIA.

El análisis sensorial fue realizado a los tres mejores tratamientos obtenidos a partir de la medición de textura, A_0B_0 (Concentración Arazá – Zanahoria (80-20) y 60% de porcentaje de azúcar); el A_1B_0 (Concentración Arazá – Zanahoria (70-30) y 60% de porcentaje de azúcar) y el A_2B_0 (Concentración Arazá – Zanahoria (60-40) y 60% de porcentaje de azúcar). Cada tratamiento fue evaluado por diez catadores en cada uno de los atributos.

Calificaciones promedio de dos ensayos de Catación sobre el Sabor de Mermelada de araza con sustituciones de zanahoria, para los tres mejores tratamientos obtenidos de la respuesta experimental Textura.

Tratamiento	Catadores									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
(2) A_0B_0	5	4	5	5	3	5	5	4	4	5
(1) A_1B_0	3	4	3	4	4	4	4	3	5	4
(3) A_2B_0	3	5	4	3	3	3	4	3	3	3

Calificaciones promedio de dos ensayos de Catación sobre el Color de Mermelada de araza con sustituciones de zanahoria, para los tres mejores tratamientos obtenidos de la respuesta experimental Textura.

Tratamiento	Catadores									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
(2) A_0B_0	5	3	5	4	5	5	4	5	5	4
(1) A_1B_0	4	5	4	5	3	4	5	3	3	5
(3) A_2B_0	4	3	4	3	3	3	4	4	3	3

Calificaciones promedio de dos ensayos de Catación sobre Textura de Mermelada de araza con sustituciones de zanahoria, para los tres mejores tratamientos obtenidos de la respuesta experimental Textura.

Tratamiento	Catadores									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
(2) A_0B_0	5	4	5	5	5	3	4	5	5	4
(1) A_1B_0	4	3	4	2	4	4	2	3	4	3
(3) A_2B_0	4	5	3	4	3	5	4	3	3	4

Se puede observar significancia en los tratamientos. Para determinar el mejor tratamiento se realizaron pruebas de diferenciación Tukey.

Se determinó que el mejor tratamiento en Sabor, Color, Textura y Aceptabilidad es el A_0B_0, (Concentración Arazá – Zanahoria (80-20) y 60% de porcentaje de azúcar).

CONCLUSIONES

Se sustituyó la pulpa de arazá por zumo de zanahoria en diferentes porcentaje a distintas concentraciones de azúcar para la elaboración de mermelada sin alterar las características organolépticas del producto final.

Se caracterizó la materia prima determinándose que la misma guardaba las condiciones óptimas necesarias para la elaboración de mermelada de arazá con zanahoria.

El porcentaje de sustitución adecuado es de 80 - 20, pues en esta combinación experimental se obtiene los mejores resultados organolépticos en el producto terminado, lo que garantiza la aceptación de los consumidores.

La caracterización del producto terminado mediante propiedades como acidez, pH, consistencia, sólidos solubles, sólidos totales y humedad, determinaron que la mermelada presenta valores dentro de los rangos esperados, es decir que la sustitución no afecta las propiedades físico-químicas del producto.

El análisis sensorial aplicado mediante la escala hedónica, determinó que la mermelada de arazá y zanahoria (80-20 y 60% de azúcar), cumple con las expectativas de los consumidores, pues de acuerdo a la evaluación organoléptica, los atributos del producto fueron calificados como "bueno" y "muy bueno".

El análisis de la proyección económica en esta investigación muestra un punto de equilibrio de 44.3% lo que representa un indicador favorable en el caso de que exista un interés por la producción industrial de este producto alimenticio.

BIBLIOGRAFÍA

BELLO, S. "Informe de las expediciones de colección de germoplasma de arazá. Informe Técnico Nº 14. Programa de Investigación en Cultivos Tropicales. INIA. Lima. 1989

CORPORACION ANDINA DE FOMENTO "Manual técnico del cultivo de arazá". Asistencia Agroempresarial Agribussiness Cía. Ltda. Quito-Ecuador, 1992.

DESDE EL SURCO, Fundación. "50 cultivos de exportación no tradicionales". Quito. 1995.

F. FIGUEROLA – L. Rojas "Procesamiento de frutas y hortalizas mediante metodos artesanales y de pequeña escala" FAO Roma – Italia copyright@fao.org

FALCAO, M de A; W. B. CHAVEZ S.A.N. FERREIRA et. Al. "Aspectos fenológicos e ecológicos de araça bio en Amazonía Central". 1988.

FAO, "Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos". Montes. 1987.

FAO, "Frutas tropicales". Segunda Mesa Redonda de la Red Latinoamericana de Agroindustria de Frutas Tropicales, 1990.

FERREIRA, S.A. DE N: "Biometría de frutas de araza-boi". Acta Amazónica. Volumen 22. 1982.

9. GEORGE H. RAUCH "FABRICACIÓN DE MERMELADAS" Editorial Acribia Zaragoza – España 1970 pp. 83 – 85

GONZALEZ, J.R. "El cultivo del arazá en la Amazonía peruana". Programa de investigación en cultivos tropicales. INIA . Lima. 1991.

HERNANDEZ, M.S. y J.A. GALVIS. "procesamiento de arazá y copoazú. Colombia Amazónica. 1993

http:// usuarios. advance.com. ar/itea/ tamfruta.html

http://www.alimentosargentinos.gov.ar/programa_calidad/calidad/guias/guia_conservas.

http:// www.fao.org/ag/agl/agll/rla128/inia/inia-i4/inia-i4-04.html

http://www.consumaseguridad.com/web/es/sociedad_y_consumo/2001/10/26/507

INEC. Encuesta anual de manufactura y minería. Tomo 1. Quito-Ecuador, 1994.

JAMIESON, M. Elaboración industrial de jaleas, mermeladas y compotas. Editorial Corporación Financiera Nacional. Quito Ecuador 1970.

KIRK, R. y OTHMER, D. "Enciclopedia de Tecnología Química". 1ª. ed. UTEHA. Tomo 7. Barcelona-España, 1962.

LEES, R. "Manual de análisis de alimentos". Trad. Andrés Marcos Barrado. Ed. Acribia. Zaragoza-España, 1969.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION. "Métodos oficiales de análisis de vinagres". España, 1986.

ELABORACION DE UN BOCADILLO DE DULCE CON LA UTILIZACIÓN DE SOYA (*Glicine max L.- Merril)* Y CAMOTE (*Ipomoea batata)* DESTINADO PARA ALIMENTACIÓN INFANTIL

GABRIELA PEREIRA. Y LUIS ANDA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
Ciudadela Huachi. Av. Los Chasquis y Río Payamino
AMBATO – ECUADOR

Palabras clave: Soya, camote, bocadillo, sustitución, concentración, tecnología

RESUMEN

La necesidad de encontrar un producto que ayude a satisfacer las necesidades nutricionales de niños de escasos recursos fue el impulso para la elaboración de este tipo de bocadillo.

El objetivo principal de esta investigación es el de desarrollar una tecnología útil para la elaboración del bocadillo; para ello se trabajó sobre diferentes condiciones: sustitución de soya/camote (20/80%, 30/70% y 40/60%) y concentración de azúcar (40% y 50%).

Antes de elaborar el bocadillo fue necesario un pretratamiento a la materia prima soya (*Glicine max L.- Merril)* y camote *(Ipomoea batata)* realizando actividades como humectación, cocción y molienda.

Se realizaron análisis microbiológicos (*E. coli*, Coliformes totales, Mohos y Levaduras) sensoriales (Sabor, Textura, Color, Olor y Aceptabilidad) y físico-químicos (Proteína, Ceniza, Grasa, Humedad, ° Brix).

Para las respuestas experimentales del análisis sensorial se utilizó un diseño de Bloques Incompleto Equilibrado y para las respuestas experimentales de los análisis físico – químicas se utilizó un Diseño Factorial axb.

El mejor tratamiento a_2b_0 es decir la combinación de 40% soya, 60% camote y 40% de azúcar posee un buen valor proteico 9.12%, cenizas 0.12%, grasa 5.24%, humedad 28.71%, °brix 64 y menos de 10 UFC/g en el análisis de *E. coli*, coliformes totales, mohos y levaduras; cabe recalcar que tuvo una muy buena aceptación por parte de los catadores que en este caso fueron niños.

Después del balance de materia se obtuvo un rendimiento del 81.92%, posteriormente al realizar el estudio económico se indica que el precio de venta al público es de 0.33 USD.

INTRODUCCIÓN

La energía provista por los alimentos esta dada por su contenido en carbohidratos, grasa y proteínas. Cuando la ingesta energética es incapaz de cubrir las necesidades, tienen lugar varios mecanismos de adaptación como reducción de la actividad física, reducción de la velocidad de crecimiento, pérdida de peso, entre otros.

El proyecto tiene como base el desarrollo de una tecnología aplicable al camote (*Ipomoea batata*) y enriquecido con otro producto proteico en este caso la soya (*Glicine max L.- Merril);* se pretende obtener un alimento de buenas características nutricionales recomendado para niños en edad escolar.

El camote (*Ipomoea batata)* presenta un sabor dulce debido a su elevado contenido en azúcares. Por su riqueza en hidratos de carbono se puede decir que es un alimento de alto valor energético. En cuanto al contenido vitamínico cabe destacar el aporte de pro-vitamina A.

La soya es la única leguminosa que contiene todos los aminoácidos necesarios para la vida humana y, al revés de lo que sucede con otros vegetales, la cocción aumenta en vez de disminuir su valor proteico. (Tocagni, Héctor 1983).

La conservación de alimentos puede definirse como todo método de tratamiento de los mismos que prolonga su duración de forma que mantengan el grado aceptable su calidad, incluyendo color, textura y aroma. (Holdsworth, S.D. 1988).

La elaboración de mermeladas sigue siendo uno de los métodos más populares para la conservación de fruta y con la ayuda de un congelador puede prolongarse esta actividad durante cierto tiempo. (Southgote,

D. 1992). La pasta de fruta es una mezcla de pulpa de fruta y azúcar que se ha concentrado hasta el punto que, al enfriarse la masa se vuelve sólida. Consecuentemente la elaboración de estos productos es igual a las de las mermeladas. Sin embargo siendo el producto sólido, este se envasa en envolturas de plástico o de papel encerado. (www.itescam.edumx).

El dulce de camote con soya es un producto complejo, que requiere de un óptimo balance entre el nivel de azúcar, la cantidad de pectina y la acidez (www.infoagro.net).

MATERIALES Y METODOS

Para este estudio se emplearon soya y camote que fueron adquiridos en el mercado Mayorista de la ciudad de Quito y para su procesamiento transportados a la ciudad de Ambato; también se hizo uso de ácido cítrico, azúcar, pectina, bisulfito de sodio, ácido acético e hidróxido de sodio comercial.

Previo a la elaboración del bocadillo es necesario que la soya y el camote sean sometidos a un pretratamiento así; la soya primeramente debe ser sometida a limpieza mediante la utilización de una zaranda con diferentes mallas, se procede a lavarlos con agua por tres veces y se procede a la humectación por un período de 14 horas con relación agua : soya (4:1), después del ablandamiento de la soya se procede a un tratamiento térmico a 15 psi, 121°C durante 15 minutos . Para asegurar el proceso de cocción se realiza la prueba de la actividad ureásica; la variación de pH de estos valores dentro de parámetros aceptados es de 0.08 – 0.30. (Baker, E.C and Mustakas, G.C 1981).

El pretratamiento del camote se inicia son una buena selección es decir que cumpla con las necesidades requeridas en cuando a calidad se refiere, se realiza un lavado por inmersión y se procede con el precalentamiento a 71°C por 30 minutos que servirá para suavizar la piel del camote y facilitar el pelado, para esta operación se utilizó una solución de hidróxido de sodio al 20% por 3 minutos; para neutralizar los residuos del pelado se recurre a un baño combinado de ácido acético al 0.3% y bisulfito de sodio 300 ppm durante 7 minutos así se consigue un efecto antioxidante y preservante, se procede a la cocción por un lapso de 20 minutos y finalmente se rebana el camote para facilitar el proceso de molienda.

Partiendo de la soya cocida y el camote rebanado se pasa por un molino manual marca Corona añadiendo 250 ml de agua y así se obtiene una mezcla de soya y camote tipo pasta.

En una paila de bronce se coloca la mezcla de soya y camote adicionando la mitad del azúcar de esta manera se empieza la concentración; siempre con agitación constante utilizando una cuchara de madera, la temperatura de cocción debe ser fuerte aproximadamente los primeros 20 minutos de concentración; después de este tiempo se adiciona la otra mitad del azúcar previamente mezclada con el ácido cítrico y la pectina conforme se observa que hay perdida de volumen de la mezcla se va midiendo los sólidos solubles (ºBrix) utilizando un brixómetro; como también el pH mediante un pH metro, que es un punto esencial para evitar la proliferación de microorganismos durante el almacenamiento del producto.

Después de la concentración se coloca el bocadillo en un molde a acero inoxidable, se lo deja enfriar durante 24 horas y finalmente el empaque utilizando papel celofán.

Elaborados los seis tipos de bocadillos se procede a realizar diferentes análisis utilizando cuadro 1 donde se indica los niveles de sustitución de cada tratamiento

TABLA 1

Número	Tratamiento	% Sustitución Soya/Camote	% Azúcar
1	$a_o b_o$	20 / 80	40
2	$a_o b_1$	20 / 80	50
3	$a_1 b_o$	30 / 70	40
4	$a_1 b_1$	30 / 70	50
5	$a_2 b_o$	40 / 60	40
6	$a_2 b_1$	40 / 60	50

Análisis Microbiológicos

Se analizaron: *E. coli*, Coliformes totales, Mohos y Levaduras mediante la utilización de placas Petrifilm 3M, incubadora

Análisis Sensorial

Se realizó en base a atributos Sabor, Textura, Color, Olor y Aceptabilidad; para las pruebas sensoriales se utilizaron escalas hedónicas con un panel de 15 catadores no entrenados conformado por niños en edad escolar comprendida entre los seis y doce años; cada uno evaluó diferentes muestras mediante una hoja de catación que permite que el niño observe una serie de caritas que corresponden a cada característica. Junto a las mismas se aprecia el significado de cada expresión facial, para de esta manera facilitar la calificación del producto.

Análisis Físico – Químicos

A los seis tratamientos y a las réplicas se les practicaron análisis proximales: proteína, ceniza, humedad y grasa para determinar su valor nutricional y observar de qué manera influye las sustituciones de soya/camote y cantidad de azúcar

Análisis Estadísticos

Es necesario recalcar que las cataciones se realizaron con niños en edad escolar comprendidos entre los 7 a 11 años que no son catadores entrenados. Por lo tanto nos hemos sometido al riesgo de obtener respuestas muy poco discriminativas en las valoraciones sensoriales, que por naturaleza son subjetivas. Se tiene entonces la necesidad de realizar un análisis proximal, específicamente de contenido de proteína de los seis tratamientos para elegir el mejor de ellos en base, al criterio de mayor aporte proteico a la dieta de los niños.

Cada uno de los resultados experimentales fueron comparados estadísticamente mediante análisis de varianza y la prueba de Tukey. Se aplicaron dos diseños experimentales: Diseño de bloques incompleto el mismo que fue utilizado para el análisis de respuestas sensoriales ya que

El Diseño de Bloques Incompletos Equilibrados (DBIE); permite disminuir el impacto por fatiga, pues permite diseñar el experimento de forma tal que: cada catador evalúa una porción o subconjunto del total de tratamientos que interesan y cada catador, evalúa el mismo número de tratamientos. Saltos, H (1993). Posterior al análisis de varianza de existir diferencia significativa entre los tratamientos se ha procedido a realizar la prueba de Tukey.

Después de haber realizado el análisis sensorial de los seis tratamientos del bocadillo de Soya y Camote; se procedió a estudiar los atributos que cada tratamiento presentaba y debido a la característica de los catadores; en este caso niños; los análisis de varianza respectivos no demostraron diferencias significativas es por ello que se tuvo la necesidad de realizar un nuevo análisis de varianza dirigido al análisis de proteína, ceniza y humedad de cada tratamiento tomando en cuenta un diseño A x B (3*2) con su respectiva réplica.

RESULTADOS Y DISCUSION

Es necesario decir que previo a comenzar la fase experimental se practicó un análisis proximal a la materia prima soya, camote y los resultados se los puede observar en la siguiente tabla:

TABLA 2: ANALISIS PROXIMAL DE MATERIA PRIMA

Materia prima	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)
CAMOTE *(Ipomoea batata)*	70,01	1,1	0,1	0,79
SOYA *(Glicine max L – Merri)*	6,7	30,9	18,2	5,2

Se ºBrix, Según Coronado Myriam (2001), indica que el contenido de sólidos solubles por lectura (°Brix) a 20°C debe tener un mínimo de 64% y un máximo de 68%. En la Tabla 3 se reportan los datos obtenidos cada tratamiento; mediante un brixómetro .

TABLA 3: ºBRIX PRODUCTO TERMINADO

TRATAMIENTO	% SOLIDOS SOLUBLES (ºBRIX)
a_ob_1	73
a_1b_o	67
a_1b_1	70
a_2b_o	64
a_2b_1	65

pH. Es un parámetro importante, pues de éste depende la conservación del producto como también la normal gelificación. En el bocadillo se adiciona como base 11.8% de ácido cítrico para poder mantener un medio ácido; en la Tabla 4 podemos encontrar el pH ajustado de cada uno de los tratamientos.

TABLA 4: pH PRODUCTO TERMINADO

TRATAMIENTO	pH
a_ob_o	3,4
a_ob_1	3,4
a_1b_o	3,5
a_1b_1	3,6
a_2b_o	4,0
a_2b_1	4,0

puede notar en cuando a proteína, ceniza y grasa la soya posee valores más elevados de ahí se dice que es importante fuente proteica en cambio el camote posee alto contenido de humedad y su importancia radica en el valor energético q este proporciona.

Durante la preparación del bocadillo se considera parámetros importantes como:

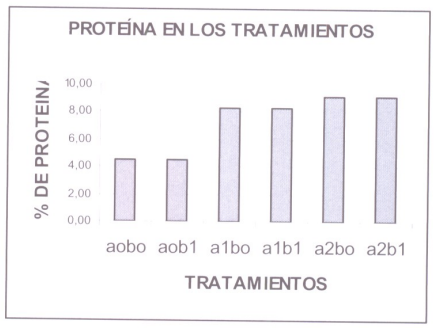
Antes de proceder al análisis sensorial se realizó el análisis microbiológico el mismo que evaluó Mohos, Levaduras, Coliformes totales y *Escherichia coli* los resultados obtenidos fueron la presencia de menos de 10 ufc/g en todos los tratamientos.

El análisis sensorial ser realizó en una escuela fiscal en la ciudad de Quito se contó con quince catadores no entrenados (niños) a los mismos que se les dio una previa capacitación para que supieran de que se trataba la investigación y tengan noción de cómo realizarán las cataciones; es así que después de haber realizado este análisis a los seis tratamientos del bocadillo se procedió a estudiar sus atributos y debido a la característica de los catadores; los análisis de varianza respectivos no demostraron diferencias significativas es por ello que se tuvo la necesidad de realizar un análisis proximal de cada tratamiento tomando en cuenta un diseño axb y así se analizó estadísticamente los efectos del factor A factor A (% sustitución soya/camote) y del factor B (% de azúcar necesaria para la concentración) sobre la proteína, humedad y cenizas del bocadillo.

En las figura 1 se puede visualizar los valores obtenidos después de realizar el análisis de proteína a cada tratamiento y en base a estos datos podemos decir que el análisis de varianza determina que existe una diferencia estructural para el factor A (% sustitución soya/camote) a un nivel de significación $\alpha = 0.05\%$.

La prueba de comparación múltiple de Tukey determina que el porcentaje de proteína con respecto al factor A se encuentra en el nivel a_2 y se sugiere que un porcentaje de adición de soya más alto favorece el contenido de proteína en el bocadillo de soya – camote.

FIGURA 1



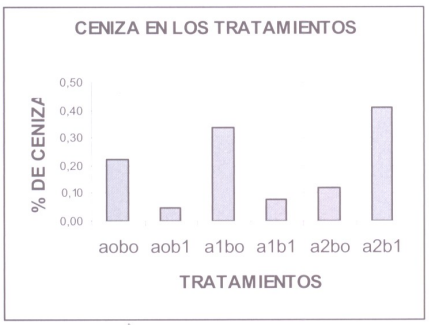
En la figura 2 se visualiza el resultado del análisis de ceniza de los seis tratamientos, cabe recalcar que las cenizas son el resultado de la incineración de la materia orgánica del alimento es decir que las cenizas contiene las sales minerales del alimento y que forman parte de la materia orgánica del mismo.

Los tratamientos con el porcentaje de ceniza más altos son a_2b_1 y a_1b_0 así, 0.41% y 0.34% respectivamente estos tratamientos presentan diferente porcentaje de adición de soya/camote y de azúcar; de igual manera los tratamientos que presentan porcentajes bajos son a_ob_1 y a_1b_1 .

El efecto del porcentaje de sustitución soya/camote y el porcentaje de azúcar necesaria para la concentración sobre el contenido de ceniza ha resultado ser significativo para el factor A y la interacción AB.

La prueba de Tukey muestra para el factor A (% de sustitución soya/camote) el promedio más alto de ceniza es de 0.2625 ubicado en el nivel a_2 (40% soya/60% camote). Finalmente la interacción AB muestra el mayor promedio para el tratamiento a_2b_o (40% soya/60% camote + 40% de azúcar)

FIGURA 2

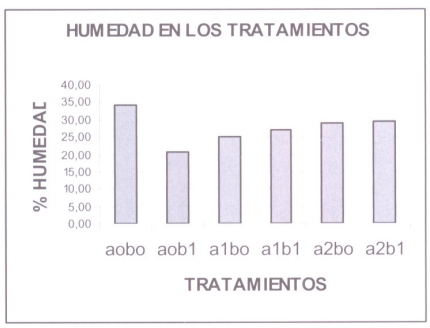


Deacuerdo a la figura 3 se obtien los resultados de humedad; este dato es importante porque indica la eficiencia que se tuvo durante la concentración y depende mucho tambien la proliferación de microorganismos.

Se observa que hay tratamientos que presentan valores altos de humedad y valores de °brix bajos tal es el caso del tratamiento a_0b_o que presenta H = 34.22% y por ende la concentración de sólidos solubles está por debajo de los valores permitidos

El análisis de varianza indica que los factores A (% sustitución soya/camote), B (% de azúcar) y la interacción AB tienen efecto estadísticamente significativo en la humedad para un nivel de confianza del 95%. Mediante la prueba de Tukey se determina que el promedio más alto para esta variable dentro del factor A se encuentra en el nivel a_2 (28.985%) y el nivel más bajo es el a_1. Para el factor B el promedio más alto en el nivel b_1 (29.2767%) y el promedio más bajo corresponde al nivel b_0 y, por último, para la interacción AB se escoge el tratamiento a_ob_0, que presenta el promedio más bajo.

FIGURA 3



Se debe acotar que por la naturaleza del bocadillo que es semisólido; únicamente se realiza el análisis de grasa a los tratamientos con alto valor proteico.

Analizando las condiciones necesarias para la elaboración de este tipo de productos se escogió el mejor tratamiento el mismo que proporcionará mayor valor proteico así se escoge el tratamiento a_2b_0 (40/60 soya/camote, 40 azúcar) ya que reúne características aceptables de calidad tanto en proteína: 9.12%, ceniza: 0.12%, humedad: 28.71%, grasa: 5.24%, pH:4.0 Brix: 64° ; se debe tener muy en cuenta que los Brix tanto como el pH son parámetros que rigen en la calidad del producto, tiempo de conservación, normal gelificación y evitar la sinérisis y problemas de consistencia.

CONCLUSIONES

Se desarrolló una tecnología para la elaboración del bocadillo de soya/ camote; es decir para llegar a escoger la más apta fue necesario probar con distintos tratamientos; los mismos que poseían diferentes porcentajes de sustitución de soya/camote y azúcar. Previo a la elaboración del bocadillo en si fue necesario realizar un pretratamiento por separado al camote y a la soya; al camote se le da un tratamiento especial para el pelado y también se recurre a la cocción para provocar la degradación del almidón en maltosa y dextrinas, en lo que se refiere a la soya se recurrió a operaciones como el remojo y el calentamiento para disminuir los efectos de los inhibidores de tripsina que interfieren en la digestión de las proteínas.

Después de haber realizados los respectivos análisis sensoriales y físico – químicos podemos afirmar que el porcentaje de sustitución de soya/camote es el factor que determina las características finales del producto. Mediante estos análisis se comprobó que el nivel de sustitución a_2b_0 y que corresponde a la combinación siguiente (40% soya / 60% camote y 40% de azúcar, permite obtener un producto bueno presentando un porcentaje de humedad del 28.72% concentración de sólidos solubles 64 ° Brix y según el análisis proximal este tratamiento posee un alto contenido de proteína (9.12%); que es un parámetro indicativo del contenido nutricional del bocadillo. Además fue necesario realizar un análisis de grasa teniendo en cuenta la naturaleza del bocadillo, obteniéndose un 5.24%.

Es importante destacar que para la elaboración del bocadillo se tomó en cuenta todo lo referente a la conservación de alimentos porque la elaboración de este producto es una forma de alargar el tiempo de vida útil de la materia prima en este caso soya y camote y la operación más importante dentro de la elaboración del bocadillo es la concentración; ya que es aquí en donde se elimina la mayor cantidad de agua así en este proceso pierde 18.1% de peso; tomando en cuenta que se realizó pre-tratamientos tanto a la soya como al camote antes de que estos ingresen a la concentración.

REFERENCIAS

BAKER E.C., MUSTAKAS G.C., 1981, "Heat Inactivation of Trypsin Inhibitor Lipoxigenase and Urease in soybeans Effect of Acid and Base additives" JAOCS

CORONADO M., 2001, "Elaboración de Mermeladas- Procesamiento de Alimentos para pequeñas y Microempresas Agroindustriales" Centro de Investigación Educación y Desarrollo Lima – Perú.

