

ALIMENTOS

CIENCIA E INGENIERIA



N° 6 (2)

Agosto de 1998

La Revista **ALIMENTOS CIENCIA E INGENIERÍA** es una publicación de resúmenes 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 y vínculos de cooperación mediante el intercambio científico y cultural. Las contribuciones a la presente publicación son responsabilidad exclusiva de los autores.

EDITORIAL

Una mirada a la industria mundial de alimentos refleja un cambio paulatino del tipo de productos que ésta ofrecerá en el futuro. En este ámbito, la actitud y percepción del consumidor, el establecimiento de nuevas formas de distribución masiva de productos, así como la internacionalización del mercado han creado un enorme potencial para el desarrollo de una gran variedad de productos alimenticios que por su precio, conveniencia y calidad satisfagan las necesidades del consumidor.

La respuesta a este cambio por parte de los procesadores de alimentos debe ser inmediata para ganar o mantener su participación en el mercado nacional y/o internacional. Es estratégico entonces buscar y analizar las tendencias más importantes que pueden influir en la investigación y desarrollo de nuevos productos. Tendencias que se identifican con aquellos factores fundamentales que moldean una cultura, que se derivan de comportamientos, que sobreviven a través de los años y que tienen un gran impacto en la sociedad. Entre las tendencias aludidas podemos mencionar:

La Salud que está asociada con los avances de la ciencia médica, marca su influencia en la demanda de productos con bajo contenido de calorías, grasas y reducción específica de colesterol, en la disponibilidad de alimentos orgánicos naturales, vegetarianos y nutracéuticos; el impacto que la salud tiene en el comportamiento y actitudes de una población se refleja en la disminución del consumo de ciertos alimentos tradicionales, es obvio que estas conductas generan oportunidades para nuevos productos.

El Tiempo que es limitado y caro provoca una demanda de conveniencia y velocidad a través de la cadena distributiva y de consumo; por tanto los alimentos deben poseer la cualidad de "portabilidad" tal el caso de los "Fast Food", alimentos congelados y productos para ser reconstituídos en microondas.

Otras oportunidades creadas por el tiempo son las coberturas y embalajes que proveen facilidades para el transporte y que evitan preparaciones adicionales.

Alimentos nutritivos que ofrezcan facilidad de preparación y ahorren tiempo, constituirán uno de los sectores con mayor potencial de crecimiento. La proliferación de "Fast Food", Delicatessens y tiendas de conveniencia son evidencias de esta tendencia.

La Indulgencia, ciertos sectores de consumo cuyas necesidades básicas ya están satisfechas, demandan de alimentos diferentes y exóticos que generen otras oportunidades de venta incluyendo los alimentos étnicos que por su origen le dan un carácter especial y satisfacen cierto status o cierto ego de exclusividad y/o estilo de vida.

El Valor sigue siendo el factor más importante que determina el consumo de productos alimenticios. Este factor sumado a la falta de crecimiento real de los sueldos y al receso económico mundial; ha dado lugar a la condición sustentada del valor intrínseco de los alimentos y no sólo de su costo, por tanto el valor puede ser percibido o real, tal el caso de ingredientes que aumentan el tamaño de ciertos productos (valor real) y otros que incrementan el peso al atrapar agua; (valor percibido). Las respuestas visibles a esta tendencia son la aparición de centros de distribución masiva, la etiqueta privada, los alimentos compartidos, gangas diarias en supermercados y comidas de "Fast Food" con realce al valor.

Dentro de este escenario en Ecuador se debe mejorar la capacidad operativa de investigación, desarrollo y asistencia tecnológica para atender la demanda del sector industrial y propender al desarrollo de nuevos productos que utilicen materias primas de origen nacional que tengan buenas expectativas de exportación. Lo propuesto junto al mejoramiento continuo en el proceso de fabricación a una adecuada base agrícola y al desarrollo de la capacidad exportadora consolidarán la industria alimenticia nacional y lo harán más apta y competitiva.

Ing. Mario Manjarrez L.
DECANO

AUTORIDADES

RECTOR
Ing. Víctor Hugo Jaramillo

VICERRECTOR
Ldo. Aníbal Jara A.

DECANO
Ing. Mario Manjarrez

SUBDECANO
Ing. Rommel Rivera

.....

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN
Egda. Teresa Freire

REVISIÓN
Ing. Lenín Garóf

IMPRESIÓN Y
ENCUADERNACIÓN
Sr. Arturo Freire

11-06-2008

HASS-032-08

(1313)

CONTENIDO

Características principales relacionadas con la maduración de naranjillas (<i>Solanum quitoense</i>). V Año FCIAL, J. Alvarado	1
Determinación de la estabilidad de soluciones de jugo de limón en envases plásticos (OPPALYTE) E. Cevallos, M. Solarte, J. Alvarado	12
Fermentación alcohólica del líquido (Chahuar Mishque) obtenido del Cabuyo Negro (<i>Agave americano</i>) A. Mejía J. Pérez, M. Paredes	31
Papilla a base de arroz (<i>Oryza sativa</i>) y arveja (<i>Pisum sativum</i>) fermentados. C. Bedón, N. Jimbo, C. German	40
Acondicionamiento de semilla de palma africana (<i>Elaeis guineensis</i>) para la extracción de aceite. J. Arteaga, V. Campos, A. Ulloa	53
Camarón y subproductos de camarón (<i>Penaeus Vannamei</i>): secado por asperción. G. Heras, G. Larrea, J. Alvarado	71
Proyecto de factibilidad para la instalación de una Planta Procesadora de "SNACKS" enriquecidos proteínicamente con quinua (<i>Chenopodium quinua</i>). S. Bouma, L. Anda	86

11-06-2008

HASS-032-08

CARACTERISTICAS PRINCIPALES RELACIONADAS CON LA MADURACION DE NARANJILLAS (*Solanum quitoense*)*

Juan de Dios Alvarado**
Quinto Año FCIAL***

RESUMEN

La naranjilla es un fruto que se produce en los valles de Pastaza, Napo y Yunguilla en Ecuador y en las áreas montañosas de Cauca y Nariño en Colombia, en donde se denomina lulo. A pesar de la potencialidad económica por su labor y aroma específicos y la versatilidad de usos, se conoce muy poco sobre las propiedades físicas y químicas, lo que motivó la realización del presente trabajo.

En numerosas muestras de tres variedades conocidas como Agria Puyo, Dulce e INIAP – Palora, con diferente grado de maduración, se realizaron las determinaciones siguientes.

Fruta entera: Peso, volumen, dimensiones, densidad y gravedad específica. Parte comestible: pH, acidez, °Brix, parámetros reológicos. En adición se determinaron los porcentajes de corteza, semillas y parte comestible que incluye la pulpa para la extracción del jugo.

Se presentan los datos promedios con su respectiva desviación estándar, que caracterizan al fruto. Con el propósito de cuantificar los cambios que ocurren durante la maduración, se realizaron pruebas de correlación entre todas las características analizadas. Mediante ecuaciones de regresión, se relacionan a propiedades físicas con índices químicos, utilizados para definir el grado de maduración.

La información es útil para propósitos de almacenamiento técnico de la fruta y para trabajos que conduzcan a su industrialización, así en la elaboración de jugos y pulpas, se necesitan los datos de los parámetros reológicos.

Palabras clave: Frutas, Maduración, Naranjilla.

INTRODUCCION

Según Estrella (1990), la naranjilla es nativa de la Cordillera Oriental de Ecuador. Señaló que sus características y nombre fueron reportados por primera vez por el Padre Cobo en 1652 desde la Provincia de Quito. Jean Baptiste Lamarck en 1793 utilizó esta información y formalmente la llamó naranjilla (*Solanum quitoense*).

* Presentado en el Primer Congreso Venezolano de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Caracas – Venezuela, marzo de 1996.

** Ing. M. Sc. Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

*** Estudiantes de Quinto año de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, período 1995-1996.

En la Primera Conferencia Internacional sobre la Naranja, organizada por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP (1982), se reportaron las siguientes variedades, que son parte de un banco de germoplasma: Naranja común, variedad Agria (*Solanum quitoense*, var. Agria); variedad Dulce o de Castilla (*Solanum quitoense*, var. Dulce); variedad espinosa (*Solanum quitoense*, var. Septentrionale); naranja Híbrida (*Solanum quitoense*, Lam x *Solanum sessiliflorum*), conocida como Híbrida Puyo. Además las especies silvestres conocidas como: Huevo de Tigre (*Solanum hirtum*); Uvilla (*Solanum tequilense*); Ubre de vaca (*Solanum mansum*); Jíbara morada (*Solanum tapiro*) y Jíbara Amarilla (*Solanum cocona*). Lo anterior es un indicativo de las numerosas variedades existentes en el país, y refuerza el criterio que el origen de esa fruta, puede ser ubicado en la cuenca del Pastaza.

Sin embargo, la naranja no ha recibido suficiente atención, casi desaparece pues las plantas empezaron a morir debido a nemátodos. Se cortaron los árboles enfermos incluso en las áreas vírgenes, con el propósito de extinguir esta plaga. Afortunadamente una variedad resistente fue hibridada por un campesino de la región, con lo que el cultivo revivió.

En general existe muy poca información científica y técnica publicada acerca de este cultivo. Como ejemplo, Brunke y colaboradores (1989), destacaron que nada se publicó previamente sobre las sustancias responsables del aroma, el cual es interesante pues recuerda a varias frutas en conjunto. Determinaron que los principales compuestos relacionados con el olor de la naranja, fueron ésteres de ácido butanoico y acetato de etilo, no definieron compuestos relevantes para caracterizar en forma particular el aroma.

Con relación a las propiedades físicas, existen datos obtenidos en muestras de la variedad Agria Puyo. Alvarado y Romero (1989) determinaron valores de la densidad de la pulpa a tres temperaturas; densidad del jugo y viscosidad del jugo filtrado, como las medidas se hicieron entre 10° y 80°C a intervalos de 5°C, se establecieron las ecuaciones de regresión cúbica correspondientes y los valores de la energía de activación para el flujo. Datos del calor específico de la pulpa como función de la humedad, desde 3690 hasta 2750 [J/Kg.K], entre 92.4 y 63.1 g de agua/100 g, fueron publicados por Alvarado y Moreno (1987). Valores de la difusividad térmica, $1.31 \cdot 10^{-7}$ [m²/s], y de la conductividad térmica, 0.42 [W/m.K], medidos en pulpa de naranja con 92% de humedad, fueron utilizados por Alvarado (1994), para analizar el efecto que tiene la humedad sobre estas propiedades térmicas. Por otra parte, Pino Cardona (1988) presentó datos determinados en lulo de: diámetro, largo, unidades por kilogramo, peso por unidad, dureza, densidad, y los porcentajes de cáscara, jugo y semilla; los valores fueron comparables con sus correspondientes de naranja, determinados en el INIAP.

Información básica especialmente relacionada con aspectos agronómicos fue recopilada y publicada por la NRC (National Research Council, 1989). La composición química por 100 g de porción comestible es: calorías, 23; agua, 92.5 g; proteína, 0.6 g; grasa, 0.1 g; carbohidratos, 5.7 g; fibra, 0.3 g; ceniza, 0.8 g; calcio, 8 mg; fósforo, 12 mg; vitamina A, 600 UI; tiamina, 0.4 mg; riboflavina, 0.04 mg; niacina, 1.5 mg; ácido ascórbico, 25 mg. Valores similares de la composición proximal fueron establecidos en el Laboratorio de Nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, y transcritos por Heiser y colaboradores (1995), en las variedades INIAP-Palora, Híbrido-Puyo F1 y Agria. Además se incluyen datos de: acidez, 0.95 a 2.22 %; alcaloides totales, 0.057 a 0.050 %; sólidos solubles, 6.0 a 5.0; sólidos totales, 9.82 a 8.38 % y azúcares totales, 2.83 a 1.93 %.

Se conoce muy poco sobre los cambios en las propiedades físicas y químicas, que ocurren durante la maduración de las naranjas, para lo cual previamente se requiere hacer una caracterización primaria que diferencie a las variedades principales, lo que motivó la realización del presente trabajo.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron tres variedades, dos por ser las más comercializadas y una por el potencial agronómico e industrial que presenta.

Naranja Agria (Puyo), es un fruto de forma redonda ligeramente achatada, de color amarillo, su pulpa es de color verde amarillento, es jugosa y poco consistente, aromática al momento de la cosecha y de sabor ácido. La naranja Agria comercializada desde 1988, que se distingue por su gran tamaño, en su mayoría es Híbrida Puyo, cuya dramática alteración de tamaño, se debe a la influencia de un compuesto químico (Dacoido) rociado en las flores, es resistente al ataque de plagas y al transporte.

Naranjilla Dulce (Río Negro), es un fruto esférico algo achatado, de color amarillo rojizo, de dimensiones pequeñas en comparación con las otras variedades, se diferencia de la anterior por tener más desarrollada la base del pedúnculo que es corto y con cinco semipalos muy adheridos en la unión con el fruto, la pelusa de los tallos y del fruto es tosca y es uno de sus distintivos especiales. Su aspecto interno es semejante al del tomate, presenta cuatro secciones simétricamente dispuestas, su pulpa es jugosa y de color verdoso, las semillas en un número aproximado de 1000 a 1200 por fruto son lisas, redondeadas y de color amarillo claro. Presenta un olor fragante, suave y delicado, que puede ser calificado como exótico, su sabor es dulce ligeramente ácido.

Un nuevo híbrido el INIAP – Palora, obtenido en 1985 en la Granja Experimental Palora, por polinización dirigida a partir de los genotipos : *Solanum sessiliflorum* (Var. Morona Grande) y *Solanum quitoense* (Var. Baeza Roja), produce un fruto que es más grande, sin la necesidad del uso de compuestos químicos. La información técnica para la inscripción de este híbrido, que presenta valiosas perspectivas agronómicas e industriales, fue publicada en un documento elaborado por el personal científico y técnico que trabaja en el desarrollo del nuevo cultivo (Heiser y colaboradores, 1995). Es un fruto esférico ligeramente achatado, de color rojizo, consistente, resistente al ataque de plagas y no se daña fácilmente durante el transporte. Su pulpa es de color amarillento, jugosa, poco aromática al momento de la cosecha, de sabor ácido. El jugo mantiene su color original por más de 48 horas, a diferencia de las otras variedades que se oscurecen por reacciones de empardeamiento en tiempos cortos, particularidad que es muy útil para su industrialización.

Se trabajó con un total de 240 naranjillas provenientes de diferentes sectores de la amazonía ecuatoriana, de las cuales, 120 naranjillas eran de la variedad Agria Puyo, 90 naranjillas de la variedad Dulce y 30 naranjillas de la variedad INIAP – Palora. Los ensayos se los realizó en grupos de 30 naranjillas de una misma variedad, pero de distinto grado de maduración determinado por el color (maduras, pintonas y verdes).

Los frutos fueron lavados individualmente para luego realizar las determinaciones siguientes: Peso de cada una de las naranjillas en el aire y sumergido en tolueno, con el uso de una balanza de precisión 0.01 g, marca Cobos, Volumen desalojado, utilizando una probeta de 500 ml. Diámetro mayor y diámetro menor, con la ayuda de un calibrador pié de rey, marca Craftsman (0.001 pulg). El valor de la densidad, se calculó mediante la división, peso en el aire para el volumen desalojado. El valor de la gravedad específica, se determinó de la relación entre el peso en el aire y peso del fruto sumergido en tolueno, previamente se midió la gravedad específica del tolueno con la ayuda de un hidrómetro marca CMS (intervalo: 0.85 – 0.90; precisión 0.001).

Luego con un cuchillo muy filo se peló la cáscara y se extrajo muy cuidadosamente las semillas, para posteriormente, con la ayuda de un calibrador pié de rey marca Craftsman (0,001 pulg) y una balanza electrónica Mettler (0,001 g), medir el grosor y peso de la cáscara y el peso de las semillas, respectivamente.

Con la parte comestible restante, se extrajo al zumo utilizando un lienzo para determinar: pH, con la ayuda de un analizador de soluciones marca Cole – Parmer Instrument Co. (0.01). Acidez, según la Norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) # 381 para jugos. Azúcares solubles, para lo cual se utilizó un refractómetro Abbe (0.1 °Brix).

Para la determinación de los parámetros reológicos, en un vaso de precipitación alto de 600 ml, se transfirió 500 ml de pulpa de naranjilla, previamente licuada por 5 a 20 minutos hasta homogenizar la muestra. Se acopló el rotor adecuado de un viscosímetro rota (m) para el caso de la nacional digital marca Brookfield modelo LV-I, instalado con el brazo protector y el rotor LV3 (longitud efectiva = 0.04846 m) para el caso de las naranjillas pintonas y maduras, y el rotor LV4 (longitud efectiva = 0.03396 m) para las naranjillas verdes. Se sumergió el rotor en el centro de la muestra y se trabajó a 12 [rpm] por 20 minutos, con el fin de estabilizar el viscosímetro y las lecturas. Luego se aumentó la velocidad de rotación a 60 rpm por 10 minutos y se realizó la primera lectura, las demás lecturas se realizaron disminuyendo la velocidad de rotación cada 10 minutos hasta 30; 12; 6; 3; 1.5; 0.6; 0.3 [rpm]. Los valores del índice de consistencia y del índice de comportamiento pseudoplástico, se calcularon con la ecuación indicada por Zuritz (1995). Los valores correspondientes al comportamiento tipo mixto, Bingham – pseudoplástico o Herschel – Bulkley (H-B), que son los dos anteriores más el esfuerzo mínimo de fluencia, se calcularon con el método de integración indicado por Charm (1981). Todas las medidas se hicieron a una temperatura del orden de 20 °C.

El procesamiento de los datos y los análisis de regresión y correlación, fueron hechos con el programa de computación Excel, por un grupo de alumnos de Cuarto Año de la FCIAL/UTA.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los valores promedios con su respectiva desviación estándar de diecinueve propiedades, medidas en los frutos de tres variedades de naranjilla. Por el número de muestras, adquiridas en fechas diferentes y seleccionadas por su color, los valores caracterizan a los frutos de las distintas variedades.

Los frutos más grandes por su volumen, tamaño y peso, son los de la variedad Palora (peso promedio 85.2 g), seguidos por los de la variedad Agria y Dulce (79.5 g y 50.7 g); estos últimos en cambio mantienen las características reconocidas de la *Solanum quitoense*, mayor gravedad específica, menor acidez y mayor contenido de sólidos solubles.

Se espera mayores rendimientos en la variedad Agria con 88.3% de parte comestible, rendimientos ligeramente menores se establecen en la variedad dulce, 84.3%, y en la variedad INIAP – Palora, 77.7%. El porcentaje en peso de semillas es considerablemente menor en la variedad Agria, 2.43%; con relación a la Dulce que es, 5.85%, e INIAP – Palora, 13.8%.

Según la información presentada, existen diferencias notorias en el índice °Brix/acidez, para las tres variedades.

Se seleccionaron 45 correlaciones de las 342 realizadas, el propósito fue analizar la relación existente entre las propiedades físicas y las determinaciones químicas asociadas con la maduración. En la tabla 2 se presentan los términos de la regresión lineal y el valor del coeficiente de correlación, establecidos con los datos de la variedad Agria Puyo.

El peso del fruto presentó correlaciones muy altas con el peso de la parte comestible, y con la relación peso parte comestible/peso cáscara, lo anterior ratifica lo indicado de un mayor rendimiento para esta variedad. Como se espera, también existe una correlación muy alta ($r = 0.96$) entre el peso de la parte comestible y la relación peso parte comestible/peso cáscara.

También existen relaciones estadísticamente significativas ($P_{0.01} = 0.254$) entre: Densidad y grosor de cáscara; gravedad específica y °Brix; grosor y acidez; grosor de cáscara y °Brix / acidez; pH y acidez; °Brix y °Brix/acidez. Una correlación muy alta ($r = -0.88$) se estableció entre las propiedades acidez y °Brix/acidez.

En esta variedad las correlaciones más altas se establecen entre propiedades físicas y entre propiedades químicas. Las correlaciones entre las propiedades físicas con las propiedades químicas, si bien son estadísticamente significativas, no son determinantes.

Las ecuaciones consideradas como relevantes son:

$$\begin{aligned} (\text{Peso [kg]}) &= 0.0089 + 0.9936 (\text{Peso parte comestible}) \\ (r &= 0.99) \\ (\text{Gravedad específica}) &= 0.950 + 0.0043 (°\text{Brix}) \\ (r &= 0.26) \\ (\text{Acidez}) &= 124.4 - 518.1 (°\text{Brix/acidez}) \\ (r &= -0.88) \end{aligned}$$

En la Tabla 3 se presentan los términos de la regresión lineal y los coeficientes de correlación, correspondientes a la variedad Dulce.

El peso del fruto presentó correlaciones con significado estadístico ($P_{0.01} = 0.267$) con varias propiedades, así, con el grosor de la cáscara, con el peso comestible ($r = 0.97$), con el pH, con la acidez, y con la relación °Brix/acidez.

La gravedad específica mantiene correlación con el pH, la acidez y la relación °Brix/acidez. Además se establecieron correlaciones entre: grosor de cáscara y peso parte comestible; peso parte comestible y pH; peso parte comestible y °Brix/acidez; peso parte comestible / peso cáscara y °Brix; peso parte comestible / peso cáscara y acidez.

En esta variedad se establecen correlaciones entre propiedades físicas con propiedades químicas, como ejemplo se menciona, el peso con la acidez ($r = 0.39$); sin embargo se destacan las medidas químicas, y las relaciones siguientes: pH con °Brix, acidez, °Brix/acidez, °Brix con acidez, °Brix / acidez. Del mismo modo que en la variedad Agria, en la variedad Dulce se estableció un alto coeficiente de correlación ($r = -0.87$), se estableció entre las propiedades acidez y °Brix/acidez.

Las ecuaciones consideradas como relevantes son:

$$\begin{aligned} (\text{Peso [kg]}) &= -0.0001 + 1.1812 (\text{Peso parte comestible}) \\ (r &= 0.97) \\ (\text{Acidez}) &= 60.8 - 117.9 (^\circ\text{Brix/acidez}) \\ (r &= -0.87) \end{aligned}$$

Los resultados obtenidos con la variedad INIAP – Palora, presentados en la Tabla 4, establecen las siguientes correlaciones de significado estadístico ($P_{0.01} = 0.449$). Peso y peso parte comestible; peso y peso parte comestible/peso cáscara; grosor cáscara y peso parte comestible/peso cáscara; grosor cáscara y pH; pH y °Brix; pH y acidez; pH y °Brix/acidez; como en las otras variedades el coeficiente de correlación entre acidez y °Brix/acidez es muy alto ($r = -0.88$).

En esta variedad se destaca el hecho que la gravedad específica se correlaciona con todas las propiedades químicas analizadas. Gravedad específica y pH ($r = -0.75$); gravedad específica y °Brix ($r = 0.68$); gravedad específica y acidez ($r = 0.74$); gravedad específica y °Brix/acidez ($r = 0.58$). Lo anterior es importante, pues una determinación física simple con el fruto entero, rápida y de bajo costo como la gravedad específica, es un indicativo del avance de la maduración de estas naranjillas, y puede ser utilizada para calcular el contenido de sólidos solubles y la acidez que tiene la pulpa.