ESPINOSA N., 2003, "Calidad Nutritiva de los Alimentos énfasis en Papa y Camote" Centro Internacional de la Papa (CIP).

HOLDSWORTH, S. D., 1988, "Conservación de Frutas y Hortalizas" Editorial Acribia S.A., Zaragoza – España.

SALTOS H., 1993 " Diseño Experimental" Ambato – Ecuador

SOUTHGOTE D., 1992, "Conservación de Frutas y Hortalizas" Editorial Acribia, Tercera Edición, Zaragoza – España

TOCAGNI H., 1983, "Cultivos de la Soja" Editorial Albatros, Buenos Aires – Argentina.

TORRICELI R., ESPINOSA Z., PULIDO H., 1989, "Evaluación Sensorial Aplicado a la Investigación, Desarrollo y Control de la Calidad en la Industria Alimentaria" La Habana – Cuba

REFERENCIAS INTERNET

Aranjuez, 2006, "Legumbres y Tubérculos",
www.infoagro.net/shared/docs/as/Gtecnol12.pdf
consulta: Julio 2008

FAO, 2003, "El diseño de los programas de alimentación escolar y la función de la industria alimentaria"
www.fao.org/docrep/008/y5906m/Y5906M05.htm
consulta: Junio 2008

ESTUDIO DE UNA TECNOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA A PARTIR DE LA OCA (Oxalis tuberosa) TRATADA ENZIMÁTICAMENTE CON LA INCLUSIÓN DE MANDARINA (Citrus reticulata)

DANIELA CULQUI PESANTEZ; GLADYS NAVAS MIÑO
Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.
daniela_icp@hotmail.com glacenam@hotmail.com
AMBATO-ECUADOR

RESUMEN

La oca *(Oxalis tuberosa)* es un producto muy extendido en los Andes, por ser un producto tradicional, ancestral de sabor agradable, es uno de los alimentos más apreciado en la alimentación rural.

Las mandarinas *(Citrus reticulata)* son autóctonas de los valles de nuestra provincia, son frutas muy apetecidas por propios y extraños debido a su exquisito sabor y gran dulzor, características organolépticas propias de esta variedad.

El presente trabajo muestra al sector industrial otras alternativas para producir nuevos productos para la dieta, elaborados con productos autóctonos de nuestra región que presentan como ventaja que se los puede adquirir a bajo costo y aplicando la tecnología de la fermentación que requiere de baja inversión, se puede optimizar el proceso para conseguir altos rendimientos.

Se hace necesario aprovechar de mejor manera estas materias primas, buscar otras alternativas para su utilización. En el presente trabajo se han procesado las ocas *(Oxalis tuberosa)* conjuntamente con las mandarinas *(Citrus reticulata)* en mezclas apropiadas en la elaboración de una bebida de moderación esperando tenga la aceptación necesaria para reemplazar en parte el gran consumo de bebidas artificiales que hay en el país.

INTRODUCCIÓN

Las raíces y los tubérculos andinos (RTA's) están presentes en la dieta de casi todas las culturas, siendo los más conocidos la papa *(Solanum tuberosum)* y la yuca *(Manihot esculenta)*, ambos de origen americano. Otras especies de este grupo y nativas de la Región Andina son el yacón *(Polymnia sonchifolia)*, la arracacha *(Arracada xanthorrhyza)*, la mauka *(Mirabilis expansa)*, la maca *(Lepidium meyenii)*, la achira *(Canna edulis)*, la oca *(Oxalis tuberosa)*, la mashua *(Tropaeolum tuberosum)* y el ulluco *(Ullucus tuberosus)*.

Apreciados por su valor nutritivo y resistencia a condiciones adversas (heladas, plagas y enfermedades), las raíces y los tubérculos andinos son poco conocidos y aprovechados por pueblos diferentes a los de su región de origen a pesar de tener potencial para diversos usos, incluso en la agroindustria.

Este estudio pretende orientar acciones futuras que permitan incrementar la demanda de los RTA's ya-que se considera que estos constituyen el principal objetivo para que los agricultores continúen cultivando estos productos el protegiendo así la biodiversidad.

La importancia socio-económica de estos tubérculos para la región Andina, demanda mayor atención en todas las actividades orientadas a incrementar en el sector campesino productor de ocas (*Oxalis tuberosa).* Ante este panorama, se hace necesario ensayar nuevas alternativas para la mejor utilización de la oca (*Oxalis tuberosa),* una de las alternativas es la utilización de mandarina (*Citrus reticulata)* en la elaboración de una bebida alcohólica, la misma que puede ser aplicada tanto a pequeña como a gran escala.

Ante este panorama se vio la necesidad de ensayar nuevas alternativas para la mejor utilización de ocas y mandarinas, una de estas alternativas es la elaboración de una bebida alcohólica, pues existe como base los fundamentos tecnológicos que para vino de fruta en general han sido probados en varios trabajos de Tesis de Grado en la Facultad de Ciencia en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato, del mismo modo que la utilización (Alvarado, 1998; Cornejo, 1994; Del Pozo y Valencia 2004).

El objetivo principal del presente trabajo fue estudiar una tecnología para la obtención de una bebida alcohólica a partir de oca (*Oxalis tuberosa)* tratada enzimáticamente con inclusión de mandarina (*Citrus reticulata.)*

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima

Se utilizo ocas procedentes del Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y las mandarinas provenientes del Cantón Patate perteneciente a la provincia de Tungurahua.

Los preparados enzimáticos que se emplearon fueron: enzimas amilasas FUNGAMYL (0.075 g/lt) y Pectinex 3XL, (0.025 ml/ litro de mosto), los mismos que fueron adquiridos en Quifatex S.A. - Quito.

Las levaduras utilizadas para la inoculación fue del tipo *Saccharomyces cervisiae*, de marca FERMIPAN.

Metodología PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA A PARTIR DE LA OCA *(Oxalis tuberosa)* TRATADA ENZIMÁTICAMENTE CON LA INCLUSIÓN DE MANDARINA *(Citrus reticulata).*

Las pruebas preliminares posibilitaron establecer la siguiente secuencia de operaciones.

Recepción de la materia prima.- Se somete a la oca *(Oxalis tuberosa)* a una maduración por varias semanas mediante un soleado intenso para que el almidón se transforme en azúcares; tomando datos diarios de humedad y peso.

Selección.- Extraer impurezas y material extraño de las ocas *(Oxalis tuberosa)* y las mandarinas *(Citrus reticulata).*

Lavado.- Se lava a las ocas *(Oxalis tuberosa)* con una solución de 150 ppm de bisulfito de sodio por litro de agua caliente.

Licuado y filtrado.- Se mezcla a las ocas *(Oxalis tuberosa)* en una relación de volumen 1:3, y se licúa por varios minutos. La mezcla pasar por un lienzo.

Adición de enzimas.- Al añadir amilasas (FUNGAMYL) a la mezcla filtrada de las ocas *(Oxalis tuberosa)* mejora considerablemente la separación de sólidos y líquidos aumentando su rendimiento, lo que al final permitirá obtener una bebida alcohólica de buenas características organolépticas. Colocar las ocas *(Oxalis tuberosa)* con las amilasas (FUNGAMYL) durante 120 minutos a 55°c.

Extracción de jugo.- Mientras tanto se coloca a las mandarinas *(Citrus reticulata)* en un saco de lienzo y se extrae manualmente el jugo presionándola.

Obtención del mosto.- De acuerdo a las concentraciones de ocas *(Oxalis tuberosa)* y las mandarinas *(Citrus reticulata)* se mezcla en una relación de volumen 1:1.

Sulfatado.- Se añade 150 ppm por litro de mosto de meta bisulfito de sodio para eliminar microorganismos contaminantes no deseables, presentes en el mosto. Además el SO_2 se evapora durante el proceso logrando así que no se den problemas en el producto final.

Acondicionamiento del mosto.- Ajustar el azúcar hasta 23° Brix, pH entre 3,2 y 3,5 y acidez alrededor del 0,8% expresado en el ácido predominante.

Inoculación.- Las levaduras *(Saccharomyces cervisiae)* se reproducen en grandes cantidades cuando el líquido de fermentación está aireado, sucede entonces que consume la mayor parte del azúcar allí existente, utilizando para edificar sus propias sustancias constitutivas y de esta manera se limita la cantidad de azúcar disponible para la formación alcohólica.

Adición de nutrientes.- La presencia de compuestos nitrogenados en el mosto son de gran importancia para el crecimiento y desarrollo de las levaduras *(Saccharomyces cervisiae)* en el proceso de fermentación, por lo que se requiere utilizar el fosfato de amonio 150 ppm por litro de mosto.

Fermentación.- En este proceso biológico se produce cambios químicos sobre sustratos orgánicos a través de la acción de las enzimas de los microorganismos u otras células aunque el alcohol etílico y el CO_2 representan los dos productos principales de la fermentación alcohólica. Se realizara un control diario de ° Brix, pH y acidez.

Tratamientos post-fermentación.- Transcurrida la etapa de la fermentación alcohólica, y llegando a 4° +/-2° Brix de la bebida alcohólica; se analiza que la concentración de alcohol llegue a 8°+/-2°.

Primer trasiego.- Pasar la bebida alcohólica del biorreactor a un recipiente mediante una manguera, separando la biomasa del proceso fermentativo, teniendo ya la bebida alcohólica.

Segundo trasiego.- En esta etapa se extrae la biomasa restante de la bebida alcohólica.

Pasteurización.- La pasteurización es un proceso de calentamiento a las que se somete varias sustancias comestibles y bebidas para disminuir el número de microorganismos presentes, de manera que las sustancias correspondientes se haga más estable. Se lleva a cabo por 65°C por 5 minutos para inactivar a las levaduras *(Saccharomyces cervisiae)* presentes en la bebida alcohólica.

Clarificación.- Esta etapa consiste en arrastrar consigo las partículas enturbiadoras y sedimentadas al fondo del recipiente por lo que se adiciona 0.0012 ml de pectinasas por litro de mosto, o bien originan en acción conjunta con un componente de bebida alcohólica a la floculación coloidal necesaria para precipitar.

Envasado.- El embotellado y presentación de la bebida alcohólica, las botellas de vidrio transparentes de 750 ml con tapa rosca deben emplearse perfectamente limpias y secas. La bebida alcohólica, al embotellarla debe estar clara y brillante, y de no ser así debe someterse a un refinado previo con pectinasas dejando por varios días que estas enzimas actúen sobre las partículas que aun estén suspensas en la bebida alcohólica.

Métodos de análisis

Rendimiento

Ser toman pesos antes, durante y depuse de la fermentación para calcular el rendimiento de la bebida alcohólica.

Rendimiento = Peso final (Kg) * 100%

Peso inicial (Kg)

Grados brix

Para la medición de sólidos solubles se tomó unas gotas del líquido a medir sobre el prisma del Refractómetro RHB-32 ATC rango 0-32 °Brix y se tomó la lectura en un lugar de gran visibilidad.

PH

Para la determinación del pH se usó un pHmetro Checker 0.00 - 14.00, el cual previamente al análisis se calibró con solución buffer 4, luego se introduce el electrodo en el líquido y se toma la lectura directamente.

Acidez total

La acidez total de una bebida fermentada se considera como la suma de los ácidos titulables cuando se lleva la bebida fermentada a pH 7.0 por adición de un licor alcalino valorado. Se calibra el pH metro con una solución buffer de 4.01 y 7.0

Análisis de mohos y levaduras

Los mohos y las levaduras son organismos muy diferentes, y no pueden ser siempre diferenciados microscópicamente. Como con cualquier método la diferenciación positiva puede ser hecha con examen microscopio. El procedimiento es:

Colocar la placa Petrifilm en una superficie plana. Levantar el film superior.

Con una pipeta perpendicular a la placa Petrifilm colocar 1 ml. de muestra en el centro del film superior.

Dejar caer el film superior con cuidado evitando introducir burbujas de aire.

Sujetando el aplicador por la barrita soporte, colocar el aplicador para Petrifilm levaduras y mohos sobre la placa Petrifilm

Ejercer una presión sobre el aplicador para repartir el inóculo sobre el área circular. No girar ni deslizar el aplicador.

Levantar el aplicador. Esperar un minuto a que solidifique el gel.

Incubar las placas petrifilm cara arriba en pilas de 2 hasta 20 placas a temperatura de 25 °C+/- 1°C durante 3-5 días.

Leer las placas Petrifilm en un contador de colonia Standard tipo Quében o una fuente de luz con aumento

Grado alcohólico

La valoración del alcohol en el vino ha de ser de una precisión normalmente superior al resto de los análisis, ya que en las transacciones comerciales se discuten hasta las diferencias por décimas.

Los métodos oficiales están basados en la destilación generalmente. Se determinan la valoración alcohólica en un aparato de vidrio.

Viértase en el matraz de 1 litro, limpio y enguadando con agua destilada, 200 ml de bebida alcohólica medidos con un matraz aforado a 15°C, de fondo plano. También perfectamente limpio y enguadando con una cantidad de la misma bebida alcohólica.

Lávese por dos veces consecutivas el matraz aforado con unos 100 ml. de agua destilada y viértase ambos contenidos en el balón de destilación.

Instálese el aparato de destilación y compruébese los cierres. Enciéndase el mechero y precédase a una destilación lenta y suave. Él agua de refrigeración ha de ser constantemente fría.

Recójase los destilados en el mismo matraz aforado; antes, se pondrán unos centímetros cúbicos de agua destilada en el matraz, los necesarios para que el pico final del tubo refrigerante quede sumergido y los primeros destilados, muy ricos en alcohol, no se pierden parcialmente en la atmósfera. Deténgase la operación en el momento en el que se hayan recogido exactamente los 200 ml. iniciales.

Los 200 ml. de destilado viértase en una probeta de 300 ml., limpia y seca. Agítese para conseguir la homogenización y déjese luego de unos momentos en reposo.

Introdúzcase en la probeta un alcoholímetro contrastado, que aprecie las décimas de grado, perfectamente limpio, cogido por el vástago hasta que flote. Que no roce en las paredes de la probeta.

Cuando el alcoholímetro quede quieto, léase, por la parte inferior del menisco que se forme al ser mojado por el vástago por el líquido alcohólico. Anótese la lectura.

Diseño experimental

El presente trabajo responde a un diseño experimental 2^3

Factores

FACTOR A.- Concentración de la enzima en el sustrato.

FACTOR B.- Porcentaje de mezcla oca *(Oxalis tuberosa)*- mandarina *(Citrus reticulata).*

FACTOR C.- Concentración de levaduras *Saccharomyces cervisiae.*

Hipótesis

Ho: El efecto de las amilasas (FUNGAMIL) afectará al rendimiento, grados brix, pH y acidez.

Hi: El efecto de las amilasas (FUNGAMIL) no afectará rendimiento, grados brix, pH y acidez.

Ho: El porcentaje de mezcla mandarina (*Citrus reticulata*) - oca (*Oxalis tuberosa)* afectará al rendimiento, grados brix, pH y acidez.

Hi: El porcentaje de mezcla mandarina (*Citrus reticulata*) - oca (*Oxalis tuberosa)* no afectará al rendimiento, grados brix, pH y acidez.

Ho: La concentración de levaduras *Saccharomyces cervisiae*, utilizadas para la fermentación afectará al rendimiento, grados brix, pH y acidez.

Hi: La concentración de levaduras *Saccharomyces cervisiae* utilizadas para la fermentación no afectará al rendimiento, grados brix, pH y acidez.

Respuestas experimentales

Las respuestas experimentales que se analizaron fueron:

Grados Brix

pH
Acidez
Rendimiento

Resultado y Discusión

Materia prima

Oca *(Oxalis tuberosa).*

A una muestra de 20 ocas *(Oxalis tuberosa)* asoleadas, se midió: largo (cm.), ancho (cm.), peso (g.), textura y color (observación), se trabajo por duplicado. En los resultados químicos del análisis de las ocas *(Oxalis tuberosa)* asoleadas, obtuvimos un contenido de carbohidratos del 18,12% siendo un valor bajo por tratarse haber pasado por un proceso de asoleado donde se transforma el almidón en azúcares reductores, fibra 1,09% y proteína de 1,05%.

Mandarina *(Citrus reticulata).*

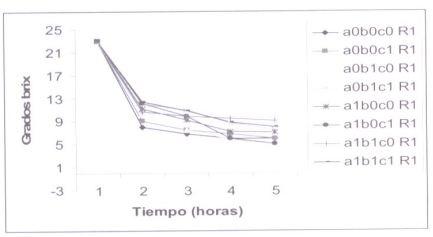
A una muestra de 20 mandarinas *(Citrus reticulata),* se midió: largo (cm.), ancho (cm.), peso (g.), textura y color (observación), se trabajo por duplicado.

Respuestas experimentales

Grados brix

Los valores de grados Brix en la culminación de la fermentación varían entre 4,8 y 9 ° Brix en todos los tratamientos. Como se lo puede observar en el Gráfico 1

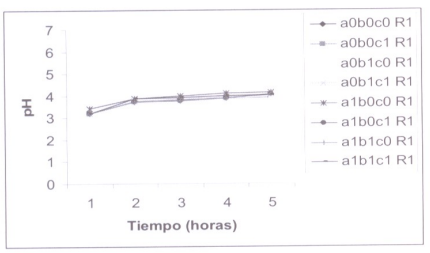
Gráfico 1.- Cambio de los grados Brix en el proceso de fermentación de la bebida de alcohólica de oca-mandarina



PH

Los valores de pH en la culminación de la fermentación varían entre 3,78 y 4,13 en todos los tratamientos. (Gráfico 2)

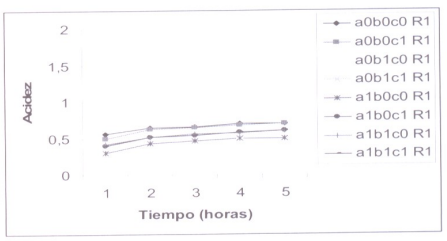
Gráfico 2.- Cambio del pH en el proceso de fermentación de la bebida de alcohólica de oca-mandarina



Acidez total

En el proceso de fermentación los valores de acidez en cada uno de los tratamientos no presentaron cambios significativos, al finalizar el proceso de fermentación se presentaron variaciones entre 0,5 a 0,7. (Gráfico 3)

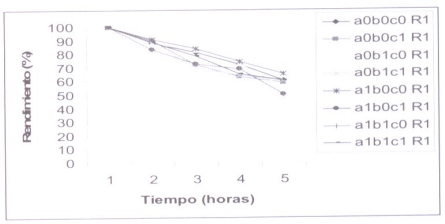
Gráfico 3.- Cambio de la acidez en el proceso de fermentación de la bebida de aalcohólica de oca-mandarina



Rendimiento

Los valores del porcentaje de rendimiento en el proceso de fermentación varían entre 30% a 60%.

Gráfico 4.- Cambio del rendimiento en el proceso de fermentación de la bebida de alcohólica de oca-mandarina



Análisis sensorial

Una vez obtenida la bebida se realizó el análisis sensorial con la participación de 14 catadores semientrenados previamente el entrenamiento de los alumnos de noveno semestre de la FCIAL, para lo cual se diseñó la hoja de calificación (Hoja de catación 1¦ con una escala hedónica de 5 puntos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En la elaboración de bebida de moderación a partir de oca *(Oxalis tuberosa)* tratada enzimáticamante con inclusión de mandarina *(Citrus reticulata)* que de manera previa las ocas *(Oxalis tuberosa)* fueron sometidas a tratamiento de asoleado y a un tratamiento enzimático con enzimas amilasas FUNGAMIL, que ayudó a optimizar el rendimiento en la obtención del jugo de oca *(Oxalis tuberosa)* y a mejorar las características organolépticas como color, olor, sabor y aceptabilidad. La oca *(Oxalis tuberosa)* asoleada es buena fuente de azúcar y puede llegar a ser considerada como una alternativa innovadora que permita la disminución de costos en esta área del campo agroindustrial.

Se utilizó un silo verdeador adaptado para el secado de ocas *(Oxalis tuberosa)* que ha sido utilizado con gran éxito en algunas comunidades de la Provincia de Chimborazo, con el que se pretende rescatar los conocimientos de los indígenas, aprovechar la energía solar, optimizar la concentración de azúcares en los tubérculos de oca *(Oxalis tuberosa),* garantizar una perdida mínima de la materia prima por contaminación microbiana y evitar la manipulación directa de las ocas *(Oxalis tuberosa).*

Las ocas *(Oxalis tuberosa)* fueron recolectadas en el cantón Salcedo de la Provincia de Cotopaxi, y las mandarinas *(Citrus reticulata)* fueron recolectadas en el cantón Patate de la Provincia de Tungurahua; posteriormente fueron analizadas química y físicamente para obtener una bebida alcohólica con un buen rendimiento y con características organolépticas adecuadas de aceptabilidad.

La evaluación el efecto de las enzimas amilasas FUNGAMIL como una enzima alfa- amilasa obtenida de un selecto medio de *Aspergillus orizae,* hidroliza la amilopectina a partir de las cadenas exteriores, pero también rompe las uniones alfa (1-4) entre los puntos de ramificación. La acción se detiene, sin embargo, unas pocas unidades antes de alcanzar un punto de ramificación. Resulta así que los productos de la alfa- amilólisis de la amilopectina son glucosa, maltosa y oligosacáridos que contiene cinco o más monómeros. Al utilizar las enzimas amilasas FUNGAMYL sobre el jugo de la oca *(Oxalis tuberosa)* se obtuvo que la temperatura óptima sobre el almidón de la oca *(Oxalis tuberosa)* es 55°C ya que a temperaturas mas altas el almidón de la oca *(Oxalis tuberosa)* se gelatiniza por ser muy sensible al calor provocando serios problemas para el producto final.

Se determinó que la tecnología óptima para el uso de de oca *(Oxalis tuberosa)* en la elaboración de una bebida de moderación a partir tratada enzimáticamante con inclusión de mandarina *(Citrus reticulata),* se alcanza al trabajar con una concentración de las enzimas amilasas FUNGAMIL 0.05 g/l, mezcla 30% oca- 70% mandarina y levaduras *Saccharomyces cervisiae* 0.75 g/l. correspondiente al tratamiento A0B1C1.

La fermentación se realizó durante 21 días (504 horas), a través de los cuales se registraron datos de grados Brix, pH, acidez y rendimiento. En todos estos indicadores del proceso se registraron cambios; sin embargo los más notorios fueron la disminución de sólidos solubles medidos como grados Brix y que en una gran extensión corresponde al consumo de azúcares por las levaduras *Saccharomyces cervisiae,* y, directamente asociado el aumento del grado alcohólico por la producción de etanol. A medida que transcurrió el proceso los grados Brix fueron disminuyendo hasta mantenerse constantes a los 21 días (504 horas), pero en el que se refiere al pH y a la acidez estos mantuvieron pequeños cambios, respecto al rendimiento este tuvo cierta variación ya que al final presento en alrededor del 60% de rendimiento en los tratamientos.

Se realizó en los LABORATORIOS LACONAL los análisis de los grados alcohólicos se observa que al pasar el tiempo aumentan los grados alcohólicos ya que los azúcares disponibles en el mosto en el proceso de fermentación se convierten en alcohol por la producción de etanol obteniendo el mejor tratamiento 8.1 °GL Mediante cromatografía de gases se determinaron varios productos secundarios de la fermentación

Estos resultados se puede explicarse ya que en la investigación presente se emplearon enzimas amilasas FUNGAMIL que han sido de mucha utilidad para aumentar el rendimiento del mosto, lo cual aumenta de manera significativa el contenido de metanol y etanol en la bebida alcohólica resultante.

Se analizó sensorialmente utilizando el diseño de bloques incompletos agrupados al azar; este método es el mas óptimo para este tipo de pruebas en alimentos ya que nos brinda datos mas confiables por ser ideal para 8 tratamientos, podemos realizar 7 repeticiones y con 14 la participación de catadores semi entrenados.

Mediante pruebas estadísticas de significancia de Tukey con un nivel de confianza de 0,05, se selecciono como mejor tratamiento a0b1c1 (enzimas amilasas FUNGAMIL 0.05 g/l, mezcla 30% oca- 70% mandarina y levaduras *Saccharomyces cervisiae* 0.75 g/l) obteniéndose una bebida alcohólica de buena calidad tanto en lo que respecta a características organolépticos como en aceptabilidad.

En el estudio económico del mejor tratamiento a0b1c1 (enzimas amilasas FUNGAMIL 0.05 g/l, mezcla 30% oca- 70% mandarina y levaduras *Saccharomyces cervisiae* 0.75 g/l), se muestra un valor de precio de venta al público de $1.0/botella de 750 ml, concluyendo que es factible la elaboración de este tipo de bebida ya que el precio de venta al público sería más bajo con una mayor producción por la reducción de costos de fabricación que esto significa.

Al realizar los análisis microbiológicos no se observa la presencia de mohos y levaduras, lo que significa que el producto obtenido esta apto para el consumo humano.

Al realizar los análisis químicos, microbiológicos, sensoriales y económico señalan la conveniencia de aplicar esta tecnología para la elaboración de un nuevo tipo de bebida alcohólica a partir de una fruta y de un tubérculo, con el uso de enzimas amilasas en las ocas *(Oxalis tuberosa),* siendo muy útiles para la obtención de producto final de excelentes características organolépticas.

Recomendaciones

Se recomienda trabajar asépticamente para evitar algún tipo de contaminación microbiana en el producto final, y utilizar el proceso de pasterización rápida para que no pierda aromas y existan modificaciones en el color del producto final.

Durante el proceso fermentativo de la bebida alcohólica por ser un producto de características sensibles a la influencia de excesiva luz y más aún a la humedad que comunica rápidamente el gusto a mohos y destruye en gran parte su aroma. Importa por consiguiente conservarlo con gran cuidado en recipientes de vidrio o de plástico obscuros y mantenerlos en sitios que cumplan con condiciones estipuladas.

Se analizó como una alternativa de clarificación el uso de gelatina sin sabor por ser un producto de fácil acceso y de bajo costo, con resultados rápidos y eficaz actuación en la bebida alcohólica a partir de oca (*Oxalis tuberosa)* tratada enzimáticamante con inclusión de mandarina *(Citrus reticulata).*

Utilizar los desechos (torta) de ocas *(Oxalis tuberosa)* y la biomasa como productos de desecho del proceso de fermentación para la elaboración de alimentos de animales, de igual manera como sustrato para la siembra de hongos comestibles *y* así evitar la contaminación ambiental.

Utilizar las cáscaras de las mandarinas *(Citrus reticulata)* para la extracción de aroma y utilizar como enriquecedor de la bebida obtenida, y con los desechos restantes podemos utilizarlos como alimento balanceado para animales.

Se recomienda continuar realizando estudios que involucren alimentos autóctonos que han formado parte de las tradiciones por mucho tiempo de los ecuatorianos; porque es la única manera de aportar para que no se pierdan productos, costumbres y tradiciones de nuestro país,

BIBLIOGRAFÍA

AROCA, Erica. SALTOS Fabián. SALINAS Daniel. (2008). "Elaboración de chicha ce maíz negro utilizando tecnología cervecera". Ambato- Ecuador.

BRAVERMAN J. B. S. (1976). "Introducción a la bioquímica de los alimentos". Editorial En Manual moderno. México.

BRITO Beatriz. ESPIN, Susana. VILLACRÉS, Elena. MERINO Fausto. SOTO, Luis. (2002). "El endulzamiento de la oca una alternativa para la agroindustria rural en el Ecuador". Proyecto Integral Las Huaconas.

CAISAGUANO, Elizabeth. ENRÍQUEZ Gabriela. GONZÁLEZ Diana. (2008). "Obtención de una bebida alcohólica de maíz (*Zea mays var. Morochon*) usando cebada (*Hordeum vulgare, L.*) como tratamiento enzimático". Ambato-Ecuador.

CALVO Miguel; WISEMAN A. (1985). "Manual de biotecnología de los enzimas". Editorial Acribia S. A. Zaragoza – España.
CARBONELL, Mateo. (1970). "Tratado de vinicultura". Primera edición. Editorial AEDOS. Barcelona- España.
CARPENTER, Ronald. LYON, David. Hasdell, Terry. (2002)." Análisis sensorial en el desarrollo y control de la calidad de alimentos". Editorial ACRIBIA. Zaragoza- España.
CORNEJO. VILLACÍS. (1993). "Obtención de una bebida alcohólica a base de oca. Ambato Ecuador.
CORTÉS Bravo Hernán. (1977)."Avances de la investigación en oca" .S/Ed.
DEL POZO Freddy. VALENCIA Alex. (2004) "Establecer una tecnología para la obtención de una bebida alcohólica a partir de Maíz (*Zea mays variedad morochon)* usando tratamientos enzimáticos". Ambato Ecuador.
DURAN, Luis. (1963). "Fabricación de licores". S/ed. Edición Serrhima y Urpi SL. Barcelona- España.
ESTRELLA, Eduardo. (1998). "El pan de América". Tercera edición. FUNDACYT. Quito Ecuador.
FLANZY, Claude. (2000). "Enología: Fundamentos científicos y tecnológicos. Primera Edición. Editorial Technique et Documentation de Paris.
Ficha Técnica Novo Nordisk. (1997).
GACESA, Peter. HUBBLE, John. (1990). "Tecnología de las enzimas" Editorial Acribia S. A. Zaragoza- España.
GAMBOA, Mónica. (2003). "Utilización de preparados enzimáticos en la producción de vino de mora (*Rubus glaucus Benth*)". Ambato- Ecuador.
GILG, Ernest; SCHURHOFF, P. N. (1967) "Botánica general y aplicada". Tercera Edición. Editorial Labor, S.A. Barcelona- España.
HERRERA Luis. MEDINA, Armando. NARANJO Galo. (2004)." Tutoría de la investigación científica".DIEMERINO EDITORES. Quito- Ecuador.
ILLANES, Andrés. (1994). "Biotecnología de enzimas". Ediciones Universitarias de Valparaíso de la Universidad Católica de Valparaíso. Chile.
JORGENSEN Alfred. (1959). "Microbiología de las fermentaciones".Séptima Edición. Editorial Acribia. Zaragoza España.
KRITZSCHMAR, Hermann (1961). "Levaduras y alcoholes". Editorial Revete S.A. Barcelona –España.
REINOSO Jorge. (1994) "Diagnostico de los factores limitados y potenciales de la producción de Oca, Olluco e Izaño en el Altiplano. Lima Perú.
REVENTÓS, P. (1962). "Destilación de alcoholes". Segunda Edición. Editorial Sintes. Barcelona- España.
SALAMANCA Grosso Guillermo. (2006). "Productos hortofrúticas en el desarrollo agroalimentario". Tolima - Colombia.
TAPIA, Cesar. MONTERO, Alberto. (2004). "Raíces y Tubérculos Andinos, Alternativas para la conservación y usos sostenibles para el Ecuador". Publicación del INIAP y el Centro Internacional de la Papa. Lima Perú.
TAPIA Mario E. (1990). "Cultivos Andinos. Subexplotados y su aporte a la alimentación" ONU Para la Agricultura y La Alimentación. FAO Primera Edición.
UÑERA, P D´ARRIGO. H. GIRON, M. (1999). " Evaluacion sensorial de los alimentos aplicación practica". Primera Edicion. Ed. Agraria Lima- Peru.
VENTURINI Waldemar G. (2005). Tecnologias de bebidas". Primera Edicion. Editorial Eduar Blucher.
VILLACRES, Elena. RUIZ, Fedra. (2002). "Raices y tuberculos andinos. alimentos de ayer para la gente de hoy". Proyecto Integral Las Huaconas.
WATTS, B.M. y otros. (1992)." Métodos sensoriales básicos", s/ed. Centro Internacional de Investigación para el desarrollo. Montevideo – Uruguay.
WONG. Dominic W.S. (1989) "Química de los alimentos: mecanismos y teoría" Editorial Acribia S.A. España
ZOECKLEIN, Bruce. FUGELSANG, Kenneth. GUMP, Barry. Nury, Fred. (2001) "Análisis y producción de vino". Editorial ACRIBIA. Zaragoza – España.
III Censo Nacional Agropecuario (2002). INEC- MAG- SICA.
http://iicyt.fcyt.umss.edu.bo/
http://www.cipotato.org/artc/Series/06_PDF_RTAs_Capacitacion/07_Aporte_cultivos_andinos_nutric_human.pdf
http://sisbib.unmsm.edu.pe/Bibvirtual/Tesis/Basic/PomarVG/Cap2.htm
http://www.funbotanica.org/10tubers.html#intro
http://www.infoagro.com/citricos/mandarina.htm#1.%20ORIGEN
http://frutas.consumer.es/documentos/frescas/mandarina/intro.php
http://www.portalgastronomico.com/el_rebost/Frutas/Mandarina.htm
http://www.portalgastronomico.com/el_rebost/Frutas/Mandarina.htm
http://frutas.consumer.es/documentos/frescas/mandarina/intro.php
http://frutas.consumer.es/documentos/frescas/mandarina/intro.php
http://100cia.com/monografias/biologia/tecnologia_enzimatica.html#CATAL
http://www.monografias.com/trabajos10/09tecenz/09tecenz.shtml#UNO
3M. 1994. "Guía de Interpretación para recuento de mohos y levaduras".

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PRODUCTORA DE REFRESCOS SABORIZADOS CONGELADOS (BOLIS) EN LA CIUDAD DE AMBATO

GABRIEL NOBOA Y JULIO GUTIÉRREZ

RESUMEN

Este proyecto propone la producción de bolis en base a agua y bolis en base a leche y se enfoca al estudio de los principales factores que inciden sobre la posibilidad de instalación de una Planta Industrial; siendo éstos: el estudio del mercado, la tecnología actual de elaboración del producto, el estudio económico y el análisis financiero.

El estudio de mercado muestra que 95.019 personas son consumidores habituales de refrescos saborizados congelados. Con este dato fue posible establecer la demanda actual del producto correspondiente a 706.715,85 litros anuales que equivalen aproximadamente a 10'872.552 unidades de 65 cc. La capacidad de producción de la planta industrial que propone este estudio cubriría el 35,37% de esta demanda. La tecnología de elaboración de estos dos productos es relativamente sencilla y está explicada paso a paso junto a un conciso estudio de la materia prima utilizada.

El análisis financiero consta de un estudio económico completo con sus evaluaciones y conclusiones finales, utilizando precios actualizados de construcción, maquinaria y suministros los cuales han sido consultados a diferentes proveedores dentro y fuera del país. El Valor Actual Neto calculado es de 65238,51 USD con una Tasa Interna de Retorno igual a 59%. Estos índices muestran que el proyecto es rentable y tiene razones para ser considerado atractivo por lo cual el autor recomienda su implementación.

INTRODUCCIÓN

Estamos en una época en la que es muy importante hidratarse tanto por dentro como por fuera, tomar líquidos es muy necesario para nuestro organismo. Cada día aumenta más el consumo de bebidas refrescantes y cada vez son menos las personas que se conforman únicamente bebiendo agua, la cual está siendo sustituida por los distintos refrescos que se ofertan en el mercado.

Según Barbara Murray (2006), el tamaño del mercado de la industria de bebidas ha estado en permanente cambio estos últimos años. El consumo de refrescos tiene una participación en el mercado del 46.8% dentro de la industria de las bebidas no alcohólicas. Datamonitor (2005) también determina que el valor de mercado total de refrescos ha alcanzado $307.2 billones en 2004 con un valor de mercado previsto de $367.1 billones en 2009.

Los Bolis, (también conocidos como Congeladas, Hielitos, Sabalitos, Pop-Ice) son un Refresco Líquido, típico de América Latina y muy populares donde el clima reclama una bebida que no contenga gas y no deje sensación de pesadez estomacal.

Están elaborados a base de agua o leche, azúcar, saborizantes, colorantes artificiales y conservantes permitidos. Los bolis deben consumirse muy fríos ó congelados al gusto del cliente. (Kilimanjaro Bolis 2005).

METODOLOGÍA

Formulación de la Encuesta

Para este proyecto se consideró necesario apreciar la situación real y actual del mercado de refrescos saborizados congelados (bolis) en la ciudad de Ambato, esto es la identificación del número de consumidores, sus preferencias en cuanto a sabor y lugar de compra y la determinación de su grado de satisfacción con los productos que se encuentran actualmente en el mercado. Se creyó necesario además averiguar su disposición a consumir refrescos de este tipo si fuesen elaborados por la planta productora que se plantea en este proyecto. Por lo tanto la forma más fiable de obtener datos es mediante la realización de una encuesta.

Para hallar la información necesaria de fuente primaria fue preciso interrogar a individuos de una muestra representativa de la población objetivo de Ambato, a fin de determinar las preferencias de los consumidores a partir de las respuestas a las interrogantes planteadas.

La ciudad de Ambato es el universo de estudio. La población que conforma la muestra está compuesta por individuos independientes, con una probabilidad de elección igual para cada individuo comprendida por 105.841 personas cuyas edades oscilan entre 5 a 44 años; al considerarlas éstas como consumidores habituales

de refrescos saborizados congelados. La muestra fue tomada utilizando la información reportada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el VI Censo de Población y V de Vivienda del año 2001.

El tamaño de la muestra se calculó en 398 personas, para el caso de una población finita, bajo un criterio de probabilidad del 95%. Utilizando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N}{\left(E^2 * (N-1)\right) + 1}$$

Donde:
n = Tamaño de la muestra
N = Tamaño de la población
E = Error máximo aceptado, que del 5%

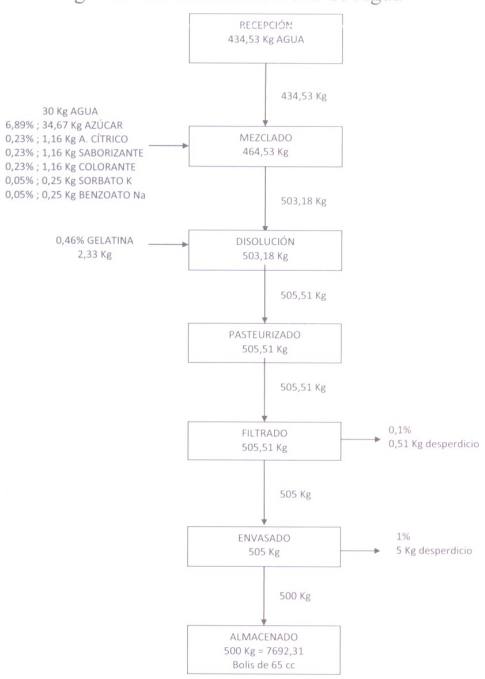
Sin embargo se consideró realizar tres encuestas más en caso de que alguna de ellas no fuese contestada correctamente, pero como no fue necesario descartar ninguna al final se validaron 401 encuestas.

Variables a Analizar de la Encuesta
Las variables consideradas necesarias para investigación se detallan en la siguiente lista:

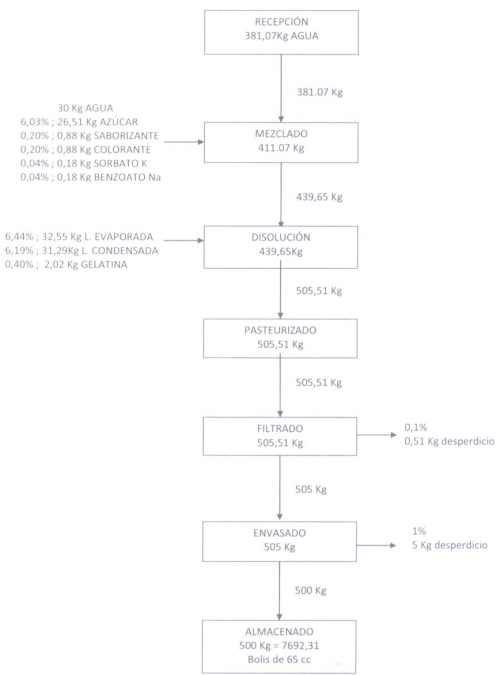
V1: Consumidores de bolis tipo Bonice, Yogoso y Pura Crema.
V2: Preferencia a un tipo de bolis.
V3: Lugar de consumo
V4: Frecuencia de consumo actual.
V5: Volumen de consumo actual.
V6: Satisfacción del consumidor.
V7: Disposición al consumo de una nueva marca.
V8: Género.
V9: Edad.

No se investigó la variable precio debido a que está sujeto actualmente a disposición de las empresas que elaboran este producto las cuales ofertan este tipo de refrescos a precios similares. En consideración a esto, el estudio económico se lo realizó en base al coste con el adquieren los distribuidores el producto en la actualidad, ofertando un producto de similares características al mismo precio.

Tecnología de Elaboración de Bolis de Agua



Tecnología de Elaboración de Bolis de Leche



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la Encuesta

En la Tabla 1 se encuentra los resultados a la pregunta: *¿Consume Usted bolis tipo Bonice, Yogoso o Pura Crema?*, en donde se observa que de las 401 personas que conformaban la muestra poblacional en estudio, 360 individuos afirmaron ser consumidores de bolis, lo cual representa casi un 90% de los encuestados, lo que nos da grandes expectativas de negocio con este tipo de producto.

Tabla 1: Consumidores de Bolis tipo Bonice, Yogoso y Pura Crema

RESPUESTA	Nº DE PERSONAS	PORCENTAJE	PROYECCIÓN CONSUMIDORES
SI	360	89,78%	95.019
NO	41	10,22%	10.822
TOTAL	401	100,00%	105.841

Fuente: Resultados de la Encuesta.
Elaboración: Gabriel Eduardo Noboa

Utilizando el porcentaje calculado se procedió a proyectarlo en la población de estudio de donde se deduce que en un mercado objetivo conformado por 105.841 personas, 95.019 individuos serían consumidores de este tipo de producto.

Hay que indicar que los datos utilizados para éste y los siguientes análisis son de las 360 personas que respondieron afirmativamente a la pregunta anterior, siendo ellos los que contestaron completamente la encuesta y que proporcionaron por lo tanto la mayor información

Los resultados a la pregunta *¿Cuántas veces a la semana consume Usted el producto?*, formulada con cuatro opciones de respuesta se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Frecuencia de Consumo Semanal de Bolis

RESPUESTA	Nº DE PERSONAS	PORCENTAJE	PROYECCIÓN CONSUMIDORES
Una vez	76	21,11%	20.060
Dos Veces	106	29,44%	27.977
Tres Veces	74	20,56%	19.532
Más de 3 Veces	104	28,89%	27.450
TOTAL	360	100,00%	95.019

Fuente: Resultados de la Encuesta.
Elaboración: Gabriel Eduardo Noboa

No se observa una mayoría predominante en alguna de las respuestas. Sin embargo, la mayoría de los encuestados equivalente al 29,44% del total; afirma consumir bolis dos veces a la semana. Proyectando este valor se obtiene que 27.977 personas consumirían este producto. La encuesta revela también que el 28,89% de las personas consultadas consumen bolis más de tres veces por semana.

Los resultados a la pregunta: *¿Cuántas unidades del producto consume Usted?*, formulada con cuatro opciones de respuesta se encuentran detallados en la Tabla 3.

Tabla 3: Frecuencia de Consumo Semanal por Volumen de Bolis

RESPUESTA	Nº DE PERSONAS	PORCENTAJE	PROYECCIÓN CONSUMIDORES
Una Unidad	137	38,06%	36.160
Dos Unidades	86	23,89%	22.699
Tres Unidades	67	18,61%	17.684
Más de 3 Unidades	70	19,44%	18.476
TOTAL	360	100,00%	95.019

Fuente: Resultados de la Encuesta.
Elaboración: Gabriel Eduardo Noboa

Según la Tabla 3 el 38,06% de las personas encuestadas, consumen un bolis a la semana y valores menores de 23,89%, 18,61 y 19,44% para volúmenes de dos bolis, tres bolis y más de tres bolis a la semana respectivamente. En este estudio se considera que un Bolis tiene un volumen de 65 cc.

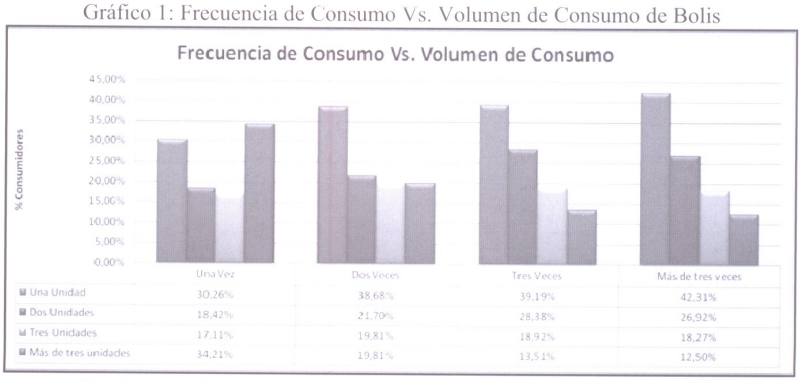
Se consideró interesante relacionar la frecuencia de consumo y el volumen de consumo semanal para observar la interacción que existe entre estas dos variables. Esta relación se puede apreciar en la Tabla 4 y Gráfico 1.

Tabla 4: Frecuencia de Consumo Vs. Volumen de Consumo de Bolis

# PERSONAS FILA, % COLUMNA, % TOTAL, %	UNA UNIDAD	DOS UNIDADES	TRES UNIDADES	MÁS DE TRES UNIDADES	TOTAL FILAS
UNA VEZ	23	14	13	26	76
	30,26%	18,42%	17,11%	34,21%	21,11%
	16,79%	16,28%	19,40%	37,14%	
	6,39%	3,89%	3,61%	7,22%	
DOS VECES	41	23	21	21	106
	38,68%	21,70%	19,81%	19,81%	29,44%
	29,93%	26,74%	31,34%	30,00%	
	11,39%	6,39%	5,83%	5,83%	
TRES VECES	29	21	14	10	74
	39,19%	28,38%	18,92%	13,51%	20,56%
	21,17%	24,42%	20,90%	14,29%	
	8,06%	5,83%	3,89%	2,78%	
MÁS DE TRES VECES	44	28	19	13	104
	42,31%	26,92%	18,27%	12,50%	28,89%
	32,12%	32,56%	28,36%	18,57%	
	12,22%	7,78%	5,28%	3,61%	
TOTAL COLUMNAS	137	86	67	70	*360*
	38,06%	23,89%	18,61%	19,44%	*100,00%*

Fuente: Resultados de la Encuesta.
Elaboración: Gabriel Eduardo Noboa

Gráfico 1: Frecuencia de Consumo Vs. Volumen de Consumo de Bolis



Fuente: Resultados de la Encuesta.
Elaboración: Gabriel Eduardo Noboa

Se puede observar la relación que existe entre la frecuencia y el volumen de consumo, las cuales son variables dependientes entre sí. (Herrera y Ulloa 2004)

El consumo de una unidad de 65 cc es común en las personas que adquieren bolis dos veces, tres veces y más de tres veces a la semana. Entre las personas que consumen bolis una vez por semana una ligera mayoría compra más de tres unidades con respecto a los que compran sólo una.

Si asumimos que un bolis tiene un volumen de 65 cc. se puede calcular la demanda actual en litros utilizando la proyección de consumidores y el volumen de consumo expresado en la Tabla 3.

La determinación de la demanda actual de bolis, nos permitirá establecer la producción de la planta industrial y el porcentaje de mercado que cubriremos con nuestro producto. En la Tabla 5 se expresa los resultados de estas proyecciones:

Tabla 5: Proyección de Consumidores y Demanda Actual de Bolis (lt)

VOLUMEN	PERSONAS	%	PROYECCIÓN CONSUMIDORES	BOLIS x SEMANA	LITROS x SEMANA
1 Unidad	137	38,06%	36.160	36.160	2350,41
2 Unidades	86	23,89%	22.699	45.398	2950,88
3 Unidades	67	18,61%	17.684	53.052	3448,41
+3 Unidades	70	19,44%	18.476	73.904	4803,76
TOTAL	360	100,00%	95.019	208.515	13.553,45

Fuente: Resultados de la Encuesta.
Elaboración: Gabriel Eduardo Noboa

Según los datos calculados en la Tabla 5, se espera un consumo de 208.515 bolis de 65 cc a la semana lo que equivale a 13.553,45 litros. Hay que destacar que se asumió un valor de cuatro bolis en el volumen de más de tres unidades.

Utilizando este valor se procedió a calcular la demanda actual de bolis al día, la cual es:

$$\frac{13.553{,}45\ litros}{7\ días} = 1936{,}21\ litros\ diarios \cong 29.788\ bolis$$

A partir de la demanda actual diaria de bolis, se calculó la demanda anual de la siguiente forma:

$$1936{,}21\ litros\ diarios * 365\ días = 706.715{,}85\ litros\ anuales \cong 10'872.552\ bolis$$

Capacidad a Instalarse del Proyecto

La capacidad a instalarse del proyecto para la puesta en marcha de una Planta Industrial Productora de Refrescos Saborizados Congelados "Bolis" en la ciudad de Ambato es de 250.000 (lt/año) que equivale a 3'846.154 bolis de 65 cc a razón de 1000 litros diarios de los cuales 500 litros serán de Bolis de Agua equivalente a 7.692 bolis y 500 lt de Bolis de Leche equivalente a 7.692 bolis en 250 días laborables.; lo que abastecería el 35,37% de la demanda actual anual de bolis.

La demanda insatisfecha actual de la población urbana de Ambato calculada en la es de 4'016.804 bolis. La capacidad de producción establecida para el proyecto cubriría el 95,75% de esta demanda.

Según las cifras calculadas la capacidad a instalarse del proyecto abastecería el 33,75% de la demanda futura de bolis en la Zona Urbana de Ambato en el año 2010, el cual es considerado como año normal de producción.

Localización de la Planta de Producción
Para la localización de la planta de producción se consideraron los siguientes aspectos:

- Costos de Transportación
- Disponibilidad de Materia Prima
- Mano de Obra Disponible
- Factibilidad Administrativa

Con todos los criterios anteriormente expuestos se cree conveniente ubicar la planta de producción en la provincia de Tungurahua, específicamente en el cantón Ambato, Parroquia Augusto N. Martínez, un sector ubicado a 10 min del centro de la ciudad, con notable crecimiento urbano e industrial y que brinda todas las facilidades para la instalación de una planta de producción, principalmente por los costos de terreno y construcción mucho más económicos que en el Parque Industrial Ambato.

Detalle del Equipo y Maquinaria

Tabla 6: Capacidad de Equipos para la Elaboración de Bolis de Agua

OPERACIÓN	TIEMPO (H)	CAPACIDAD (Kg/H)	PERSONAS	HORAS HOMBRE
RECEPCION	0,25	434,53	1	0,25
MEZCLADO	0,50	503,18	2	0,50
DISOLUCION	0,25	505,51	1	0,25
PASTEURIZADO	0,25	505,51	1	0,25
FILTRADO	0,25	505,51	1	0,25
ENVASADO	2,00	505,00	2	4,00
ALMACENADO	0,25	500,00	2	0,50
TOTAL	3,75			6,50

Fuente: Investigación Directa del Autor
Elaboración: Gabriel Eduardo Noboa

Se ha estimado un tiempo de 3,75 horas para la elaboración de 7692,31 bolis de agua de 65 cc.

Tabla 7: Capacidad de Equipos para la Elaboración de Bolis de Leche

OPERACIÓN	TIEMPO (H)	CAPACIDAD (Kg/H)	PERSONAS	HORAS HOMBRE
RECEPCION	0,25	381,07	1	0,25
MEZCLADO	0,50	439,65	2	0,50
DISOLUCION	0,50	505,51	1	0,50
PASTEURIZADO	0,25	505,51	1	0,25
FILTRADO	0,25	505,51	1	0,25
ENVASADO	2,00	505,00	2	4,00
ALMACENADO	0,25	500,00	2	0,50
TOTAL	4,00			6,75

Fuente: Investigación Directa del Autor
Elaboración: Gabriel Eduardo Noboa

Se ha estimado un tiempo de 4,00 horas para la elaboración de 7692,31 bolis de leche de 65 cc.