Las ecuaciones consideradas de mayor importancia son:

$$\begin{aligned} (\text{Peso [kg]}) &= 0.0078 + 1.0785 (\text{Peso parte comestible}) \\ (r &= 0.96) \\ (\text{Gravedad Específica}) &= 0.775 + 0.0353 (^\circ\text{Brix}) \\ (r &= 0.68) \\ (\text{Gravedad Específica}) &= 1.167 - 0.0747 (\text{pH}) \\ (r &= -0.75) \\ (\text{Gravedad Específica}) &= 0.869 + 0.0021 (\text{Acidez}) \\ (r &= 0.74) \\ (\text{Gravedad Específica}) &= 1.013 - 0.4718 (^\circ\text{Brix/Acidez}) \\ (r &= 0.58) \\ (\text{Acidez}) &= 71.7 - 250.1 (^\circ\text{Brix/Acidez}) \\ (r &= -0.88) \end{aligned}$$

En la tabla 5 se presentan los datos de los parámetros reológicos, determinados con un viscosímetro rotacional de cilindro simple, en muestras licuadas de pulpas.

Se consideran dos comportamientos, pseudoplástico definido por el modelo de la ley de la potencia, y tipo mixto o Bingham – pseudoplástico definido por el modelo de Herschel – Bulkley (H-B). Los dos modelos indicados, describen en forma adecuada el comportamiento de estas pulpas durante el flujo, con coeficientes de correlación superiores a 0.9; obviamente con el modelo H-B se obtiene una mayor cantidad de información, útil en especial cuando se calcula la potencia de bombas para el transporte.

En conjunto y en especial en los frutos maduros, los valores de los parámetros reológicos son similares; además pudieron ser comparados con los establecidos por Alvarado y colaboradores (1994) en pulpa de naranjilla Agria Puyo a 25°C. Los datos publicados fueron: Fluido pseudoplástico, índice de comportamiento, 0.37; índice de consistencia, 4.0 [Pa. sⁿ]. Fluido tipo mixto, índice de comportamiento, 0.70; índice de consistencia, 4.0 [Pa. sⁿ]; esfuerzo de fluencia o esfuerzo mínimo de deformación, 2.8 [Pa].

Los valores del índice de consistencia dependen en una gran extensión del grado de maduración de los frutos. En especial en las variedades Agria y Dulce, parece existir un incremento marcado de la consistencia conforme avanza la maduración, hasta llegar a un tiempo, luego del cual se presenta un descenso brusco. Este parámetro

reológico presenta muy buenas perspectivas para definir el tiempo de maduración adecuado de los frutos en la cosecha, almacenamiento e industrialización.

Cambios similares a lo indicado previamente, se observa en los valores del esfuerzo de fluencia, en las variedades Agria Puyo y Dulce. En la variedad INIAP – Palora la disminución de los valores es continua desde frutos verdes hasta maduros.

El índice de comportamiento al flujo cuyos valores son menores a la unidad, indica que estas pulpas son fluidos no-newtonianos tipo pseudoplástico en todos los casos. Se destaca el problema fundamental de preparación de las muestras, para que sean lo más homogéneas y sin la presencia de partículas sólidas, con el propósito de utilizar a los parámetros reológicos como índices de la maduración.

BIBLIOGRAFIA

- ALVARADO, J. De D. 1994. Propiedades físicas de frutas. IV. Difusividad y conductividad térmica efectiva de pulpas. Investigación Aplicada Latinoamericana, 24(1):41-47.
- ALVARADO, J de D.; ALVAREZ, M. Del C. SILVA, A. Y POVEDA, G. 1994. Determinación de parámetros reológicos en pulpas de frutas. Informe Final del Proyecto PFTA. Universidad Técnica de Ambato- Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas de Ecuador. Ambato. 44p.
- ALVARADO, J. De D. And ROMERO, C. 1989. Physical properties of fruits. I – II. Density and viscosity of juices as functions of soluble solids content and temperature. Latin American Applied Research (LAAR), 19:15-21.
- ALVARADO, J. De D. Y MORENO, C. 1987. Propiedades físicas de frutas. III. Calor específico de pulpa como función de su humedad. Revista Latinoamericana de Transferencia de Calor y Materia, 11:131-139.
- BRUNKE, E-J.; MAIR, P. And HAMMERSCHMIDT, F-J. 1989. Volatiles from naranjilla fruit (Solanum quitoense Lam). GC/MS analysis and sensory evaluation using sniffing GC. J. Agric. Food Chem., 37:746 – 748.
- CHARM, S. 1981. The Fundamentals of Food Engineering. 3th. Ed. Westport, Connecticut. AVI Pub. Co. Inc. P:57-59.
- ESTRELLA, E. 1990. El Pan de América. Etnohistoria de los Alimentos Aborígenes en Ecuador. Colección 500 años. Quito, Ecuador. Ediciones ABYA – YALA. P:284.
- HEISER, CH.; RODRIGUEZ, V.; SORIA, J.; SORIA, N.; BARRERA, H.; ULCUANGO, H. Y PIZANGO, J. 1995. Información Técnica para Inscripción del Híbrido de Naranjilla INIAP – Palora. Quito – Ecuador. INIAP. 15p.
- HEISER, CH. The Cocona (Solanum sessiliflorum, Solanaceae) and the naranjilla (Solanum quitoense, Solanaceae). Department of Biology. Indiana University. Bloomington. USA. P:305-312.
- INIAP. 1982. Memorias de la Primera Conferencia Internacional de Naranjilla. Quito, Ecuador. P:143-148.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1989. Lost Crops of the Incas: Little – Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. Washington, D.C. National Academy Press. P:267 – 275.
- PINO CARDONA, J. 1988. Manejo postcosecha e industrialización de lulo (Solanum quitoense, Lam). En: Memorias del Primer Seminario Nacional del Cultivo del Lulo. Frontino – Antioquia, Colombia. Departamento de Antioquia. Publicación Técnica No. 12. P:55-65.
- ZURITZ, C. 1995. Derivación de una ecuación para el cálculo de parámetros reológicos en base a medidas en viscosímetros rotacionales de cilindro simple. (Comunicación personal).

TABLA

Peso
Peso
Volum
Diáme
Diáme
Densid
Grave
Groso
Peso
% cá
Peso
% ser
Peso
% part
Parte
.Ph
°Brix
Acidez
°Brix /

Número

TABLA 1: VALORES PROMEDIOS CON LA DESVIACIÓN ESTANDAR DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DETERMINADAS EN TRES VARIEDADES DE NARANJILLA

PROPIEDAD	VARIEDAD AGRIA PUYO		VARIEDAD DULCE		VARIEDAD INIAP PALORA	
	Promedio	Desviación	Promedio	Desviación	Promedio	Desviación
Peso [kg]	7.95E-02	5.61E-02	5.07E-02	1.35E-02	8.52E-02	1.34E-02
Peso en el tolueno [kg]	8.18E-03	1.74E-03	6.18E-03	5.45E-03	6.69E-03	2.28E-03
Volumen [m ³]	7.70E-05	1.52E-05	5.33E-05	1.34E-05	8.46E-05	3.03E-05
Diámetro mayor [m]	4.97E-02	5.46E-03	4.68E-02	4.01E-03	5.51E-02	3.83E-03
Diámetro menor [m]	4.94E-02	6.18E-03	3.88E-02	4.46E-03	6.41E-02	7.85E-02
Densidad [kg/m ³]	9.70E+02	6.54E+01	9.45E+02	9.05E+01	1.82E+03	2.74E+03
Gravedad Específica	9.79E-01	1.24E-02	9.84E-01	2.27E-02	9.49E-01	2.43E-02
Grosor de cáscara [m]	2.18E-03	1.27E-03	1.90E-03	1.57E-03	5.51E-04	5.07E-04
Peso de la cáscara [kg]	6.81E-03	2.31E-03	4.48E-03	2.74E-03	7.32E-03	2.80E-03
% cáscara	9.15E+00	2.83E+00	8.82E+00	4.91E+00	8.52E+00	2.76E+00
Peso semilla [kg]	2.18E-03	1.27E-03	3.12E-03	2.62E-03	1.16E-02	5.00E-03
% semilla	2.43E+00	1.50E+00	5.85E+00	4.03E+00	1.38E+01	5.75E+00
Peso de parte comestible [kg]	6.60E-02	1.40E-02	4.31E-02	1.12E-02	6.63E-02	1.18E-02
% parte comestible	8.83E+01	3.00E+00	8.53E+01	5.05E+00	7.77E+01	5.45E+00
Parte comestib/Cáscara [kg/kg]	1.09E+01	4.19E+00	1.22E+01	5.75E+00	1.03E+01	4.07E+00
.Ph	2.92E+00	1.73E-01	3.20E+00	3.13E-01	2.93E+00	2.44E-01
*Brix	6.69E+00	7.34E-01	6.86E+00	7.48E-01	4.91E+00	4.65E-01
Acidez [m.eq/l]	6.17E+01	2.30E+01	3.78E+01	9.14E+00	3.78E+01	8.53E+00
*Brix / acidez	1.21E-01	3.90E-02	1.95E-01	6.77E-02	1.36E-01	3.00E-02

Número de muestras: Agria = 120; Dulce = 90; Palora = 30.

TABLA 2: RESULTADOS DE LAS CORRELACIONES LINEALES ESTABLECIDAS PARA LAS DIFERENTES CARACTERISTICAS DE NARANJILLA VARIEDAD AGRIA PUYO*

Y X	Peso en aire [kg]	Densidad [kg/m ³]	Gravedad Específica	Grosor de cáscara [m]	Peso Comestib. [kg]	Peso com/ Peso cásc. [kg/kg]	pH	°Brix	Acidez
Peso en aire [kg]									
Densidad [kg/m ³]	0.0495 0.0000 0.0361								
Gravedad Específica	0.7014 -0.6352 -0.1399	1993.5678 -1045.8796 -0.1976							
Grosor de cáscara [m]	0.0755 0.1116 0.0424	1005.1751 -976.0266 -0.3178	0.9759 0.0869 0.1498						
Peso comestible [kg]	0.0138 0.9953 0.2487	905.1614 975.7600 0.2091	0.9891 -0.1522 -0.1727	0.9891 -0.1522 -0.1727					
Peso com/ Peso cásc. [kg/kg]	0.0263 0.0049 0.3660	983.3920 -1.2680 0.1501	0.9725 0.00060 0.2038	0.0352 0.00012 0.0228	0.0608 0.00048 0.1436				
pH	0.0445 0.0000 0.0369	909.1871 20.6751 0.0546	1.0208 -0.0143 -0.1996	-0.0156 -0.1267 0.0821	0.0917 -0.0088 -0.1081	23.4435 -4.3016 -0.1773			
°Brix	0.1131 -0.0050 -0.0656	911.7695 8.6510 0.0971	0.9503 0.0043 0.2557	0.0654 -0.0043 -0.1491	0.0670 -0.0001 -0.0073	3.3434 1.1263 0.1971	2.8625 0.0089 0.0380		
Acidez	0.0691 0.0002 0.0424	965.5478 0.0657 0.0231	0.9829 -0.0001 -0.1146	0.0152 0.0003 0.3714	0.0577 0.0001 0.2208	10.6250 0.0040 0.0220	2.8093 0.0018 0.2431	6.6669 0.0003 0.0094	
°Brix/acidez	0.1009 -0.1767 -0.1227	964.0957 45.5544 0.0271	0.9718 0.0601 0.1895	0.0671 -0.2532 -0.4632	0.0761 -0.0831 -0.2309	9.3545 12.5581 0.1167	2.9876 -0.5403 -0.1218	5.7931 7.3782 0.3917	124.3862 -518.1244 -0.8790

*El primer valor corresponde a la intersección, el segundo a la pendiente y el tercero al factor de correlación.

TABLA 3

Y X	Peso en aire [kg]	Densidad [kg/m ³]	Gravedad Específica	Grosor de cáscara [m]	Peso comestible [kg]	Peso com/ Peso cásc. [kg/kg]	pH	°Brix	Acidez
Peso en aire [kg]									
Densidad [kg/m ³]									
Gravedad Específica									
Grosor de cáscara [m]									
Peso comestible [kg]									
Peso com/ Peso cásc. [kg/kg]									
pH									
°Brix									
Acidez									
°Brix/acidez									

*El primer

TABLA 3: RESULTADOS DE LAS CORRELACIONES LINEALES ESTABLECIDAS PARA LAS DIFERENTES CARACTERISTICAS DE NARANJILLA VARIEDAD DULCE*

Acidez	Y	Peso en aire [kg]	Densidad [kg/m ³]	Gravedad Específica	Grosor de cáscara [m]	Peso Comestib. [kg]	Peso com/ Peso cásc. [kg/kg]	pH	°Brix	Acidez
X										
	Peso en aire [kg]									
	Densidad [kg/m ³]	0.0285 0.0000 0.1576								
	Gravedad Específica	0.1440 -0.0949 -0.1592	888.2369 57.4193 0.0144							
	Grosor de cáscara [m]	0.0442 3.4196 0.3982	962.4630 -9322.9326 -0.1621	0.9802 1.7213 0.1195						
	Peso comestible [kg]	-0.0002 1.1804 0.9760	876.3344 1586.4117 0.1959	0.9946 -0.2566 -0.1265	-0.0001 0.0468 0.3324					
	Peso com/ Peso cásc. [kg/kg]	0.0533 -0.0002 -0.0891	937.5551 0.5846 0.0371	0.9795 0.0003 0.0828	0.0022 0.0000 -0.1698	0.0420 0.0001 0.0463				
	pH	0.1008 -0.0156 -0.3624	969.1602 -7.6357 -0.0264	0.9176 0.0206 0.2845	0.0014 0.0002 0.0302	0.0812 -0.0119 -0.3335	3.9731 2.5811 0.1407			
	°Brix	0.0556 -0.0007 -0.0395	1094.7959 -21.8747 -0.1807	0.9461 0.0055 0.1800	-0.0016 0.0005 0.2392	0.0450 -0.0003 -0.0186	-0.9861 1.9274 0.2508	2.4003 0.1169 0.2789		
	Acidez	0.0288 0.0006 0.3911	883.0126 1.6314 0.1648	1.0128 -0.0008 -0.3125	0.0033 0.0000 -0.2126	0.0260 0.0005 -0.2126	18.5105 -0.1659 -0.2638	3.8196 -0.0163 -0.4764	8.0868 -0.0324 -0.3963	
	°Brix/acidez	0.0631 -0.0635 -0.3183	979.4789 -178.1280 -0.1333	0.9598 0.1213 0.3625	0.0008 0.0056 0.2394	0.0528 -0.0496 -0.3009	9.0624 16.2702 0.1918	2.7379 2.3788 0.5144	5.4006 7.4828 0.6780	60.8403 -117.9455 -0.8740

*El primer valor corresponde a la intersección, el segundo a la pendiente y el tercero al factor de correlación.

TABLA 4: RESULTADOS DE LAS CORRELACIONES LINEALES ESTABLECIDAS PARA LAS DIFERENTES CARACTERISTICAS DE NARANJILLA VARIEDAD INIAP-PALORA*

X	Y	Peso en aire [kg]	Densidad [kg/m ³]	Gravedad Específica	Grosor de cáscara [m]	Peso Comestib. [kg]	Peso com/ Peso cásc. [kg/kg]	pH	°Brix	Acidez
Peso en aire [kg]										
Densidad [kg/m ³]	0.0802 2.75E-06 0.5645									
Gravedad Específica	0.0693 0.01681 0.0305	-12959.2647 15580.23751 0.1377								
Grosor de cáscara [m]	0.0871 -3.30722 -0.1256	2734.7321 -1654457.8280 -0.3058	0.9597 -19.7563 -0.4131							
Peso comestible [kg]	0.0078 1.07850 0.9650	-6095.5403 119497.45259 0.5117	0.9345 0.2164 0.1048	0.0008 -0.0033 -0.0773						
Peso com/ Peso cásc. [kg/kg]	0.0871 -0.00018 -0.0552	-1867.7186 358.46447 0.5318	0.9414 0.0007 0.1217	0.0012 -0.0001 -0.5011	0.0645 0.0002 0.0595					
pH	0.1094 -0.00826 -0.1511	6066.6573 -1449.91027 -0.1291	1.1674 -0.0747 -0.7522	-0.0025 0.0010 0.4979	0.0895 -0.0079 -0.1651	14.2152 -1.3387 -0.0804				
°Brix	0.0852 0.0000 -0.0001	91.6739 352.68284 0.0597	0.7753 0.0353 0.6765	0.0023 -0.0004 -0.3348	0.0570 0.0019 0.0743	0.9125 1.9111 0.2181	4.2125 -0.2619 -0.4978			
Acidez	0.0759 0.00025 0.1576	1681.7391 3.75431 0.0117	0.8689 0.0021 0.7432	0.0008 -0.00001 -0.1056	0.0596 0.0002 0.1290	14.1249 -0.1013 -0.2121	3.4515 -0.0139 -0.4848	3.6658 0.0329 0.6047		
*Brix/acidez	0.0976 -0.09100 -0.2045	2438.3951 -4530.33209 -0.0495	1.0129 -0.4718 -0.5834	0.0008 -0.0016 -0.0945	0.0726 -0.0468 -0.1194	4.2759 44.3727 0.3270	2.5235 2.9694 0.3645	5.4729 -4.1430 -0.2675	71.7308 -250.1356 -0.8801	

*El primer valor corresponde a la intersección, el segundo a la pendiente y el tercero al factor de correlación.

TABLA 5: PARAMETROS REOLOGICOS DETERMINADOS EN PULPAS DE NARANJILLA*

VARIEDAD Madurez	PSEUDOPLASTICO		TIPO MIXTO O H-B		Esfuerzo de fluencia [Pa]
	Indice de Comportamiento	Indice de Consistencia [Pa.s ⁿ]	Indice de Comportamiento	Indice de Consistencia [Pa.s ⁿ]	
AGRIA DEL PUYO					
Verde	0.49	24.7	0.76	10.6	7.5
Pintona	0.42	35.1	0.6	14.3	7.6
Madura	0.46	4.6	0.65	3.2	1.8
DULCE					
Verde	0.34	5.4	0.44	5.7	3.3
Pintona	0.41	8.2	0.61	9.1	4.2
Madura	0.3	6.3	0.62	3.3	4.6
INIAP – PALORA					
Verde	0.3	41.9	0.86	4.3	21.8
Pintona	0.37	5.4	0.89	0.7	3.1
Madura	0.5	4.4	0.96	0.6	1.8

* Valores promedios de tres muestras obtenidas con diez frutas, las medidas fueron realizadas entre 15 a 25° C con disminución de la velocidad de rotación del viscosímetro.

DETERMINACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE SOLUCIONES DE JUGO DE LIMÓN EN ENVASES PLÁSTICOS (OPPALYTE)

Edgar Cevallos *
Mónica Solarte *
Juan De Dios Alvarado **

RESUMEN

En limonadas azucaradas y no azucaradas preparadas con zumo de limón y agua mineral y potable, se ha evaluado la influencia del tiempo y temperatura sobre la estabilidad del ácido ascórbico (vitamina C), el índice de pardeamiento, el potencial de hidrógeno (pH), y cantidad de sólidos solubles (^oBrix), además se analiza el desarrollo microbiano al inicio y al final del experimento. Se utiliza un diseño factorial axbxc, en el que se estudian los siguientes factores: A: tipo de agua; B: temperatura de almacenamiento; C: presencia de azúcar.

Los análisis de vitamina C, mediante HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Presión), permiten determinar ecuaciones de primer orden para la degradación del ácido ascórbico.

Las ecuaciones sirven para calcular las pérdidas de ácido ascórbico cuando las limonadas permanecen en almacenamiento, a fin de reponer la pérdidas o bien para control nutricional. La velocidad de degradación es mayor cuanto más alta es la temperatura; los tiempos de vida media son mayores para los preparados con agua mineral lo cual indica una menor velocidad de degradación, sucede lo contrario cuando se preparan con agua potable.

Se ha establecido, ecuaciones de cero orden para el índice de pardeamiento, pH y contenido de sólidos solubles, que permiten definir de mejor manera la estabilidad de las soluciones de jugo de limón.

Se define como mejor tratamiento las limonadas preparadas con agua mineral Imperial, en función de una menor degradación y mayor aceptabilidad.

INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país inmensamente rico en recursos naturales que son fuentes potenciales de progreso, la tarea es ardua pero se cuenta con la materia prima y las herramientas, es imperioso desarrollar nueva tecnología para poder incursionar en un mercado altamente competitivo, se debe aprovechar la oportunidad para ganar espacio en la actividad tecnológica con visión económica y entusiasmo triunfador.

* Egresado (a) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Ing. M. Sc., Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

Se prete
compor
compet
sabor, c
es esen
organism
vitamin

Es imp
limonad
compos
reducto
inmedia
almacen
de form
principa
oxígeno

Materia

Limón s

Equipos

Cromató
Data Sta
100 °C;
0-5000
corp.; C
Refrigera

Material

Probetas
graduad
de merc
Envases

Reactivo

Ácido sul

Metodología

Se utiliza
el zumo
filtra, se l

ÓN EN

Cevallos *
ca Solarte *
Alvarado **

Se pretende buscar opciones tanto al uso del limón, como del agua mineral, cimentando el conocimiento del comportamiento del producto que posteriormente buscaría competir en el mercado con ciertas ventajas competitivas como un alto valor nutritivo (vitamina C), con excelentes características organolépticas como: sabor, color y olor naturales. Del mismo modo, se busca precautelar la salud de la población pues la vitamina C es esencial para el hombre quien es incapaz de sintetizarla o almacenarla en cantidades significativas en el organismo y esto hace necesario que la dieta contenga una regular y adecuada suplementación de ésta vitamina.

Es imposible formular pronósticos exactos acerca de la estabilidad del ácido ascórbico contenido en las limonadas y los zumos de frutas, ya que depende de muchos factores, entre los cuales se pueden citar la composición de la limonada, la tecnología de fabricación, el pH, la presencia de sustancias oxidantes y reductoras, los indicios de metales pesados, etc. Es trascendental entonces, realizar una determinación inmediatamente después de la fabricación y determinaciones sucesivas al cabo de cierto tiempo de almacenamiento, lo cual permite conocer de manera certera como ocurre el proceso deteriorativo con la idea de formular pronósticos de estabilidad para un producto específico. Se anota, sin embargo, que una de las principales causas de la degradación del ácido ascórbico es la presencia de oxígeno del aire, 1 mg de oxígeno (unos 3.6 ml de aire), reaccionan con aproximadamente 11mg de ácido ascórbico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materia prima.

Limón sutil., Agua potable., Agua mineral Imperial., Agua mineral Güitig., Azúcar.

Equipos.

Cromatógrafo Líquido de Alta Presión (HPLC) Perkin Elmer., Series 3B, Integrador Sigma-15, Chromatography Data Station.; Espectrofotómetro Varian, Series 634, pHmetro digital pH/mV/Temp meter, model 201, temp 0 - 100 °C.; Refractómetro Abbé, Milton Roy Company., Baño termostático, Juba'o C.; Centrífuga, Herm'e Z 230, 0-5000 rpm, National Labnet Company.; Balanza analítica de precisión, Mettler HK 160, Mettler instrument corp.; Cocineta eléctrica.; Selladora manual.; Estufa, Fisher isotemp oven, 200 series, hasta 350 °C.; Refrigeradora.

Materiales.

Probetas graduadas de 100 y 1000 ml., Vasos de precipitación de 10 ml., 1000 ml., y 2000 ml., Pipetas graduadas de 1 ml y 10 ml., Micropipetas de 200 ul de capacidad., Filtros de miliporo (0.42 um)., Termómetro de mercurio, escala (0 -100) °C., Cajas de Petri., Tamiz., Extractor manual de zumo de limón., Cuchillos., Envases plásticos (Oppalyle)

Reactivos.