La selección de equipos para este proyecto del cual se va a obtener bolis de agua y bolis de leche como producto final, se realizará en base a especificaciones planteadas a los proveedores de maquinaria y equipo. Las especificaciones y el tamaño de los equipos se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8: Especificaciones y características de los equipos a utilizarse en la planta.

CANTIDAD	EQUIPO	CAPACIDAD
1	Purificador Agua	400 gal
1	Olla Cocción	250 lt
1	Tanque Acero	1000 lt
1	Tanque Batch Doble Fondo con Bomba de 500 lt	1000 lt
2	Mesas Acero Inoxidable	(2.46*1.23*0.90) m
1	Balanza	100 Kg
1	Envasadora Industrial	Automática 80 golpes/min
1	Caldero	10 HP
2	Bomba de Desplazamiento positivo	500 lt
1	Banco de Hielo	5000 gal.
1	Cuarto Frío	10 m^3

Fuente: Proformas Investigación Directa del Autor
Elaboración: Gabriel Eduardo Noboa
Inversiones

La inversión inicial es el monto o valor de desembolso establecido que el o los inversionistas harán para la puesta en marcha del proyecto. Proviene de la suma de la inversión fija, la inversión diferida y el capital de operación.

Por lo tanto la inversión inicial será de: INVERSIÓN INICIAL: 199.130,01 USD

Financiamiento

El capital financiado para la instalación del proyecto será de 139.391,00 dólares equivalente al 70% de la Inversión Inicial, amortizados a 10 años plazo, el cual se hará por medio de la Corporación Financiera Nacional (C.F.N.), con un interés del 9,5 % anual. El restante 30% equivalente a 59.739,01 USD, se lo realizará con capital propio como lo establece la C.F.N en sus condiciones de crédito.

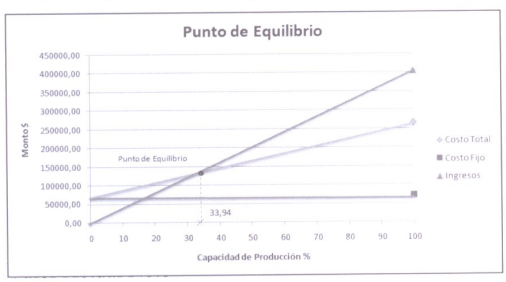
Estudio Económico

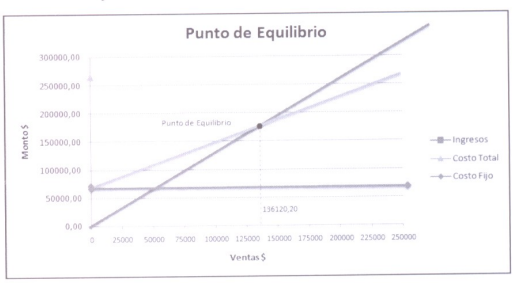
Este capítulo es considerado como el más importante dentro del proyecto, debido a que presenta un análisis económico el cual permitirá que los empresarios tengan una idea clara sobre el costo del proyecto, el financiamiento y las pérdidas y ganancias que se puede obtener.

Tabla 9: Estado de Pérdidas y Ganancias

CONCEPTO	VALOR USD	PORCENTAJE
Ventas Netas	403846,15	100,00%
Costos de Producción	219436,73	54,34%
Utilidad Bruta en Ventas	184409,42	45,66%
Gastos de Ventas	12000,00	2,97%
Utilidad Neta en ventas	172409,42	42,69%
Gastos Administrativos Generales	12388,01	3,07%
Utilidad Neta en Operaciones antes del Impuesto a la Renta y otras deducciones (BAII)	160021,41	39,62%
Gasto Financiero	21222,28	5,26%
Utilidad	138799,13	34,37%
Utilidades al trabajador 15%	20819,87	5,16%
Utilidad	117979,26	29,21%
Impuesto a la renta (25%)	29494,81	7,30%
Utilidad Neta	88484,44	21,91%

Gráficos 2 y 3. Punto de Equilibrio para Capacidad de Producción y Ventas





El Valor Actual Neto de un proyecto puede ser definido como la sumatoria de los valores actualizados (a una tasa atractiva mínima de rendimiento), a una tasa adecuada o pertinente para el inversionista, del flujo neto de fondos (BREALEY, MYERS Y ALLEN 2006). En general el VAN se calcula de la siguiente manera:

Donde:
I_0 = Inversión Inicial
FNE = Flujo Neto de Efectivo
TMAR = Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento
n = Número de años

La TMAR se forma de dos componentes que son: el interés del préstamo bancario y el riesgo país.

$$TMAR = i + f + (i * f)$$

La TMAR calculada para este proyecto fue de:

$$\text{TMAR} = 43{,}32\%$$

Por lo tanto el Valor Actual Neto para el presente proyecto será:

$$\text{VAN} = 65.238{,}51 \text{ USD}$$

El VAN calculado es mayor a cero por lo tanto la inversión del proyecto es aceptada

Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno, es la tasa que obtienen los recursos o el dinero que permanece atado al proyecto. En el análisis de inversiones, para que un proyecto se considere rentable, su TIR debe ser superior al TMAR. (BACA URBINA G 1999)

$$\text{TIR} = \text{VAN} = 0$$

$$TIR = -I_0 + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \cdots \frac{FNE_n}{(1+i)^n} = 0$$

$$\text{TIR} = 59\%$$

La Tasa Interna de Retorno para el presente proyecto es de 59%, mayor que la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento que es de 43,32% por lo tanto la inversión del proyecto es aceptada debido a que el rendimiento de la empresa es superior al rendimiento mínimo fijado.

Período de Recuperación de la Inversión

El PRI o Período de Recuperación de la Inversión se define como el período que tarda en recuperarse la inversión inicial a través de los flujos de caja generados por el proyecto.

$$PRI = \frac{I_0}{\frac{\sum FNE}{n}}$$

La inversión inicial se ha determinado que la recuperaremos en 1,86 años, que equivale a un año con diez meses y nueve días.

Relación Beneficio-Costo

La relación beneficio – costo compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, incluida la inversión.

$$B/C = \frac{VAN\ INGRESOS}{VAN\ EGRESOS}$$

Podemos concluir que por cada dólar que invirtamos en el proyecto, recuperaremos un dólar con 27 centavos de la inversión inicial realizada.

CONCLUSIONES

La Zona Central del Ecuador, comprendida por las provincias de Chimborazo, Bolívar, Cotopaxi, Tungurahua y Pastaza y más específicamente la Zona Urbana de Ambato tienen una gran proyección poblacional, lo cual crea grandes expectativas de negocio y justifica la instalación del proyecto en la ciudad de Ambato.

Partiendo del hecho que la tecnología de elaboración de Bolis de Agua y Leche es relativamente sencilla y considerando que los precios de este producto son muy competitivos, el inventario se mueve muy rápido y el envase es muy conveniente.; el autor del proyecto propone a la comunidad y a los empresarios una alternativa de negocio rentable que con la adecuada promoción se fijará en la retina del consumidor al ofrecerle un producto económico y con calidad.

La posibilidad de instalación de una planta industrial, trae consigo la generación de nuevas fuentes de trabajo, logrando con esto capacitar la mano de obra nacional y mejorando la economía de muchas familias por los empleos directos e indirectos que se crean.

El estudio de mercado, ha permitido obtener una amplia información sobre la oferta y la demanda de refrescos saborizados congelados en la ciudad de Ambato mediante la realización de un censo con preguntas que estipulaban la frecuencia y volumen de consumo de refrescos congelados y las preferencias y el grado de satisfacción que tienen las personas que los adquieren. Se observa una alta disposición por parte de la población de adquirir los productos que este proyecto propone elaborar a escala industrial.

El estudio correspondiente a la ingeniería del proyecto, ha permitido establecer en forma cuantitativa los requerimientos físicos y humanos, de diseño y otros a partir de los cuales se ha cuantificado los recursos económicos necesarios para la implementación del proyecto.

La alta rentabilidad que presenta el proyecto hace que el período de recuperación de la inversión se realice en un tiempo de 1 año 10 meses y 9 días, el cual es un período relativamente corto para recuperar el capital invertido y obtener réditos económicos.

El valor actual neto del proyecto, calculado a una tasa adecuada para el inversionista que viene dada por el TMAR, nos dio como resultado 65238,51 USD, un valor mayor a cero, lo que significa que el proyecto arroja un beneficio aún después de cubrir el costo de oportunidad de las alternativas de inversión, lo cual lo hace un proyecto atractivo y rentable. La tasa interna de retorno alcanzó una valor de 59% y la relación beneficio-costo indica que por cada dólar que invertimos tendremos un beneficio de 27 centavos.

RECOMENDACIONES

Los índices de consumo de refrescos han aumentado en todo el mundo en los últimos años, y el Ecuador al estar en vías de desarrollo, no se ha quedado atrás en esta tendencia. Además que en nuestro país, la producción de refrescos saborizados congelados, se centra principalmente en dos empresas que abarcan el mercado, y a su vez la demanda mayor por parte de los consumidores, se recomienda que el Estudio de Factibilidad para la Instalación de una Planta Industrial Productora de Refrescos Saborizados Congelados (Bolis) en la ciudad de Ambato, sea un proyecto de implementación inmediata para aprovechar el importante mercado que poseen los refrescos en Ecuador y el mundo.

BIBLIOGRAFÍA

AGRAWALA, S.P. 1997. Technological aspects of dairy processing equipment: Equipment design-Introduction. In: IDF, 1997. IDF workshop on Small-Scale dairy processing and indigenous milk products. Proceedings, Anand, India, December 4-6 1997. Pg. 17 – 27

ALMANZA, F. 1991. "Tecnología de Leches y Derivados". Editorial UNISUR. Santa fe de Bogotá. Pp. 61-74

ANTÚN CALLADA, J. 1995. "Logística: Una Visión Sistémica", Documento Técnico No. 14. Instituto Mexicano del Transporte. Sanfandila, Qro.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE BEBIDAS REFRESCANTES ANALCOHOLICAS (ANAFABRA) Av. Menendez Pelayo 81 28007 Madrid Teléfonos 91 5526275 91 5526422 – Fax 91 5519791

ASOCIACIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES DE REFRESCOS Y AGUAS CARBONATADAS, A.C. (ANPRAC A.C) México D.F

BACA URBINA G. 1999, "Evaluación de Proyectos" Tercera Edición, Editorial McGraw-Hill. México DF.

BREALEY, MYERS Y ALLEN 2006, Principios de Finanzas Corporativas, 8ª Edición, Editorial Mc Graw Hill.

CHIAVENATO I 1.993.." Iniciación A La Organización Y Control". Editorial Mc Graw Gil. Año Pág. 66 hasta 72.

DATAMONITOR. (2005, May). Global Soft Drinks: Industry Profile. New York. Reference Code: 0199-0802.

GARCÍA R. 1992. Gerencia de Mercado; Seminario: Marketing para Agronegocios, Facultad de Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato: Folleto 51 páginas.
GAVA, L.; E. ROPERO; G. SERNA y A. UBIERNA 2008, Dirección Financiera: Decisiones de Inversión, Editorial Delta.
HERRERA A. y ULLOA A. 2005 "Factibilidad de la Producción y Comercialización de una Bebida Refrescante a Base de Sábila" Tesis de Grado previa a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato.
KILIMANJARO BOLIS 2005 "Manual de Elaboración de Bolis " Copyright reserved to Kilimanjaro Bolis Marzo del 2005 Mexicali, Baja California, México.

NASSIR SAPAG CHAIN 2007 "Proyectos de Inversión, Formulación y Evaluación", Primera Edición.
N. W. DESROSIER. 1996 "Elementos de Tecnología de Alimentos". Editorial Continental. Décima Primera Reimpresión. Barcelona – España
VARNAM A. H. & SUTHERLAND J. P. 1997 "BEBIDAS; Tecnología, Química y Microbiología" EditoriaL Acribia S.A. Serie Alimentos Básicos Zaragoza – España 1997.

LINKGRAFÍA::

ALDERETE, J.M. "Ácido Cítrico, el ingrediente que nos falta.", Alimentos Argentinos www.alimentosargentinos.gov.ar
AMERICAN BEVERAGE ASSOCIATION (2005). Soft Drink Facts. Retrieved February 21, 2006 from: http://www.ameribev.org/variety/facts.asp.
CADBURY SCHWEPPES. (2004). 2004 Annual Report. Retrieved February 17, 2006 from http://www.cadburyschweppes.com
MURRAY, BARBARA. (2006[a]). The Coca-Cola Company. Hoovers. Retrieved February 13, 2006, from http://premium.hoovers.com/subscribe/co/factsheet.xhtml
PEPSICO INC. (2004). 2004 Annual Report. Retrieved February 17, 2006 from http://www.pepsico.com
RUIZ L (2005) "Estudio de Mercado y Demanda" www.gestiópolis.com
THE COCA-COLA COMPANY. (2004). 2004 Annual Report. Retrieved February 17, 2006 from http://www.cocacola.com
WALKER, TIM. (2006). Cott Corporation. Hoovers. Retrieved February 13, 2006, from http://premium.hoovers.com/subscribe/co/profile.xhtml?ID=42846

www.canadean.org
www.consumer.es
www.euromonitor.com/consumer latin america/ecuador.htm
www.gelatine.org
www.inec.gov.ec
www.micip.gov.ec
www.sica.gov.ec

NORMAS CONSULTADAS

Norma INEN 1 108:i983-12, Agua Potable, Requisitos
Norma INEN 1 101: 2002 Bebidas Gaseosas, Requisitos

"MEZCLAS DE RESIDUOS DE CULTIVO DE BANANO Y DE MADERA DE LAUREL (Cordia alliodora) EN LA OBTENCIÓN DE SUSTRATOS PARA EL CULTIVO INDUSTRIAL DE SHIITAKE (*Lentinula edodes*)"

DIEGO MENÉNDEZ, MARIO PAREDES, MARIO ÁLVAREZ

RESUMEN

Para la producción de dos cepas de *Lentinula edodes*, la una procedente del laboratorio Wb-Laboratory – Canadá y R-26 de la Universidad de Pensylvania, USA, se utilizaron los siguientes residuos agroindustriales de la costa ecuatoriana: fruto de banano, pseudotallo de banano, y aserrín de laurel. Se aplicó un diseño experimental A*B para identificar el mejor tratamiento teniendo como variables de estudio la mezcla de sustratos a diferentes porcentajes de aserrín - fruto del banano, aserrín - pseudotallo del banano y la cepa se Shiitake, las respuestas experimentales fueron el rendimiento, la eficiencia biológica y tamaño del basidioma.de las setas.

Una vez que se evaluaron los valores de rendimiento, eficiencia biológica, precocidad y tamaño del basidioma se determinó que el mejor tratamiento es el a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake de Canadá) con un valor de eficiencia de 46.65%, valor que se encuentra dentro del rango reportado en el Mushroom Growers`Handbook 2 (2005) que está entre el 35-50% en residuos de banano, el tratamiento a_4b_0 es considerado como el mejor tratamiento debido a que prevalece en la mayoría de las respuestas experimentales. Se determinó el contenido de proteína en el mejor tratamiento a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake de Canadá) reprtando un valor de 18,56%.

Para conservar las setas de Shiitake de Canadá por más tiempo, se procedió a aplicar la tecnología de conservación en vinagre, para lo cual se emplearon envases de vidrio. El líquido de gobierno consistió en una solución de vinagre comercial al 6 %, sal 2%, ácido láctico y especias; se añadió ácido acético hasta ajustar el pH en un rango de 2,8 – 3,1. La evaluación económica de setas conservadas en vinagre nos indica que el valor de $ 3,00 por cada 500 gr. de conserva en vinagre es muy aceptable y competitivo puesto que en el mercado nacional el kg. de setas conservadas en vinagre llega a costar de $ 6,50 a $ 8,00.

INTRODUCCIÓN

Según El Agro (2000), en el Ecuador se han realizado varios trabajos de investigación y adaptación de tecnologías para la utilización de residuos del cultivo del banano, como es la producción de prehumus utilizando microorganismos y abono orgánico conocido como Bokashi, fermentado los residuos con microorganismos eficaces, tecnología desarrollado por el doctor Teruo Higa, profesor de agricultura de la Universidad de Ryukyus en Japón. El banano es la materia prima para la obtención de productos como banano pasas o bananos deshidratados o secados, en almíbar, cremas, postres, pulpas, purés, compotas, mermeladas, conservas, harinas, hojuelas, fritos, confitados y congelados, liofilizados, etanol, jaleas, bocadillo, néctares, jarabe de glucosa y fructosa, saborizantes y aromatizantes, dulce elaborado de su cáscara, alimento para el ganado y otros animales (Álvarez, M. y col., 2003).

La actividad agroindustrial en el Ecuador produce anualmente miles de toneladas de desperdicios. Algunos de ellos van a contaminar fuentes de aguas, otros incrementan los botaderos de basura, convirtiéndose en focos de contaminación y otros se quedan en el suelo dificultando las labores en la siguiente siembra (Álvarez, M. y col., 2003).

*** Director del proyecto "Utilización de los residuos orgánicos del cultivo del banano en la producción de hongos comestibles *Pleurotus y Shiitake*" auspiciado por CEREPS-CONESUP. Universidad Técnica de Ambato.

Conforme aumenta la población de nuestro planeta, la cual supera actualmente los seis mil millones de habitantes, se pone cada vez más de manifiesto la importancia de los limitados y preciados recursos de la Tierra. Tomando en cuenta esto, la producción adecuada de alimentos, misma que depende del uso eficaz de recursos para su producción, se convertirá en una necesidad apremiante si queremos evitar que cada año, millones de seres humanos mueran de desnutrición.

De los hongos comestibles descritos hasta el momento, se ha reportado que solamente una pequeña proporción de estos, ha sido utilizada con fines alimenticios por el hombre, el estudio de este tipo de

alimentos es fundamental porque poseen el doble del contenido de proteínas que los vegetales y disponen de los nueve aminoácidos esenciales (triptófano, fenilalanina, valina, isoleucina, treonina, histidina, metionina), contando además con leucina y lisina (ausentes en la mayoría de los cereales). Así mismo, poseen alta cantidad de minerales (superando a la carne de muchos pescados), bajo contenido de calorías y carbohidratos. Otra parte de estos hongos han sido utilizados a nivel medicinal ya que se caracterizan por tener conocidas y reportadas propiedades medicinales, como producir el retardo en el crecimiento de tumores, disminuir los niveles de colesterol en la sangre, poseer sustancias antioxidantes e inmunomoduladoras (Romero *et al.*, 2000). Tal es el caso, que en los países orientales los hongos son utilizados como alimentos en su dieta diaria, llevando consigo un gran consumo que actualmente, no es solo para estos países, sino para el mundo entero. En Latinoamérica estos hongos son apetecidos por su excelente sabor en platos de comida gourmet, y se ha observado que este producto moviliza cientos de millones de dólares y promueve la creación de varios puestos de trabajo

El Shiitake a diferencia de los champiñones no requiere sustratos compostados; degrada y se alimenta de la celulosa y de lignina presente en la madera o cualquier otro desecho. El cultivo se puede realizar en troncos o en sustratos artificiales (Hernández, J. y Salcedo, H., 2005).

En cuanto a la producción mundial se refiere. El Shiitake es el segundo hongo comestible en importancia en cuanto a su producción mundial se refiere. Principalmente es cultivado en China, Taiwán, Tailandia, Corea, Malasia y en menor escala en Indochina, Nueva Zelanda y Rusia. En los primeros países el cultivo se realiza a nivel de planta familiar por lo que el desarrollo e información respecto al cultivo de este tipo de hongo comestible es muy limitada (Mushroom Growers' Handbook 2, 2005).

OBJETIVOS

Objetivo General

- Mezclar los residuos provenientes del cultivo del banano como pseudotallo y fruto con aserrín de laurel con la finalidad de obtener sustratos para el cultivo industrial de Shiitake (*Lentinula edodes).*

Objetivos Específicos

- Emplear mezclas de residuos orgánicos como fruto y pseudotallo de banano con aserrín de laurel para la producción de setas *Lentinula edodes.*
- Determinar la velocidad media de crecimiento (mm/día) de las seta *Lentinula edodes* cultivadas en el mejor tratamiento.
- Utilizar la tecnología de la conservación de Shiitake en vinagre utilizando el mejor tratamiento.
- Efectuar un análisis microbiológico y sensorial de las setas de Shiitake conservadas en vinagre resultantes del mejor tratamiento.
- Realizar un análisis económico de la producción de setas *Lentinula edodes* provenientes del mejor tratamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

Materias Primas

Cepas.- Para el estudio se utilizaron dos cepas de hongos *Lentinula edodes* provenientes del laboratorio Wb-Laboratory – Canadá y de la Universidad de Pennsylvania, USA (Shiitake R-26), respectivamente.

Sustrato.- Los residuos agrícolas que se emplearon en la investigación son los siguientes:

- Fruto y pseudotallo de banano procedentes de Babahoyo y Machala
- Aserrín de la madera de laurel procedentes de Babahoyo y Santo Domingo

EQUIPOS

- Autoclave Aquatron
- Cámara de fermentación
- Cámara de flujo Laminar FLH 180 C4
- Estufas
- Autoclave
- Cámara de incubación MEMMERT 37-22
- Secador de bandejas
- Balanza digital marca METTLER

MATERIAL DE LABORATORIO

- Matraces Erlenmeyer (Pyrex) de 250 ml.
- Pinzas
- Gradillas
- Asas microbiológicas
- Mechero de Bunsen
- Frascos de vidrio de boca ancha de capacidad ½ litro
- Bisturí
- Cajas Petri
- Aguja de disección o asa de platino estéril
- Fundas plásticas transparentes

MEDIOS DE CULTIVO

- Agar patata dextrosa (PDA) – Merck
- Agar malta dextrosa – Merck
- Granos de trigo – Mercado local de la ciudad de Ambato
- Petrifilm 3M para contaje de aerobios mesófilos
- Petrifilm 3M para contaje de mohos y levaduras

FUNGICIDAS

- Benomyl al 0,02% - Agripac

METODOLOGÍA

Preparación de los inóculos

Las cepas de *Lentinula edodes* se sembraron en cajas Petri con agar patata dextrosa (PDA), colocando una pequeña porción la cepa en el centro de la caja. Se incubaron a una temperatura comprendida entre 22 - 24 °C, hasta el total recubrimiento del hongo en la caja. Para la preparación de la semilla (inóculo), se utilizaron granos de trigo lavados, hidratados y sumergidos en una solución de benomyl al 0,02 % por 10 minutos. Se colocaron aproximadamente 400gramos de trigo hidratado, en frascos de boca ancha, los cuales fueron esterilizados en autoclave a 121°C por 20 minutos. Con la ayuda de un bisturí estéril se cuadriculó el micelio de *Lentinula edodes* de la caja Petri y se depositaron en frascos con los granos de trigo estériles y fríos. Se incubaron los frascos en un armario a oscuridad por más de 30 días a 22-24°C, y una humedad relativa de 60-70% hasta que el micelio cubra totalmente los granos.

Fermentación en estado sólido

Para la preparación de los residuales como sustratos, fueron cortados en un tamaño aproximado de 2 x 2cm, se lavó los residuos (sustrato) con abundante agua, tantas veces sean necesarias hasta que el residuo esté libre de impurezas. Se colocó el residuo en una solución de benomyl al 0,02% durante 10 minutos y luego se procedió a lavarlo con abundante agua.Se preparó la siguiente formulación: Por cada 100 kg de residuo seco se colocaron 1% de azúcar, 1% de $CaCO_3$ y 1% de yeso orgánico. Se pasteurizó a 90°C durante 6 horas o 121°C por 2,5 horas. Se dejó enfriar hasta 22°C. Se mezcló homogéneamente con el inóculo en una proporción entre el 5 a 7% del peso húmedo del sustrato. Se colocaron en los biorreactores (fundas plásticas negras) alrededor de 2 kg de sustrato preparado. Los biorreactores (fundas plásticas negras de 12cm x 20 cm.) se colocaron en un estante desinfectado una junta a otra, en oscuridad a una temperatura de 18 a 25 °C y una humedad relativa de 60-75%, hasta que colonice completamente la biomasa. Al séptimo día de la incubación se realizaron perforaciones en los biorreactores (fundas plásticas) formando agujeros de 0,5 cm. de diámetro separados por 8 cm; para permitir el intercambio de gases.

A los 60 días de fermentación, cuando cubrió totalmente el micelio al sustrato, se retiraron las fundas y se colocaron los bloques de sustratos en una malla para que se produzca el amorronamiento durante 15 días. Luego se sumergió el bloque del sustrato en agua fría de 13±2°C por 12 horas. Posteriormente se colocaron en un cuarto a la temperatura y humedad relativa de 18°C±5°C y de 90% respectivamente para su fructificación. Se ventiló 4 veces al día el cuarto de fermentación y la iluminación fue simulada un ambiente natural (lo óptimo es de 500 a 2000 lux durante 12 horas al día), para esto se utilizó tubos fluorescentes y luz difusa natural.

Una vez que los cuerpos fructíferos lograron el crecimiento óptimo, se procedió a la cosecha y se determinaron los siguientes parámetros: rendimiento, eficiencia biológica, precocidad y tamaño del basidioma.

Métodos de análisis

En las setas provenientes del mejor tratamiento se enviaron al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP para determinar los aminoácidos mediante HPLC para lo cual se utilizo un cromatógrafo líquido de alta presión "Shimadzu". En los análisis proximales de las setas se utilizaron las siguientes técnicas: humedad (AOAC 24.003), cenizas (AOAC 14.0069), grasa (AOAC 24.0059), fibra (AOAC 7.061), proteína (AOAC 14.068) y carbohidratos por diferencia a partir de los porcentajes de humedad, proteína, cenizas, fibra y materia grasa.

En las setas resultantes del mejor tratamiento se determinó la velocidad de crecimiento (mm/día), para lo cual se midió el diámetro de los carpóforos de las setas, según Guzmán, G. y Mata, G., (1993) y además se realizó un balance de materiales.

Además se realizó un análisis sensorial de las setas conservadas en vinagre y que fueron almacenadas por un mes, utilizando 20 jueces semi-entrenados para determinar su aceptación. Se aplicó una prueba de aceptación con escala hedónica de cinco puntos, en la cual se valoraron características como el color, sabor, olor, textura, aceptabilidad y preferencia (Anzaldua, M. 1994)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

SUSTRATO

Análisis proximal de diferentes sustratos de la región costa en base seca

Los valores de humedades en el pseudotallo de banano y aserrín son menores al 12%, ideal para el almacenamiento y para ser empleados como sustrato para la producción de setas Shiitake; en el caso del banano el valor de humedad es de 73,90% siendo necesario darle un tratamiento de secado para su almacenamiento.

Con respecto a las cenizas se puede observar que el pseudotallo de banano presenta un mayor contenido de cenizas en base seca con un valor de 28,30% seguido del banano con un 3,69 %. El pseudotallo de banano presenta mayor cantidad de extracto etéreo en base seca de 9,60% con relación al fruto del banano que presenta un valor de 1,28%. Con respecto a la proteína bruta el pseudotallo del banano se mantiene muy por encima del fruto del banano con un valor de 5,30% y 3,84% respectivamente. En la fibra bruta el pseudotallo del banano tiene un valor de 35,30% con respecto al fruto del banano que corresponde a 5,77%. Referente a los carbohidratos, el fruto del banano se mantiene muy por encima del pseudotallo con un valor del 85,42% y 21,50% respectivamente. El contenido alto en carbohidratos del banano no es un indicativo que se obtiene mejor rendimiento o mayor eficiencia puesto que los resultados obtenidos muestran que en la mezcla pseudotallo-aserrín se obtiene un 14,00% de rendimiento y en la mezcla fruto de banano-aserrín se obtiene como máximo un rendimiento del 10,63%.

En cuanto al pseudotallo se tiene que éste presenta mayor cantidad de extracto etéreo, proteína bruta, fibra bruta y bajo contenido en carbohidratos en comparación con el fruto del banano; esto se debe a la parte estructural y funcional de las células vegetales que componen su estructura.

Humedad y pH de los sustratos antes de la incubación

Los valores de humedad varían del 60,18 %, que corresponde al tratamiento 50% aserrín+ 50% pseudotallo- Shiitake (Canadá), al 75,36% que corresponde a 75% aserrín+25% banano – Shiitake R-26 (Estados Unidos), lo que concuerda con lo reportado por Stamets, P., (2000) la humedad adecuada para el crecimiento de las setas Shiitake está en un rango de 60-80% puesto que el contenido de humedad influye directamente sobre el desarrollo de los hongos, porque afecta la disponibilidad de nutrientes. Así los contenidos de humedad inferiores al 50% no serán propicios y una humedad mayor al 80% tendrá un efecto negativo en el crecimiento del Shiitake. Sin embargo cabe destacar que cada sustrato tiene una capacidad de retención de agua diferente y esto hace que la humedad óptima para el crecimiento sea diferente. El contenido de humedad no solo afecta la disponibilidad de nutrientes en el sustrato, sino también la disponibilidad de oxígeno. En efecto, el agua ocupa espacios que pueden ser ocupados por el aire. A niveles excesivos esto se vuelve una limitante para la respiración del hongo.
Con respecto al pH de los sustratos, los valores varían de 4,0 a 5,5, los mismos que están dentro del rango del valor de pH bibliográfico considerado como adecuado para el crecimiento de las setas Shiitake según (Ishikawa, 1967).

SETAS

Peso (kg) de las setas frescas de Shiitake *(Lentinula edodes)* cosechadas en los diferentes tratamientos

En la Tabla A 1 se reportan los pesos de las setas Shiitake cosechadas en los diferentes tratamientos con sus respectivas réplicas. Se observan valores entre 0,052 kg. en el tratamiento 25% aserrín + 75% banano – Shiitake R – 26 (Estados Unidos), 0,180 kg. en 75 % aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake de Canadá; seguido muy de cerca por el tratamiento 100% aserrín – Shiitake de Canadá y aserrín + pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU) con valores de 0,160kg. Según Michilena, A. (2007) obtuvo resultados de 0,0154 kg. en el tratamiento fruto de banano-Shiitake de Canadá con lo que se demuestra que los valores obtenidos en presente estudio superan considerablemente los valores reportados en bibliografía con datos superiores en el tratamiento 75% aserrín + 25 % banano de 0,141kg. Dados estos resultados podemos indicar que las mezclas de residuos han mejorado el peso de las setas obtenidas. La variabilidad de los pesos de las setas cosechadas en los diferentes sustratos, se debe a la calidad de los nutrientes disponibles tales como la celulosa, hemicelulosa y lignina, que son muy necesarias para el crecimiento del hongo.

Número de setas Shiitake *(Lentinula edodes)* cosechadas en los diferentes tratamientos

En la Tabla A 2 se indica el número de setas cosechadas en los diferentes tratamientos, el número varía entre 4 - 11, estos valores dependen básicamente de la cantidad y la calidad de nutrientes de los sustratos. El sustrato 75% aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU) presenta mayor número de setas, 11 setas en promedio cuando se cultivan en 1.367 kg de la mezcla 75% aserrín + 25% pseudotallo, en el tratamiento 100% aserrín se cosecharon 10 setas cultivadas en 1,227 kg. de sustrato y 4 setas cultivadas en 1,300 kg. de la mezcla 25 % aserrín + 75% banano – Shiitake R-26 (EEUU), la variación en torno a los resultados obtenidos se debe a que el pseudotallo y el aserrín poseen mayor cantidad y calidad en cuanto a los nutrientes se refiere.

Rendimiento de la cosecha (%) de las setas Shiitake *(Lentinula edodes)* en los diferentes tratamientos

En la Tabla A 3, se presentan los valores del rendimiento de la cosecha (%) de las setas Shiitake en los diferentes tratamientos. Los valores entre réplicas son diferentes, dando valores promedios que se encuentran entre 4% que corresponde al tratamiento a_3b_1 (25% aserrín + 75% banano – Shiitake R-26 (EEUU)) y 14,00% correspondiente al tratamiento a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake de Canadá) y seguido muy de cerca por el tratamiento a_0b_0 (100 % aserrín - Shiitake de Canadá) con un rendimiento del 13,07%.

Al trabajar con un nivel de significancia de 0,05 se concluye para la variable sustrato los mayores rendimientos en la cosecha corresponden a los sustratos: a_4 (75 % aserrín + 25 % pseudotallo) con un valor de 14,00 %, a_0 (100 % aserrín) con 13,07% y a_3 (25 % aserrín + 75 % banano) con 4% y para la variable cepa, se encuentra que con la seta de Shiitake de Canadá se obtiene el máximo de rendimiento en las mezclas de sustratos.

Finalmente se determinó que la mejor alternativa para la producción de setas Shiitake *(Lentinula edodes)* según el rendimiento es el tratamiento a_4b_0 (75 % aserrín + 25 % pseudotallo – Shiitake de Canadá) debido a que esta mezcla presenta mayor disponibilidad de nutrientes básicos para el crecimiento del Shiitake.

Eficiencia biológica de la cosecha (%) de las setas Shiitake *(Lentinula edodes)* en los diferentes tratamientos

En la Tabla A 4, se reportan los valores de eficiencia biológica de la cosecha (%) de las setas Shiitake en los diferentes tratamientos. Se observa que los valores entre las réplicas son muy variados, éstos nos dan valores promedios que van desde 13,68% para el tratamiento a_3b_1 (25% aserrín + 75% banano – Shiitake R-26 (EEUU)) hasta 48,73% para el tratamiento a_0b_0 (100% aserrín – Shiitake de Canadá), seguido por el tratamiento a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake de Canadá) con un valor de 46,65%, el resultado obtenido se debe a que los sustratos en combinación adecuada presentan todos los nutrientes necesarios para el buen crecimiento y desarrollo de los hongos.

Para variable sustrato, se concluye que los sustratos que dan una mejor eficiencia biológica son: a_1 (100% aserrín) con un valor de 48,73% y a_4 (75 % aserrín + 25% pseudotallo) con 46,65%; mientras que el sustrato a_3 (25 % aserrín + 75% banano) da 13,68%, siendo éste el más bajo de los reportados para eficiencia biológica. Estadísticamente tanto el tratamiento 100% aserrín y el tratamiento 75 % aserrín + 25% pseudotallo pueden ser considerados como buenos sustratos para la producción de setas Shiitake. Las eficiencias biológicas de Shiitake en residuos agroindustriales son similares a los valores obtenidos por otros autores que van desde 35 - 50% (Mushroom Growers´ Handbook 2, 2005). Para la variable cepa, se encuentra que con la seta de Shiitake de Canadá se obtiene la máxima eficiencia en la cosecha de las setas en los diferentes sustratos, esto puede deberse a que la seta Shiitake de Canadá se adapta mejor a nuestras condiciones, es decir, a la presión atmosférica y a la temperatura ambiente en comparación con la seta Shiitake- R-26 (EEUU).

Tamaño del basidioma de las setas Shiitake (*Lentinula edodes)* en los diferentes tratamientos

En la Tabla A 5, se reportan los valores experimentales de tamaño del basidioma de las setas Shiitake en los diferentes tratamientos, observándose que los valores se encuentran entre 12,29 g/hongo correspondiente al tratamiento a_2b_1 (50% aserrín + 50% banano – Shiitake R-26 (EEUU)), a_0b_0 (100% aserrín – Shiitake de Canadá) con 16,70 g/hongo y 19,40 g/hongo correspondiente al a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake de Canadá).

Para el tamaño del basidioma con relación al sustrato, se obtiene como resultado que el sustrato a_4 (75 % aserrín + 25 % pseudotallo) presenta un valor de 19,40 g/hongo, siendo éste el más alto, mientras que el valor más bajo pertenece al sustrato a_1 (75% aserrín + 25% banano) que es 12,39 g/hongo.

El tamaño del basidioma de las setas con relación al tipo de cepa utilizada b_0 (Shiitake de Canadá) nos da el valor más alto con relación al tamaño del basidioma . Se considera que mejor tratamiento de acuerdo al tamaño del basidioma corresponde a la mezcla a_4b_0 (75 % aserrín + 25 % pseudotallo - Shiitake de Canadá).

Para determinar la velocidad de crecimiento (mm/día) del carpóforo de las setas Shiitake provenientes del tratamiento a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo - Shiitake de Canadá), las mediciones se efectuaron por un lapso de 10 días. Con los datos reportados en ésta tabla se realiza el gráfico, en el cual se relaciona el diámetro de los carpóforos con el tiempo (Gráfico 1). En el gráfico se observa una curva típica del crecimiento de microorganismos. Las curvas de crecimiento se adaptaron a una ecuación polinomial de tercer orden:

$$\text{Diámetro (mm)} = -0.1353t^3 + 1.7255t^2 + 3.3709t - 1.6222;\ R = 0.9890$$

Para las setas de Shiitake se observa que existe una relación directamente proporcional del diámetro con respecto al tiempo. El punto máximo de crecimiento corresponde a un valor de 71 mm para el tratamiento a_4b_0, a partir de estos puntos las setas tienden a disminuir su diámetro conforme el tiempo avanza, es decir que el comportamiento del diámetro con relación al tiempo empieza a tener una relación inversa, este comportamiento se debe a que el sobrero o pileo de la seta del Shiitake tiende a doblarse hacia la parte baja del hongo es decir el hongo se contrae y forma un sobrero menos pronunciado. Los sombreros de las setas alcanzan su máximo tamaño a los 12 días en las grandes y miden 71 mm y a los 10 días las setas pequeñas con una medida promedio de 6 mm. Aunque en estos días alcanzan su máximo tamaño no es recomendable cosecharlos en éste tiempo pues se inicia la producción de esporas, cubriéndose de un polvo blanco. Recomendándose cosechar un día antes, razón por la cual las setas grandes deben ser cosechadas a los 11 días cuando alcanzan un tamaño aproximado de 69,3 mm.

Para las setas provenientes del tratamiento a_4b_1 (75% aserrín + 25 % pseudotallo de banano - Shiitake de Estados Unidos) se tomaron las mismas consideraciones anteriores. Con los datos reportados en ésta tabla se realizó un gráfico, en el cual se relaciona el diámetro de los sombreros con el tiempo (Gráfico 2). Se obtuvo la siguiente ecuación:

$$\text{Diámetro (mm)} = -0.133t^3 + 1.9353t^2 + 0.1193t + 4.0556;\ R = 0.9983$$

Las setas grandes alcanzan el punto máximo de crecimiento cuando miden 66,00 mm y las pequeñas cuando miden 6,70 mm, a partir de estos puntos las setas tienden a disminuir su diámetro conforme el tiempo avanza, es decir que el comportamiento del diámetro con relación al tiempo empieza a tener una relación inversa. Tomando como referencia las consideraciones hechas para las setas Shiitake de Canadá cultivadas en el tratamiento a_4b_1 (75% aserrín + 25 % pseudotallo de banano - Shiitake de Estados Unidos) se concluye que las

setas Shiitake R-26 de Estados Unidos grandes deben cosecharse a los 9 días con un tamaño aproximado de 66,00 mm.

Finalmente si se comparan los tamaños de los carpóforos de los dos tipos de setas estudiadas se puede observar claramente que las setas provenientes del tratamiento a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo - Shiitake de Canadá) son más grandes que las que provienen del tratamiento a_4b_1 (75% aserrín + 25 % pseudotallo de banano - Shiitake de Estados Unidos) debido a que la seta Shiitake de Canadá presentan mayor adaptación con la mezcla de sustratos 75% aserrín + 25% pseudotallo y el medio en el cual se desarrollan.

Análisis Microbiológico de las setas Shiitake *(Lentinula edodes)* conservadas en vinagre

En el análisis microbiológico incluyó el recuento total, coliformes totales, mohos y levaduras, los cuales se realizaron en los productos conservados en vinagre que fueron previamente almacenados al ambiente durante un mes, las conservas son productos tratados térmicamente y elaborados con buenas prácticas de manufactura por esto no existió presencia de microorganismos salvo ciertos microorganismos termoresistentes y esporulados. La ausencia de microorganismos, indica que el producto ha sido tratado térmicamente por tiempos muy prolongados, lo que posiblemente puede afectar al contenido nutricional de las setas, disminuyendo el valor nutritivo por la desnaturalización de las vitaminas.

Análisis proximal de las setas Shiitake *(Lentinula edodes)*

En la Tabla A 6 se reportan los datos del análisis proximal para las setas Shiitake de Canadá provenientes del mejor tratamiento en comparación con otros alimentos convencionales, se puede apreciar que el contenido de proteína de las setas de Shiitake (*Lentinula edodes*) resultó alto con un valor de 18,56 % en base seca y 2,69 % en base húmeda, estos valores comparados con el contenido de proteína de las verduras, como el tomate (0,95%) resultan elevados, al igual que el champiñón que contiene 2,74% en base húmeda, sin embargo, la carne tiene mayor contenido de proteína en base húmeda del 20%. Las setas *Lentinula edodes* tienen mayor contenido de fibra y carbohidratos que algunos alimentos tales como el tomate riñón y la carne vacuna. El Shiitake de Canadá contiene 3,45 % de fibra en base húmeda, el contenido de carbohidratos las setas *Lentinula edodes* de Canadá provenientes del mejor tratamiento a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo - Shiitake de Canadá) contienen el 7,23% en base húmeda, cuyos valores son elevados en comparación con el tomate riñón, que contiene 0,95% de fibra y 2,60% de carbohidratos, el champiñón contiene 2,03 % de fibra y 0,56% de carbohidratos, la carne vacuna contiene 1,00% de carbohidratos. Además las setas *Lentinula edodes* de Canadá tienen mayor contenido de cenizas comparándolas con el tomate y la carne vacuna, sin embargo es menor que el champiñón; finalmente las setas *Lentinula edodes* de Canadá tienen bajo porcentaje de extracto etéreo de 0,25% en base húmeda, mayores que el tomate 0,21% y el champiñón 0,24%, pero en mínima cantidad, la carne vacuna es el alimento de mayor contenido 3%. Por lo que se determina que las setas tienen buen contenido de proteína y carbohidratos, alto porcentaje de fibra, en comparación a algunos alimentos convencionales y bajo porcentaje en grasa, lo cual en ciertos casos es beneficioso para la salud del ser humano puesto que este tipo de setas pueden ser consumidas por personas que sufran de colesterol elevado.

Aminoácidos de las setas Shiitake *(Lentinula edodes)*

En el análisis de aminoácidos de las setas provenientes del tratamiento a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo - Shiitake de Canadá), la comparación con los patrones FAO se concluye que la metionina + cisteína son los aminoácidos limitantes en el caso de niños de 2 a 5 años y en el de adultos. Se presentan valores de 0,32 g de metionina/ 100 g de proteína para las setas provenientes del tratamiento a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo - Shiitake de Canadá); mientras que la fenilalanina + tirosina presentan valores más elevados que los patrones FAO. Con respecto a la lisina considerado por la FAO como el aminoácido más importante debido a que éste es esencial en el crecimiento de los niños pues contribuye en el desarrollo de los huesos, se observa que las setas del tratamiento a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo - Shiitake de Canadá) tienen un valor de 4,15 g / 100 g de proteína; el valor presentado es mucho mayor que el trigo que presenta un valor de 2,70 g / 100 g de proteína.

En la relación de los aminoácidos comparados con el patrón FAO para niños y adultos, el hongo Shiitake de Canadá comparado con el patrón para niños los aminoácidos deficientes o limitantes son: en primer lugar tenernos la metionina + cisteína (12,93 %), el segundo aminoácido limitante es la lisina (71,53%), y el tercer aminoácido limitante es la leucina (82,86%) y triptófano no determinado; con relación a los adultos los deficitarios son: en primer lugar se encuentra la metionina + cisteína (16,16%), lisina (92,19%), leucina (92,69%), isoleucina (98,47%), histidina y triptófano no determinados. En concordancia con los requerimientos de la FAO se puede concluir que las setas Shiitake contienen en su mayoría aminoácidos deficitarios, sin embargo, en mayor cantidad que ciertos alimentos de consumo popular. Las setas Shiitake según varios estudios en citas bibliográficas se conoce que tienen propiedades medicinales pues ayudan a

incrementar las defensas del cuerpo humano, razón por la cual se lo utiliza para tratar enfermedades como el cáncer y para disminuir los efectos del VIH, a más de que el Shiitake es un hongo de exquisito sabor y que en combinación con otros alimentos se puede crear una dieta balanceada que cubra los requerimientos nutricionales del ser humano.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se utilizaron mezclas de residuos agroindustriales provenientes del cultivo del banano como pseudotallo y fruto con aserrín de laurel como alternativa para la producción industrial de Shiitake (*Lentinula edodes)* mediante fermentación sólida. Es importante señalar que en todas las mezclas se obtuvieron fructificaciones de la seta de Shiitake; de acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a establecer que el mejor tratamiento en la obtención de setas de Shiitake utilizando mezclas de pseudotallo de banano y fruto de banano con aserrín fue el tratamiento 75% aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake (Canadá).

Para la producción de setas de Shiitake se empleó mezclas de residuos orgánicos de la costa ecuatoriana tales como fruto de banano, pseudotallo de banano y aserrín de laurel, los valores de rendimiento obtenidos experimentalmente están entre el 14,00% como máximo y como mínimo 4 % que corresponde al tratamiento 75% aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake de Canadá y 25% aserrín + 75% banano – Shiitake R-26 (EEUU) respectivamente. Con respecto a la eficiencia biológica se logró establecer que en el tratamiento 25% aserrín + 75% banano – Shiitake R-26 (EEUU) se obtuvo un valor del 13,68% y en el tratamiento 75% aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake de Canadá se obtuvo un valor de eficiencia del 46,65% siendo el mejor tratamiento en cuanto a eficiencia biológica se refiere el tratamiento 100% aserrín con un valor de 48,73%; siendo estos valores óptimos para la producción industrial de este tipo de setas comparados con valores obtenidos por Michelena, A., 2007 que obtuvo een el tallo de banano una eficiencia biológica entre 24,94-28,86 % y en borra de café una eficiencia biológica entre 38,34-43,60%.

Se realizó el análisis proximal y de aminoácidos de las setas *Lentinula edodes* procedentes del tratamiento a_4b_0 (75 % aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake de Canadá), determinándose que las setas procedentes de éste tratamiento poseen una mejor composición en proteína y en aminoácidos en comparación con algunos alimentos consumidos comúnmente tales como el trigo o el tomate riñón. En la comparación con los patrones FAO se concluye que la metionina es el primer aminoácido limitante en el caso de niños de 2 a 5 años y en el de adultos. Se presentan valores de 0,32 g de metionina/100 g de proteína para las setas provenientes del tratamiento tratamiento a_4b_0 (75 % aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake de Canadá).

Experimentalmente se pudo determinar la velocidad media de crecimiento (mm/día) de las setas *Lentinula edodes* provenientes del tratamientos a_4b_0 (75 % aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake de Canadá) en el cual los sombreros de las setas alcanzan su máximo tamaño a los 12 días en las grandes y miden 71 mm y a los 10 días las setas pequeñas con una medida promedio de 6 mm. Aunque en estos días alcanzan su máximo tamaño no es recomendable cosecharlos en éste tiempo pues se inicia la producción de esporas, cubriéndose de un polvo blanco. Recomendándose cosechar un día antes, razón por la cual las setas grandes deben ser cosechadas a los 11 días cuando alcanzan un tamaño aproximado de 69,30 mm. Y para el caso del tratamiento a_4b_1 (75 % aserrín + 25% pseudotallo – Shiitake de Estados Unidos) se obtuvo que las setas grandes alcanzan el punto máximo de crecimiento cuando miden 66,00 mm y las pequeñas cuando miden 6,70 mm, a partir de estos puntos las setas tienden a disminuir su diámetro conforme el tiempo avanza, es decir que el comportamiento del diámetro con relación al tiempo empieza a tener una relación inversa. Tomando como referencia las consideraciones hechas para las setas Shiitake de Canadá cultivadas en el tratamiento a_4b_1 (75% aserrín + 25 % pseudotallo de banano - Shiitake de Estados Unidos) se concluye que las setas Shiitake R-26 de Estados Unidos grandes deben cosecharse a los 9 días con un tamaño aproximado de 66,00 mm.
Las setas obtenidas en el mejor tratamiento fueron conservadas en vinagre obteniéndose excelentes resultados en cuanto a la aceptación y preferencia del producto elaborado se refiere.
Se efectuó el análisis microbiológico a las setas conservadas en vinagre el cual incluyó un recuento total, coliformes totales, mohos y levaduras, las conservas antes del análisis microbiológico fueron almacenadas al ambiente durante un mes, en el análisis microbiológico realizado a las setas de Shiitake conservadas en vinagre se determinó que no existió presencia de microorganismos salvo algunos esporulados no patógenos y microorganismos termoresistentes.

Se realizaron pruebas sensoriales de las setas provenientes de los tratamientos a_4b_0 (75% aserrín + 25 % pseudotallo - Shiitake de Canadá) y a_4b_1 (75% aserrín + 25 % pseudotallo – Shiitake R-26 de USA), las setas fueron conservadas en vinagre y luego evaluadas efectuando una comparación con una seta comercial, para esto se trabajó con 20 panelistas semi-entrenados y por triplicado. De los resultados obtenidos en el análisis sensorial se concluye que en todas las características sensoriales analizadas las setas de Shiitake en comparación con las setas de *Agaricus bisporus no* presentan diferencias significativas es decir las cualidades de los dos productos son excelentes y que son muy bien aceptadas por los catadores; en cuanto a la preferencia

se tiene que el 75% de los catadores prefieren las setas de Shiitake debido a que la acidez de las setas es calificada como ligeramente ácida y para las setas de *Agaricus bisporus* como ácidas.

La evaluación económica se realizó en base al balance de materiales en el mejor tratamiento a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo –Shiitake de Canadá), la capacidad anual de producción con la que se trabajará es de 25371.866 kg/año de setas conservadas en vinagre es decir 50748 frascos de 0,5 kg. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que el punto de equilibrio de la producción de setas de Shiitake conservadas en vinagre es de 66,12% valores que ligeramente son rentables puesto que se necesita de una gran producción para tener equilibrio entre los costo de producción y los beneficios. El valor de $ 3,00 por cada 500 gr. de conserva en vinagre es muy aceptable y competitivo puesto que en el mercado nacional el kg. de setas conservadas en vinagre llega a costar de $ 6,50 a $ 8,00.

RECOMENDACIONES

Los valores de eficiencia biológica y rendimiento en la obtención de hongos Shiitake son adecuados para la producción industrial, sin embargo se recomienda efectuar un nuevo estudio en el cual se tome en cuenta la utilización combinada del aserrín con otros residuos agroindustriales tales como panca de arroz, caña de azúcar, hojas de banano, borra de café, etc. A fin de enriquecer más con lignina a los sustratos y obtener mejores eficiencias y rendimientos.

Se recomienda efectuar un estudio de vida útil de las setas conservadas en vinagre a fin de establecer el tiempo máximo de conservación en función del tiempo.

Los procesos térmicos disminuyen las bondades de los alimentos por lo que se recomienda efectuar un estudio en el cual se trate de disminuir al mínimo las pérdidas de nutrientes en este tipo de productos puesto que las setas de Shiitake poseen compuestos benéficos para la salud que pueden ser destruidos o reducidos por los procesos térmicos a los cuales han sido expuestos.

Se recomienda la ingesta de setas Shiitake acompañadas con otro tipo de alimentos que complementen los requerimientos de proteína y otros nutrientes necesarios para una dieta equilibrada, especialmente en el caso de niños que necesitan de mayor consumo de alimentos que contengan aminoácidos.

REFERENCIAS

ALDANA, J. (2004). Cultivo del hongo comestible *Pleurotus pulmonarius* sobre hojarasca de almendro *(terminalia catappa)*, Roo. México.
http://www.cdeea.com/gonzalo.htm.

ALVAREZ M., et. al. (2003). Enriquecimiento proteico del banano de rechazo por fermentación sólida, para alimento animal. Public Asesores. Quito Ecuador.

ANZALDUA-MORALES, Antonio. (1994). "La evolución sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica". ED. Acribia S.A. Zaragoza-España.