Ácido sulfúrico 0.01 N., Ázida de sodio 0.01 %, Agua destilada., Peptona., Agar PCA.

Metodología.

Se utiliza el limón de la sierra o sutil, se prepara el jarabe (en caso de utilizarlo, si no se utiliza sólo se mezcla el zumo con agua a 75 °C) mediante mezcla en partes iguales en peso de azúcar refinada y agua caliente, se filtra, se lleva a ebullición y se enfría a 75°C.

El zumo de limón es extraído y una vez tamizado se mezcla con el jarabe (75 °C pasteurización) en una relación 2:1 de jarabe : zumo para el jugo pasteurizado. Este jugo se mezcla con agua fría utilizando una relación de dilución 1:1,5 de jugo : agua.

Las muestras se envasan en fundas plásticas (Oppalite) y se almacenan a las diferentes temperaturas del experimento, de donde se toma aleatoriamente a las: 0, 3, 6, 9, 12 y 15 semanas, para los análisis de, pH, °Brix, e índice de pardeamiento. Para el caso de cinética de degradación de ácido ascórbico las muestras se toman en tiempos oportunos de acuerdo a la temperatura de almacenamiento.

Las muestras no tratadas se colocan en congelación.

Métodos de análisis.

Ácido ascórbico.

Se determina el contenido de ácido ascórbico mediante cromatografía líquida de alta presión, en un HPLC (High Performance Liquid Chromatograph) Perkin Elmer. Las muestras se filtran a través de un filtro de miliporo (0,42 micrómetros), se ajusta a 20 °C y se inyecta 20 microlitros bajo las siguientes condiciones:

Instrumento	: Perkin Elmer, Series 3B, Liquid Chromatograph.
Columna	: Bio Rad, HPX 87 H; 300x7,8 MM.
Solvente	: Ácido sulfúrico 0,01 N/Ázida de sodio 0,01%.
Detector	: Spectrophotometer LC-85.
Flujo de solvente	: 0,6 ml/min (presión 4,2 mPa).
Tiempo de corrido	: 17 -20 min
Temperatura	: 20 °C.
Integrador	: Sigma 15, Cromatography data Station/LCI-100 Laboratory.
Atenuación	: 0
	velocidad de papel 3 mm/min.
inyector	: Rheodyne Model 7125

Índice de pardeamiento.

Se determina el índice de pardeamiento mediante el método mejorado de Klim y Nagy [17]. Las muestras se clarifican, se termostatan a 20 °C y se lee la absorbancia a 420 nm. en un espectrofotómetro Varian, series 634.

Se reporta la absorbancia de las muestras sujetas a los distintos tratamientos como la diferencia entre la absorbancia de la muestra tratada y la no tratada, así:

$$I.P_{(420\text{ nm})} = A_{(420\text{ nm})} (\text{Muestra tratada}) - A_{(420\text{ nm})} (\text{Muestra no tratada})$$

Potencial de hidrógeno.

Se mide con un pHmetro digital, 10 ml de muestra termostatizada a 20 °C se coloca en un vaso de precipitación, la muestra es agitada continuamente y se registra la lectura cuando permanezca estable.

Sólidos solubles (°Brix).

Se mide con un refractómetro ABBÉ. Las muestras se termostatan a 20 °C mediante un baño termostatzado Julabo C y se mezclan bien antes de proceder a la lectura.

Evaluación microbiológica (recuento total)

Para el recuento total [28], se preparan diluciones de 10EXP -1, 10 EXP -3 , 10EXP -5, 10 EXP-7; un mililitro se inocula asépticamente en medio agar PCA en cajas petri, se incuba a 30 °C por 3 días, se cuenta y el resultado se expresa como # ufc/ g. tomando en cuenta la dilución.

Evaluación sensorial

Muestras congeladas (tipo bolo) se someten a la evaluación sensorial. Un panel previamente entrenado evalúa sabor, color, y aceptabilidad que son calificados sobre una escala de cinco puntos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En jugos de frutas es predominante el ácido L-ascórbico por lo tanto sus valores pueden ser considerados como una estimación aceptable del contenido de vitamina C [2].

A fin de comprobar la confiabilidad del método, se ha establecido datos de ácido L-ascórbico (vitamina C), mediante Cromatografía Líquida de Alta Presión, para zumo puro de limón de la sierra con 8,55% de materia seca, 2,27 de pH a 20 °C y 7,35% de acidez como ácido cítrico y se establece el comportamiento cinético para la degradación del ácido ascórbico a 30 °C. El valor inicial de 42,71 mg/100 ml es totalmente comparable con valores reportados por varios autores entre ellos Gresswell, 30-55 mg/100 g.; Robertson y Samaniego, 47,6 mg/100 ml.; se señala además que la concentración de vitamina C varía en función de: país de origen, las prácticas agronómicas, la variedad, la edad del fruto, y el tipo de procesamiento dado a la fruta para la extracción del zumo.[8].

En adición, del análisis y graficación de los resultados se determina un comportamiento cinético de primer orden ($r = -0,928$) y los términos de la ecuación: punto de corte en ordenadas A 4,6846 y constante de velocidad de reacción $k = 1,4186 \times 10^{-5}$ (1/s), son comparables con datos publicados por Alvarado, J. y Palacios, N. [2].

Los valores reportados para las limonadas se justifican en razón de la dilución que sufre el zumo de limón ya que éste constituye apenas el 13,33% en peso de las limonadas, siendo el resto agua y azúcar. Esto permite confiar en el método y los resultados que se presentan. En la Tabla 1.1., se presenta los datos establecidos para la determinación de la curva de calibración (Figura 2.1.) y las respectiva ecuación con un coeficiente de correlación superior a 0,999.

EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA SOBRE LA DEGRADACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN SOLUCIONES DE JUGO DE LIMÓN.

Al graficar el porcentaje de retención de ácido ascórbico en escala semilogarítmica contra el tiempo en segundos, se tiene curvas de tipo lineal con coeficientes de correlación superiores a -0,90, lo cual permite considerar un comportamiento cinético de primer orden.

Si se analiza en forma general la constante de velocidad de degradación de ácido ascórbico k (1/s), (Tabla 1.2) que corresponde a la pendiente de la ecuación, se puede observar que ésta se incrementa a medida que aumenta la temperatura: a 10 °C es del orden de 2×10^{-6} , a 20 °C es de 1×10^{-5} y a 30 °C de 2×10^{-5} ; esto indica claramente que la velocidad de degradación a 30 °C va a ser alrededor de 10 veces mayor que a 10 °C.

Al incluir en el análisis los tratamientos éstos se ubican de la siguiente manera en orden ascendente de acuerdo a la constante de velocidad k : 30 °C: A2C2, A3C1, A3C2, A2C1, A1C2, A1C1; a 20 °C :A2C2, A2C1, A1C1, A3C1, A1C2 A3C2; a 10 °C :A3C1, A3C2, A1C2, A2C2, A2C1, A1C1.

La velocidad de degradación entonces es menor para los primeros tratamientos y mayor para los últimos tratamientos. A 30 y 20 ° C la velocidad de degradación de vitamina C será menor para las limonadas preparadas con agua mineral Güitig y sin azúcar, mientras que a 10 ° C corresponde a la limonada preparada con agua mineral Imperial y con azúcar. Del mismo modo la vitamina C se degrada más rápidamente cuando es preparada con agua potable y azúcar a 30 y 10 ° C mientras que a 20 ° C, corresponde a la limonada preparada con agua mineral Imperial sin azúcar.

De otro lado si se analiza el punto de corte en ordenadas éste es cercano al logaritmo natural de 100 que corresponde a la concentración inicial de ácido ascórbico en porcentaje.

La vida media expresada en horas tiene el siguiente orden descendente a 30 ° C : A3C2, A3C1, A2C2, A2C1, A1C2, A1C1, 20 ° C. A3C1, A2C2, A1C2, A2C1, A1C1, A3C2, 10 ° C . A3C1, A3C2, A2C1, A1C2, A1C1, A2C2; se observa una relación inversa respecto a la constante de velocidad de degradación, pues, mientras menor sea ésta, mayor será la vida media del producto entendiéndose como vida media, el tiempo en el cual se destruye la mitad del compuesto (ácido ascórbico).

En la Tabla 1.3, se presenta los términos de la ecuación de Arrhenius y la energía de activación para la degradación de ácido ascórbico en los diferentes tratamientos (limonadas); los coeficientes de correlación son altos, lo cual indica que la linealidad prevista por el modelo de Arrhenius al graficar en escala semilogarítmica la constante de velocidad k , contra el inverso de la temperatura absoluta, se cumple; además, del valor de la pendiente se puede calcular la energía de activación que es un estimador de la energía que se requiere para destruir una cantidad de compuesto (Figuras 2.2 - 2.4). Los valores encontrados son mayores a los reportados por Alvarado, J. y Palacios, N. [2], lo cual puede explicarse por la presencia de agua potable, agua mineral y azúcar en el zumo, que pueden interaccionar con el ácido ascórbico provocando entonces una mayor sensibilidad de la degradación a los cambios de temperatura.

Efecto del Tiempo y Temperatura sobre el Comportamiento del Índice de Pardeamiento en Soluciones de Jugo de Limón.

El análisis de los valores del índice de pardeamiento, indica una marcada influencia de la temperatura, así, a 10 ° C el pardeamiento es prácticamente nulo, mientras que a 20 ° C éste va en aumento y a 30 ° C ya se tiene una notable actividad.

Si adicionalmente se considera la variable tiempo y se grafica el índice de pardeamiento contra el tiempo para cada temperatura, se tiene relaciones de tipo lineal. Las constantes de velocidad de cambio (Tabla 1.5) proporcionan un sustento matemático real de lo mencionado con anterioridad; se establece, además, un comportamiento cinético de cero orden con coeficientes de correlación altos a 30 ° C, lo cual indica una muy buena asociación entre las variables consideradas, mientras a 20 ° C los coeficientes mas bien son medianos y a 10 ° C son bajos lo cual es indicativo de que a ésta temperatura el índice de pardeamiento no varía mayormente con el transcurso del tiempo. Si se grafica en escala semilogarítmica las constantes de velocidad de cambio contra el inverso de la temperatura absoluta (Figuras 2.5-2.7) se tiene un buen ajuste al modelo de Arrhenius, con coeficientes de correlación altos (Tabla 1.6). Robertson y Samaniego [22], establecen también un buen ajuste al modelo de cero orden para el pardeamiento, en zumo de limón.

Los valores reportados están en concordancia con los datos establecidos por Nagy, Nikdel y Klim [17], para jugo de toronja, donde después de 15 semanas de almacenamiento se observa que los mayores cambios ocurren cuando las muestras se almacenan a 30 ° C.

La inclusión de los tratamientos en el análisis revela que a 10 ° C el índice de pardeamiento es menor cuando las muestras se preparan con agua mineral Imperial, con azúcar, a 20 ° C con agua mineral Imperial sin azúcar y a 30 ° C con agua mineral Güitig, sin azúcar; el ordenamiento descendente es el siguiente: 10 ° C: A3C2, A2C2, A1C2, A1C1, A2C1, A3C1; 20 ° C: A1C2, A2C2, A3C1, A1C1, A2C1, A3C2; 30 ° C: A3C2, A3C1, A1C1, A2C1, A1C2, A2C2.

Efecto del Tiempo y Temperatura sobre el comportamiento del pH en Soluciones de Jugo de Limón.

El alto pH de los jugos cítricos reduce la posibilidad de las reacciones entre los azúcares y los aminoácidos (Maillard); sin embargo, la descomposición térmica de azúcares reductores catalizada por una alta acidez para producir compuestos intermedios es importante durante el procesamiento y en el subsecuente almacenamiento.

La variación del pH respecto al tiempo y temperatura, presenta una marcada influencia del tipo de agua con que se preparan las muestras, esto se comprueba al graficar el pH contra el tiempo, de donde se tienen constantes de velocidad positivas para cuando las muestras se preparan con agua potable y negativas cuando las muestras son preparadas con agua mineral, el primer caso indica una relación directamente proporcional y en el segundo caso la proporcionalidad es inversa (Tabla 1.7).

El comportamiento puede explicarse por un mayor contenido de minerales y la presencia de gas en el agua mineral (2.5 - 3.0 % CO_2), pues pueden provocar interacciones que determinen cambios en la concentración del protón H y consecuentemente variaciones en el pH.

Efecto del Tiempo y Temperatura sobre el comportamiento del contenido de Sólidos Solubles en soluciones de Jugo de Limón.

Los azúcares influyen en los mecanismos de reacción que conducen al pardeamiento por sus pronunciados efectos físicos: solubilidad y actividad de agua. Los azúcares que contribuyen a otorgar un sabor más agradable a los jugos cítricos, bajo condiciones adversas pueden jugar un rol principal en el apareamiento de malos olores y sabores así como en los cambios de color lo cual reduce la aceptabilidad de los jugos.

La principal vía de degradación de azúcares es considerada la 1,2 - enolización, aunque también es considerada natural la ocurrencia de la vía 2,3 - enolización que a su vez origina el 2 - hydroxyacetil furan que causa malos olores [11].

La presencia de algunos metales como el potasio, calcio y magnesio así como aminoácidos como alanina, ácido aspártico aceleran la formación de hydroxymetil furfural de azúcares que provoca un olor semejante al aceite de almendras [17].

El análisis del comportamiento del contenido de sólidos solubles respecto al tiempo indica una notable estabilidad a 10 °C donde al graficar °Brix vs. tiempo, para los tratamientos sin azúcar se tiene una paralela al eje de las abscisas; es decir, la correlación entre las variables es nula, a su vez los tratamientos con azúcar presentan una pendiente negativa que indica una asociación inversa entre las variables; el tratamiento A3C1 presenta el menor valor de k (Tabla 1.8) lo cual sugiere una menor velocidad en el cambio del contenido de sólidos solubles respecto al tiempo, sucede lo contrario con el tratamiento A1C1.

A 20 y 30 °C los valores más altos de k corresponden al tratamiento A1C1, esto implica un más rápido cambio en el contenido de sólidos solubles, lo opuesto sucede para el tratamiento A3C2 a 20 °C y A1C2 a 30 °C; se anota aquí que cuando los tratamientos se preparan con azúcar ocurre un más rápido cambio en el contenido de sólidos solubles y lo contrario sucede cuando se prepara sin azúcar.

De las graficaciones se observa un mejor ajuste al modelo de cero orden con coeficientes de correlación altos cuando las muestras se almacenan a 30 °C, medianas a 20 °C y bajas a 10 °C, lo cual está directamente relacionado con la amplia o escasa dependencia del comportamiento del contenido de sólidos solubles respecto al tiempo.

Inferencias más profundas pueden lograrse al hacer mucho más sensible la respuesta experimental, determinando no sólidos solubles sino azúcares totales o parciales en mg/100 g. lo cual involucra un nuevo estudio utilizando técnicas más avanzadas como HPLC o métodos enzimáticos.

CONCLUSIONES

- El almacenamiento de soluciones de zumo de limón en condiciones de refrigeración (10 °C), ambiente de la sierra (20 °C) y ambiente de costa (30 °), provoca cambios en el contenido de vitamina C, índice de pardeamiento, pH ,contenido de sólidos solubles y carga microbiana, los cuales son más pronunciados cuando las muestras se almacenan a 30 °C.
- Las limonadas con relación a la pérdida de vitamina C presentan un comportamiento cinético de primer orden con un buen ajuste al modelo de Arrhenius, indicado por altos coeficientes de correlación, esto permite pensar en un potencial uso de las ecuaciones con fines predictivos, para cuando las muestras se almacenan en diversas condiciones, para reponer pérdidas.
- Las muestras preparadas con agua mineral presentan una menor velocidad de degradación, lo cual se comprueba al analizar las constantes de velocidad (k) y las vidas medias en horas; además, la velocidad de degradación es mayor a medida que la temperatura aumenta.
- Las respuestas experimentales índice de pardeamiento, pH y contenido de sólidos solubles muestran un mejor ajuste al modelo cinético de cero orden, observándose que las constantes de velocidad de cambio aumentan a medida que la temperatura de almacenamiento se incrementa.
- El contenido de sólidos solubles varía más rápidamente cuando las muestras se preparan con agua potable, con azúcar; contrariamente la variación es más lenta cuando las muestras se preparan sin azúcar.
- La respuesta experimental pH presenta una mayor velocidad de cambio, cuando las muestras se preparan con agua mineral.
- Mediante una evaluación sensorial se identifica al tratamiento A3C1 que corresponde al tratamiento agua mineral Imperial con azúcar, como el mejor al obtener éste las más altas calificaciones respecto a las variables olor, sabor y aceptabilidad; adicionalmente se determina un tiempo de vida útil de 3-4 semanas, tiempo en el cual las características organolépticas se definen como buenas y típicas para limonadas.
- Microbiológicamente, luego de quince semanas de almacenamiento el producto no presenta desarrollo significativo y la carga microbiana se encuentra dentro de los límites establecidos y aceptados como permisibles (<1000 ufc/cm³).

BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, J. 1981. Curso sobre procesamiento de frutas. Utilización del limón análisis de tres posibilidades. Universidad Técnica de Ambato, Ambato - Ecuador.
- Alvarado, J. y Palacios, N. 1989. Efecto de la temperatura sobre la degradación aeróbica de vitamina C en jugos de frutas cítricas, Arch. Lat. Nut. 39 (4): 610-612.
- Arreula, A., Balaban, M., Marshall, M. Peplow, A., Wei, C. and Cornell, J., 1991. Supercritical carbon dioxide effect on some quality attributes on single strength orange juice. J. Food Sci. 56:1030-1033.
- Birch, G. and Parker, K., 1974. Vitamin C: Recent aspects of its physiological and technological importance, Applied Science Publishers Ltd. London. 16-21.

Codex, Norma del Codex para el jugo de limón conservado por medios físicos exclusivamente, Codex Stan 47.Pp.15-17.

Cruess, W. 1958. Commercial Fruit and Vegetables Products, Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York Pp. 381-396.

Dickson, W., 1981. The Packaging Encyclopedia, Package Engineering, A Canners Publication, Denver, Colorado. Pp. 19-28.

Gresswell, D. 1974. Vitamin C in soft drinks and fruit juices, Research and development department, beecham products, and the royal forest factory, Coleford Gloucestershire, England.136-166.

Henshall, J.1974. Ascorbic acid in fruit juices and beverages, capden food preservation research association, chipping campden, UK. Pp.123-147.

Kläui, H.,1982.Technical uses of vitamin C. F. Hoffmann - La Roche & Co. Ltd. Department of vitamin and nutritional research Basle Switzerland Pp.16-3

Lee, H. And Nagy, S. 1988.Relación ship of sugar degradation to detrimental changes in citrus juice quality. Food Tecnology Pp.91-97.New Orleans.

Marcy, J., Hansen, A. and Graumlich, T. 1989. Effect of storage temperature on the stability of aseptically packaged concentrated orange juice and concentrated orange juice. J. Food Sci. 54: 1.227 - 1230.

Marshall, M., Nagy, S. and Rouseff, R. 1986. Factors and impacting on the quality of the stored citrus fruit beverages. In "The Shelf Of Foods And Beverages", Ed.G. Charalabous, P.237.

Merck, Estabilización y vitaminización de limonadas y zumos de frutas con ácido ascórbico (Vitamina C), E. Merck, Darmstadt Alemania

Müller, G.1981. Microbiología de los Alimentos Vegetales, Ed. Acribia, Zaragoza - España Pp.145-176.

Muñoz, J.,1975. Aguas Minerales y Termalismo Social. Universidad Central , Quito Ecuador. Pp.6 - 10.

Nagy, S., Nikdel,S. and Klim,M.,1990.Noenzymic browning and corrosion in stored single - strenght grapefruit juice .Proc.Fla.State Hort. Soc.103:274-277

Nagy, S., Rouseff, R., Fisher, J. and Lee, H. 1992. HPLC separation and spectral characterization of browning pigments from white grapefruit juice stored in glass and cans. Agric. Food Chem., 40: 1.:27-31.

Naim, M., Zehavi, U., Nagy, S. and Rouseff,R.1982. Hydroxynamic acids as off - flavor precursors in citrus fruit and their products. American Chemical Society. Washington D.C. Pp. 180-191.

Naim, M., Wainsh, S., Sehavi, V.,Peleg, H., Rouseff, R. and Nagy,S.1993. Inhibition by thiol compound of off flavor formation in stored orange juice. Effect of l-cysteine and n-acetil - l -cysteine on 2-5dimetil -4-4hydroxy-3(2h)-furanone formation.J.Agric. Food Chem.41:1355-1358.

Nelson, P.,Tressler,D.1980. Fruit and Vegetable Juice Procesing Tecnology, Third Edition. Avi Publishing Company Inc. Westport Connecticut,1980.Pp.145-170.

Robertson,G. and Samaniego,C. 1986. Effect on initial dissolved oxygen levels on the degradation of ascorbic acid and the browning on lemon juice during storage. J. Food Sci.51:184-192.

Seguí, M., Gasque, F. y Sendra,M.1992. Determinación de limonina en muestras industriales de zumo de naranja. Rev. Esp. Cienc. Tecnol. Aliment. 32:673-680.

Sharman, I.,1982.Vitamin C: Historical aspects.Dunn nutritional laboratory, University of Cambridge and Medical Research Council, Milton Road, Cambridge England.Pp.1-15.

Shaw, P., Nagy, S. and Rouseff, R. The shelf life of citrus products. Comunicación personal.

Smoot, J. and Nagy, S. 1980. Effects of storage temperature and duration on total vitamin C content of canned single - strength grapefruit juice. J. Agr. Food. Chem. 28.2.417-421

Swisher, H. and Swisher, L. 1980. Lemon and technology Vol. 2. Avi Publishing Co. Westport Connecticut. Pp. 145-171.

Taylor, C. y Collins, C. 1969. Métodos Microbiológicos, Editorial Acribia, Zaragoza España. Pp:155 -165.

Zarmond, E., Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food, Food Research Institute Ottawa, Out 192-Ottawa.

TABLA 1 : AREAS DE LOS PICOS OBTENIDOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA CURVA DE CALIBRACION EN LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ACIDO ASCORBICO.

CONC. (ug/ml)	AREA * (cm ²)	ECUACIONES
0	0	$Y = 0.0189 x - 0.0018$
4.344	0.0781	$R^2 = 0.9992$
13.032	0.2402	
17.376	0.3335	$C = 52.9101 * A + 0.0952$
21.72	0.4048	$R^2 = 0.9992$

- Promedio de tres replicaciones

C: Concentración de ácido ascórbico en ug/ml.

A: Area del pico en cm²

TABLA 2: TERMINOS DE LAS ECUACIONES DE CINETICA DE DEGRADACION DE ACIDO ASCORBICO EN SOLUCIONES DE JUGO DE LIMON Y VIDAS MEDIAS.