Bamber, R.K. and Curtin, R.A., (1974) "Some properties of wood in blackbutt trees of two ages", Aust. For. 36 p., 226-234.

Bland, D.E., (1985) "The composition and Analysis of eucalyptus wood" Appita, Vol. 38, Nº4, p.291-294,.

CHA, D. y Col. 1997. Oyster Mushroom – Cultivation Technology and Management (in Korean). Pp 374.

CHANG, S.T. y HAYES, W.A (1978). The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. Academic Press. NY 1978 Chapter 6 Nutricional Value. Eli V Crisan and Anne Sands PP 137-168.

CHEN, A. (2001). Cultivation of Lentinula edodes on Synthetic logs. The Mushroom Growers'Newsletter. The Mushroom Growers' Newsletter P.O. Box 5065 Klamath Falls, OR 97601 USA. On the world-wide-web at: ww.mushroomcompany.com.

Decker H. & Terwilliger N. (2000).COPs and robbers: putative evolution of copper oxygen binding proteins. J. exp. Biol. 203.pp. 1777-1782.

El Agro. 2000: Bokashi, abono orgánico fermentado. Revista publicada por Editorial Uminasa del Ecuador. Junio. N.49.

Fengel, D., Wegener, G. (1984) "Wood Chemistry, Ultraestructure Reaction", Walter de Gruytier, Berlín, p.2-220,.

FRANCE, A. y CAÑUMIR, J. 2004. El cultivo del hongo ostra. Revista Gobierno de Chile. Ministerio de Agricultura. INIA QUILAMA-PV. http://www.inia.cl/cobertura/quilamapu/pubycom/tattersall/tattersall3.htm.

GUZMÁN, G. y MATA, G. (1993). El cultivo de los hongos comestibles, con especial atención a especies tropicales y subtropicales en esquilmos y residuos agro-industriales. Instituto Politécnico Nacional. México.

LEE, E. 1996. Shiitake and Maitake Mushroom in Connecticut. Mushroom News. Feb: 6-11.

Manual para la Producción y Comercialización de Hongos Comestibles. 2005. Publicación en Argentina. http://.MushWorld.com.

MARTÍNEZ, D., QUIRARTE, M., SOTO, C., SALMONES, D. y GUZMÁN, G. 1984. Perspectivas sobre el cultivo de hongos comestibles en residuos agroindustriales en México. Bol. Soc. Mex. Pp 207-219.

MARTÍNEZ., CARRERA, D., LEBEN, R., MORALES, P., SOBAL, M., y SAAVEDRA, A. 1991. Historia del cultivo comercial de hongos comestibles en México. Ciencia y Desarrollo. Cap.16. Pp 33-43.

MATA, G. & PÉREZ R. 2000. Inducción de la producción de lacasa en cepas del hongo comestible *Lentinula edodes*. Instituto de Ecología. México.

MC-COY, R. & BRUHN, J. (2005). Cultivating Shiitake Mushrooms Through Forest Farming. Agroforestry in Action. AF10010-2005. University of Missouri Center for Agroforestry.

MILES, P. CHANG, S. 1997. Mushroom biology, Concice Basics and current development. Primera Edición. Ed. World cientific. Singapore.

Mushroom Growers´ Handbook 2. (2005). Shiitake cultivation. Ed. Mush World. República de Corea.

NAVARRO, J. M. 2005. (En Línea): Hongos en Agarón. http://www.aragonesasi.com/natural/hongos/ (Consulta: 17 sep.2006)

ODUM, E. P. (1971). *Ecología*. Tercera Edición, Editorial Interamericana, México, D. F.

OEI, P. 2003. Mushroom cultivation. Tercera edición. Backhuys Publishers. Leiden Holanda.

PIRE, D.V. 2001. (En línea): Las asombrosas setas. Mayo 15. Argentina.

QUIMIO, T. H. 1990. Technical guidelines for mushroom growing in the tropics. FAO

STAMETS, P. (2000). Growing gourmet and medicinal mushrooms. Third Ed. Ten Speed Press. 574 p.

Tanner, W. And Loewus, F. A., (1981) Extracelular carbohydrates, Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, vol.13B, Plant Carbohidrates II, N.Y.,.
TING, H. G. 1994. New technology on high speed and high yield cultivation of Shiitake. Ed. Golden Shield Press. Beijing, China.
TORRES, M. G. 2003. Potencial de la microbiota nativa comestible y medicinal en el municipio de Quibdo. Investigadora asociada. Universidad Tecnológica del Chocó.
WASSER, S. P. y WEIS, A. L. (1999). Therapeutic effects of substances occurring in higher Basidiomycetes mushrooms: a modern perspective. Critical Reviews in Immunology. 19:65.

ANEXOS

TABLA A 1. PESO (kg) DE LAS SETAS FRESCAS *Lentinula edodes* COSECHADAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS		R1 (kg)	R2 (kg)	R3 (kg)	Promedio (kg)
a_0b_0	Aserrín – Shiitake de Canadá	0,1659	0,1463	0,1674	0,160
a_0b_1	Aserrín – Shiitake R-26 (EEUU)	0,1021	0,1368	0,1052	0,115
a_1b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	0,1204	0,1798	0,1221	0,141
a_1b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	0,1425	0,1674	0,1135	0,141
a_2b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	0,1062	0,1088	0,1568	0,124
a_2b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	0,0786	0,09	0,1114	0,093
a_3b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	0,1094	0,096	0,1403	0,115
a_3b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	0,0478	0,0527	0,0552	0,052
a_4b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	0,1746	0,1604	0,2061	0,180
a_4b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	0,1591	0,1732	0,1463	0,160
a_5b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	0,1086	0,1062	0,1129	0,109
a_5b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	0,1079	0,1161	0,0899	0,105
a_6b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	0,0875	0,0907	0,1357	0,105
a_6b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	0,0762	0,0785	0,0961	0,084

Fuente: Laboratorios FCIAL – UOITA, 2007

TABLA A 2. NÚMERO DE SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes)* COSECHADAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS		R1	R2	R3	Promedio
a_0b_0	Aserrín – Shiitake de Canadá	11	8	10	10
a_0b_1	Aserrín – Shiitake R-26 (EEUU)	10	9	8	9
a_1b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	8	9	7	8
a_1b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	11	13	10	11
a_2b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	8	8	9	8
a_2b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	6	7	8	7
a_3b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	7	8	10	8
a_3b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	3	4	4	4
a_4b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	9	8	11	9
a_4b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	12	10	12	11
a_5b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	8	6	7	7
a_5b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	8	8	6	7
a_6b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	6	5	7	6
a_6b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	5	5	6	5

Fuente: Laboratorios FCIAL – UOITA, 2007

TABLA A 3. RENDIMIENTO DE LA COSECHA (%) DE SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS		R1	R2	R3	Promedio
a_0b_0	Aserrín – Shiitake de Canadá	13,83	13,06	12,31	13,07
a_0b_1	Aserrín – Shiitake R-26 (EEUU)	11,60	13,15	11,19	11,98
a_1b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	8,72	13,62	9,54	10,63
a_1b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	8,01	9,85	8,22	8,69
a_2b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	6,94	8,12	8,52	7,86
a_2b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	7,71	6,25	8,31	7,42
a_3b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	6,44	7,50	6,88	6,94
a_3b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	4,05	4,05	3,89	4,00
a_4b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	15,59	12,94	13,47	14,00
a_4b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	11,79	11,55	11,70	11,68
a_5b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	8,48	9,00	7,95	8,48
a_5b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	7,60	8,01	7,25	7,62
a_6b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	8,41	7,31	11,31	9,01
a_6b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	6,68	7,01	7,39	7,03

Fuente: Laboratorios FCIAL – UOITA, 2007

TABLA A 4. EFICIENCIA BIOLÓGICA (%) DE SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS		R1	R2	R3	Promedio
a_0b_0	Aserrín – Shiitake de Canadá	51,49	48,85	45,84	48,73
a_0b_1	Aserrín – Shiitake R-26 (EEUU)	43,78	48,75	38,74	43,76
a_1b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	35,15	36,83	35,15	35,71
a_1b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	32,49	34,54	33,14	33,39
a_2b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	25,96	31,01	30,98	29,32
a_2b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	29,43	23,37	22,31	25,04
a_3b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	21,63	23,56	22,76	22,65
a_3b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	13,67	13,79	13,57	13,68
a_4b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	56,67	42,98	40,29	46,65
a_4b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	42,17	38,26	41,18	40,54
a_5b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	21,31	35,66	31,59	29,52
a_5b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	19,21	29,77	24,84	24,61
a_6b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	31,71	29,40	35,66	32,26
a_6b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	24,99	25,08	27,86	25,98

Fuente: Laboratorios FCIAL – UOITA, 2007

TABLA A 5. TAMAÑO DEL BASIDIOMA (g / hongo) DE LAS SETAS SHIITAKE (*Lentinula edodes*) EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS		R1	R2	R3	Promedio
a_0b_0	Aserrín – Shiitake de Canadá	15,08	18,29	16,74	16,70
a_0b_1	Aserrín – Shiitake R-26 (EEUU)	10,21	15,20	13,15	12,85
a_1b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	15,05	19,98	17,44	17,49
a_1b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	12,95	12,88	11,35	12,39
a_2b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	13,28	13,60	17,42	14,77
a_2b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	13,10	12,86	13,93	13,29
a_3b_0	Aserrín + Banano – Shiitake de Canadá	15,63	12,00	14,03	13,89
a_3b_1	Aserrín + Banano – Shiitake R-26 (EEUU)	15,93	13,18	13,80	14,30
a_4b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	19,40	20,05	18,74	19,40
a_4b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	13,26	17,32	12,19	14,26
a_5b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	13,58	17,70	16,13	15,80
a_5b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	13,49	14,51	14,98	14,33
a_6b_0	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake de Canadá	14,58	18,14	19,39	17,37
a_6b_1	Aserrín + Pseudotallo – Shiitake R-26 (EEUU)	15,24	15,70	16,02	15,65

Fuente: Laboratorios FCIAL – UOITA, 2007

TABLA A 6. ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS SETAS SHIITAKE PROVENIENTES DE LOS TRATAMIENTOS a_4b_0 (75% aserrín + 25% pseudotallo - SHIITAKE DE CANADÁ) Y a_4b_1 (75% aserrín + 25% pseudotallo - SHIITAKE DE ESTADOS UNIDOS) EN COMPARACIÓN CON OTROS ALIMENTOS

ANÁLISIS	EN BASE SECA	EN BASE HÚMEDA					
	Shiitake Canadá	Shiitake Canadá	* *Pleurotus ostreatus*	* *Pleurotus pulmonaris*	** *Agaricus bisporus*	*** Tomate	**** Carne Vacuna
Humedad	0	85,49	86,30	84,47	90,70	94,20	75,00
Cenizas	6,10	0,89	1,44	1,63	3,73	1,09	1,00
E. Etéreo	1,74	0,25	0,26	0,30	0,24	0,21	3,00
Proteína	18,56	2,69	3,19	3,62	2,74	0,95	20,00
Fibra	23,80	3,45	2,86	3,24	2,03	0,95	-
ELN	49,80	7,23	5,95	6,74	0,56	2,60	1,00

Fuente: Laboratorios INIAP, 2008

* PALACIOS, A. (2007)
**http://medicentro.com.co/metodo-star/Star-202/5-Verdur.htm
*** http://medicentro.com.co/metodo-star/Star-202/5-Verdur.htm
****http://www.infocarne.com/cerdo/composicion_alimentos.asp

GRÁFICO 1. GRÁFICO DE LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LOS CARPÓFOROS DE LAS SETAS SHIITAKE PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a_4b_0 (75% aserrín + 25 % pseudotallo de banano - SHIITAKE DE CANADÁ)

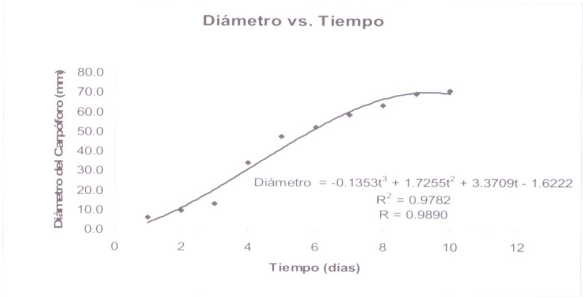


GRÁFICO 2. GRÁFICO DE LA VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DE LOS CARPÓFOROS DE LAS SETAS SHIITAKE PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a_4b_1 (75% aserrín + 25 % pseudotallo de banano - SHIITAKE DE ESTADOS UNIDOS)

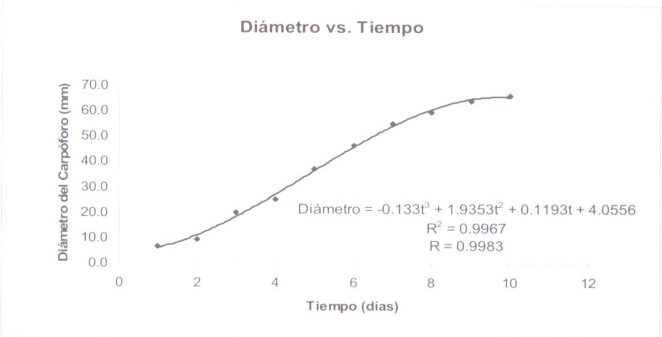
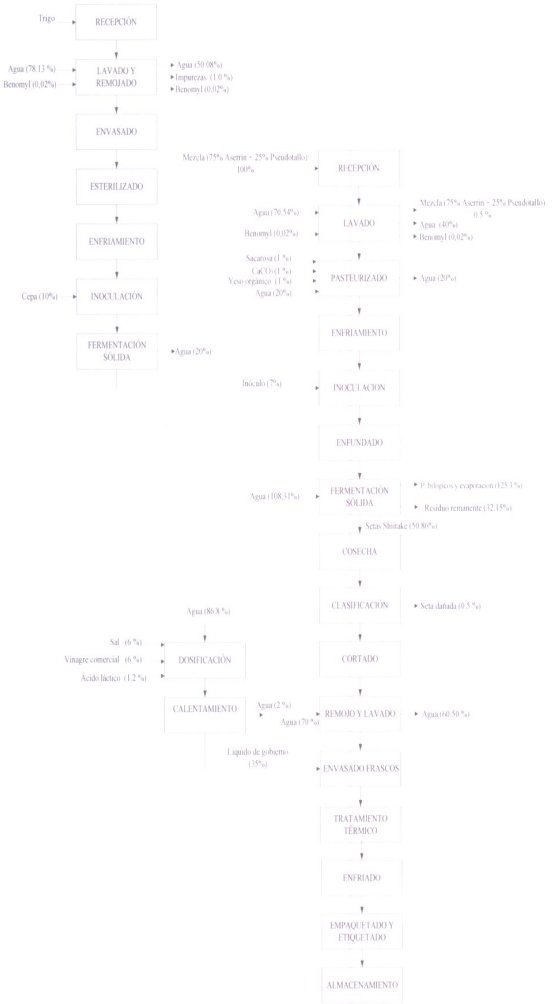


DIAGRAMA 1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PRODUCCIÓN DE SETAS SHIITAKE CONSERVADAS EN VINAGRE PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO a_4b_0 (75% de aserrín + 25% de pseudotallo)



MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA BIOLÓGICA EN LA PRODUCCIÓN DE *SETAS PLEUROTUS OSTREATUS VAR. FLORIDA Y PLEUROTUS PULMONARIUS* UTILIZANDO MEZCLAS DE HOJAS DE BANANO CON TUSA DE MAÍZ, BAGAZO DE CAÑA Y CASCARA DE PAPA

JAVIER TAPIA, MARIO PAREDES Y MARIO ÁLVAREZ

RESUMEN

El presente trabajo nació de la idea de plantear una solución al problema de los desechos de alimentos en nuestro país, enfocándose en el mejoramiento de la eficiencia biológica en la producción de setas *Pleurotus ostreatus var. Florida y Pleurotus pulmonarius* utilizando como sustratos mezclas de hojas de banano con tusa de maíz, bagazo de caña y cáscara de papa, Se evaluó la setas provenientes de las mezclas de hojas de banano, con tusa de maíz, bagazo de caña, y cáscara de papa, para el mejoramiento del cultivo comercial de *P. ostreatus* y *P. pulmonarius* . Se determinaron la precocidad, el rendimiento y la eficiencia biológica de los dos tipos de setas en cada mezcla de los sustratos. En las setas obtenidas de los mejores tratamientos se realizaron análisis proximales, aminoácidos y sensoriales. con un valor de eficiencia biológica de 100,88 % para el tratamiento (a_0b_0 75% Hoja de banano + 25% tusa de maíz – *P. ostreatus var. florida*) y 88,54 para el tratamiento (a_5b_1 25% Hoja de banano + 75% bagazo de caña – *P. pulmonarius*) . Se realizo el análisis proximal de la setas y se obtuvo los siguientes valores de proteína en la seta *P. ostreatus* 26,19% y en *P. pulmonarius* 24,94% en base seca.

INTRODUCCIÓN

En los últimos cuarenta años la producción mundial de hongos comestibles se incrementó más de treinta y cinco veces: desde 24 mil toneladas en 1962 a 8.5 millones tn en 2002, y ese crecimiento se registró más marcadamente en los últimos quince años, colocando el valor mundial de los hongos cultivados en unos 23 mil millones de dólares. El hongo más consumido sigue siendo el champiñón, seguido de cerca por Shiitake y *Pleurotus* (Rodríguez, G., 2007).

Las setas se consideran generalmente como un ingrediente o complemento de diferentes platillos y no un alimento de consumo frecuente. Su inclusión en la alimentación debe aumentarse, dadas a sus excelentes cualidades organolépticas, agradable sabor y fina textura, así como su calidad nutritiva y efectos benéficos para la salud (MushWorld, 2005).

Los residuos agrícolas más importantes que produce Ecuador son los que provienen del cultivo del banano, por ser el primer exportador de este fruto en el mundo. Seguido de otros residuos como los del arroz, cacao, café y otros (Álvarez, M.,2003).

Alimentos de residuales fue el tema de un simposio internacional, durante el cual fue sugerido que muchos residuos agroindustriales pueden ser convertidos en productos de importancia económica, preferentemente en alimentos (Zanetti, A. and Ronal, M., 1996).

El valor nutritivo de *Pleurotus* ha sido reconocido desde hace mucho tiempo; sus proteínas, las cuales contienen todos los aminoácidos, son de valor nutritivo más alto que las proteínas de muchos vegetales, con una calidad muy cercana a la proteína animal (Lelley, et. al. 1993).

Actualmente se buscan técnicas que permitan el aprovechamiento de los desperdicios agroindustriales y la fermentación de sustratos sólidos ha sido considerada en los últimos años como una alternativa favorable para la humanidad; esta tecnología consiste en el crecimiento de microorganismos sobre materiales sólidos que contienen o no una cantidad de agua libre (Babatunde, G., 1992).
La producción de hongos comestibles constituye la primera fermentación en fase sólida sobre desechos agrícolas que se tiene noticias. La tecnología del cultivo data de más de 2000 años, tradicionalmente ha sido y es un alimento de gran demanda por los valores nutritivos (Chang, S. y Hayes, W.A., 1978).

La piel de la patata contiene la mayoría de fibra y nutrientes, en especial vitamina C, localizados alrededor de la piel, que se consiguen mantener en parte si las cocemos con su propia piel. Sin embargo, las decoloraciones verdosas y los brotes, como la piel, pueden ser tóxicos por su alto contenido en

solanina, gluco-alcaloide de sabor amargo, un fungicida y pesticida propio de la patata. Para evitarlo, sólo hay que lavarla minuciosamente y eliminar estas partes. (www. consumer. eroski. com)

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales y Equipos

- Matraces Erlenmeyer Pyrex de: 250 ml.
- Pinzas
- Gradillas
- Asas microbiológicas
- Mechero de Bunsen
- Cámara de Flujo Laminar
- Estufas
- Autoclave
- Incubadora
- Secador de bandejas
- Balanza infrarrojo
- Balanza Metler
- Bisturí
- Frascos de vidrio de boca ancha de capacidad ½ litro
- Autoclave Aquatron
- Caja Petri
- Aguja de disección o asa de platino estéril
- Estantería
- fundas plásticas transparentes
- Cámara de fermentación
- Sustratos (hojas de banano, bagazo de caña, tusa de maíz y cáscara de papa)

Metodología

Se procedió a realizar una selección de los diferentes sustratos, los cuales deben encontrarse con una humedad adecuada, menor al 12%, previa a la obtención de setas *Pleurotus var. florida.* Se realizó la producción del inóculo, se sembraron las cepas en cajas Petri con agar maltosa y se incubaron a una temperatura de 24 °C, hasta su reproducción. Para la preparación de la semilla (inóculo), se utilizaron granos de trigo, se procedió a lavarlos con benomyl al 0.02% después se deja sumergidos en agua fría durante 24 horas, se hizo un segundo lavado y se realizo un secado rápido para sacar el exceso de agua se colocaron aproximadamente 400 gramos de trigo hidratado en frascos de vidrio y se esterilizaron en el autoclave a 121°C por 20 minutos.

Se lavó el residuo con abundante agua, tantas veces como fue necesarias hasta que el residuo estuviera libre de impurezas. Se cortó el residuo en cuadros de 4 cm de largo. Se pasteurizó por 1 hora con vapor a 121 °C. Se realizo las respectivas combinaciones de los tratamientos en una bandeja. Se mezcló homogéneamente con el inóculo en una proporción del 5-8 % peso húmedo del sustrato. Se colocó en los biorreactores (fundas plásticas oscuras), en las cuales se realizaron unas perforaciones en la parte inferior de los mismos.

se coloraron en cuartos apropiados para el desarrollo vegetativo y de fructificación a la temperatura de 15 – 25°C, una humedad de 75 % y 400 – 800 Lux, por alrededor de 13 a 53 días, dependiendo del sustrato. En el cuarto de fructificación se realizan varios procesos de ventilación con la finalidad de eliminar CO_2 que se produce en esta etapa. Una vez que los cuerpos fructíferos han logrado su crecimiento óptimo, se procede a la cosecha y se determina el rendimiento, la eficiencia biológica y la precocidad.

Con las setas obtenidas, se aplicó la tecnología de secado. Luego de dos meses realizaron análisis microbiológicos, y se procedió a realizar los análisis sensoriales de las setas provenientes de los mejores tratamientos, comparándolos con un testigo que fue *Lentinula edodes* llamado comúnmente shiitake producido por ANA MICHELENA, laboratorios de U.I.O.T.A – F.C.I.AL- U.T.A- AMBATO

MÉTODOS DE ANÁLISIS

Para el análisis de los sustratos remanentes se siguieron los siguientes métodos:

pH:

e utilizó un peachimetro Ficher accument model

Humedad: se utilizó la balanza infrarrojo Gibertini eurotherm

A las mejores setas obtenidas de estos sustratos se les realizó un análisis de aminoácidos, para lo cual se envió muestras al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias "INIAP" en el Distrito Metropolitano de Quito, fueron analizados los siguientes parámetros: humedad, ceniza, proteína, fibra, grasa, carbohidratos. Se utilizó el método de la AOAC, 2002.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Precocidad de las setas *Pleurotus ostreatus* var. *florida* y *Pleurotus pulmonarius.*

La precocidad está definida como el tiempo que transcurre entre el día de la incubación y el día en que aparecen los primeros primordios.

La Tabla 1(ver anexo) se presenta los valores de precocidad en días de las setas *Pleurotus* de los diferentes tratamientos. La precocidad varía de 13 a 51 días para la replica 1, mientras que para la replica 2, se encuentran entre 13 a 46 días, y para la replica 3, entre 14 a 48 días. La precocidad de las setas *Pleurotus* en los diferentes sustratos esta relacionada con la calidad de los nutrientes que posee estos sustratos, mientras más corto es la precocidad mejor es la calidad de nutrientes que posee el residuo agrícola o la mezcla de residuos. La mezcla de las diferentes proporciones de hojas de banano con bagazo de caña utilizadas en el presente trabajo para el cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus y Pleurotus pulmonarius,* fueron los que presentaron menores valores de precocidad que comprenden entre 13 a 23 días; el menor fue la mezcla 75% hoja de banano + 25% bagazo de caña - *Pleurotus ostreatus* con 14 días de promedio en las tres replicas, es decir que el micelio se encontró en esta mezcla de sustratos las condiciones adecuadas para su adaptación, crecimiento y el aparecimiento del primordio que da origen a la seta. Las mezclas de residuos agrícolas que le siguen es hojas de banano con tusa de maíz y al última las hojas de banano con cáscara de papa, tanto para las setas *Pleurotus ostreatus y Pleurotus pulmonarius.*

- Eficiencia biológica de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius.*

La eficiencia biológica de las setas *Pleurotus var. florida* es la relación en porcentaje del peso fresco de la seta y el peso seco del sustrato.

En la Tabla 2 (ver anexo) se muestran los valores promedios de eficiencia biológica de las setas *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius* de las tres cosechas en los diferentes tratamientos, en la cual se observa que los valores varían de 33,97% a 103,34% para la réplica 1, mientras que para la réplica 2 va desde 36,22% a 98,63% y para la réplica 3, entre 32,22% a 100,62%. La eficiencia biológica en el tratamiento 75% hoja de banano + 25% tusa de maíz – *Pleurotus ostreatus* fue la más alta con 100,88 %, seguido del tratamiento 25% hoja de banano + 75% bagazo de caña – *Pleurotus ostreatus* con un valor de 88,54 %.

El mejor tratamiento para las tres cosechas fue 75% hoja de banano + 25% tusa de maíz - *Pleurotus ostreatus var. florida*, con una eficiencia biológica muy buena adecuada para una producción industrial, seguido de los tratamientos hojas de banano + bagazo de caña - *Pleurotus ostreatus,* y hoja de banano + cáscara de papa - *Pleurotus ostreatus* . También obtuvieron un porcentaje aceptable mayor del 50%, la seta *Pleurotus pulmonarius* en los sustratos de hoja de banano mezclado con tusa de maíz , hojas de banano mezclado con bagazo de caña y la mezcla de hojas de banano con cáscara de papa.