Trat.	Temperatura (°C)	Concen. Inicial (Co) (mg/100ml)	Pto. De Corte En ordenadas A'	Constante De Velocidad (k) (1/s)	Coef. De Correl. (-r)	Vida Media (horas)
A1C1	10	7.86957	4.55913	5.3078E-06	0.99	33.90
	20	3.37883	4.63888	1.1575E-05	0.91	17.44
	30	9.05370	4.66673	2.6211E-05	0.99	8.00
A1C2	10	6.96084	4.37726	2.6490E-06	0.98	48.79
	20	3.23386	5.03508	1.7035E-05	0.99	18.31
	30	7.07830	4.81665	2.5032E-05	0.99	9.92
A2C1	10	8.56693	4.67915	3.1942E-06	1.00	66.71
	20	3.52036	4.64593	1.1475E-05	1.00	17.77
	30	9.38175	4.83545	2.0055E-05	0.96	12.79
A2C2	10	6.41613	4.85775	3.1305E-06	0.99	83.92
	20	3.87777	4.56036	8.6694E-06	0.94	20.77
	30	8.04815	4.69262	1.0027E-05	0.98	21.62
A3C1	10	5.87090	4.79827	2.4555E-06	0.99	100.26
	20	2.72248	5.02653	1.4040E-05	0.98	22.05
	30	8.35714	4.47795	1.6041E-05	0.96	13.26
A3C2	10	6.14867	4.81834	2.4952E-06	0.98	100.90
	20	2.25581	5.05809	2.1082E-05	0.98	15.10
	30	6.67936	4.72870	1.7403E-05	0.96	13.04

$$\ln [100(C/Co)] = A' - kt$$

A1C1: Agua Potable, con azúcar

A1C2: Agua Potable, sin azúcar

A2C1: Agua Potable, con azúcar

A2C2: Agua mineral Guitig, sin azúcar.

A3C1: Agua mineral Imperial, con azúcar.

A3C2: Agua mineral Imperial, sin azúcar.

TABLA 3: TERMINOS DE LAS ECUACIONES DE ARRHENIUS Y ENERGIAS DE ACTIVACION PARA LA DEGRADACION DE ACIDO ASCORBICO EN SOLUCIONES DE JUGO DE LIMON.

Trat.	$\ln(k')$	$-(EA)/R$ (K)	-r	(EA) (KJ/g.mol)
A1C1	12.01727	6842.49657	1.00	56.89
A1C2	21.65162	9697.77069	0.94	80.63
A2C1	15.39794	7908.79275	0.98	65.75
A2C2	5.23994	5031.78874	0.93	41.83
A3C1	16.03185	8122.16197	0.90	67.53
A3C2	17.27692	8437.49276	0.83	70.15

$\ln k = k' - ((EA)/R(TA))$; k' en [1/s]

A1C1: Agua Potable, con azúcar.

A2C2: Agua mineral Guitig, sin azúcar.

A1C2: Agua Potable, sin azúcar.

A3C1: Agua mineral Imperial, con azúcar.

A2C1: Agua mineral Guitig, con azúcar.

A3C2: Agua mineral Imperial, sin azúcar.

TABLA 4: CONSTANTE DE VELOCIDAD (K) A 0°C PARA LA DEGRADACION DE ACIDO ASCORBICO, Y PORCENTAJE DE RETENCION A LAS TRES SEMANAS DE ALMACENAMIENTO Y VIDA UTIL EN DIAS, DETERMINADAS SENSORIALMENTE.

Trat.	$K(1/s)^{**}$ (0°C)	% Residual ** C/Co	Vida * Util
A1C1	2.15694E6	2.00	21
A1C2	9.45691E-7	17.98	21
A2C1	1.27572E-6	9.88	21
A2C2	1.86635E-6	3.38	21
A3C1	1.10059E-06	13.58	28
A3C2	1.20425E-6	11.25	21

• Estimado sensorialmente

** Estimados matemáticamente mediante el modelo de Arrhenius

TABLA 5 TERMINOS DE LAS ECUACIONES DE INDICE DE PARDEAMIENTO EN SOLUCIONES DE JUGO DE LIMÓN.

Trat.	Item. (°C)	Asb. Muestra No Tratada	Punto de corte en ordenadas A	Constante de velocidad (k) (1/semanas)	Coefficiente de correlación. R
A1C1	10	0.097	0.003	0.0001	0.33
	20	0.097	0.0072	0.0003	0.66
	30	0.097	0.0121	0.0048	0.93
A1C2	10	0.062	0.0109	0.0002	0.23
	20	0.062	0.0195	0.0006	0.93
	30	0.062	0.0124	0.0023	0.99
A2C1	10	0.061	0.007	0.0001	0.38
	20	0.061	0.0085	0.0001	0.31
	30	0.061	0.0028	0.0028	0.94
A2C2	10	0.072	0.0288	0.0002	0.43
	20	0.072	0.0398	0.0004	0.91
	30	0.072	0.0077	0.0023	0.99
A3C1	10	0.056	0.0117	1.0E-4	0.31
	20	0.056	0.0243	0.0004	0.86
	30	0.056	0.0109	0.0054	0.93
A3C2	10	0.060	0.0143	0.0005	0.85
	20	0.060	0.0262	0.0000	0.00
	30	0.060	0.0099	0.0064	0.94

$$I.P. = P_o + k \cdot t$$

A1C1: Agua Potable, con azúcar.

A1C2: Agua Potable, sin azúcar.

A2C1: Agua mineral Guitig, con azúcar.

A2C2= Agua mineral Guitig, sin azúcar.

A3C1= Agua mineral Imperial, con azúcar.

A3C2= Agua mineral Imperial, sin azúcar.

TABLA 6: TERMINOS DE LAS ECUACIONES DE ARRHENIUS Y ENERGIAS DE ACTIVACION PARA EL CAMBIO EN EL INDICE DE PARDEAMIENTO.

Trat.	ln (k')	-((EA)/R) (K)	-r	(EA) (KJ/g.mol)
A1C1	48.837	16509.520	0.965	137.260
A1C2	28.375	10455.425	0.997	86.926
A2C1	40.124	14118.645	0.856	117.382
A2C2	28.105	10415.887	0.965	86.598
A3C1	68.196	22255.296	1.000	185.031
A3C2	31.023	10930.619	1.000	90.877

$\ln k = k' - ((EA)/R(TA)); k' \text{ en } [1/S]$

A1C1: Agua Potable, con azúcar.

A1C2: Agua Potable, sin azúcar.

A2C1: Agua mineral Guitig, con azúcar.

A2C2= Agua mineral Guitig, sin azúcar.

A3C1= Agua mineral Imperial, con azúcar.

A3C2= Agua mineral Imperial, sin azúcar.

TABLA 7: TERMINOS DE LAS ECUACIONES DEL COMPORTAMIENTO DEL PH EN SOLUCIONES DE JUGO DE LIMON.

Trat.	Tem. (°C)	Punto de corte en ordenadas A	Constante de velocidad(k) (1/semanas)	Coefficiente de corelación R
A1C1	10	2.181	0.008	0.93
	20	2.177	0.011	0.96
	30	2.176	0.018	0.98
A1C2	10	2.321	0.001	0.69
	20	2.298	0.013	0.97
	30	2.295	0.012	0.98
A2C1	10	2.792	-0.27	0.97
	20	2.805	-0.007	0.99
	30	2.797	-0.024	0.97
A2C2	10	3.128	-0.039	0.85
	20	3.191	-0.033	0.88
	30	3.306	-0.023	0.99
A3C1	10	3.181	-0.005	0.98
	20	3.180	-0.004	0.95
	30	3.167	-0.018	0.96
A3C2	10	3.394	-0.003	0.85
	20	3.406	-0.009	0.98
	30	3.413	-0.009	0.95

$$Ph = pH_o + k \cdot t$$

A1C1: Agua Potable, con azúcar.

A1C2: Agua Potable, sin azúcar.

A2C1: Agua mineral Guitig, con azúcar.

A2C2= Agua mineral Guitig, sin azúcar.

A3C1= Agua mineral Imperial, con azúcar.

A3C2= Agua mineral Imperial, sin azúcar.

TABLA 8 TERMINOS DE LAS ECUACIONES DEL COMPORTAMIENTO DEL CONTENIDO
SOLIDOS SOLUBLES EN SOLUCIONES DE JUGO DE LIMON.

Trat.	Tem. (°C)	Punto de corte en ordenadas A	Constante de velocidad(k) (1/semanas)	Coefficiente de correlación R
A1C1	10	14.519	-0.398	0.92
	20	13.205	-0.363	0.96
	30	13.919	-0.138	0.91
A1C2	10	1.033		0.00
	20	1.005	-0.003	0.21
	30	1.029	-0.004	0.34
A2C1	10	13.410	-0.086	0.79
	20	12.776	-0.052	0.60
	30	13.295	-0.071	0.94
A2C2	10	1.000		0.00
	20	1.105	-0.003	0.39
	30	1.167	-0.013	0.92
A3C1	10	14.805	-0.003	0.39
	20	14.786	-0.045	0.97
	30	14.805	-0.050	0.99
A3C2	10	1.000		0.00
	20	1.038	-0.003	0.39
	30	1.114	-0.015	0.96

$$^{\circ}\text{Brix} = A - k \cdot t$$

A1C1: Agua Potable, con azúcar.

A1C2: Agua Potable, sin azúcar.

A2C1: Agua mineral Guitig, con azúcar.

A2C2= Agua mineral Guitig, sin azúcar.

A3C1= Agua mineral Imperial, con azúcar.

A3C2= Agua mineral Imperial, sin azúcar.

FIGURA 1.-CURVA DE CALIBRACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO

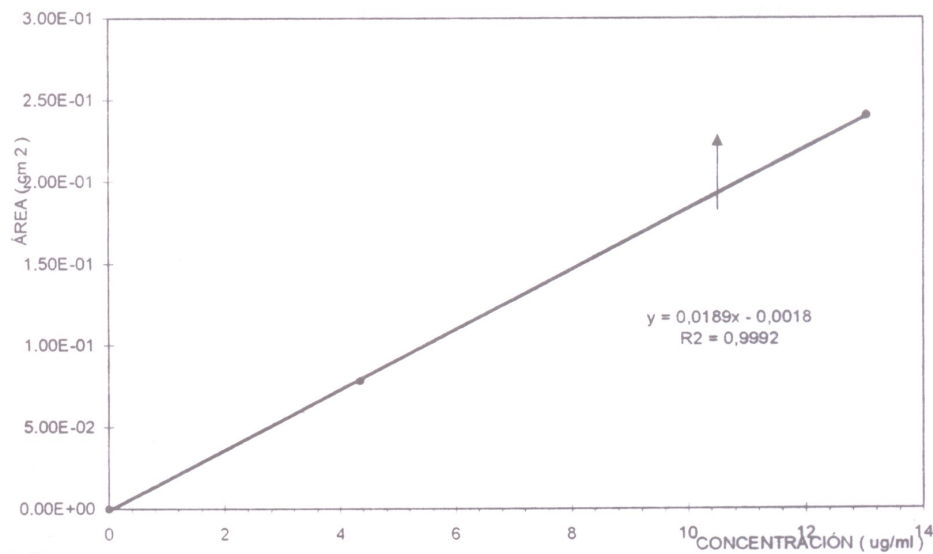


FIGURA 2.-GRÁFICO DE ARRHENIUS PARA LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN A1C1-A1C2 (AGUA POTABLE CON Y SIN AZÚCAR)

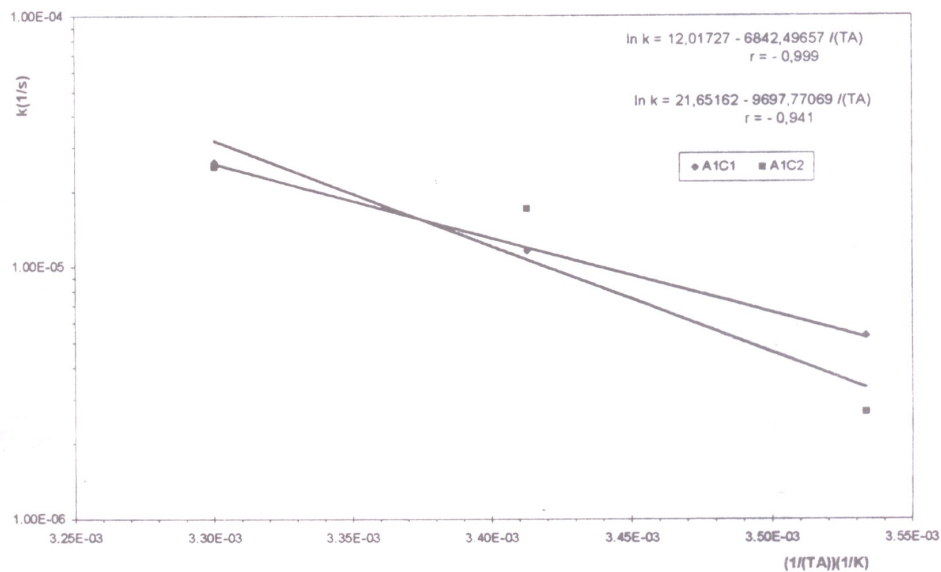


FIGURA 3.-GRÁFICO DE ARRHENIUS PARA LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN A2C1-A2C2 (AGUA MINERAL GÜITIG, CON Y SIN AZÚCAR)

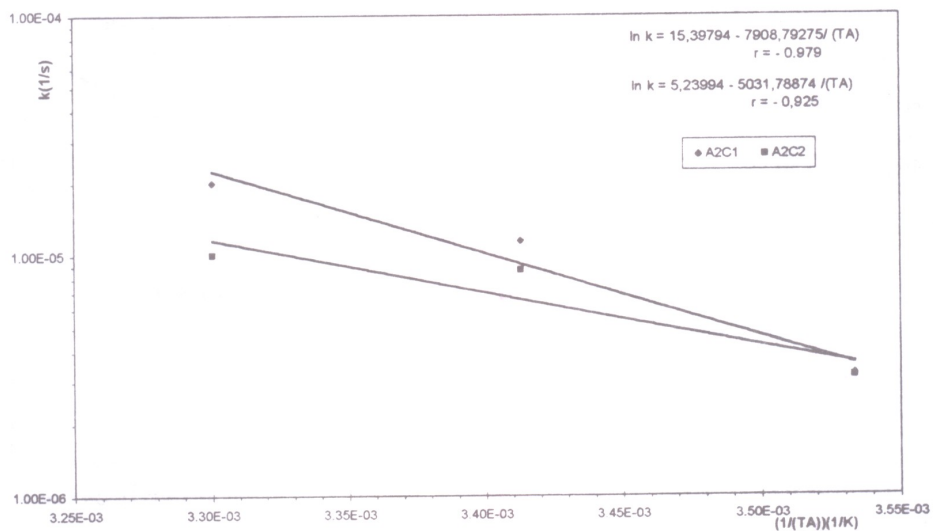


FIGURA 4.-GRÁFICO DE ARRHENIUS PARA LA CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DE ÁCIDO ASCÓRBICO EN A3C1-A3C2 (AGUA MINERAL IMPERIAL CON Y SIN AZÚCAR)

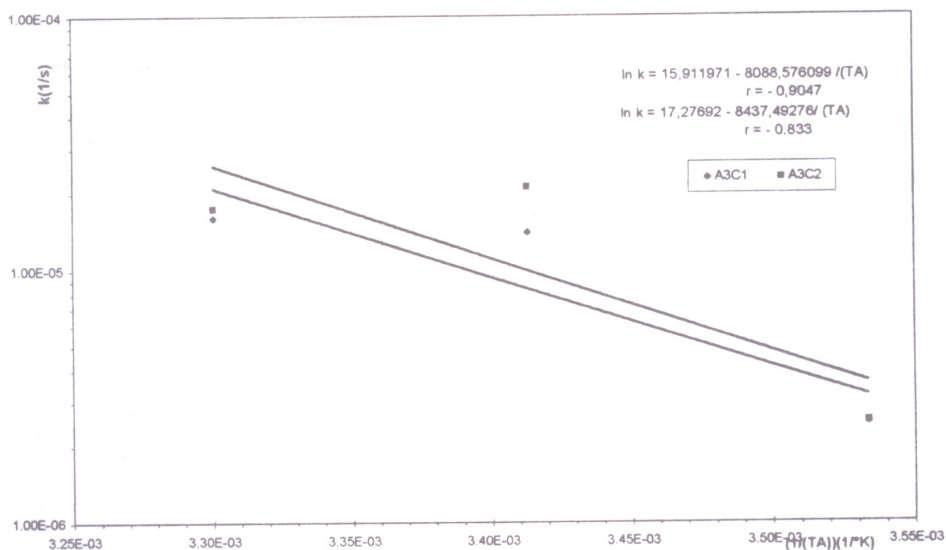


FIGURA 5.-GRÁFICO DE ARRHENIUS PARA LA CINÉTICA DE PARDEAMIENTO EN SOLUCIONES DE JUGO DE LIMÓN A1C1-A1C2(AGUA POTABLE.CON Y SIN AZÚCAR)

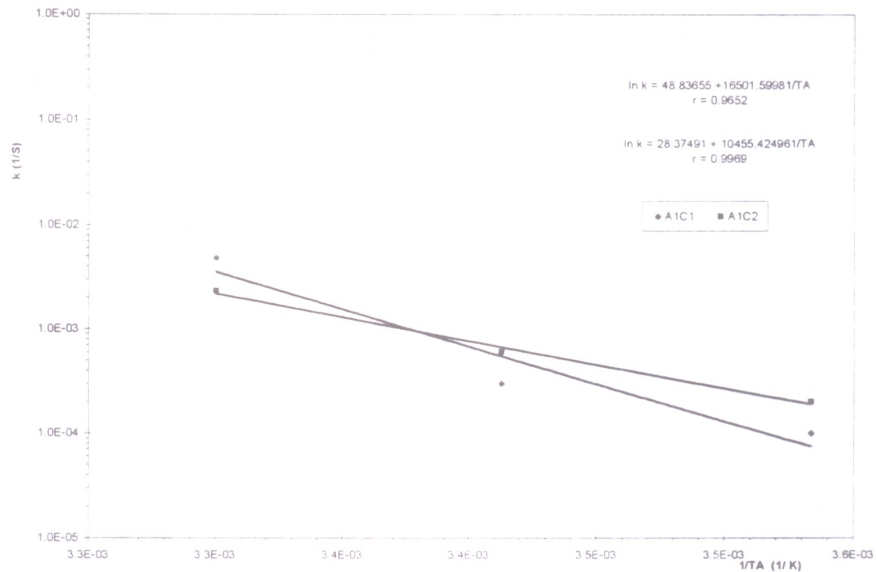


FIGURA 6.- GRÁFICO DE ARRHENIUS PARA LA CINÉTICA DE PARDEAMIENTO EN SOLUCIONES DE JUGO DE LIMÓN A2C1-A2C2 (AGUA MINERAL GUITIG.CON Y SIN AZÚCAR)

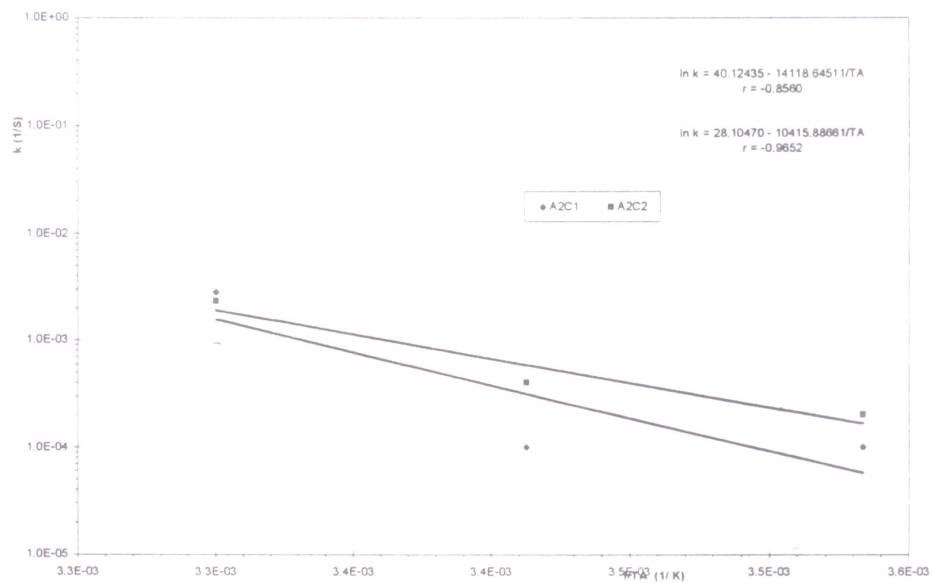
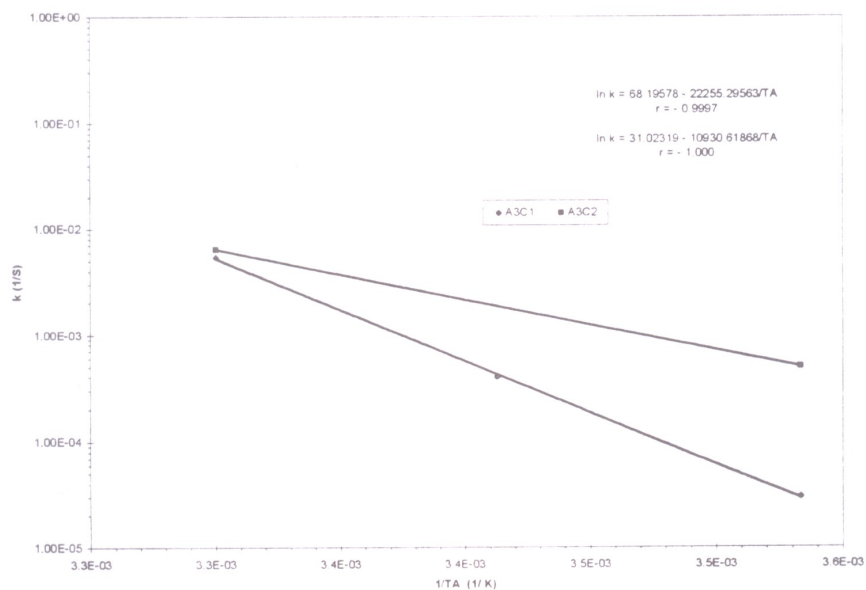


FIGURA 7.- GRÁFICO DE ARRHENIUS PARA LA CINÉTICA DE PARDEAMIENTO EN SOLUCIONES DE JUGO DE LIMÓN A3C1-A3C2 (AGUA MINERAL IMPERIAL, CON Y SIN AZÚCAR)



FERMENTACION ALCOHOLICA DEL LIQUIDO (CHAHUAR MISHQUE) OBTENIDO DEL CABUYO NEGRO (*Agave americano*)

América Mejía*
Jorge Pérez*
Mario Paredes**

RESUMEN

La presente investigación realizada busca una respuesta a la necesidad de utilizar el líquido chahuar mishque obtenido del cabuyo negro (*Agave americano* L.), en la elaboración de una bebida alcohólica. Para la cual se procedió a la selección de los cabuyos propicios para la secreción del líquido; la inmediata pasteurización antes de que se fermente espontáneamente; utilizar como edulcorantes para la corrección y enriquecimiento para conseguir una buena fermentación.

Los factores utilizados fueron los siguientes: Ajuste del líquido chahuar mishque con azúcar y melaza; con nutrientes o sin nutrientes y levaduras naturales propias de la microbiota del líquido chahuar mishque, levaduras de pan y levaduras de cerveza.

En la materia prima fue cuantificado grados brix, pH, acidez, azúcares reductores. Durante el proceso de fermentación se analizó Ebrix, pH, acidez; en el producto terminado se cuantificaron Ebrix, pH, acidez, porcentaje de etanol por cromatografía, la cual fue de 7.0% del mejor tratamiento según evaluación sensorial, con la alternativa agradable y análisis microbiológico a cada uno de los tratamientos para observar la influencia que tiene cada uno de los factores antes señalados. De acuerdo al análisis económico se obtuvo una bebida alcohólica de bajo precio y agradable con los niveles (azúcar, sin nutrientes y levadura de cerveza).

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Para ejecutar este trabajo se dispuso de los siguientes materiales: El líquido Chahuar mishque obtenido del cabuyo negro (*Agave americano*) procedentes de la provincia de Cotopaxi, del sector de Cristo Rey, del cantón Pujilí; sacarosa comercial y melaza. Nutrientes como la solución de Pasteur (fosfato potásico, fosfato monocálcico, sulfato magnésico y tartrato de amonio). Levaduras naturales, levadura de pan (*Saccharomyces cerevisiae*), levaduras de cerveza (*Saccharomyces uvarum*).

Los materiales y equipos utilizados en la fase experimental fueron los existentes en los laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, entre los que podemos citar:

*Egresada (o) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

** Ingeniero en Alimentos, Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

- Cromatógrafo de gases Varian Aerograph Serie 2800.
- Recipientes de fermentación (envases plásticos de 4 litros), y envases de vidrio de 0.75 litros para la maduración.
- pHmetro digital G. Good. Modelo 2001. Serie C 850285.
- Equipos de destilación, constituido por balón 24/40 pyrex, refrigerante 24/40 pyrex, y mangueras de entrada y salida de agua.
- Refractómetro Bausch-Lomb Serie 3097. # 334558.
- Materiales de vidrio (vasos, pipetas, bureta, erlenmeyers).

Metodología

De acuerdo al diseño experimental A x B x C en donde A corresponde al ajuste del mosto; B el tipo de nutrientes y C es el tipo de levadura a emplearse.

FACTORES	NIVELES	
A. Ajuste del mosto	- Azúcar	(A0)
	- Melaza	(A1)
B. Nutrientes	- Sin nutrientes	(B0)
	- Con nutrientes	(B1)
C. Levadura	- Natural	(C0)
	- Pan	(C1)
	- Cerveza	(C2)

Cada nivel tuvo 2 réplicas.

Se procedió de acuerdo al diagrama de flujo de proceso (Anexo 1).

La materia prima se obtuvo de los mejores cabuyos, a los cuales se los dio un **Raspado**. Se procede a desojarlos por un lado del cabuyo de manera que permita el fácil acceso a la parte inferior del tronco, realizando una especie de hoyo en donde se acumulará el líquido chahuar mishque.

Después de 8 días se produce la **Secreción**, el líquido extraído se va acumulando en el hoyo que se le hizo se lo recoge en las tardes cada 24 horas. Se procede a la **Recolección** del líquido con la ayuda de una tasa de plástico se le pone en los garrafones para ser transportados inmediatamente. Cada cabuyo raspado da aproximadamente de 2 - 3 litros de líquido por día.

El líquido recogido se lo **Filtra** (para eliminar las impurezas) con un lienzo, de esta manera se obtiene el líquido que se utilizará en la siguiente fase.

Se procede a la **Corrección del mosto**, para una buena fermentación. Se debe ajustar el mosto a 21EBrix con azúcar a 6 muestras y con melazas las 6 muestras restantes ambas con sus respectivas réplicas en base a los grados Brix de la materia prima. De igual modo se ajusto la acidez a 0.8% con ácido sulfúrico cuando no se sabe que ácido predomina. En cuanto al pH se determinó en el phmetro digital y este valor fue de 3.5. Se adicionó solamente a la mitad de muestras nutrientes. Con esto se observó la influencia que ejerce la adición de nutrientes durante la fermentación. Estos factores se irán analizando antes, durante y después del proceso.

Se realizó una **Pasteurización** abierta a 72°C en olla de cocción a los 16 tratamientos por 30 minutos; a 8 tratamientos restantes, no se les dio una pasteurización, debido a que se destruirían las levaduras naturales uno de los factores a estudiarse

Una vez cumplido el tiempo de pasteurización se dio un **enfriamiento**, con el fin de llegar a las temperaturas óptimas de inoculación de las levaduras a utilizarse; la temperatura está en un rango de 30-32 °C. De paso con esto se está dando un lapso de aireación al mosto que es de vital importancia para que las levaduras al ser inoculadas, encuentren un medio apropiado para la adaptación de estas.

Antes de proceder a la **Inoculación**, de las levaduras en los mostos preparados, estas levaduras deben ser activadas previamente en un poco de mosto, esto con el fin de comprobar que la actividad de la levadura es buena y evitar problemas posteriores. La cantidad de levadura utilizada es de 1 gramo por cada 3 litros de mosto, se inóculo en algunas muestras levaduras de cerveza, en otras se inoculan levadura de panificación y en otras no se adiciona ya que contienen levaduras naturales propias del líquido que se va a fermentar.

Una vez dada las condiciones se procedió a poner en envases plásticos de 4 litros de capacidad, en este envase se puso 3 litros de mosto; se deja un espacio de cabeza en el recipiente, debido a que una vez activado la levadura en el mosto se produce una, **Fermentación**, tumultuosa, con un desprendimiento de gran cantidad de CO₂,

Los envases que contenían el mosto estaban provistos de una trampa de aire que permite la salida del CO₂ y evita la entrada del aire, igualmente tuvo una manguera de toma de muestras, para llevar un control diario de los parámetros (pH, acidez, Brix) . Tanto la manguera que sirve de trampa como la manguera de toma de muestras estuvieron sumergidas en un recipiente conteniendo agua limpia.

Cuando la fermentación, que se caracteriza por el movimiento del mosto y desprendimiento de gas carbónico se paraliza, entonces se realizó el **Trasiego**, se lo hizo con la ayuda de una manguera cuidadosamente higienizada. Después del primer trasiego, los subsiguientes se hicieron con ciertos lapsos de tiempo; el segundo trasiego a los ocho días y el tercer trasiego a los 15 días.

Cuando se ha realizado el primer trasiego se lo **Clarifica**, se agrega gelatina sin sabor al vino en una cantidad de 0,2 gr. por litro, cuya acción consiste en arrastrar consigo las partículas enturbiantes y sedimentarias en el fondo de los recipientes.

La bebida así elaborada se **Envasó** en botellas de vidrio de 750 ml, las que previamente habían sido lavadas y sulfatadas con una solución de 50 ppm de metabisulfito de sodio. Las botellas fueron tapadas con corchos que también fueron lavados y remojados en la solución de metabisulfito de sodio. Entre el corcho y el vino de la botella se dejó un espacio aproximado de 0,5 cm. Las botellas deben quedar herméticamente cerrados.

Cuando las botellas están listas se les coloca en un lugar seco donde no haya mucha humedad y poca luz y durante algunos meses (3-6) se los deja en **Maduración**, de tal modo que éste adquiera olor y sabor agradable. Durante esta etapa se controló que los recipientes estén completamente llenos, de tal modo que el aire no tenga acceso a él. Por esto deben ser llenados frecuentemente para compensar posibles pérdidas por evaporación. Luego del tiempo de maduración se realizaron análisis de grados Brix, pH, acidez total y volátil, contenido de etanol, luego de realizado esto se hizo una evaluación sensorial.

Métodos de análisis

En la materia prima se realizaron las siguientes pruebas cada 24 horas:

° Brix	Refractómetro Bausch-Lomb
pH	pHmetro digital marca G. Good
Acidez total	Método de Mateo Carbonell (1965).
Azúcares reductores	Método de Lane y Eynon indicado en R. Less (1982).

Análisis durante el proceso de fermentación; cada 24 horas se va analizando el consumo de: EBrix, pH, Acidez.

Análisis en el producto terminado.
Fueron analizados: EBrix, pH, Acidez.

Etanol	Cromatógrafo de gases Varian Aerograph por el método de calibración externa Según Mossel (1985).
Recuento de mohos, Levaduras y coliformes	Amerine (1976).
Evaluación sensorial	

RESULTADOS Y DISCUSION

ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA

Los grados Brix medidos, están en el rango de 10 " 1 Brix, los que comparados con los datos reportados según López de Medrano y Villar de Saavedra en la tabla 1. Al realizar los análisis de los azúcares reductores presentes en la materia prima, indica un contenido del 1.2%. En cuanto a la acidez total de la materia prima expresada como porcentaje de ácido sulfúrico se tiene que está dentro del rango de 0.4 " 0.05. Cabe mencionar que el pH analizado en la materia prima esta dentro del rango de 4.27 " 1.

Hay que señalar que el rendimiento de la materia prima es alto, luego del filtrado, las pérdidas son apenas del 2% que corresponden a desechos.

Resultados de la Fermentación alcohólica de los mostos del líquido del (Agave americano).

En cuanto a los EBrix se pueden observar que los tratamientos que fermentan con levadura natural llegaron hasta 7.20 Brix que es el caso del tratamiento A0B0C0 (Azúcar, sin nutrientes, levadura natural), en cambio los que fermentan con levadura de pan llegan hasta 6.9 Brix como en el caso correspondiente al tratamiento A1B0C1 (melaza, sin nutrientes, levadura de pan). En las muestras en las que se utilizan levadura de cerveza los grados Brix llegan hasta 7.0 que en este caso es el tratamiento A1B0C2 (melaza, sin nutrientes, levadura de cerveza). En todos los tratamientos este consumo de grados Brix se debe a que las levaduras aprovechan los Brix presentes y producen alcohol y CO₂.

En cuanto a la diferencia de las levaduras se observó que al principio, el comportamiento era similar, pero al tomar fuerza la fermentación, las levaduras de pan van hacia la superficie. Al cesar la fermentación las levaduras se quedan en la superficie del líquido como una capa distribuida uniformemente o formando anillos. Las levaduras de cerveza en cambio se desarrollan en el fondo del recipiente y durante la fermentación son lanzadas hacia la superficie del líquido a consecuencia de la producción de CO₂. Cuando la fermentación acaba, las levaduras se sedimentan en el fondo.

El comportamiento de la levadura natural es similar a las dos anteriores, en la fermentación permanecen en la superficie del líquido y al cesar la fermentación parte de la levadura se va al fondo del recipiente y la otra parte permanece en la superficie formando una capa.

En lo que se refiere al pH se puede observar que en todos los tratamientos en los que se utilizan levadura natural se produce un descenso de 3.50 a un de pH de 2.35 que corresponde al tratamiento A0B0C0 (azúcar, sin nutrientes, levadura natural); en los mostos en los que se utilizan levadura de pan se observa que en general se parte de un pH de 3.50 y el descenso va hasta un pH de 2.50 estos datos pertenecen al tratamiento A1B0C1 (melaza, sin nutrientes, levadura de pan); y en los tratamientos en los que se utiliza levadura de cerveza se empieza con un pH de 3.50 y desciende hasta un valor de 1.92 correspondiendo estos valores al tratamiento A0B0C2 (azúcar, sin nutrientes, levadura de cerveza). Como se puede deducir este descenso tiene que ver con la formación de ácidos orgánicos que se dan en la fermentación.

El comportamiento de la acidez en los tratamientos en los que se utiliza levadura natural se puede observar que se produce una ligera variación que está dentro del rango inicial de 0.70 y sube hasta 0.82, que es el caso del tratamiento A0B0C0 (azúcar, sin nutrientes, levadura natural). En lo que se refiere a los tratamientos en los que se utilizan levadura de pan se observa que el aumento de acidez va de 0.70 a 0.80 que es el caso del tratamiento A0B0C1 (azúcar, sin nutrientes, levadura de pan); en cambio en los que se utilizan levadura de cerveza se observa que el aumento de acidez va de 0.69 a 0.78 correspondiendo en este caso al tratamiento A0B0C2 (azúcar, sin nutriente, levadura de cerveza). Esto debido a que se forman durante la fermentación ácidos orgánicos, aumentando la acidez. **Apreciamos en la tabla 2. del tratamiento A0B0C2.**

Análisis del producto terminado

Una vez cumplido el tiempo de maduración y para saber si la bebida es aceptable se procedió a realizar los siguientes análisis:

En todos los tratamientos se realizó el análisis de cromatografía de gases; comprobándose que no existió la presencia de metanol en la mayor parte de tratamientos y en los que hubo, se detectó pequeñas trazas no cuantificables.

En cuanto al % de etanol se obtuvo el valor más alto que pertenece al tratamiento A0B0C0 (azúcar, sin nutrientes, levadura natural) con una media de 9.89% y el valor más bajo al tratamiento A0B0C2 (azúcar, sin nutrientes, levadura de cerveza) con una media de 6.99% lo que demostró que existe la presencia de monosacáridos fermentesibles. Se pueden observar que los valores de grados Brix, en todos los tratamientos luego de los trasiegos y maduración varían ligeramente como en el caso del tratamiento A0B1C0 (azúcar, con nutrientes, levadura natural) que al final de la fermentación tienen un valor de 6.85 como media y después de los trasiegos marca un valor medio de 6.75 grados.

En lo que se refiere al pH se puede notar que en todos los tratamientos luego de realizados los trasiegos, los valores de pH suben ligeramente como en el caso A0B0C0 que al final de la fermentación marcó un valor de pH de 2.35 y luego de los trasiegos tiene un valor de 2.37. Como se puede observar este pequeño aumento es debido a que en los trasiegos se desechan impurezas y heces que hacen que la acidez suba y el pH baje cuando estas están presentes y al eliminarlas el pH aumentan ligeramente.

El comportamiento de la acidez en los tratamientos con respecto al pH es inversamente proporcional como se puede observar en el tratamiento A0B0C0 (azúcar, sin nutrientes, levadura natural) en donde el valor de acidez al final de la fermentación es de 0.82 y el de pH es de 2.35, luego de los trasiegos y maduración el valor de la acidez baja ligeramente a un valor de 0.80 y el valor de pH sube ligeramente a 2.37. En cuanto a la acidez volátil, los valores obtenidos de los diferentes tratamientos están dentro del rango de 0.135% para el tratamiento A1B0C2 (melaza, sin nutrientes, levadura de cerveza) y un valor de 0.056 para el tratamiento A0B1C0 (azúcar, con nutrientes, levadura natural); estos valores distintos que se reportan es debido a la presencia del mayor o menor grado alcohólico presente en los diferentes tratamientos. Estos valores comparados con los datos del INEN (1978) que son de 0.2% (w/v) están dentro del límite establecido. Este parámetro es importante debido a que en contenidos altos de alcohol no pueden actuar las bacterias acéticas, lo que sí ocurre en muestras con bajo grado alcohólico.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se obtiene una bebida alcohólica del cabuyo negro, el mismo que lo encontramos en las diferentes partes de la sierra ecuatoriana y que vendría a mejorar la economía de la población y que actualmente es usada en la alimentación de ganado, canchos, etc. Por lo que la obtención de una bebida alcohólica de este líquido es una buena alternativa.
- Para seleccionar la levadura más eficiente y adecuada se tomó en cuenta el porcentaje de etanol y aceptabilidad; observándose que se obtuvo muy buenos resultados con la levadura de cerveza obteniéndose valores aceptables de etanol con la levadura de pan y natural pero no son parcialmente aceptables organolépticamente.
- En cuanto a la influencia de que ejerce la adición de nutrientes a los microorganismos para la fermentación, esta no es necesaria ya que se observó que se da una excelente fermentación sin la adición de nutrientes.
- El color de la bebida es agradable a la vista tanto para los tratamientos con azúcar y melaza ya que presentan un brillo y una limpieza de la bebida. Pero de acuerdo a las características sensoriales no es tan aceptable la bebida obtenida con melaza a pesar de obtener un olor agradable, este rechazo es debido al sabor un tanto fuerte.
- De las pruebas realizadas, se obtuvo que con azúcar, sin nutrientes y levadura de cerveza y con un grado alcohólico aceptable, dan las mejores condiciones para obtener un producto agradable tanto para los hombres como para las mujeres.
- El producto con mayor grado alcohólico no siempre es el de mejor aceptación para el consumidor; pues la presentación, el olor, el sabor y aceptabilidad son los que mayormente influyen en este.
- La experiencia en el proceso de fermentación es un factor importantísimo, en aquellas etapas en donde había que tomar en cuenta la temperatura, ya que a baja temperatura las levaduras se inactivan y si se exponen a la luz produce un empardiamiento; esta es la razón por la que se instaló un sistema de calentamiento con luz infrarroja, para que se dé la fermentación de manera efectiva ya que juega un papel importante; de este depende la calidad del producto final.

- Según el análisis económico realizado demuestran que para producir una bebida alcohólica de cabuyo negro es más económico producir con los niveles (azúcar, sin nutrientes y levadura de cerveza). Una botella de 750 cm³ cuesta \$3.893,81 con una inversión de \$ 2.433,63 lo que representa una utilidad de \$ 1.460,18 lo que resulta conveniente en relación con un vino común y corriente que cuesta \$ 5.000. Obteniéndose un punto de equilibrio del 49,58% de la capacidad de producción, de esta manera se considera que tiene una buena posibilidad de aplicación a escala industrial.

Recomendaciones

- Al final del trabajo podemos decir que la bebida alcohólica obtenida a partir del dulce de cabuyo (Agave americano), puede ser producido a nivel industrial, de esta manera poder ofrecer al consumidor un producto de calidad.
- Si bien es cierto se aprovecha la extracción de este líquido del cabuyo negro durante un periodo de 3-5 meses, esto puede ser reemplazado. A nivel industrial los cabuyos se deberían sembrar en serie; en producción, en crecimiento y finalmente recién sembrados, de esta manera se aseguraría la producción de la materia prima.
- Si bien es cierto la bebida alcohólica con las variables azúcar tiene mayor aceptabilidad, experimentalmente se comprobó que la bebida alcohólica con melaza da un mayor grado pero que no es aceptado por el consumidor. Razón por la cual nos permitimos recomendar que para futuras investigaciones la mezcla entre diferentes proporciones de azúcar y melaza; debido a que la melaza tiene un aroma exquisito y da un alto grado alcohólico y el azúcar da el gusto a beberlo.
- Al utilizar las levaduras de cerveza estas facilitan la realización del trasiego de una manera fácil y segura para eliminar todos los desechos, ya que estas levaduras se fermentan y sedimentan en el fondo del recipiente.
- Es necesario utilizar azúcar y no melaza, y un importante factor es el no uso de nutrientes y se tiene un producto de calidad y disminuye los costos de producción y se utilizaría levadura de cerveza ya que se puede recuperar en su totalidad la misma que nos servirá para una nueva fermentación.

BIBLIOGRAFIA

- AMERINE M. OUCH C. Análisis de vinos y mostos. Editorial Acribia. Zaragoza - España. 1968.
- BISSE J. Introducción al Reino Cormobionta Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1990.
- BORJA C. Plantas Nativas para Reforestación en el Ecuador Fundación Natura. Quito - Ecuador. 1990.
- CARBONELL M. Licores y Aperitivos. Su fabricación actual. Editorial Sintet. Ronda Universidad. Barcelona - España 1965.
- CHEFTEL C. y CHEFTEL H. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza - España. 1976.
- CRONQUISTA. Introducción a la Botánica. Editorial continental S.A. México. 1975.
- FERNANDEZ B. Botánica. Historia Natural. Tomo III. Editorial Carroggio S.A. Barcelona - España. 1980.
- FRAZIER. W. Microbiología de los Alimentos. Segunda Edición. Editorial Acribia. Zaragoza - España. 1976.
- INEN. Recuento total en placa. Norma 529. Quito - Ecuador 1990. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRARIAS. Simposio de Alcohol y Energía. Federación Valenciana de Estudios Avanzados. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Valencia - España.
- INVESTIGACIONES DE CERVECERIA. Las levaduras. Quito- Ecuador. 1993.
- LEES R. Análisis de los Alimentos. Métodos Analíticos y de control de calidad. Segunda Edición. Traducido por el Dr. José Fernández. Editorial Acribia. Zaragoza - España. 1982.

cabuyo negro es
tella de 750 cm³
8 lo que resulta
anto de equilibrio
a posibilidad de

ave americano),
de calidad.

3-5 meses, esto
, en crecimiento

mentalmente se
r el consumidor.
entre diferentes
grado alcohólico

il y segura para
eciente.

ne un producto
de recuperar en

990.

celona - España

bia. Zaragoza -

80.

1976.

STIGACIONES
de Agricultura,

ucido por el Dr.

DIAGRAMA DE BLOQUES



TABLA 1: CARACTERISTICAS FISICO – QUIMICAS DEL CHAHUAR MISHQUE DEL CABUYO NEGRO.

Color de las Hojas	Gris azulado
Color del Capellon	Blanco
Color del líquido	Café blanquisco – transparente
Sabor	Dulce
Forma	Fluido
Densidad	1.588
Brix	9-10
PH	4. 8-5. 3
% de Alcohol	2. 75-3.00
Acidez (% de Ac. Sulfúrico)	0.40-0. 50

FUENTE : Simposio de Alcohol y Energia. 1983
Carácter Fisico – Químico de varias especies. 1959.

TABLA 2: CAMBIOS DE °BRIX, Ph, ACIDEZ Y CONSUMO DE °BRIX DURANTE EL TRANCURSO DE LA FERMENTACION. TRATAMIENTO A0B0C2 (AZUCAR, SIN NUTRIENTES, LEVADURA DE CERVEZA)

Tiempo	° BRIX		PH		% ACIDEZ		°BRIX CONSUMIDOS	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2	R1	R2
0	21.00	21.00	3.50	3.50	0.69	0.69	0.00	0.00
1	20.80	20.80	3.25	3.25	0.69	0.69	0.20	0.20
2	20.70	20.70	3.10	3.00	0.70	0.70	0.30	0.30
3	20.40	20.40	2.80	2.85	0.71	0.71	0.60	0.60
4	20.00	20.00	2.60	2.65	0.72	0.72	1.00	1.00
5	19.00	19.00	2.40	2.45	0.72	0.72	2.00	2.00
6	17.40	17.60	2.00	2.01	0.73	0.73	3.60	3.40
7	17.00	16.90	1.94	1.94	0.73	0.73	4.00	4.10
8	15.80	16.00	1.97	1.97	0.74	0.73	5.20	5.00
9	14.00	14.00	1.91	1.92	0.77	0.76	7.00	7.00
10	13.00	13.20	1.91	1.92	0.78	0.78	8.00	7.80
11	12.20	12.40	1.91	1.92	0.78	0.78	8.80	8.60
12	11.20	11.20	1.91	1.92	0.78	0.78	9.80	9.80
13	10.60	10.50	1.91	1.91	0.78	0.78	10.40	10.50
14	10.50	10.40	1.91	1.92	0.78	0.78	10.50	10.60
15	10.00	10.10	1.92	1.92	0.78	0.78	11.00	10.90
16	9.40	9.50	1.92	1.92	0.78	0.78	11.60	11.50
17	9.20	9.30	1.92	1.92	0.78	0.78	11.80	11.70
18	8.60	8.40	1.92	1.92	0.78	0.78	12.40	12.60
19	8.30	8.20	1.92	1.92	0.78	0.78	12.70	12.80
20	8.00	7.90	1.92	1.92	0.78	0.78	13.00	13.10
21	7.40	7.60	1.92	1.92	0.78	0.78	13.60	13.40
22	7.20	7.30	1.92	1.92	0.78	0.78	13.80	13.70
23	7.00	7.10	1.92	1.92	0.78	0.78	14.00	13.90
24	6.90	6.90	1.92	1.92	0.78	0.78	14.10	14.10

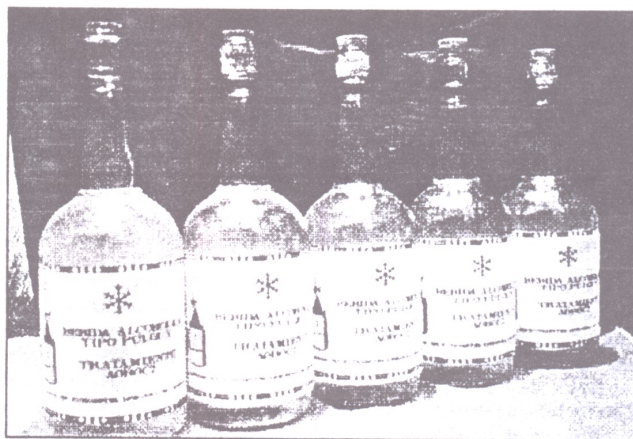
FOTOGRAFIA 1:

EL AGAVE AMERICANO LLENO DEL LIQUIDO CHAHUAR MISHQUE



FOTOGRAFIA 2:

TRATAMIENTO A0B0C2 CONSIDERADO EL MEJOR TRATAMIENTO SEGUN LA EVALUACION SENSORIAL



DISCURSO DE
EVADURA DE

CONSUMIDOS
R2

0.00
0.20
0.30
0.60
1.00
2.00
3.40
4.10
5.00
7.00
7.80
8.60
9.80
10.50
10.60
10.90
11.50
11.70
12.60
12.80
13.10
13.40
13.70
13.90
14.10

PAPILLA A BASE DE ARROZ (*Oryza sativa*) Y ARVEJA (*Pisum sativum*) FERMENTADOS

Cecilia Bedón*
Nixzon Jimbo*
César German**

RESUMEN

En este estudio se aplican procesos de germinación y fermentación en granos de arroz y arveja, para obtener una papilla; en el producto seleccionado se realizan una serie de análisis químicos a fin de evaluar su calidad, y considerarlo como una alternativa para combatir la desnutrición infantil.