- Análisis proximal de las setas *Pleurotus ostreatus var. florida* y *Pleurotus pulmonarius.*

En la Tabla 3 (ver anexo), se reporta los valores del análisis proximal de las setas provenientes de los tratamientos a_0b_0 (75 % de hoja de banano + 25 % tusa de maíz) *Pleurotus ostreatus var. Florida y* a_0b_1 (75 % de hoja de banano + 25 % tusa de maíz) *Pleurotus pulmonarius*, el factor de análisis es la proteína ya que esta es muy importante en la alimentación del ser humano.

Las setas en base seca presentan valores de proteína de 26,19% *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 24,94% *Pleurotus pulmonarius*, mientras que en base húmeda se reportan valores de 2,65 *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 2,57% *Pleurotus pulmonarius.* Según Palacios, A; 2007 presenta los siguientes valores de proteína en base seca 23,29% *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 23,62% *Pleurotus pulmonarius*, mientras que en base húmeda se reportan valores de 3,19% *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 3,62% *Pleurotus pulmonarius.* Según Escobar, J; 2007 los valores de proteína en base seca de la seta proveniente del mejor tratamiento son 33,09% *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 21,40% *Pleurotus pulmonarius*, mientras que en base húmeda se reportan valores de 3,08% *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 2,57% *Pleurotus pulmonarius.*

Mientras tanto para Cenizas en base seca presentan valores de 11,06% *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 6,28% *Pleurotus pulmonarius*, mientras que en base húmeda se reportan valores de 11,20 *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 0,65% *Pleurotus pulmonarius*, para E. Etéreo en base seca presentan valores de 2,24 % *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 1,81 % *Pleurotus pulmonarius*, mientras que en base húmeda se reportan valores de 0,23% *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 0,19% *Pleurotus pulmonarius*, para Fibra en base seca presentan valores de 19,74 % *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 15,89 % *Pleurotus pulmonarius*, mientras que en base húmeda se reportan valores de 2,00% *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 1,64% *Pleurotus pulmonarius* y para ELN en base seca presentan valores de 40,77 % *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 51,08 % *Pleurotus pulmonarius*, mientras que en base húmeda se reportan valores de 4,13 % *Pleurotus ostreatus var. Florida* y 5,26 % *Pleurotus pulmonariu*

- Aminoácidos de las setas *pleurotus ostreatus var. florida* y *pleurotus pulmonarius* provenientes de los mejores tratamientos.

En la Tabla 4 (ver anexo) se registra la composición de aminoácidos, la misma que fue realizada con la técnica de cromatografía liquida de alta presión (HPLC) a las setas provenientes del mejor tratamiento a_0b_0 (75 % de hoja de banano + 25 % tusa de maíz) *Pleurotus ostreatus var. Florida y* a_0b_1 (75 % de hoja de banano + 25 % tusa de maíz) *Pleurotus pulmonarius* obtenidas experimentalmente; al ser comparadas con el patrón FAO para niños (1985) de 2 a 5 años y para adultos (2001). Se identificaron 17 aminoácidos de los 20 presentes en las proteínas. Los aminoácidos aspargina, cisteína y triptófano no se identificaron debido a las transformaciones que sufren al emplear en la metodología una hidrólisis ácida.

Según la comparación realizada para niños y adultos se determina que la metionina + cisteína son los aminoácidos limitantes. En el caso de la metionina presenta valores de 0,47/100 g de proteína para *Pleurotus ostreatus var. Florida y* 0,72 /100 g de proteína para *Pleurotus pulmonarius* ; al contrario la fenilalanina + tirosina aminoácidos presentes en la cepa presentan valores más elevados que los del patrón FAO.

Según la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura FAO, la lisina es considerada como el aminoácido más importante en los niños ya que contribuye en el desarrollo de los huesos como se indica en la tabla 19 los valores de lisina para *pleurotus ostreatus var. florida* es de 4,02 /100 g de proteína y para la seta *pleurotus pulmonarius* el valor es de 4,17 /100 g de proteína, los mismos que son muy importantes ya que en comparación con el trigo que es un alimento de consumo mundial y el champiñón que es el hongo de mayor producción mundial debido a que estos presentan valores de 2,7 g/100g de proteína.
Según, Palacios, A, 2007 presenta los siguientes valores de lisina de las setas pleurotus en panca de arroz: *pleurotus ostreatus var. florida* es de 3,45 /100 g de proteína y para la seta *pleurotus pulmonarius* el valor es de 4,30 /100 g de proteína.
Según, Escobar ,J; 2007 presenta los siguientes valores de lisina de las setas pleurotus en paja de cebada: *pleurotus ostreatus var. florida* es de 4,77 /100 g de proteína y para la seta *pleurotus pulmonarius* el valor es de 4,40 /100 g de proteína.

ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS SETAS *pleurotus* FRESCAS

Con el fin de conocer cual será la aceptación por parte de la población ecuatoriana de setas de *Pleurotus* se realizaron pruebas de degustación de las setas frescas con 20 panelistas semi-entrenados . Las setas en las pruebas no fueron acompañadas con otro alimento, debido a que podría afectar a las características organolépticas de las setas. Las cataciones fueron realizadas por la mañana a las 10h00 y por la tarde su respectiva replica a las 16h30 de la tarde. El análisis sensorial se realizó con las setas provenientes de los mejores tratamientos y se comparó con champiñon utilizando un diseño de bloques completamente al azar.
Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial de las setas frescas se reportan en la Tabla 5, los promedios. Las setas *P. ostreatus* presentan un color ligeramente crema, En tanto que las setas *P. pulmonarius,* poseen un color ligeramente pardo a pardo oscuro. Mientras más proporción de hojas de banano fueron colocadas en el sustrato en cada tratamiento, las setas de P. pulmonarius presentan color más oscuro.

El color ligeramente crema de *P. ostreatus* con una calificación de bueno, fue la tonalidad que más agradó al panel de degustación. En tanto que el color café de Champiñon fue calificado como ni gustó ni desagradó.

ANÁLISIS SENSORIAL DE LAS SETAS *pleurotus* SECAS

En la Tabla 6 indican los valores promedios de las pruebas sensoriales de: color, olor, sabor, textura, aceptabilidad la tonalidad presentada por las setas *Pleurotus* fue crema obscuro, mientras que la de shiitake fue negra, con respecto a olor de *P. ostreatus*, con 3,63/5 y *P. pulmonarius* con 3,23/5,calificadas dentro de la tabla con agrada mientras que Shiitake tiene el valor más bajo con 2,7/5, catalogadas dentro de la calificación que ni agrada ni desagrada. Las setas al ser sometidas al tratamiento de secado pierden agua y los sólidos que contienen se concentran, especialmente en el caso de las setas Shiitake que se caracterizan por tener olor astringente. La seta *Pleurotus* seca presenta un olor suave a fideo, con respecto al sabor, *P. ostreatus* presenta un valor de 3,63/5 y *P. pulmonarius* con 3,45/5, mientras que Shiitake tiene el valor más bajo con 2,93/5.

En cuanto al sabor las setas pleurotus presentan un sabor característico a carne de pollo por lo que tuvieron más aceptación por parte de los catadores, la seta shiitake presento un sabor a cebolla (picante/astringente).

La textura de las setas secas de *Pleurotus* fueron comparadas con Shiitake, el resultado fue una textura similar entre *P. ostreatus* con 3,93/5 y 3,70/5 para *P. pulmonarius* , mientras que *Shiitake* tiene un valor más bajo de 3,20/5. La calificación de la textura para las setas es aceptable ya que para las tres setas son calificadas como ni suave ni dura.

La aceptabilidad de las setas secas de *Pleurotus* comparadas con *Shiitake*, teniendo como resultado que la aceptación por parte de los panelistas es similar entre *P. ostreatus*, con valores de 3,75/5, y *P. pulmonarius* con 3,65/5 y *Shiitake* con valor de 3,05/5. Por lo que las setas pleurotus son calificadas dentro de gusta, dentro de este criterio se procedería para trabajos posteriores con setas de este tipo.

Es importante señalar que en nuestro medio no existe la cultura de consumir este tipo de productos, por lo que al momento de realizar el análisis sensorial no existen valores muy aceptables para las setas frescas y secas por parte de los catadores.

SECADO DE LAS SETAS *Pleurotus*

Una vez que se cosecharon las setas, se procedió a la selección, clasificación de las setas *Pleurotus* provenientes del mejor tratamiento y cortado del exceso de basidomas, el cortado es opcional pero se recomienda ya que permite reducir el tiempo de secado. Se utilizó un secador de bandejas tomando en cuenta los parámetros: temperatura de 50 y 60 °C, con una humedad relativa entre 8-10% y velocidad del aire de 0,7m/s a 0.10 m/s. Se realizó un gráfico donde se relaciona el contenido de agua en base seca con el tiempo de secado (Gráfico 1 y 2) a 50 y 60 ^{0}C respectivamente. Como se observa en el grafico para las dos temperaturas la ecuación de tipo exponencial. Teniendo las siguientes ecuaciones exponenciales.

Para *Pleurotus ostreatus var. florida* a 50^{0}C

$$y = 14{,}265e^{-0{,}0119x}$$

$$R^2 = 0{,}9757$$

Para *Pleurotus pulmonarius* a 50^{0}C

$$y = 9{,}4647e^{-0{,}0094x}$$

$$R^2 = 0{,}989$$

Para *Pleurotus ostreatus var. florida* a 60^{0}C

$$y = 7{,}495e^{-0{,}0228x}$$

$$R^2 = 0{,}9361$$

Para *Pleurotus pulmonarius* a 60^{0}C

$$y = 9{,}9521e^{-0{,}0174x}$$

$$R^2 = 0{,}7998$$

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LAS SETAS *pleurotus var. florida y pleurotus pulmonarius* FRESCAS Y SECAS PROVENIENTES DEL MEJOR TRATAMIENTO.

La Tabla 7 indica los resultados del análisis microbiológico realizado para las setas frescas y secas obtenidas del mejor tratamiento el análisis microbiológico incluyó el recuento total, coliformes totales, mohos y levaduras. Estos análisis se realizó en los productos frescos y secos de setas, las setas secas fueron previamente almacenados al ambiente durante dos meses. Donde se registraron los siguientes valores en las setas frescas para *pleurotus ostreatus var. florida* hubo presencia de microorganismos en los análisis de recuento total $10*10^3$ UFC, coliformes totales <10, mohos y levaduras $70*10^2$ UFC y *E.colí* < 10.
y en *pleurotus pulmonarius*, recuento total $12*10^2$ UFC, coliformes totales $1*10^0$ UFC, mohos y levaduras $80*10^2$ UFC y *E.colí* < *10* UFC .

En las setas secas se registró la presencia de $80*10^2$ UFC en recuento total, coliformes totales < 10 UFC, mohos y levaduras $50*10^2$ UF y *E.coli* < 10 UFC para *pleurotus ostreatus var. florida* y para *pleurotus pulmonarius*, recuento total $80*10^2$ UFC, coliformes totales <10 UFC, mohos y levaduras $50*10^2$ UFC ; *E.colí* < 10 UFC .
Valores que se encuentran en rangos aceptables ya que se los comparo con frutas y hortalizas según Pablo et. al. (2007).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente trabajo de investigación se utilizó hojas de banano mezclado con tusa de maíz, bagazo de caña y cáscara de papa en diferentes proporciones para la fermentación sólida para la producción de setas *Pleurotus ostreatus* y *Pleurotus pulmonarius*, obteniéndose como el mejor tratamiento 75% hoja de banano con 25 % tusa de maíz en *Pleurotus ostreatus*, con valores de eficiencia biológica de 103,34%, seguido del tratamiento 25 % hoja de banano con 75 % bagazo de caña utilizando *Pleurotus ostreatus*, con eficiencia biológica de 93,99%; comparados con valores de trabajos anteriores se puede observar que al mezclar los sustratos se pueden obtener buenos resultados. En trabajos anteriores Escobar, J con un solo tipo de sustrato se obtuvieron los siguientes valores en bagazo de caña 34,42; hojas, tallos y tusas de maíz un valor de 20,49
Al realizar el análisis sensorial de las setas frescas y secas de *Pleurotus ostreatus y Pleurotus pulmonarius* provenientes de los mejores tratamientos, comparándolas con *Agaricus bisporus* (champiñón) producidos en la empresa SIPIA S.A en Quito - Ecuador, y *Letinula edodes* (Shiitake) obtenido en la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos en base al proyecto financiado por el Consejo Nacional de Universidades CONESUP. El resultado fue que las setas *Pleurotus ostreatus* presentaron mejor aceptación con respecto al atributo color (ligeramente crema), En cuanto al atributo olor tuvieron mejor calificación de agradable; en el atributo sabor, y la textura las setas fueron calificadas como ni suave ni duro, y finalmente las seta *Pleurotus ostreatus* fueron mejor puntaje en aceptabilidad calificadas como bueno. Por lo que se concluye que las setas *Pleurotus ostreatus*, es la seta de mejor característica organoléptica, en cuanto a olor, color, sabor, textura y aceptabilidad, debido a esto se le consideró para el estudio económico de una Planta de producción.
El estudio económico esta hecho para una producción de 120000 kg de setas secas al año , por lo que se necesita una planta de 2041 m^2 . De acuerdo al análisis económico efectuado para las setas *Pleurotus ostreatus* , se ha llegado a la conclusión de que el punto de equilibrio es de 17,46 % , dando una buena rentabilidad en la producción de setas *Pleurotus ostreatus.*
Las setas *Pleurotus ostreatus* tiene un menor costo de producción y una mayor aceptación por parte del consumidor. Este tipo de planta sería muy beneficioso para los campesinos, y familias de escasos recursos, organizaciones debido a que no se necesita de mucha inversión para la instalación de la misma, y se tiene una rentabilidad del 40 % sobre el capital invertido, la rentabilidad que se tiene es con un precio de las fundas de setas secas a 0,90 ctvs. de dólar
Es importante señalar que bajo está técnica de obtener hongos comestibles se puede utilizar todos los residuos agroindustriales provenientes de la costa, sierra o amazonia ecuatoriana en la producción de un alimento de gran sabor. La tecnología es sencilla y fácil, a la vez que se contribuye con la alimentación humana así como con la rentabilidad económica. Adicionalmente con este estudio se esta contribuyendo con el medio ambiente, ya que puede aprovechar los residuos agroindustriales causantes de la contaminación ambiental y de las perdidas económicas para el agricultor y el industrial.
La Planta Industrial podrá ser ubicada en cualquier sector industrial del país, debido a que las materias primas o desechos agroindustriales se los puede ubicar en cualquier zona o región del país sin mucha dificultad.
La instalación y producción de setas *pleurotus* a partir de desechos orgánicos nos permite la obtención de un producto aceptable y de calidad. Dentro del estudio económico del proyecto, el punto de equilibrio en el año normal se ubicó en 15,88 % , este valor garantiza al inversionista seguridad sobre su capital, ya que

a partir de este punto se generan ingresos para la planta La evaluación económica para el año normal de operaciones, reporta valores como los siguientes: Indicadores Económicos proveen una rentabilidad neta respecto a la inversión total de 40 %, una capacidad efectiva de la empresa para remunerar los capitales invertidos (ROI) de 160,65 % , un Período de Retorno de la Inversión del año y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 37,37%, rentabilidad que está por encima del costo del capital y la inflación por lo que se concluye que el proyecto es rentable

RECOMENDACIONES.

La instalación de una planta productora de setas *Pleurotus ostreatus*, debido a su economía ya que son muy apetecidos en el extranjero, con lo que se obtendría grandes ganancias, así como también se estaría reduciendo el impacto ambiental de los sustratos empleados.

De acuerdo a citas bibliográficas, las setas *Pleurotus ostreatus* contienen gran contenido de nutrientes como las vitaminas, minerales, carbohidratos, fibra, así como también es medicinal. Es por este motivo se recomienda que se realicen investigaciones acerca de los aportes benéficos en la salud de las personas.

Debido a las buenas propiedades organolépticas de las setas *Pleurotus* se recomienda realizar un recetario de cómo se debe consumir, y difundir su consumo, así como también efectuar un estudio de las diferentes tecnologías para la conservación de la seta y prolongación de la vida útil.

Se recomienda que se continúe con el estudio de otros tipos de sustrato como plantas herbáceas para la obtención de setas *Pleurotus* con la finalidad de mejorar aun su eficiencia para una producción a nivel industrial, ya que existe gran cantidad de residuos ricos en celulosa, lignina, y proteína que pueden dar mejores resultados de eficiencia de los obtenidos en esta tesis.

Debido a la falta de cultura de consumo de este tipo de producto se recomienda realizar estudios de tecnología de las setas, ya que al ser consumida de manera directa no es muy apetecida por el consumidor.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, M., Soria, V. y Larrea, P. 2003. Enriquecimiento proteico del banano de rechazo por fermentación sólida para alimento animal. Ed. Public Asesores. DM Quito, Ecuador. 41 p.

BABATUNDE, G. M. (1992). *Availability of banana and plantain products for animal feeding.* Anim Prod Health Paper. No. 95 FAO. Roma. Pp: 251-276.

CHANG, S.T. y HAYES, W.A (1978). *The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms.* Academic Press. NY 1978 Chapter 6 Nutricional Value. Eli V Crisan and Anne Sands PP 137-168.

Mush World. 2005. Manual del cultivo de hongo 1. Publicado por Mush World. Impreso en la República de Corea. www. MushWorld.com.

LELLEY, J. & JANSSEN, A. 1993. Studies of supplements to the sustrate in oyster mushrooms cultivation. En: Mitteilungen der versuchsanstalt fur pinzalbau der land-wirtschafts kammer. Reinland-Krefeld gross hu-tfenhof, 16: 49-56.

Official Methods of Analysis of AOAC International, CD ROOM, 17 th Edition, Current Trough Revision # 1, 2002.

Rodríguez, G. (2007). Cultivo de hongos comestibles. Fruticultura & Diversificación, Argentina, (52): 10-15.

Zanetti, A. & Ronal, M. 1996. Efeito de diferentes resíduos agroindustriales na miceliaçao de *Pleurotus sp* "Florida", em Uberlandia, MG. Pesq. agropec.,bras., Brasilia, v.31,n.3. p215-220, mar.

VEGA, A. y LEMUS, R. (2006). *Modelado de la Cinética de Secado de la Papaya Chilena (Vasconcellea pubescens).* Inf. Tecnoñ.v.17.n.3. pág :23-31

www. consumer. eroski. com)

ANEXOS

Tabla 1. Precocidad (días) de las setas *pleurotus* en los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTOS		R1	R2	R3	PROMEDIO
a_0b_0	75% Hoja de Banano + 25% tusa de maíz – *P. ostreatus*	29	19	25	24,3
a_0b_1	75% Hoja de Banano + 25% tusa de maíz – *P. pulmonarius*	24	24	27	25
a_1b_0	50% Hoja de Banano + 50% tusa de maíz – *P.ostreatus*	26	29	28	27,7
a_1b_1	50% Hoja de Banano + 50% tusa de maíz – *P. pulmonarius*	26	28	31	28,3
a_2b_0	25% Hoja de Banano + 75% tusa de maíz – *P.ostreatus*	27	29	27	27,7
a_2b_1	25% Hoja de Banano + 75% tusa de maíz – *P.pulmonarius*	24	26	26	25,3
a_3b_0	75% Hoja de Banano + 25% bagazo de caña –*P.ostreatus*	13	15	14	14
a_3b_1	75% Hoja de Banano + 25% bagazo de caña - *P.pulmonarius*	19	23	20	20,7
a_4b_0	50% Hoja de Banano + 50% bagazo de caña – *P.ostreatus*	13	19	16	16
a_4b_1	50% Hoja de Banano + 50% bagazo de caña – *P. pulmonarius*	13	16	17	15,3
a_5b_0	25% Hoja de Banano + 75% bagazo de caña – *P. ostreatus*	16	16	18	16,7
a_5b_1	25% Hoja de Banano + 75% bagazo de caña – *P.pulmonarius*	13	15	17	15
a_6b_0	75% Hoja de Banano + 25% cáscara de papa – *P.ostreatus*	43	49	40	44
a_6b_1	75% Hoja de Banano + 25% cáscara de papa – *P. pulmonarius*	40	42	48	43,3
a_7b_0	50% Hoja de Banano + 50% cáscara de papa – *P.ostreatus*	48	47	45	46,7
a_7b_1	50% Hoja de Banano + 50% cáscara de papa – *P. pulmonarius*	40	43	41	41,3
a_8b_0	25% Hoja de Banano + 75% cáscara de papa – *P.ostreatus*	51	45	42	46
a_8b_1	25% Hoja de Banano + 75% cáscara de papa – *P.pulmonarius*	43	46	45	44,7

Fuente: Laboratorios FCIAL – UOITA, 2007, Elaboración: Javier Tapia

Tabla 2. Eficiencia biológica (%) de setas *pleurotus* de las tres cosechas en diferentes tratamientos.

TRATAMIENTOS		R1	R2	R3	Promedio
a_0b_0	75% Hoja de Banano + 25% tusa de maíz –*P. ostreatus*	103	99	101	100,88
a_0b_1	75% Hoja de Banano + 25% tusa de maíz –*P. pulmonarius*	79	71	76	75,65
a_1b_0	50% Hoja de Banano + 50% tusa de maíz –*P.ostreatus*	76	76	75	75,78
a_1b_1	50% Hoja de Banano + 50% tusa de maíz –*P.pulmonarius*	67	75	73	71,91
a_2b_0	25% Hoja de Banano + 75% tusa de maíz –*P.ostreatus*	61	57	63	60,35
a_2b_1	25% Hoja de Banano + 75% tusa de maíz – *P.pulmonarius*	59	64	68	63,75
a_3b_0	75% Hoja de Banano + 25% bagazo de caña – *P.ostreatus*	77	74	82	77,52
a_3b_1	75% Hoja de Banano + 25% bagazo de caña – *P.pulmonarius*	81	88	89	86,15
a_4b_0	50% Hoja de Banano + 50% bagazo de caña – *P.ostreatus*	73	77	86	78,81
a_4b_1	50% Hoja de Banano + 50% bagazo de caña – *P.pulmonarius*	61	65	77	67,73
a_5b_0	25% Hoja de Banano + 75% bagazo de caña – *P. ostreatus*	80	94	92	88,54
a_5b_1	25% Hoja de Banano + 75% bagazo de caña – *P. pulmonarius*	65	69	70	68,01
a_6b_0	75% Hoja de Banano + 25% cáscara de papa – *P.ostreatus*	86	77	76	79,73
a_6b_1	75% Hoja de Banano + 25% cáscara de papa – *P.pulmonarius*	41	48	47	45,07
a_7b_0	50% Hoja de Banano + 50% cáscara de papa – *P.ostreatus*	58	54	63	58,3
a_7b_1	50% Hoja de Banano + 50% cáscara de papa – *P.pulmonarius*	35	36	41	37,15
a_8b_0	25% Hoja de Banano + 75% cáscara de papa – *P.ostreatus*	46	47	50	47,52
a_8b_1	25% Hoja de Banano + 75% cáscara de papa – *P.pulmonarius*	34	38	32	34,76

Fuente: Laboratorios FCIAL – UOITA, 2007, Elaboración: Javier Tapia

TABLA 3. Análisis proximal de las setas *pleurotus* proveniente del mejor tratamiento.

ANÁLISIS	EN BASE SECA		EN BASE HUMEDA	
	Pleurotus ostreatus	*Pleurotus pulmonarius*	*Pleurotus ostreatus*	*Pleurotus pulmonarius*
Humedad	8,2	7,8	89,87	89,7
Cenizas	11,06	6,28	1,12	0,65
E. Etéreo	2,24	1,81	0,23	0,19
Proteína	26,19	24,94	2,65	2,57
Fibra	19,74	15,89	2	1,64
ELN	40,77	51,08	4,13	5,26

TABLA 4. Composición aminoacídica (g/100 g proteína) de la proteína de las setas de *pleurotus* en comparación con el patrón FAO.

Aminoácido	Abreviatura	*Pleurotus ostreatus* g/ 100 g Seta seca	*Pleurotus ostreatus* g/100g proteína	*Pleurotus pulmonarius* g/100 g Seta seca	*Pleurotus Pulmonarius* g/100 g proteína	*PATRÓN FAO 1985 Niños de 2 a 5 años	*PATRÓN FAO 2001 adultos
Histidina	His	0,71	2,40	0,47	1,88	1.9	-
Isoleucina	Ile	0,77	2,60	0,62	2,49	2.8	2.9
Leucina	Leu	1,61	5,44	1,1	4,41	6.6	5.9
Lisina	Lys	1,19	4,02	1,04	4,17	5.8	4.5
Metionina	Met	0,14	0,47	0,18	0,72	2.50 (Met+Cys)	2.0 (Met+Cys)
Fenilalanina	Phe	2,87	9,69	1,69	6,78	6.3 (Phe+Tyr)	5.9 (Phe+Tyr)
Treonina	Thr	1,02	3,44	0,74	2,97	3.4	2.3
Valina	Val	1,09	3,68	0,8	3,21	3.5	3.8
Triptófano		ND	ND			1.1	0.8
Tirosina	Tyr	0,78	2,63	1,65	6,62	-	-
Alanina	Ala	1,5	5,06	1,11	4,45	-	-
Arginina	Arg	1,46	4,93	0,77	3,09	-	-
Ac. Aspartico	Asp	2,6	8,78	2,45	9,82	-	-
Ac. Glutámico	Glu	5,74	19,38	3,57	14,31	-	-
Glicina	Gly	0,9	3,04	0,75	3,01	-	-
Prolina	Pro	0,38	1,28	0,54	2,17	-	-
Serina	Ser	1,24	4,19	0,81	3,25	-	-
Cistina	Cis	0,02	0,07	0,04	0,16	-	-

Fuente: INIAP 2007 Elaboración: Javier Tapia

TABLA 5. Resultado de análisis sensorial de las setas frescas *pleurotus.*

	Color		Olor		Sabor		Textura		Aceptabilidad	
CATADOR	P.O	P.P	P.O	P.P	P.O	P.P	P.O	P.P	P.O	P.P
1	4,5	3,5	4	3	3,5	4,5	3,5	4	5	3,5
2	4	4,5	4	4,5	4	5	4,5	4	4,5	3,5
3	4	4,5	5	2	4,5	4,5	4,5	4	4	5
4	3,5	4	3,5	3,5	5	4	3,5	4	4,5	4,5
5	3,5	3,5	4	3	3,5	4	4	3,5	4	4
6	4,5	4	3,5	3,5	5	5	4,5	4,5	4	4,5
7	4	5	3,5	5	4,5	4	4,5	4,5	4	4,5
8	3,5	5	3,5	4,5	4,5	4	4,5	4	3,5	4
9	4,5	3,5	3,5	3	3,5	3	3,5	4,5	3,5	4
10	4,5	4	4,5	5	4,5	5	4,5	4,5	3,5	4
11	4,5	3,5	4	3,5	4,5	4	4,5	4	4,5	4,5
12	3,5	4	3,5	3	3,5	3,5	4,5	4	4	3,5
13	4,5	4,5	4	3,5	4,5	5	4,5	4,5	4,5	4,5
14	2,5	2	3,5	3,5	4	3,5	3,5	3	2,5	4,5
15	4	3	2,5	4	3	3,5	3,5	3,5	5	3,5
16	2,5	3,5	4	3,5	4	4	4,5	2,5	4,5	3,5
17	4,5	4	3,5	4,5	4,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4
18	4,5	4,5	3,5	4	3,5	4,5	3,5	4	4,5	3,5
19	4,5	3,5	4,5	4,5	5	3	3,5	5	3	4,5
20	5	4	5	4,5	3,5	4,5	4,5	4	4	3
PROMEDIO	4,03	3,90	3,85	3,78	4,13	4,10	4,13	4,03	4,08	4,03

Fuente: Laboratorios FCIAL – UOITA, 2007 Elaboración: Javier Tapia.