Los factores estudiados son: proporción arroz: arveja: 80:20, 75:25 y 70:30; tiempo de germinación de la arveja: 24 y 48 horas; y tiempo de fermentación de la masa: 24 y 48 horas.

La respuesta experimental es porcentaje de proteína, a base del cual se determina el mejor tratamiento. Las papillas obtenidas se someten también a evaluación sensorial en madres y en niños menores de cinco años.

La papilla seleccionada mediante análisis estadístico del contenido de proteína y evaluación sensorial, es la mezcla arroz: arveja 75:25, con 24 horas de germinación de la arveja y 24 horas de fermentación de la masa.

El producto fermentado, en polvo y envasado en fundas plásticas herméticamente cerradas puede almacenarse a temperatura ambiente, tiene bajo costo, y puede elaborarse en casa.

INTRODUCCION

La desnutrición se origina debido a una baja producción y consumo limitado de alimentos de alto valor nutritivo, asociados con deficientes sistemas de transporte, almacenamiento, comercialización y saneamiento ambiental. Por otra parte, la desnutrición es consecuencia de la situación socioeconómica y educativa de las poblaciones, deficiente aprovechamiento de los recursos disponibles, falta de organización e insuficiencia de programas dedicados a la salud y desnutrición de los habitantes de la ciudad y el campo, lo que resulta más crítico para madres y niños. La incorporación de alimentos a la dieta de un niño tiene varias consecuencias: a) altera el delicado equilibrio en que están los nutrientes en la leche materna, b) introducción de alimentos contaminados en un momento en que la cantidad absoluta y relativa de factores anti infecciosos en la leche materna ha disminuido, c) digestibilidad inadecuada, d) el contenido de fibra y ácido fítico de algunos alimentos pueden interferir con la biodisponibilidad de minerales y oligoelementos, e) la introducción de proteínas heterólogas puede producir reacciones de sensibilización a nivel intestinal, f) finalmente, los alimentos que se administren al niño pueden ser inadecuados en densidad energética, cantidad y calidad de proteína y contenido de vitaminas y minerales.

* Egresado (a) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

** Ingeniero en Alimentos, Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Con el propósito de encontrar alternativas de solución especialmente en lo que se refiere al abastecimiento de nutrientes para lactantes hasta niños preescolares, es menester examinar las posibilidades de aprovechar la capacidad productiva nacional de granos y cereales en la obtención de productos de mejor calidad, alto valor biológico y menor costo.

Este trabajo permitirá estudiar los efectos de la germinación y fermentación natural en la calidad proteica de mezclas de arroz y arveja, en la obtención de un alimento infantil tipo ogi con buenas características nutricionales y funcionales, constituyéndose como una alternativa para combatir la desnutrición infantil.

Cecilia Bedón*
Nixzon Jimbo*
ésar German**

OBJETIVOS

Objetivo General

- Elaborar una papilla mediante fermentación de arroz (*Oryza sativa*) y arveja (*Pisum sativum*).

Objetivos Específicos

- Seleccionar el mejor tratamiento mediante determinación de su contenido proteico.
- Hacer un seguimiento de los cambios de acidez, grados Brix y pH durante el proceso de fermentación para el mejor tratamiento.
- Conocer mediante un estudio de anaquel las condiciones óptimas de almacenamiento del producto.
- Realizar un estudio económico para el mejor tratamiento.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Materia prima y material de empaque

Se utiliza arroz pilado (*Oryza sativa*) y arveja seca (*Pisum sativum*), comprados en mercados de la localidad. En la Tabla 1 se presenta la composición química media proximal de los granos. Los productos son envasados en fundas de polipropileno bi-orientado.

TABLA 1. CONTENIDO NUTRITIVO MEDIO (%) DEL ARROZ Y ARVEJA.

TABLA 1: CONTENIDO NUTRITIVO MEDIO (%) DEL ARROZ Y ARVEJA

COMPUESTO	ARROZ	ARVEJA
Humedad	11.91	11.60
Proteína	7.16	23.06
Carbohidratos Totales	78.72	57.12
Fibra	0.25	4.58
Grasa	0.60	1.25
Cenizas	0.69	2.60
Cal/100 gr.	358.93	327.65

Valores medios, a partir de reportes del Instituto Nacional de Nutrición, 1965 y del Instituto de Investigaciones de Ciencias Técnicas de la Universidad de Cuenca, 1987.

Diseño experimental

En obtención de la papilla

En el proceso de obtención de la papilla se aplicó un diseño factorial $A \times B \times C$, con dos replicaciones, ensayándose 24 tratamientos, la respuesta experimental fue el contenido de proteína; los factores fueron los siguientes:

Factor A = Proporción arroz: arveja, con tres (3) niveles

Factor B = Tiempo de germinación de la arveja, con dos (2) niveles

Factor C = Tiempo de fermentación de la masa, con dos (2) niveles

Los niveles analizados son los siguientes:

Factor A: $A_0 = 80:20$
 $A_1 = 75:25$
 $A_2 = 70:30$

Factor B: $B_0 = 24$ horas
 $B_1 = 48$ horas

Factor C: $C_0 = 24$ horas
 $C_1 = 48$ horas

En Evaluación Sensorial

Los resultados numéricos son analizados mediante un diseño de bloques al azar, que aísla el efecto de los panelistas no entrenados sobre las calificaciones otorgadas a las muestras. Las respuestas experimentales para el análisis serán los promedios de las replicaciones.

En el estudio de condiciones de almacenamiento

Con la finalidad de encontrar las mejores condiciones de almacenamiento del producto, se aplicó un diseño factorial $A \times B$, con dos replicaciones y se ensayaron 12 tratamientos. A continuación se detallan los factores estudiados:

Factor A = Temperatura de almacenamiento, con tres (3) niveles
Factor B = Condiciones de luz, con dos (2) niveles
Los niveles analizados son los siguientes:

Factor A:
A₀ = 28EC
A₁ = 20EC
A₂ = 4EC

Factor B:
B₀ = Con exposición a la luz
B₁ = Sin exposición a la luz

Las respuestas experimentales fueron: pH y recuento total de microorganismos.

Equipos y Reactivos

Equipos para obtención de la papilla

Estufas, balanza digital, molino manual, cocineta eléctrica, materiales auxiliares (recipientes plásticos y de acero inoxidable, vasos de precipitación de 1000 ml., agitadores, cucharas).

Equipos y reactivos para análisis en el producto final y en el mejor tratamiento

Micro - Kjeldahl, pH-metro digital, refractómetro Abbe, reómetro rotacional Brookfield, estufa Brabender con determinador de humedad, mufla, determinador de fibra, equipo Goldfish, baño maría agitador, centrífuga, termostato con baño maría, balanza analítica digital, Calibrador Vernier o Pie de Rey, autoclave, cuentacolonias, cámara de incubación, estufa esterilizador, materiales de vidrio (desecadores, balones aforados, matraces, vasos de precipitación, termómetros, agitadores, pipetas, probetas, buretas, embudos, cajas petri, tubos de ensayo), Otros materiales auxiliares (soportes universales, pinzas, espátulas, crisoles de porcelana, papel filtro, papel aluminio).

Acido sulfúrico, sulfato de cobre, sulfato de potasio, dióxido de selenio, hidróxido de sodio, ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido acético glacial, ácido tricloroacético, éter de petróleo, fosfato monobásico de potasio, fosfato dibásico de potasio, úrea, pepsina, fenoltaleína, rojo de metilo, agar count plate, agar patata dextrosa, agar desoxycholate.

Equipos para almacenamiento del producto

Estufa, refrigerador, material auxiliar (cables eléctricos, focos).

METODOLOGÍA

Se escogen los granos antes de someterlos a la tecnología. Manualmente se eliminan impurezas, granos dañados, rotos o defectuosos y se utilizan únicamente los granos enteros; se lavan los granos de arroz y arveja, a fin de eliminar las impurezas adheridas a los mismos como polvos y lodo.

Los granos se someten a remojo durante 8 horas, en la proporción agua: grano de 3:1 (3 kg de agua, 1 kg de grano) a temperatura ambiente. La arveja se lleva a germinación, colocando los granos sobre un lecho de papel humedecido y en estufa, a una temperatura de 25°C ± 1, durante 24 y 48 horas. Para el caso del arroz pilado, este se somete solamente a remojo, pues se conoce que durante el pilado del arroz, la estructura del grano sufre alteraciones, lo que impide la germinación.

De los granos de arveja germinada se extraen la radícula, la cutícula y se procede a moler, el arroz remojado también es sometido a molienda, luego se tamizan para eliminar fibras, el resto de cutícula y radícula que pudieron estar presentes. La molienda se hace por separado, usando un molino manual. Después de la molienda, se obtiene una masa arroz - arveja, la misma que se somete a fermentación natural en estufa durante 24 y 48 horas, a una temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 1$ y de acuerdo a las proporciones detalladas en el diseño experimental, la fermentación se hace en la proporción masa: agua 1:4.

A fin de suspender la fermentación, eliminar microorganismos y obtener la papilla fermentada, cada uno de los tratamientos se someten a ebullición a $92^{\circ}\text{C} \pm 1$ por un tiempo de 10 minutos.

Para eliminar la mayor cantidad posible de agua, se seca la papilla a 55°C hasta conseguir una humedad aproximadamente del 8%. Los productos en polvo, son envasados en fundas de polipropileno bi-orientado herméticamente cerradas y almacenados a temperatura ambiente.

Métodos de análisis

Métodos de análisis durante el proceso y en el producto final

- Tamaño de radícula en arveja germinada, mediante medición directa; y, porcentaje de germinación, contando los granos de arveja germinados de una muestra de 100 granos de cada tratamiento y sacando el respectivo porcentaje.
- Determinación de Proteína Micro-Kjeldahl No. 14.068 de la AOAC.
- Análisis sensoriales Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia.

Métodos de análisis en el producto obtenido con el mejor tratamiento (papilla seleccionada)

- | | |
|---|---|
| - | Determinación de °Brix, acidez y pH durante la fermentación. °Brix (medición directa con un refractómetro ABBE), acidez (titulación con NaOH 0.1N) y pH (medición directa con un pH-metro). |
| - | Humedad |
| - | Proteína |
| - | Grasa |
| - | Ceniza |
| - | Fibra cruda |
| - | Carbohidratos - no fibra |
| - | Contenido calórico |
| - | Proteína verdadera |
| - | Digestibilidad invitro |
| - | Aminoácidos |
| - | Coefficiente proteico |
| - | Nitrógeno soluble |
| - | Determinación de factores |
| - | Viscosidad |
| - | Solubilidad |
| - | Análisis microbiológico: |

Germinaci

A mayor tie
germinados
diferencia si
depende de
germinaciór
rápidament

Contenido

Los diferentes
la Tabla 2.1
A₂ (30% de
(C₁). Las dif
En todos lo
respecto a
durante el
condiciones
fermentaci
por las con
de la masa
de proteína
pruebas de

TABLA 2:

[illegible]

R_1	réplica
R_2	réplica
X	promer

La Tabla
(color+olor
germinació
aceptabilid
condicione

RESULTADOS Y DISCUSION

Germinación

A mayor tiempo de germinación, 48 horas, la arveja presenta mayor tamaño de radícula (3.12 cm.) que aquellos germinados durante 24 horas (1.40 cm.). La capacidad germinativa para los dos tiempos aplicados, no presenta diferencia significativa; para 24 horas, 97% de granos germinados y para 48 horas, 97.5%. El porcentaje de germinación depende de las características del grano: madurez, tamaño uniforme, humedad, temperatura óptima y luz. Durante la germinación, el contenido de enzimas endógenas aumenta, lo que permitirá que los polímeros del grano se digieran rápidamente durante el proceso de fermentación.

Contenido de proteína y evaluación sensorial (Selección del mejor Tratamiento)

Los diferentes productos en polvo obtenidos se someten a un análisis de proteína, cuyos resultados se pueden ver en la Tabla 2. Los contenidos de proteína son mayores en las papillas con mayor concentración de arveja, tratamientos A₂ (30% de arveja); el tiempo de fermentación, influye levemente en la cantidad de proteína, siendo mayor a 48 horas (C₁). Las diferencias en el contenido de proteína de los diferentes productos se debe al proceso mismo de fermentación. En todos los tratamientos, el contenido proteico de las papillas después de la fermentación, presenta disminución respecto a los valores reportados al inicio de la fermentación, debido a pérdidas que ocurren en el agua de lavado y durante el remojo posiblemente. El mejor tratamiento en base al contenido de proteína es A₂B₀C₁ (14.16%), las condiciones de trabajo son: proporción arroz: arveja 70:30, 24 horas de germinación de la arveja; y, 48 horas de fermentación de la masa; sin embargo, se escoge el tratamiento A₁B₀C₀ con un contenido de proteína de 13.19%, dado por las condiciones: proporción arroz: arveja 75:25, 24 horas de germinación de la arveja y 24 horas de fermentación de la masa, este tratamiento implica usar el 5% en peso menos de arveja con una mínima disminución en el contenido de proteína, 0.97 gr (6.85%) respecto al mejor; además el tratamiento escogido es el de mejor aceptación en las pruebas de catación, tanto por madres como por niños menores de cinco años.

TABLA 2: VALORES DE PROTEINA TOTAL (%), AL FINAL DE LA FERMENTACION.

TRATAMIENTO	R1	R2	X
A ₀ B ₀ C ₀	12.14	12.34	12.24
A ₀ B ₀ C ₁	12.40	12.12	12.26
A ₀ B ₁ C ₀	11.10	11.58	11.34
A ₀ B ₁ C ₁	11.44	11.92	11.68
A ₁ B ₀ C ₀	13.64	12.74	13.19
A ₁ B ₀ C ₁	13.22	13.18	13.20
A ₁ B ₁ C ₀	12.37	12.31	12.34
A ₁ B ₁ C ₁	13.10	12.44	12.77
A ₂ B ₀ C ₀	14.30	13.90	14.10
A ₂ B ₀ C ₁	14.19	14.13	16.16
A ₂ B ₁ C ₀	13.67	12.81	13.24
A ₂ B ₁ C ₁	14.15	13.27	13.71

R₁ réplica 1.

R₂ réplica 2.

X promedio.

La Tabla 3 contiene las puntuaciones medias del promedio de características de calidad, es decir: (color+olor+sabor+acidez+textura)/5. Las mejores condiciones son: proporción arroz: arveja 75:25, 24 horas de germinación de la arveja y 24 horas de fermentación de la masa. En la misma tabla se encuentran las puntuaciones de aceptabilidad de los diferentes tratamientos, el mejor tratamiento es A₁B₀C₀ con una calificación de 3.4, con las mismas condiciones de trabajo anotadas anteriormente.

Las calificaciones medias de aceptabilidad, otorgadas por niños menores de cinco años, para cada tratamiento, se encuentran en la Tabla 3, el mejor tratamiento es A₁B₀C₀, con una calificación media de 3.6.

TABLA 3: CALIFICACIONES MEDIAS, OTORGADAS POR MADRES Y NIÑOS EN PRUEBAS SENSORIALES.

TRATAMIENTO	P.C.C.	ACEPTABILIDAD ¹	ACEPTABILIDAD ²
A ₀ B ₀ C ₀	2.80	3.30	3.4
A ₀ B ₀ C ₁	2.90	3.00	3.2
A ₀ B ₁ C ₀	2.88	3.30	3.5
A ₀ B ₁ C ₁	2.72	3.40	3.6
A ₁ B ₀ C ₀	3.18	3.40	3.6
A ₁ B ₀ C ₁	3.03	2.95	3.3
A ₁ B ₁ C ₀	3.10	3.85	3.2
A ₁ B ₁ C ₁	2.87	3.75	3.5
A ₂ B ₀ C ₀	2.62	3.15	3.0
A ₂ B ₀ C ₁	3.02	3.15	2.9
A ₂ B ₁ C ₀	3.08	3.10	3.6
A ₂ B ₁ C ₁	2.92	3.40	3.6

P.C.C. promedio de características de calidad.

¹ otorgada por madres.

² otorgada por niños menores de cinco años.

Variación de Acidez, Grados Brix y pH, durante la fermentación del mejor tratamiento (A₁B₀C₀)

En la Tabla 4 encontramos los valores de acidez, Grados Brix y pH, durante la fermentación del mejor tratamiento.

Respecto a la acidez, ésta se expresa en % de ácido láctico, por ser este el que en mayor cantidad se produce; la acidez aumenta con el tiempo de fermentación, desde 0.28% al inicio, hasta 0.81% a las 24 horas, debido a la transformación que sufren los azúcares en ácido láctico; esto provoca una disminución del pH, de 6.57 a 4.33; y, de los sólidos solubles (*Brix) desde 1.4 a 0.4. Los cambios que sufre la acidez y el pH durante el tiempo de fermentación se puede observar en el Gráfico 1.

TABLA 4: VARIACION DE ACIDEZ, GRADOS BRIX Y pH DURANTE LA FERMENTACION (TRATAMIENTO A₁B₀C₀).

TIEMPO (h)	ACIDEZ (% ácido láctico)	GRADOS BRIX	pH
0.0	0.28	1.4	6.57
3.0	0.30	1.2	6.04
17.5	0.60	0.9	4.45
21.0	0.76	0.8	4.40
24.0	0.81	0.4	4.33

* Promedio de dos determinaciones.

Composic

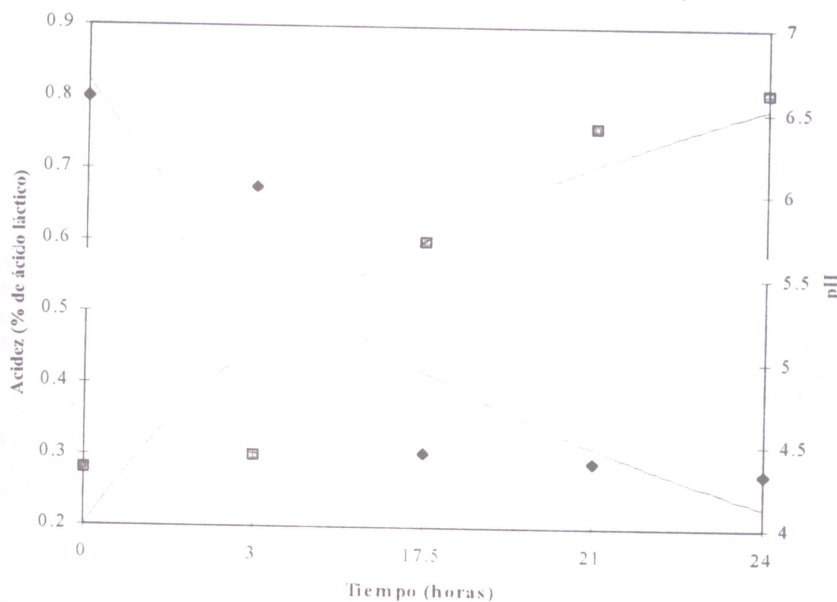
En la Tabla 1995, todo requisitos; debido esp

TABLA 5:

Sólidos
Proteína
Grasa
Conten

(1) S
IN

GRAFICO 1. VARIACION DE ACIDEZ Y PH DURANTE LA FERMENTACION (TRATAMIENTO A1B0C0).



Composición proximal del producto fermentado (mejor tratamiento)

En la Tabla 5, se reportan algunos compuestos químicos, comparados con los requisitos establecidos por el INEN, 1995, todos los compuestos superan los requisitos, el contenido de grasa (0.69%) es bajo, ubicado dentro de los requisitos; mientras que el contenido calórico (1530 J/100gr) es elevado, saliéndose del requisito máximo del INEN, debido específicamente al elevado porcentaje de carbohidratos (74.29%) que contiene el producto fermentado.

TABLA 5: REQUISITOS ESTABLECIDOS POR EL INEN, COMPARADOS CON LOS VALORES OBTENIDOS EN EL PRODUCTO FERMENTADO (TRATAMIENTO A1B0C0). VALORES EN gr/100 gr.

REQUISITOS	INEN *		PRODUCTO FERMENTADO
	Min	Max	
Sólidos Totales	8	-	15.00
Proteínas	2(1)	-	13.19
Grasa	-	3	0.69
Contenido calórico (J)	-	272	1530.00

(1) Se excluyen sopas no cárnicas, las cuales pueden tener menos de 2%. INEN, 1995.

Proteína Verdadera y Proteína Digerible

El producto contiene 91.1% de proteína verdadera, como era de esperarse, inferior a la proteína total (N*6.25), la proteína verdadera tiende a aumentar durante la fermentación, debido a la transformación del nitrógeno no proteico en nitrógeno proteico, durante el proceso biológico de las bacterias responsables de la fermentación.

El contenido de proteína digerible es de 91.2%; superior a los valores individuales para el arroz crudo y cocido (68.5% y 65.9%) y para la arveja cruda y cocida (84.4% y 84.2%), reportados por HERNANDEZ et al. (1984). La germinación, fermentación y precocción producen incremento de la digestibilidad y mejoran el sabor del producto.

Coeeficiente Proteico

En la Tabla 6 se tienen los aminoácidos esenciales (gr/100 gr de proteína) del producto fermentado obtenido con el mejor tratamiento (A₁B₀C₀), comparados con los requisitos para preescolares (2-5 años) de la FAO/WHO/ONU de 1985 y con el patrón FAO de 1985. En los Gráficos 2 y 3 se puede visualizar con mayor claridad dicha comparación. Frente a las recomendaciones de la FAO/WHO/ONU de 1985, nuestro producto presenta tres aminoácidos deficitarios, siendo el primer limitante el triptófano; frente al patrón FAO de 1985, el producto es deficitario en cuatro aminoácidos esenciales: triptófano como primer limitante. En ambos casos, el primer aminoácido limitante es el triptófano, debido principalmente a que tanto el arroz como la arveja presentan deficiencias de este aminoácido; además y debido a las pérdidas de triptófano que se producen en la preparación tradicional de *ogi* (MAKINDE Y LA CHANCE, 1976, citados por STEINKRAUS, 1983). Los coeeficiente proteicos para nuestro producto son: de 31 respecto a las recomendaciones de la FAO/WHO/ONU de 1985 para preescolares (2-5 años) y de 34 respecto al patrón FAO de 1985. Los resultados de coeeficiente proteico obtenidos para nuestro producto son bajos, por lo que no podríamos hablar de un alimento altamente plástico.

TABLA 6: AMINOACIDOS ESENCIALES (GRAMOS DE AMINOACIDO/100 GRAMOS DE PROTEINA), EN EL PRODUCTO FERMENTADO (TRATAMIENTO A₁B₀C₀); COMPARADOS CON LAS RECOMENDACIONES DE LA FAO PARA PREESCOLARES, Y CON EL PATRON FAO DE 1985.

AMINOACIDO	PRODUCTO FERMENTADO*	PREESCOLARES (2-5 años)**	PATRON FAO**
Arginina (ARG)*	7.57		
Histidina (HIS)*	1.94	1.9	
Isoleucina (ISO)	4.38	2.8	4.0
Leucina (LEU)	8.67	6.6	7.0
Lisina (LIS)	4.80	5.8	5.5
Metionina - Cistina (MET-CIS)	2.36	2.5	3.5
Fenilalanina - Tirosina (FEN-TIR)	13.13	6.3	6.0
Treonina (TRE)	3.45	3.4	4.0
Triptófano (TRI)	0.34	1.1	1.0
Valina (VAL)	5.47	3.5	5.0
AMINOACIDOS ESENCIALES TOTALES (NO ARG):	44.54	33.9	
(NO ARG E HIS):	42.60		36.0

- * Esenciales para niños y no para adultos (PRIMO Y CARRASCO, 1981).
- Valores Experimentales obtenidos en el Departamento de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental I.N.I.A.P. Santa Catalina. Tomado de TORUN, B. 1988.

GRAFICO 2. AMINOACIDOS ESENCIALES DEL PRODUCTO FERMENTADO, COMPARADOS CON LAS RECOMENDACIONES PARA PREESCOLARES (2-5 AÑOS) DE LA FAO/WHO/ONU DE 1985.

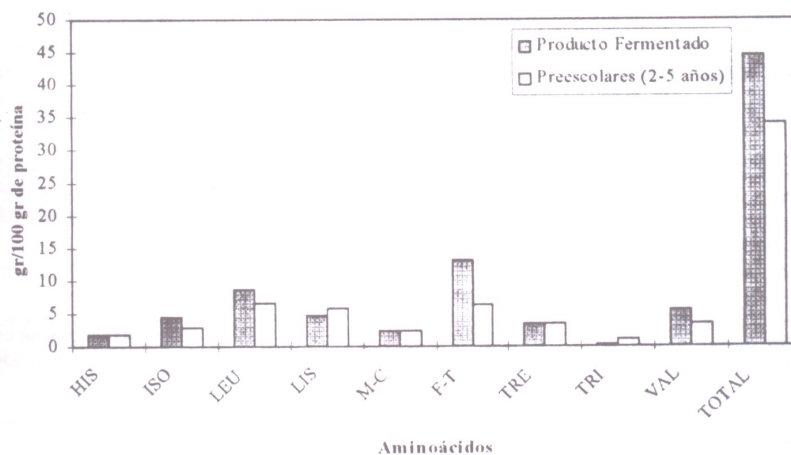
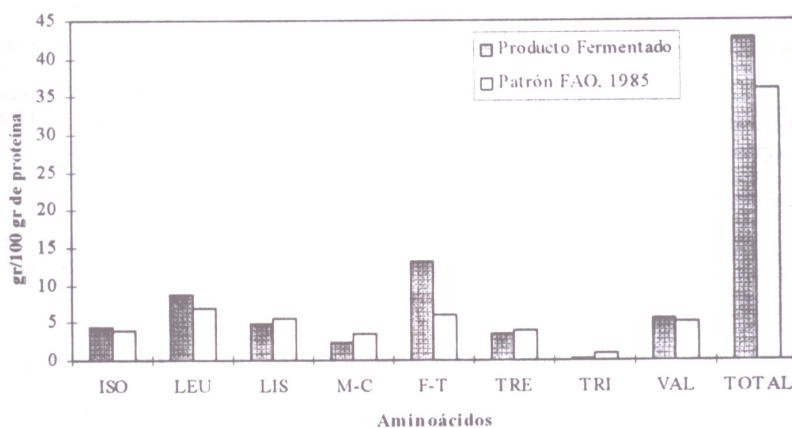


GRAFICO 3. AMINOACIDOS ESENCIALES DEL PRODUCTO FERMENTADO, COMPARADOS CON EL PATRON FAO DE 1985.



Nitrógeno soluble

El producto fermentado, a pH 3.0 presenta 6.01% de nitrógeno soluble, conforme aumenta el valor de pH, el porcentaje de nitrógeno soluble disminuye; pero, al llegar a pH de 5.0, el porcentaje de nitrógeno soluble aumenta hasta un 6.78% y aumenta mucho más a pH 6.0 con 8.87%.

La presencia de nitrógeno soluble se debe a que durante la germinación y fermentación, la proteína se divide en unidades más pequeñas produciéndose un rompimiento de la molécula de proteína, y por consiguiente la liberación de algunos aminoácidos.

Factores antinutricionales en arveja cruda y en producto fermentado

De acuerdo a las variaciones de pH, la arveja cruda contiene factores antinutricionales; estos disminuyen en el producto fermentado, gracias a los procesos de germinación y fermentación; el producto fermentado y cocido no contiene factores antinutricionales.

Propiedades funcionales del producto fermentado

Viscosidad

La viscosidad se determinó a 20 y 28°C. A 20°C, se tiene un valor de viscosidad de 10.6 Pa.sⁿ, a 28°C, el producto presenta mayor viscosidad, con un valor de 12.47 Pa.sⁿ, debido a que el aumento de temperatura provoca gelatinización del almidón, aumentando la viscosidad aparente; De acuerdo a los valores obtenidos a las dos temperaturas, podemos hablar que la papilla es un producto viscoso.

Solubilidad en agua

El valor de solubilidad (2.98%) a 20°C, es bajo, lo cual es explicable porque se trata de un producto que se consumirá en forma de papilla (sopa blanda), es decir los sólidos totales son importantes, además una cantidad considerable de sólidos solubles han sufrido transformaciones durante el proceso de elaboración del producto.

Análisis microbiológico

Los granos son portadores de gran cantidad de microorganismos, e igualmente durante la germinación se desarrollan microorganismos como bacterias y levaduras que posteriormente intervendrán en el proceso de fermentación. Gran cantidad de los microorganismos presentes son eliminados en la precocción de la masa después de la fermentación (92°C por 10 minutos); sin embargo, las colonias presentes tanto para recuento total, con un valor de 1.4×10^3 ufc/ml; mohos y levaduras, con 1.1×10^3 ufc/ml, se deben a la contaminación a la que está expuesto el producto durante el secado y la molienda. La papilla no contiene coliformes totales, lo que significa que el producto ha sido procesado higiénicamente.

Almacenamiento del producto fermentado (tratamiento A₁B₀C₀)

Los tratamientos almacenados a las temperaturas de 20°C y 28°C, son los que mayor número de colonias presentan a los 30 días de almacenamiento, así, tenemos valores de 5.0×10^3 , 3.4×10^3 , 3.3×10^3 y 3.0×10^3 ufc/ml; debido principalmente a que no se trata de un alimento estéril y estas temperaturas favorecen el desarrollo de microorganismos. A 4°C, el número de colonias al mes de almacenamiento (1.6×10^3 y 1.8×10^3 ufc/ml) se incrementó de manera insignificante, lógicamente debido a que la temperatura no permite el desarrollo de microorganismos.

Las variaciones de pH en todos los tratamientos, no son significantes.

A las tres temperaturas de almacenamiento ensayadas no se tiene un aumento extremado de recuento microbiano; y, este disminuirá con el tiempo, debido a la muerte de microorganismos por la baja a_w del producto. De todo lo anterior se deduce que el producto se puede almacenar a temperatura ambiente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La germinación es un proceso bioquímico que por la presencia de enzimas provoca que los almidones y proteínas se dividan en unidades más pequeñas; se incrementa el valor nutritivo de los granos y la digestibilidad de las proteínas, por la degradación parcial de factores antinutricionales, como fitatos, inhibidores de tripsina y hemaglutininas presentes en las leguminosas.

La ferme
se produ
descomp
de factor

Para que
durante l

En lo refe
horas de
aceptabil
permitido
producto

El sabor
durante la
sólidos se

La mezcla
nuestro c
limitante
deficiente
aminoáci

La deficie
lo que no

La facilitad
obtenido
período d
el precio
aumento
industrial,

Se recom
concentra

Enriquece
y calcio.

La alimen
necesidad

ADEGOK
Nigerian fr

ADENIJI,
Science.

ADEYEMI
pasting vis

AKOBUNI
1982. pp

La fermentación se constituye en un paso muy importante dentro del proceso para la obtención de esta papilla, tipo *ogi*, se produce una pequeña disminución de la proteína; pero, proporciona al producto mayor digestibilidad por la descomposición de las macromoléculas (almidones y proteínas) en moléculas más sencillas y por la parcial eliminación de factores antinutricionales; un sabor más agradable por la producción de ácidos orgánicos, aldehídos y ésteres.

Para que se produzca la fermentación no es necesario inocular cultivos de microorganismos, estos se desarrollan durante la germinación de la arveja y son los responsables de la producción de ácido láctico, principalmente.

En lo referente a los factores implicados en este estudio, encontramos que: la proporción arroz: arveja de 75:25, 24 horas de germinación de la arveja y 24 horas de fermentación de la masa, resultó ser el producto con mayor aceptabilidad para madres de familia y para niños menores de cinco años, con alto contenido de proteína; esto ha permitido seleccionar estas condiciones de mezcla y trabajo, como las mejores para la elaboración de este tipo de producto.

El sabor agrio del producto, se debe al ácido láctico, principalmente, y a otros. El ácido láctico es el predominante durante la fermentación; esto implica que durante este proceso exista un aumento en la acidez, un decremento de los sólidos solubles y consecuente la disminución del pH.

La mezcla de un cereal con una leguminosa, es una forma de complementación aminoacídica, como se ha hecho en nuestro caso; sin embargo, el producto obtenido presenta deficiencia de tres aminoácidos esenciales, siendo el primer limitante el triptófano, esto se debe principalmente a que los granos utilizados como materia prima coinciden ser deficientes en este mismo aminoácido; además, durante el proceso de elaboración del producto existen pérdidas de este aminoácido, según lo manifestado por varios investigadores.

La deficiencia de triptófano en el producto fermentado obtenido, implica que este tenga un bajo coeficiente proteico, por lo que no se puede considerar a este producto como altamente nutritivo.

La facilidad de elaboración de este alimento permite que se lo pueda hacer en forma doméstica e industrial. El producto obtenido en casa tiene un costo de producción de S/. 80 para 250 gr, y puede almacenarse en refrigeración por un corto período de tiempo. Industrialmente la papilla se seca y pulveriza, lo que permite almacenarlo en condiciones ambientales, el precio de una funda de 250 gr es de S/. 1600; pero, en la preparación de la papilla, la adición de agua produce un aumento en la masa de 6.2 veces respecto a los 250 gr iniciales. De lo que se deduce que el costo de producto industrial, esta al alcance de familias de escasos recursos económicos.

Se recomienda realizar un estudio en el cual se ensayen otras proporciones de arroz y arveja; ó, utilizar productos o concentrados proteicos que permitan una mejor complementación de los aminoácidos esenciales deficitarios.

Enriquecer el producto en polvo con vitaminas: ácido ascórbico, vitamina A, riboflavina y ácido fólico; y minerales: hierro y calcio.

La alimentación de niños con este producto debe ir acompañada de otro u otros alimentos, a fin de balancear las necesidades de aminoácidos esenciales, necesarios para el normal crecimiento y desarrollo del niño.

BIBLIOGRAFIA

- ADEGOKE, G. y BABALOLA, A. Characteristics of micro-organisms of importance in the fermentation of fufu and *ogi*-two Nigerian foods. *Journal of Applied Bacteriology*, 65. 1988. pp 449-453.
- ADENIJI, A y POTTER, N. Properties of *ogi* powders mada from normal, fortifieds and opaque-2 corn. *Journal of Food Science*. 1978. pp 1571-1574.
- ADEYEMI, I. y BECKLEY, O. Effect of period of maize fermentation and souring on chemical properties and amylograph pasting viscosity of *ogi*. *Journal of Food Science*, 4. 1986. pp 353-359.
- AKOBUNDU, E. y HOSKINS, F. Protein losses in traditional agidi paste production. *Journal of Food Science*, 49(5). 1982. pp 1728-1729.

- ASOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Asociation of Official Analytical Chemists. 13th ed. William Horwitz, Editor. Washington D.C. 1980. pp 132, 133-134, 172, 220.
- BOURNE, M. Food texture and viscosity, concept and measurement. Academic Press Inc. New York, 1988. pp 202-209.
- CHEN, L., WELLS, C. y FORDHAM, J. Germinated seeds for human consumption. Journal of Food Science, 40. 1975. pp 1920-1924.
- FORDHAM, J. WELLS, C. y CHEN, L. Sprouting of seeds and nutrient composition of seeds and sprouts. Journal of Food Science, 40(3). 1975. pp 552-556.
- HAMAD, A. y FIELDS, M. Evaluation of the protein quality and available lysine of germinated and fermented cereals. Journal of Food Science, 44(2). 1979. pp 456-459.
- HERNANDEZ, M., DE LA VEGA, A. y SOTELO, A. Determinación de la Digestibilidad Proteínica in vitro e in vivo en cereales y leguminosas, crudos y cocidos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 34:3, 1984. pp 513-522.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES PARA LA INDUSTRIA ALIMENTICIA (I.I.I.A.). Evaluación Sensorial. Centro de información y documentación Científico Técnica. La Habana, Cuba. 1989. 200 p.
- LEES, R. Análisis de los Alimentos, métodos analíticos y control de calidad. 2da. ed. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 1969. pp 93, 216-217.
- METODOS OFICIALES DE ANALISIS DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION. Tomo 1. Madrid, España. 1986.
- OKOLI, E. y ADEYEMI, I. Manufacturing of ogi from malted (germinated) corn (*Zea mays*), Evaluation of chemical, pasting and sensory properties. Journal of Food Science, 54(4). 1989. pp 971-973.
- SCHMIDT, H.- HEBBEL. Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile, Septiembre de 1973.
- STEINKRAUS, K. Handbook of Indigenous Fermented Foods. New York, USA. Marcel Dekker, Inc. 1983. pp 189-198.
- WANG, V. y FIELDS, M. Germination of corn and sorghum in the home to improve nutritive value. Journal of Food Science, 43(4). 1978. pp 1113-1115.

En el proc
almendra
aceite de p

Las planta
acondicion
y laminado

Egresado
Ingeniero

ACONDICIONAMIENTO DE SEMILLA DE PALMA AFRICANA (*Elaeis guineensis*) PARA LA EXTRACCIÓN DE ACEITE

Juan Arteaga^{*}
Víctor Campos^{*}
Ángel Ulloa^{**}

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con la finalidad de mejorar el rendimiento y calidad del aceite de palmiste en el proceso de extracción por prensado de la fábrica TYSAL S.A.

Se caracterizó la composición del palmiste tanto aislado como impuro y, para la extracción del aceite fue necesario: Triturar y secar (por arrastre de aire y cocción) a diferentes grados de humedad.

El palmiste se somete a diferentes pre-tratamientos antes de la extracción del aceite por prensado, consistente en: Secado por arrastre de aire, cocción directa (seca) y cocción húmeda con picos de 12 y 15% de humedad. Las respuestas experimentales evaluadas en el aceite luego del prensado y filtrado fueron: Rendimiento, eficiencia, acidez, humedad, color (amarillo y rojo) e índice de refracción; en torta se determinó el extracto etéreo.

El mejor tratamiento (A1B1C1) se consigue, al deshidratar las almendras enteras por secado por arrastre de aire a 90° C hasta el 5%h b.s, posteriormente trituradas a (0.43 - 0.85mm), y prensado hidráulico a 474 Kg/cm², obteniéndose el 42.8% de rendimiento (1.8 unidades porcentuales sobre el rendimiento industrial) en aceite con una acidez de 1.5%, color amarillo 31.7, color rojo 4.6, Índice de refracción 1.4510 y humedad de 0.059%.

A partir de los resultados se realizan algunas sugerencias sobre cambios del proceso industrial que se concretan en una propuesta tecnológica. La evaluación económica de la misma, permite concluir la conveniencia de la modificación del proceso industrial.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de extracción del aceite de palma se obtiene como subproducto la nuez, de la que se separa la almendra o palmiste, la misma que al ser sometida a presión mecánica permite obtener como producto final el aceite de palmiste.

Las plantas extractoras de aceite de palmiste trabajan con dos tecnologías que se diferencian en el método de acondicionamiento previo a la extracción: a) secado por arrastre de aire de las almendras enteras y, b) triturado y laminado seguido de un secado por cocción.

^{*} Egresado de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos

^{**} Ingeniero en Alimentos, Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

Materia Prima.

La materia prima sigue un proceso general conforme se indica en la figura 1. Se utiliza palmiste con un nivel de pureza aproximada del 95% entre entera y partida, obtenida en la planta industrial TYSAL S.A.

Reactivos.

Tetracloruro de carbono, ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, sulfato de cobre, dióxido de selenio, sulfato de potasio, sulfato de sodio anhidro, hidróxido de sodio y potasio, solución de fenoltaleína, acetona, agua destilada, glicerina.

Equipos.

Secadero de bandejas JETAIRE, molino manual CORONA, Tamizador vibrador, olla de cocción, máquina de compresión, accesorios prensa CARVER C, estufas, balanza Mettler, balanza FIRBANKS, bomba de vacío, cromatógrafo de gases, tintómetro Lovibond, refractómetro de Abbe, equipo extractor de grasa Goldfisch, mufla, micro Kjeldahl, extractor de fibra Labcom, anemómetro digital, higrómetro, material de vidrio, etc.

MÉTODOS DE ACONDICIONAMIENTO.

Trituración.

Para la trituración se utiliza un molino manual, luego se mide el tamaño de partícula de la almendra usando para el objeto un tamizador vibrador, para los casos de secado por cocción; constituyéndose una excepción el secado por arrastre de aire, donde la trituración se realiza posterior a la deshidratación.

Secado por Arrastre de aire.

El proceso de secado se efectúa utilizando un secadero de bandejas con sistema de calentamiento a diesel y con una densidad de carga de 1.24 g/cm^2 .

Para este sistema de acondicionamiento fue necesario seleccionar la temperatura de secado mediante ensayos previos considerando las variables: Rendimiento, acidez y color en el aceite; para el efecto se realizaron curvas de secado a 70-80-90 °C, deshidratando la muestra en todos los casos hasta el 5%h b.s.

Cocción Directa (Seca).

Una vez realizada la trituración, el producto húmedo se coloca en contacto con la superficie caliente de la olla de cocción, la que se encuentra provista de una tapa de madera que dispone de tres orificios (gráfico N° 1) que permiten: Medir la temperatura, realizar agitación manual, toma de muestra; esta adecuación pretende simular las condiciones de un cooker. Se trabaja con una presión de vapor de 2.5 kg/cm^2 , alcanzando el producto temperaturas de alrededor de 110 °C.

Cocción H

Se utiliza e
hasta el 8%
niveles de l

Prensado.

Sometida l
sin color), p
el prensado
CARVER m

Filtrado.

Se realiza
muestra.

Métodos d

- Humed
- Ceniza
- Proteín
- Fibras
- Extract
- Tamañ
- Densid
- Pureza
- Porcen
- Color:
- Índice
- Compos
- Índice
- Materia
- Índice
- Densid
- Índice
- Tempe

Diseño Ex

Se plantea

El primero
factor con t

El segundo
replicación

Factor A (T

Factor B (M
húmeda co

Factor C (H

Cocción Húmeda Picos de 12 y 15%.

Se utiliza el equipo descrito en el proceso de cocción seca, la semilla triturada y húmeda inicialmente se seca hasta el 8% y se eleva gradualmente la humedad hasta 12 y 15% respectivamente, para luego bajar a los niveles de humedad de 5, 7, 9 y 12% h b.s, previo a la realización de las curvas de pérdida de humedad.

Prensado.

Sometida la materia prima a los diferentes tratamientos, se pesan porciones de 300 g. en fundas de tela (Jean sin color), para luego ser sometidas a un precalentamiento entre 50-60 °C por 10 min. quedando así listas para el prensado, que se realiza en un equipo de compresión de cilindros utilizando los accesorios de la prensa CARVER modelo C de la FCIAL, como se muestra en la gráfico N° 2.

Filtrado.

Se realiza a través de papel filtro cualitativo mediante aspiración de una bomba de vacío previa fusión de la muestra.

Métodos de Análisis.

- Humedad:	Método gravimétrico, según R. Lees, C27c.
- Ceniza:	Por incineración, según AOAC 15.016.
- Proteína:	Método micro Kjeldahl, según AOAC 14.068.
- Fibra cruda:	Método Vandekamer, Van Juikel, Cereal Chem 29.239
- Extracto etéreo:	Método Goldfisch, según A.A.U. de Venezuela.
- Tamaño:	Por calibración con Vernier.
- Densidad de la semilla:	Según Rossi y Roa.
- Pureza:	Por separación y pesada.
- Porcentaje de ácidos grasos libres:	Según R. Lees, A7.
- Color:	Según Norma INEN N° 473.
- Índice de Refracción:	Según Norma INEN N° 42.
- Composición de Ácidos Grasos:	Por cromatografía de gases.
- Índice de yodo:	Según Norma INEN N° 37.
- Materia Insaponificable:	Según Norma INEN N° 41.
- Índice de saponificación:	Según Norma INEN N° 40.
- Densidad relativa:	Según Norma INEN N° 35.
- Índice de Peróxido:	Según Norma INEN N° 36.
- Temperatura de solidificación:	Según Mehlenbacher.

Diseño Experimental.

Se plantean dos diseños experimentales distintos.

El primero para la selección de la mejor temperatura, aplicando un diseño completamente aleatorizado de un factor con tres replicaciones. Considerándose como variables respuestas: Rendimiento, acidez y color.

El segundo corresponde al proceso tecnológico, aplicándose un diseño factorial A x B x C con dos replicaciones. Los factores en estudio se detallan.

Factor A (Tamaño de partícula): a1 (0.43-0.85mm); a2 (4.75mm).

Factor B (Métodos de acondicionamiento): b1 (secado por arrastre de aire); b2 (cocción directa); b3 (cocción húmeda con pico de 12%) y b4 (cocción húmeda con pico de 15%).

Factor C (Humedad final en base seca): c1 (5%); c2 (7%); C3 (9%); C4 (12%).

Las variables respuestas son: EN ACEITE: Porcentajes de ácidos grasos libres, rendimiento, humedad, color, índice de refracción; EN LA TORTA: Extracto etéreo.