TABLA 6. Resultado del análisis sensorial de las setas secas *pleurotus*

	Color		Olor		Sabor		Textura		Aceptabilidad	
CATADOR	P.O	P.P	P.O	P.P	P.O	P.P	P.O	P.P	P.O	P.P
1	3,5	4,5	3,5	2,5	4	3	4,5	3,5	2,5	3
2	4	2,5	3,5	2,5	3,5	3	5	3	3,5	3
3	3,5	3,5	2,5	3	3	4	4	3,5	4	3,5
4	4	2,5	3,5	2,5	4	3	4,5	4,5	4	4
5	3,5	3	4	3	3,5	3,5	4	4,5	3,5	3,5
6	4	3	3	4,5	4	3,5	4	4	3	4
7	4	3	3,5	3	3	3,5	4	4,5	3,5	3
8	3,5	4	3	3,5	3,5	4	4	3	4	3,5
9	4	4,5	3	2,5	3,5	4	4,5	3,5	4	4
10	3,5	4,5	4,5	4	3	4,5	3	3,5	4,5	3,5
11	4	4	4	3	4	3	3,5	4,5	3	4
12	4	4	3,5	2,5	4	3,5	4,5	4,5	4	4
13	3	4	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,5	3	4
14	4	4,5	5	4,5	4,5	3,5	4,5	3,5	4,5	4,5
15	3,5	4,5	4	3,5	4	3,5	4,5	4	3,5	4
16	2,5	2,5	3	4	3,5	3	3,5	3	4	3,5
17	4	2,5	3,5	3	2,5	4	3,5	3	4	2
18	4	3,5	4,5	3,5	4	3	3	3,5	4	3,5
19	4	4	3,5	2	3,5	3	4,5	3	4,5	3,5
20	4	4	4	4	4	3	2	5	4	5
PROMEDIO	3,73	3,63	3,63	3,23	3,63	3,45	3,93	3,7	3,75	3,65

Fuente: Laboratorios FCIAL – UOITA, 2007 Elaboración: Javier Tapia
P.O = *Pleurotus Ostreatus* P.P = *Pleurotus Pulmonarius*

TABLA 7. Análisis microbiológico de setas de *pleurotus* frescas *y* secas provenientes de los mejores tratamientos

	Recuento Total (UFC/g)		Coliformes Totales (UFC/g)		mohos y levaduras (UFC/g)		E coli (UFC/g)	
Muestras	PO	PP	PO	PP	PO	PP	PO	PP
Fresca	10000	12000	0	0	7000	8000	0	0
Seca	8000	8000	0	0	5000	5000	0	0

Fuente: Laboratorios FCIAL – UOITA, 2007

Elaboración: Javier Tapia

UFC: Unidades formadoras de colonia
PO: *Pleurotus ostreatus var. florida*
PP: *pleurotus pulmonarius*

Grafico 1 : Curvas de secado de las setas *Pleurotus ostreatus* a 50 y 60^{0}C

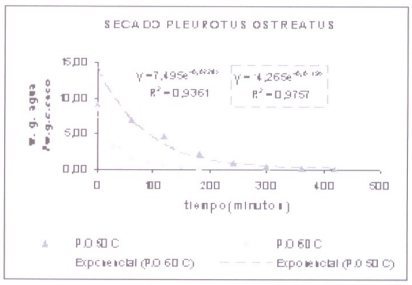
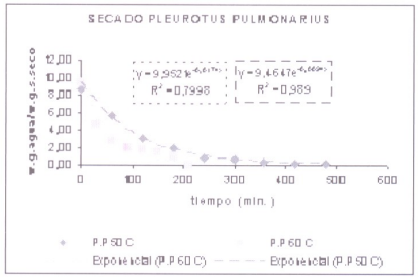


Grafico 2 : Curvas de secado de las setas *Pleurotus pulmonarius* a 50 y 60^{0}C



ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE ALGUNOS HIDROCOLOIDES SOBRE LA ACEPTACIÓN SENSORIAL DE LA ESPUMILLA

ANDRÉS PÉREZ, PIERCOSIMO TRIPALDI y CRISTIAN ROJAS

Ingeniería en Alimentos - Universidad del Azuay
Avenida 24 de mayo 7-77 y Hernán Malo
Cuenca - Ecuador

Palabras clave: Espumilla, espuma, hidrocoloide, evaluación sensorial, diseño experimental

Resumen

Las espumas son dispersiones formadas por dos fluidos, muchas de estas son utilizadas en la industria alimentaria. En la cultura gastronómica ecuatoriana existe una espuma de este tipo llamada espumilla, la cual esta formada por claras de huevo y aire, a la que se adiciona azúcar y limón, para que está mejore su estabilidad. Se puede lograr mayor estabilidad de la espuma utilizando hidrocoloides que puedan interactuar con las proteínas que forman la espuma. Con este principio se estudió el efecto en la aceptación, en un panel de evaluación sensorial, de dos hidrocoloides adicionados a la formulación básica de la espumilla, gelatina sin sabor y carragenato. Los datos obtenidos en la evaluación sensorial fueron tratados estadísticamente y se determinó que la adición de la gelatina no es significativa en la aceptación del panel, mientras que la adición del carragenato fue significativa al 95%, aunque su influencia no fue del agrado del panel. La influencia del carragenato en las formulaciones provocó la potenciación del olor a huevo, y la sinéresis de la espumilla, características indeseables por parte del panel de evaluación sensorial.

INTRODUCCION

Uno de los alimentos de mayor consumo, aceptación y valor nutricional es el huevo. Por este motivo, se han desarrollado diferentes formas para su preparación, siendo una de estas, muy tradicional del Ecuador, la espumilla conocida en otros lugares del mundo como merengue. La espumilla tradicionalmente preparada en el país consiste en una espuma formada al batir las claras del huevo, la adición de azúcar y limón.

Esta espuma, es una dispersión de dos fluidos, en este caso las claras del huevo y el aire, se forma al mezclar los componentes por medios mecánicos, provocando que la albúmina de la clara del huevo permita la incorporación de aire, dando lugar a la formación de cavidades para el aire, las cuales están limitadas por películas delgadas de la proteína que se coagula. [Walstra, 2003].

El tiempo de existencia de una espuma es relativamente corto en relación al de otros sistemas coloidales, la espumilla se mantiene en su forma por algunas horas. Contribuyendo para su formación la adición de sacarosa, la cual al ser incorporada al inicio del proceso de batido da a la espuma mayor estabilidad, textura más delicada y menor volumen, mientras que la adición de ácido, al inicio, en las mismas condiciones provocará una disminución del pH, y como consecuencia un menor volumen pero una mayor estabilidad. Cuando se pierde la estabilidad de la espuma, se puede observar dos fenómenos, la separación de líquido y la exudación, la separación de líquido se debe a la liberación de agua por parte de las claras del huevo poco coaguladas, mientras que la exudación se debe a una insuficiente incorporación de la sacarosa en el batido o a una sobrecoagulación de la proteína. [Vaclavick, 1998].

La mezcla de diferentes proteínas, para la formación de una espuma, ayuda a que el tiempo de existencia de esta se alargue o se acorte, fenómeno que se debe a la conformación de las películas, que forman las cavidades de aire, en la espuma. De acuerdo al tipo de proteínas usadas estas películas pueden variar su grosor, concentración del compuesto que actúa como tensoactivo y su comportamiento frente al agua. [Walstra, 2003]. Además de proteínas pueden adicionarse hidrocoloides, que tengan la capacidad de interactuar con las proteínas. El carragenato, un polisacárido complejo con propiedades hidrocoloidales, tiene gran capacidad para interactuar con proteínas debido a esto es utilizado ampliamente en la industria alimentaria como espesante o estabilizante, de esta forma añade mejoras en la apariencia, estabilidad y sensación bucal del alimento al cual a sido adicionado. [Vaclavick, 1998]. El hidrocoloide formado por el carragenato y el agua es termoreversible, y al combinarse con la proteína aumenta la elasticidad, reduce la sinéresis y aumenta el brillo. [Williams, 2003]. La gelatina posee características muy similares a las del carragenato y las mismas aplicaciones de este.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales:

Se ha estudiado la aceptación por parte de un panel semi entrenado de evaluación sensorial formado por 12 personas, a diferentes espumillas de diferente formulación; considerando que a su composición básica se han agregado dos hidrocoloides para observar la influencia de estos en la estabilidad, apariencia y sensación bucal de la misma.

Diseño experimental

En un diseño factorial se estudia la influencia de todas las variables experimentales y sus efectos de interacción sobre una o varias respuestas. Si la combinación de los k factores vienen colocados a dos niveles, el diseño factorial se denota como 2^k experimentos. Los niveles de los factores se definen con (-) para el nivel bajo y (+) para el nivel alto, el nivel central es definido por "0". Casi en todos los procedimientos experimentales, muchas variables influyen en el resultado. Un screening permite determinar las variables experimentales y las interacciones que tienen una influencia significativa sobre el resultado [Lundstedt, 1998]. En otras palabras, permite estimar lo más correctamente posible cual puede ser la influencia que tendrá la respuesta al cambiar independientemente alguno de los factores y también la influencia del cambio contemporáneo e independiente de dos o más factores [Marengo, 1994]. Los experimentos en estos diseños están ubicados en las aristas de un cubo, esta estrategia muestra una vía eficiente para visualizar todo el dominio experimental con 3 factores [Massart, et. al. 1997]. El diseño factorial permite obtener un polinomio lineal de variables puras e interacciones que representa la influencia de las mismas sobre una respuesta experimental [Lewis, y otros, 1999].

Evaluación sensorial

La valoración sensorial ha demostrado ser un instrumento de gran eficacia para el control de calidad y aceptabilidad de un alimento. El análisis sensorial se ha definido como una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar las reacciones percibidas por los sentidos de las personas hacia ciertas características intrínsecas de un alimento como son su sabor, olor, color y textura, que son los indicadores organolépticos de aceptación o rechazo de un producto, por lo que el resultado de este complejo de sensaciones captadas e interpretadas son usadas para medir la calidad de los mismos. La valoración sensorial es útil además para el control del proceso, tanto como adaptación del alimento a su perfil final, como para realizar modificaciones o correcciones; permitiendo obtener condiciones para conseguir datos que posteriormente serán tratados estadísticamente [Sancho, y otros, 2002].

Función Utilidad

La Función Utilidad [Pavan, 2003] es una técnica de evaluación matemática en la que cada uno de los criterios independiente se transforma en una utilidad u_r por una función que transforma el valor real de cada elemento en un valor entre 0 y 1

$$u_{ir} = f_{ir}(y_{ir}) \qquad 0 \le u_{ir} \le 1$$

r es el criterio seleccionado, f, la función seleccionada y yir el valor real de la i-ésima elemente para r-ésimo criterio.

Una vez que el tipo de función y de su tendencia para cada criterio, se ha definido, la utilidad general del alcance U i-ésimo elemento se define como:

$$U_i = \frac{\sum_{r=1}^{R} u_{ir}}{R} \qquad 0 \le U_i \le 1$$

en el caso de la ponderación de funciones de utilidad general de la utilidad se calcula como:

$$U_i = \sum_{r=1}^{R} w_{ir}.u_{ir}$$

La forma de la función fr se debe determinar a priori, mediante la opinión de paneles o de expertos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los componentes de la espumilla utilizados son: claras de huevos frescos, sacarosa, ácido cítrico al 7% de concentración, gelatina sin sabor y carragenato. La composición de cada una de las muestras realizadas corresponde al modelo de screening descrito en la tabla 1 donde se consideran las 5 variables.

Tabla 1. Condiciones experimentales del modelo de screening

Id	Variable	Unidad	Mínimo	Central	Máximo
			-1	0	+1
X_1	Clara de Huevo	gr	69.6	77.3	85
X_2	Sacarosa	gr	25.2	28	30.8
X_3	Ácido Cítrico	ml	6.3	7	7.7
X_4	Gelatina	gr	0	3.75	7.5
X_5	Carragenato	gr	0	3.75	7.5

Las muestras preparadas, corresponderán de acuerdo a una planificación experimental de Plackett-Burman con 16 experimentos más 3 réplicas al punto central; las columnas no utilizadas para las variables de proceso, se han considerado variables Dummy [Lewis, et. al. 1999]. En la tabla 2 se esquematiza el plan experimental efectuado.

Tabla 2. Esquema del plan experimental

Exp. No.	Clara de Huevo	Sacarosa	Gelatina	Ácido cítrico	Carragenato
N_1	-1	-1	-1	-1	1
N_2	1	-1	-1	-1	-1
N_3	-1	1	-1	-1	-1
N_4	1	1	-1	-1	1
N_5	-1	-1	-1	1	-1
N_6	1	-1	-1	1	1
N_7	-1	1	-1	1	1
N_8	1	1	-1	1	-1
N_9	-1	-1	1	-1	-1
N_{10}	1	-1	1	-1	1
N_{11}	-1	1	1	-1	1
N_{12}	1	1	1	-1	-1
N_{13}	-1	-1	1	1	1
N_{14}	1	-1	1	1	-1
N_{15}	-1	1	1	1	-1
N_{16}	1	1	1	1	1
N_{17}	0	0	0	0	0
N_{18}	0	0	0	0	0
N_{19}	0	0	0	0	0

Para la formación de la espuma se utilizó una batidora, ubicada en forma estacionaria, y todos los componentes de la espumilla fueron incorporados desde el inicio del proceso de batido. Para controlar las posibles variaciones de temperatura que puedan ocurrir en el proceso, se utilizó un baño termostato a 20° C constante. El proceso se lo realizó durante 30 minutos a velocidad constante de 8000 rpm (133.33 revoluciones por segundo). El aparato utilizado se esquematiza en la figura 1.

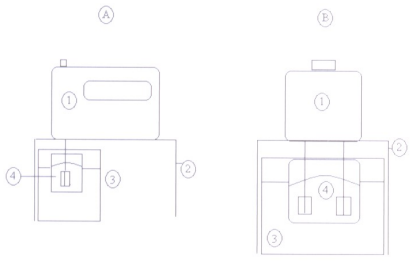


Figura 1. Diagrama del sistema de batido. A – Vista Lateral. B - Vista Frontal

1. Variador de revoluciones
2. Soporte estacionario
3. Baño Termostato
4. Espumilla

La aplicación de la evaluación sensorial, se realizó en una plantilla de registro que se muestra en la tabla 3, de escala ordinaria de 0 a 5; donde 0 es ausencia o nula percepción y 5 la máxima percepción.

Tabla 3: Plantilla de Evaluación Sensorial
ANALISIS ORGANOLEPTICO DE ESPUMILLA
MUESTRA:

	0	1	2	3	4	5
TEXTURA						
OLOR A HUEVO						
DULZURA						
ACIDEZ						
SABOR A HUEVO						
SABOR A QUIMICO						

Se tabularon todos los datos generados en la evaluación sensorial, y se obtuvo la mediana de cada una de las características evaluadas. Con los valores obtenidos en la tabulación se determinaron cuales son los valores de mayor aceptación para las características evaluadas, estos valores corresponden: textura 4, olor a huevo 0, dulzura 5, acidez 2, sabor a huevo 0 y el sabor químico 0. Estos valores fueron determinados mediante una encuesta previa sobre las tendencias sensoriales del panel, encuesta previa al estudio realizado.

Considerando estos valores se aplicaron diferentes funciones multicriterio para cada una de las características, siendo los siguientes: triangular para la textura (figura 2), el valor optimo es mayor a la mitad de la escala, y triangular para la acidez (figura 3), el valor optimo es menor a la mitad de la escala, lineal creciente para la dulzura (figura 4), lineal inversa para el olor a huevo, el sabor a huevo y el sabor químico (figura 5). Estas modulaciones se aplicaron a cada una de las muestras para poder obtener la función de utilidad, promedio de los valores correspondientes a cada característica, obteniendo los valores que se presentan en la tabla 4.

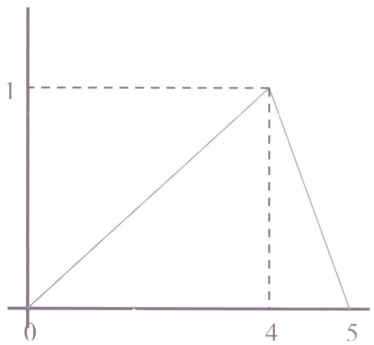


Figura 2: Triangular de textura

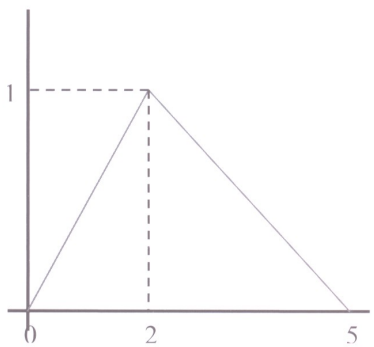


Figura 3: Triangular de acidez

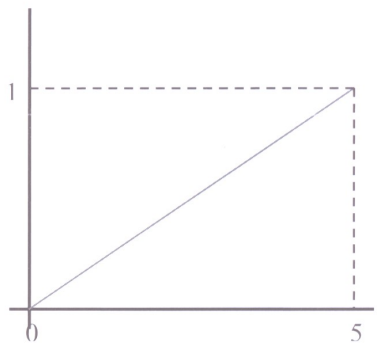


Figura 4: Lineal creciente de dulzura

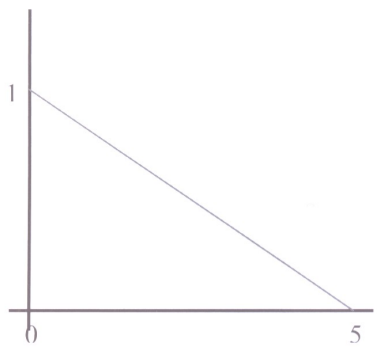


Figura 5: Lineal decreciente de olor a huevo, sabor a huevo y sabor químico

Tabla 4: Función de Utilidad

Exp Name	F.U
N1	0,5208
N2	0,4458
N3	0,7667
N4	0,525
N5	0,725
N6	0,525
N7	0,5417
N8	0,6917
N9	0,6458
N10	0,4917
N11	0,4333
N12	0,6083
N13	0,5208
N14	0,5792
N15	0,5833
N16	0,5667
N17	0,5333
N18	0,525
N19	0,6208

Con los valores obtenidos de función de utilidad (FU) se pudo determinar cuales fueron las muestras con mayor aceptación. Con la Función Utilidad, se pudo determinar la influencia de cada uno de los componentes en los datos obtenidos, encontrando que el carragenato tiene significancia al 95%, con valor negativo, estos resultados se muestran en la Tabla 5.

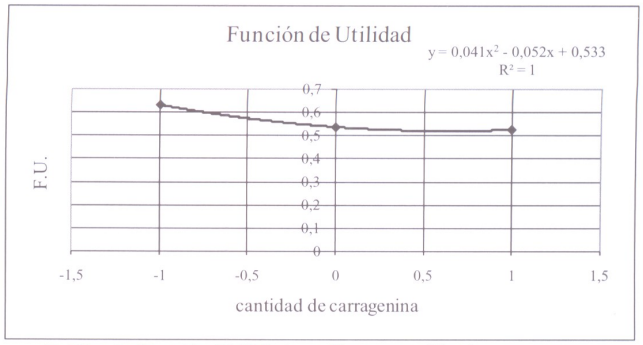
Tabla 5: Tratamiento Estadístico Función Utilidad

FU	Coeff. SC	Std. Err.	P	Conf. int()
Constant	0,57105	0,01034	1,31E-05	0,032906
Cla	-0,01901	0,01127	0,19015	0,035858
Sac	0,01641	0,01127	0,2414	0,035858
Aci	0,01849	0,01127	0,19934	0,035858
Gel	-0,01953	0,01127	0,18144	0,035858
Car	-0,05755	0,01127	0,01452	0,035858
cla*sac	0,02734	0,01127	0,0936	0,035858
cla*aci	0,01797	0,01127	0,20903	0,035858
cla*gel	0,02682	0,01127	0,09757	0,035858
cla*car	0,03047	0,01127	0,07353	0,035858
sac*aci	-0,01224	0,01127	0,35684	0,035858
sac*gel	-0,02214	0,01127	0,14421	0,035858
sac*car	-0,01536	0,01127	0,266	0,035858
aci*gel	-0,00964	0,01127	0,45533	0,035858
aci*car	0,00443	0,01127	0,72064	0,035858
gel*car	0,00703	0,01127	0,57684	0,035858

Para determinar el efecto que causa el carragenato en la formulación se optimizó el diseño para las muestras, manteniendo constantes las cantidades de los otros componentes. Estos valores corresponden al valor máximo utilizado para los componentes básicos, y el mínimo para el otro hidrocoloide, la gelatina, variando únicamente los correspondientes al carragenato, de igual forma se calculó la función de utilidad como se muestra en la tabla 6, para poder relacionar la FU con la influencia de la concentración de carragenato, y a partir de este punto poder calcular el punto óptimo para su concentración de carragenato, los valores correspondientes a cada una de las concentraciones fueron promediados para ser graficados como se muestra en la gráfica 1.

Tabla 6: Composición de las muestras en la optimización

Clara de Huevo	Sacarosa	Gelatina	Ácido Cítrico	Carragenato	F.U
1	1	-1	1	-1	0,58333
1	1	-1	1	-1	0,57917
1	1	-1	1	-1	0,60833
1	1	-1	1	-1	0,64583
1	1	-1	1	-1	0,69167
1	1	-1	1	-1	0,725
1	1	-1	1	-1	0,76667
1	1	-1	1	-1	0,44583
1	1	-1	1	0	0,53333
1	1	-1	1	0	0,525
1	1	-1	1	0	0,62083
1	1	-1	1	1	0,56667
1	1	-1	1	1	0,52083
1	1	-1	1	1	0,43333
1	1	-1	1	1	0,49167
1	1	-1	1	1	0,54167
1	1	-1	1	1	0,525
1	1	-1	1	1	0,525
1	1	-1	1	1	0,52083



Gráfica 1: Función Utilidad vs. Concentración de carragenato

CONCLUSIÓN

Cuando se realizó el tratamiento estadístico de los datos de la función de utilidad, y se determinó la significancia al 95% del carragenato, se observó que su valor era negativo, lo que corresponde a que su presencia en la espumilla disminuye la aceptación, siendo los efectos observados los siguientes: potenciación del olor a huevo e influencia en la textura, convirtiéndola en una espuma fofa. Estos dos efectos provocados no fueron del agrado del panel de evaluación sensorial.

Con el tratamiento de los datos se determinó que, la espumilla de mejor aceptación, no debe contener carragenato.

En cuanto al otro hidrocoloide, la gelatina sin sabor, este no tiene un efecto significativo sobre la respuesta, probablemente debido a que en la formulación existe un exceso de proteína (albúmina del huevo).

Las demás variables (clara de huevo, sacarosa, ácido cítrico), en el rango utilizado no han tenido efectos significativos.

BIBLIOGRAFIA

Lewis, G., Mathieu, D., Phan-Tan-Luu, R.1999. Pharmaceutical Experimental Design Marcel Dekker INC, New York, The United States of America.

Lundstedt, T., Seifert, E., Abramo, L., Thelin, B., Nyström, Å., Pettersen, J. and Bergman, R. 1998, Experimental design and optimization, *Chemometr. Intel. Lab. Syst.*, 42: 3-40.

Marengo, E. 1994. Ottimizzazione di processo e pianificazione sperimentale, Talete S.r.l., Milano, Italia.

Massart, D.L., Vandeginste, B.G.M. and Buydens, L.M.C. 1997. Handbook of Chemometrics and Qualimetrics: Part A., Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands.

Pavan, M. 2003. Total and partial ranking methods in chemical science. PhD thesis in chemical science. Universty of Milano-Bicocca. Italy.

Sancho, J., Bota, E. y De Castro, J.J. 2002. Introducción al análisis sensorial de los alimentos, Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V., México, D.F., México.

Vaclavick, V., 1998. Fundamentos de Ciencia de los Alimentos, Editorial Acribia, Zaragoza, España.

Walstra, P., 2003. Physical Chemitry of Foods, Marcel Dekker INC, New York, The United States of America.

Williams. P., Philips, G. 2003. Texture in Foods, B. Mckenna editor Volume 1: Semi-Solid Foods, The use of hidrocolloids to improve food texture, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England.