Los resultados se sometieron a análisis estadístico, se calculó el ADEVA (Análisis de varianza). Para el análisis funcional se aplicó la Prueba de Tukey al 5 y 1%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los variables respuesta se reportan en las Tablas 1, 2, 3 y 4 (a diferentes temperaturas) y, Tabla 5. (en los tratamientos del proceso tecnológico).

Efecto de la Temperatura de secado (por Arrastre de Aire) en el Palmiste, Sobre el Rendimiento, Acidez, Color (Amarillo y Rojo) del Aceite Extraído.

El análisis estadístico permite establecer que la mejor temperatura de secado por arrastre de aire es de 90 °C. Para conseguir el nivel de humedad estándar (5%h.b.s) a las temperaturas de 70-80-90 °C se aplican las ecuaciones de Pavlov 1981, utilizando los datos de humedad inicial y final de las curvas de secado (figs. 2, 3 y 4) y de humedades críticas de las curvas de velocidad de secado (dh/dt) vs. tiempo (figs. 5, 6 y 7). Los valores de humedad crítica se incrementan ligeramente con la temperatura y son comparables con el dato reportado por Bailey (1961), quién indica un nivel de humedad, para el almacenamiento seguro, por debajo de la humedad crítica, esto es 8%.

Rendimiento.

Los valores de rendimiento fluctúan entre 40.09 y 42.45%. La Prueba del Rango de Tukey indica que es indiferente secar a 70 y 80 °C, temperaturas a las cuales se obtienen menores rendimientos respecto al secado a 90 °C.

Acidez.

Presenta valores entre 1.45 y 1.70. La Prueba del Rango de Tukey muestra la diferencia de efectos al variar la temperatura de secado, disminuyendo la acidez al incrementar la temperatura, esto se debe a los menores tiempos empleados a mayores temperaturas, corroborando lo citado por Pacheco E. (1984), quién menciona la utilización de temperaturas de aproximadamente 100 °C en Venezuela.

Color Amarillo.

Los valores se encuentran entre 34 y 41, el análisis de varianza permite describir que la temperatura no presenta significancia sobre el color amarillo.

Color Rojo.

Se encuentran entre 3.9 y 4.1, el análisis de varianza indica que la temperatura no presenta significancia sobre el color rojo.

Efecto de Rendimiento Etéreo en

Por la im
herramien

Como ya
a las ecua

Por regres
(seca) y c
logarítmic

Rendimie

Los valore
partícula
procesam
encontrán

Respecto
cocción d
alguna m
proceso d

Contenido

Se ha dete
de lipasas
contenido
citado por

En siemb
conclusión
presencia

Los valore

Se estable
mayor tie
enzimas li

Con resp
presentan
al 8% b.s
responsab

Respecto

Humedad

Los valor
contenido

Efecto del Tamaño de Partícula, Método de Acondicionamiento y Humedad de la Almendra Sobre el Rendimiento, Acidez, Color (Amarillo y Rojo) e Índice de Refracción del Aceite Extraído y Extracto Etéreo en Torta.

Por la importancia que presenta el factor B (método de acondicionamiento) se hace mención a las herramientas matemáticas para la aplicación de este método en la predicción de tiempos de secado.

Como ya se indicó los valores de humedad vs. tiempo de las curvas de secado por arrastre de aire, responden a las ecuaciones de Pavlov (1981).

Por regresión se establece que los valores de humedad vs. tiempo de las curvas de secado por cocción directa (seca) y cocción con picos de humedad (12 y 15%) tanto a los niveles a1 y a2, se ajustan a ecuaciones logarítmicas (figs. 8, 9, 10 y 11) con coeficientes de correlación de 0.972 a 0.986.

Rendimiento.

Los valores de rendimiento de extracción se encuentran desde el 14.13 al 42.80. Para la variable tamaño de partícula (A), el nivel a1 es el responsable de los valores más altos de rendimiento, siendo óptimo en el procesamiento. En relación al factor (C), es evidente que al disminuir la humedad, crece el rendimiento, encontrándose las mejores respuestas al 5% h b.s.

Respecto al método de acondicionamiento (B), el secado por arrastre de aire (b1), seguido muy de cerca por la cocción directa (b2), se constituyen en los mejores. La cocción con pico de 15% de humedad se justifica de alguna manera frente al pico del 12%, ya que el calentamiento, acompañado de humidificación, ayuda al proceso de difusión del aceite, como manifiesta Bernardini (1986).

Contenido de Ácidos Grasos Libres.

Se ha determinado que entre los factores de mayor influencia en la acidificación están los hongos productores de lipasas, los que se desarrollan luego de la separación de la almendra del cuesco, incrementándose con el contenido de almendra partida, grado de humedad y tiempo de espera previo al secado. Según Kham et. al. citado por Reed (1975), la baja concentración de sal (NaCl) activa la lipólisis microbiana.

En siembra en placa con Agar PDA y determinación de las características macroscópicas se llega a la conclusión que existe la presencia de los géneros *Aspergillus* y *Mucor*. Al respecto Bailey (1961), reporta la presencia de *Aspergillus glaucus* como hongo de almacenamiento en oleaginosas.

Los valores de acidez están comprendidos entre 1.32 a 3.02% como ácido láurico.

Se establece que el factor A (tamaño de partícula), el nivel a2 reporta valores más altos de acidez, debido al mayor tiempo necesario para evaporar la humedad y permitir el ingreso de calor suficiente para inactivar las enzimas lipolíticas, como lo indica Bailey (1961).

Con respecto al factor B (método de acondicionamiento) las cocciones con picos de 12 y 15% (b3 y b4), presentan una ventaja frente al secado y cocción seca, puesto que de acuerdo al proceso, al bajar la humedad al 8% b.s, humedad menor que la humedad crítica experimental (8.42%), se inactivan los hongos y enzimas responsables de la acidificación.

Respecto al factor C (contenido de humedad de la almendra), humedades sobre el 7% b.s, elevan la acidez.

Humedad.

Los valores oscilan entre 0.059 a 0.198% h b.s, la humedad final del aceite se incrementa al intensificar el contenido de humedad del producto a prensar (factor C).

Color Amarillo.

Los datos de color amarillo fluctúan entre 31.7 y 51.1. El factor B (método de acondicionamiento), cocción seca (b2) influye en mayor proporción sobre el color amarillo, siendo indiferentes los demás métodos, esto se explica porque, cuando la pérdida de humedad es casi completa, la temperatura del producto se incrementa, provocando deterioración (obscurecimiento) del mismo.

Color Rojo.

Los valores de color rojo se encuentran entre 4.5 y 6.9, de acuerdo al tamaño de partícula (A), el nivel a2 contribuye a la elevación del color rojo, por cuanto el tiempo de permanencia durante los procesos de secado es mayor, lapso en el cual se producen transformaciones en la composición de la almendra. El método de acondicionamiento (B); cocción con pico de 12%h b.s (b3) presenta los menores valores de color rojo; los demás métodos tienen un efecto similar.

Índice de Refracción.

Sus valores están comprendidos entre 1.4508 y 1.4520, se determina que en el factor método de acondicionamiento (B), las cocciones con picos de 12 y 15%h b.s presentan igual efecto de incremento en el índice de refracción, mientras que los secados por arrastre de aire y cocción directa, dan aceite con menor índice de refracción.

Extracto Etéreo en Torta.

Los valores de extracto etéreo en torta oscilan entre 10.84 y 40.60%. Respecto al factor A (tamaño de partícula) el nivel a2 es responsable de los mayores valores de aceite residual. En el método de acondicionamiento (B), se corrobora la factibilidad de trabajar por secado por arrastre de aire, ya que acusa el menor valor de aceite residual.

El incremento de humedad en el material (factor C), aumenta el contenido de aceite residual en la torta.

Se deduce que al prensar el tratamiento A1B1C1, esto es palmiste secado por arrastre de aire a 90 °C hasta el 5%h b.s y triturado al nivel a1, se consigue mayor rendimiento de extracción, el mínimo de extracto etéreo en torta, con buenos atributos de calidad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Al deshidratar palmiste por secado con arrastre de aire a 90 °C hasta el 5%h b.s, posterior trituración a tamaño de partícula (nivel a1) y prensado hidráulico hasta una presión de 474.92 Kg/cm² se logra el incremento en el rendimiento de extracción en 1.8 unidades porcentuales respecto al de la industria.
- El rendimiento de extracción de aceite se incrementa ligeramente con la temperatura de secado (por arrastre de aire) en el intervalo de 70-90 °C, mientras que la acidez decrece debido al menor tiempo utilizado en el secado a mayores temperaturas.
- La humedad crítica se incrementa tenuemente con la temperatura de secado, así se tienen valores de: 7.8, 8.15 y 8.42% b.s, a 70-80-90 °C respectivamente, humedades sobre el nivel crítico favorecen la actividad lipolítica.

- Las c...
- Los va...
- Para e...
- El sec...
- A may...
- Las ca...
- En el a...

Recomendaciones

- Para la...
- Dismin...
- Elimini...
- Secar...
- Tritura...

ARCHIVOS

BAILEY, A...

- Las curvas de secado por arrastre de aire, responden al comportamiento característico del secado, ajustándose a las ecuaciones universales para predicción de tiempos, las que son reproducibles experimentalmente.
- Los valores de humedad vs. tiempo de las curvas de secado por cocción seca y con picos de humedad, se ajustan por regresión a ecuaciones logarítmicas con altos coeficientes de correlación.
- Para el caso que nos ocupa la cocción con humectación no justifica su aplicación, debido a los bajos rendimientos obtenidos e incremento de la acidez.
- El secado por cocción contribuye al incremento del color amarillo, rojo e índice de refracción del aceite extraído, debido a las altas temperaturas que alcanza el producto al entrar en contacto con la camisa de la olla de cocción.
- A mayor tamaño de partícula se registran mayores valores de acidez y color rojo en el aceite extraído, debido al mayor tiempo necesario para evaporar la humedad e inactivar las enzimas.
- Las cantidades considerables de impurezas en el palmiste contribuyen a elevar la insaturación del aceite por efecto de la contaminación con aceite rojo.
- En el almacenamiento del palmiste previo al acondicionamiento se determina la presencia de mohos de los géneros *Aspergillus* y *Mucor* que incrementan la acidez.

Recomendaciones

- Para la empresa TYSAL S.A. se realizaron las siguientes recomendaciones.
- Disminuir el número de almendras rotas e impurezas, mediante una adecuada deshidratación de las nueces hasta niveles del 10 al 12% de humedad en b.h. como lo manifiesta Beltrán (1986); lo que se lograría aplicando volteo permanente de la nuez depositada en piso de cemento con cubierta y sin paredes, garantizando la máxima aireación.
- Eliminar el tiempo de espera de las almendras una vez salidas del baño separador y efectuar un blanching de inmediato con vapor saturado; hasta que las almendras alcancen una temperatura de 60 °C que garantice la eliminación de los microorganismos.
- Secar la almendra a temperatura de 90 °C hasta el 5%h b.s. ya que a estas condiciones se consigue el máximo rendimiento con óptimas características de calidad.
- Triturar las almendras hasta tamaño de partícula de alrededor de 4.75 mm. en forma inmediata al secado y mediante trituradores Ripple mill. Debido a que tamaños de partículas menores ocasionan patinaje del sin fin en las prensas expeller, disminuyendo la capacidad operativa de la prensa y desnaturalizando el producto a consecuencia de las altas temperaturas.

BIBLIOGRAFIA

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION. Vol. XXXV N° 3. Septiembre/85. p: 509-517.

BAILEY, Alton, Aceites y Grasas Industriales. Editorial Reverté, S.A. Barcelona-España 1961. p: 110-115; 398-402; 446-447.

BERNARDINI, E. TECNOLOGIA DE ACEITES Y GRASAS. Editorial Alhambra, Primera Edición. España, 1986. p: 52, 59, 120-139.

CADENA ALIMENTARIA. Tecnología Intermedia (ITDG). Lima 18-Perú. p: 2-7, 15-17.

ENDOCRINOLOGIA ECUATORIANA. Sociedad Ecuatoriana de Endocrinología. Ediciones Científicas. Quito-Ecuador. Vol. 2 Suplemento 1, 1993. p: 1-17; 36-40.

INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Normas: 35, 36, 37, 40, 41, 42, 473. Quito-Ecuador.

LEES, R. Análisis de los Alimentos "Métodos Analíticos y de Control". Editorial Acirbia, Zaeagoza-España. p: 69-70.

MEHLENBACHER, V.C. Análisis de Grasas y aceites. Ediciones URMO, S.A. Primera Edición. Bilbao-España 1979. p: 376-491.

PATTERSON, H.B.W. HANDLING AND STORAGE OF OILSEEDS, OILS, FATS AND MEAL. ELSEVIER APPLIED SCIENCE. London and New York, 1989. p: 589-605

PAVLOV, K./ROMANKOV, P./NOSKOV, A. PROBLEMAS Y EJEMPLOS PARA EL CURSO DE OPERACIONES BASICAS Y APARATOS EN TECNOLOGIA QUIMICA. Editorial Mir. Moscú-URSS, 1981. p: 469-471.

PORIM Technology N° 3-4. 1986.

REED, Gerald. Enzymes in Food Processing. Editorial Academic Press. Second Edition. New York-United States of América, 1975. p: 208-215.

REVISTA NORDESTINA DE ARMAZENAGEM. Año 1, N° 2. Brasil Julio de 1984. p: 15-27.

SALTOS, H. TRADUCCION AUTORIZADA DEL CAPITULO OCTAVO "DESHIDRATACION" DEL LIBRO FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE PROCESOS EN ALIMENTOS, Prof. Romeo Toledo. UTA-FCIAL. Cuadernos Técnicos. Año IV. Vol. 3, N° 1. 1985. p: 22-23.

SALTOS, H. Diseño Experimental. Ambato-Ecuador. 1993, pp. 6-21, 60-70.

TABLA 1: VALORES DE RENDIMIENTO EN LA EXTRACCION DE ACEITE DE PALMISTE A DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECADO

REPLICAS	TEMPERATURAS		
	70 °c	80 °c	90 °c
1	40.09	41.04	42.39
2	41.15	41.16	42.18
3	40.56	41.02	42.45
Promedio	40.60	41.07	42.34

TABLA 2:

REP
Pro

TABLA 3.

REP
Pro

TABLA 4:

REP
Pro

Triturada a n
Secada hasta
Almendra en

Almendra Pa
Impurezas =

TABLA 2: VALORES DE ACIDEZ EN ACEITE EXTRAIDO DE PALMISTE A DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECADO

REPLICAS	TEMPERATURAS		
	70 °c	80 °c	90 °c
1	1.70	1.57	1.50
2	1.67	1.62	1.45
3	1.69	1.56	1.52
Promedio	1.69	1.58	1.49

TABLA 3. VALORES DE COLOR (Amarillo) EN ACEITE EXTRAIDO DE PALMISTE A DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECADO

REPLICAS	TEMPERATURAS		
	70 °c	80 °c	90 °c
1	38	40	40
2	41	34	35
3	38	34	36
Promedio	39	36	37

TABLA 4: VALORES DE COLOR (Rojo) EN ACEITE EXTRAIDO DE PALMISTE A DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECADO

REPLICAS	TEMPERATURAS		
	70 °c	80 °c	90 °c
1	4.1	4.1	4.0
2	4.0	4.1	4.0
3	4.1	4.0	3.9
Promedio	4.1	4.1	4.0

Triturada a nivel a₁
 Secada hasta 5.0% h (b.s)
 Almendra entera = 81.94 %

Almendra Partida = 9.12 %
 Impurezas = 8.94 %

FIGURA 1:

TABLA 5: VALORES EN PROMEDIO DE RENDIMIENTO, ACIDEZ, HUMEDAD, COLOR, INDICE DE REFRACCIÓN EN ACEITE EXTRAÍDO Y EXTRACTO ETÉREO EN TORTA DE ALMENDRA DE PALMA AFRICANA.

Tratamientos	Rendimiento (%)	Acidez (%)	Humedad (%)	Color		I. Refrac.	Ext. Etéreo (%)
				Amarillo	Rojo		
a ₁ b ₁ c ₁	42.80	1.50	0.059	31.7	4.6	1.4510	10.84
a ₁ b ₁ c ₂	36.82	1.78	0.099	36.0	5.2	1.4511	19.28
a ₁ b ₁ c ₃	33.32	1.88	0.099	37.2	5.3	1.4510	23.52
a ₁ b ₁ c ₄	31.78	1.96	0.139	51.1	5.2	1.4511	25.24
a ₁ b ₂ c ₁	40.39	1.70	0.060	44.3	5.0	1.4511	15.46
a ₁ b ₂ c ₂	36.48	1.98	0.098	42.0	5.4	1.4514	14.44
a ₁ b ₂ c ₃	34.70	2.31	0.102	42.0	5.1	1.4513	19.71
a ₁ b ₂ c ₄	32.49	2.44	0.146	42.0	5.2	1.4515	21.90
a ₁ b ₃ c ₁	30.42	1.39	0.099	43.5	5.3	1.4519	26.70
a ₁ b ₃ c ₂	25.09	1.66	0.101	42.6	5.3	1.4520	31.91
a ₁ b ₃ c ₃	24.27	1.86	0.153	38.5	4.6	1.4515	32.65
a ₁ b ₃ c ₄	20.17	2.28	0.155	36.5	4.5	1.4517	36.11
a ₁ b ₄ c ₁	39.48	1.35	0.099	42.5	6.2	1.4516	15.73
a ₁ b ₄ c ₂	32.09	1.40	0.102	35.5	5.0	1.4518	24.88
a ₁ b ₄ c ₃	30.87	1.90	0.151	40.5	5.8	1.4517	26.24
a ₁ b ₄ c ₄	28.02	2.52	0.167	41.0	5.7	1.4514	29.15
a ₂ b ₁ c ₁	28.88	1.98	0.050	38.8	5.7	1.4512	18.29
a ₂ b ₁ c ₂	26.27	2.13	0.069	35.5	5.3	1.4512	30.80
a ₂ b ₁ c ₃	24.01	3.02	0.100	34.4	5.5	1.4512	32.87
a ₂ b ₁ c ₄	18.56	2.99	0.144	34.0	5.4	1.4513	37.37
a ₂ b ₂ c ₁	26.25	1.80	0.050	50.0	5.5	1.4510	30.83
a ₂ b ₂ c ₂	23.13	2.04	0.099	41.0	6.1	1.4510	33.62
a ₂ b ₂ c ₃	19.76	2.48	0.149	48.0	6.3	1.4510	36.44
a ₂ b ₂ c ₄	17.46	2.56	0.171	49.0	6.9	1.4508	38.21
a ₂ b ₃ c ₁	25.02	1.32	0.099	41.5	4.6	1.4519	31.98
a ₂ b ₃ c ₂	23.03	1.46	0.100	38.5	5.5	1.4520	33.74
a ₂ b ₃ c ₃	17.39	1.88	0.144	41.5	5.0	1.4518	38.25
a ₂ b ₃ c ₄	15.67	2.03	0.179	33.0	5.8	1.4518	39.52
a ₂ b ₄ c ₁	22.29	1.58	0.100	40.0	4.7	1.4516	34.37
a ₂ b ₄ c ₂	21.84	1.75	0.144	39.5	5.2	1.4519	34.75
a ₂ b ₄ c ₃	21.44	1.68	0.153	36.5	5.4	1.4515	35.06
a ₂ b ₄ c ₄	14.13	2.46	0.198	35.5	6.1	1.4520	40.60

a₁ = 0.43 - 0.85 mm
a₂ = 4.75 mm

b₁ = Secado por Arrastre de aire
b₂ = Cocción Directa
b₃ = Cocción Húmeda Pico de 12%
b₄ = Cocción Húmeda Pico de 15%

c₁ = Humedad 5%
c₂ = Humedad 7%
c₃ = Humedad 9%
c₄ = Humedad 12%

FIGURA 1: DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCION DE ACEITE DE PALMISTE (MEJOR TRATAMIENTO)

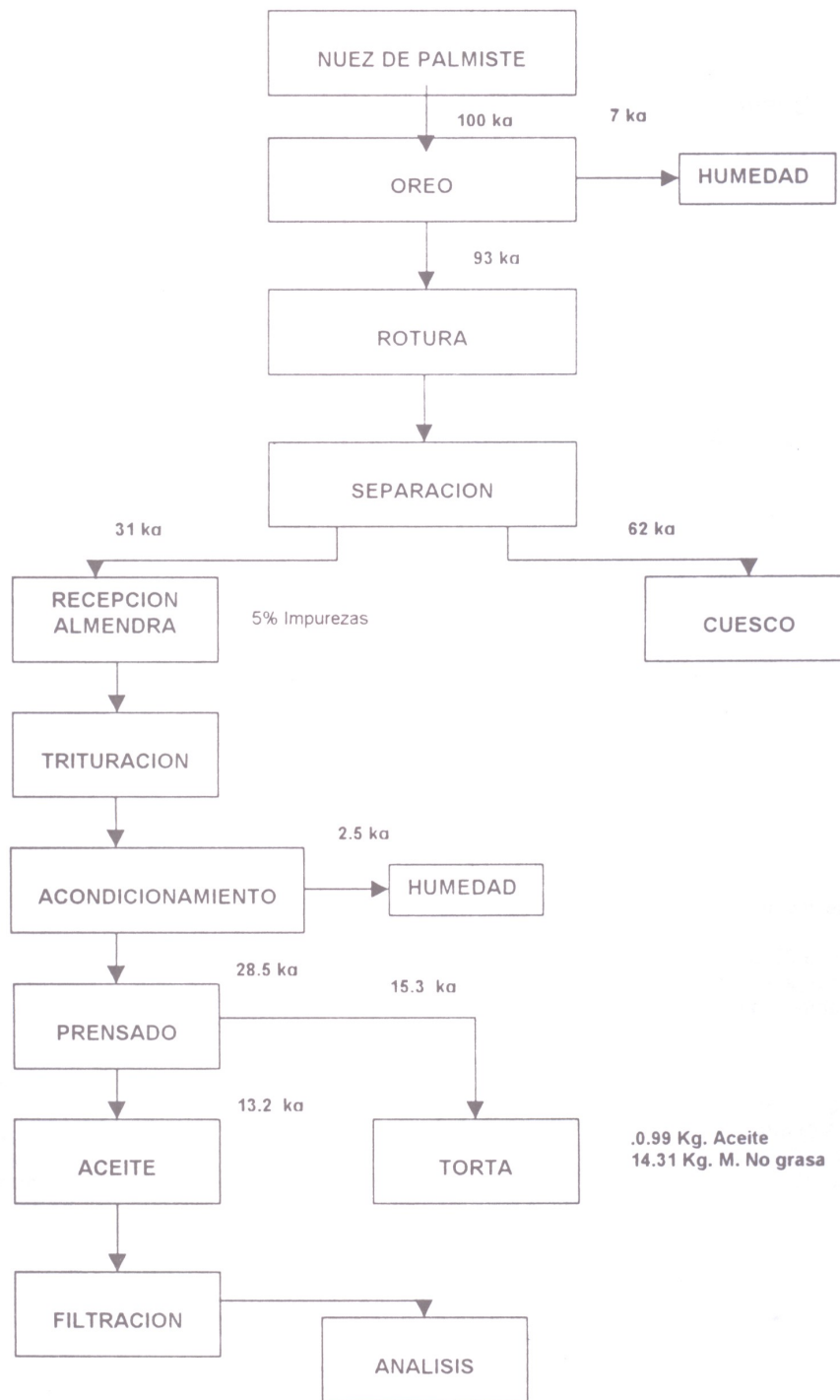
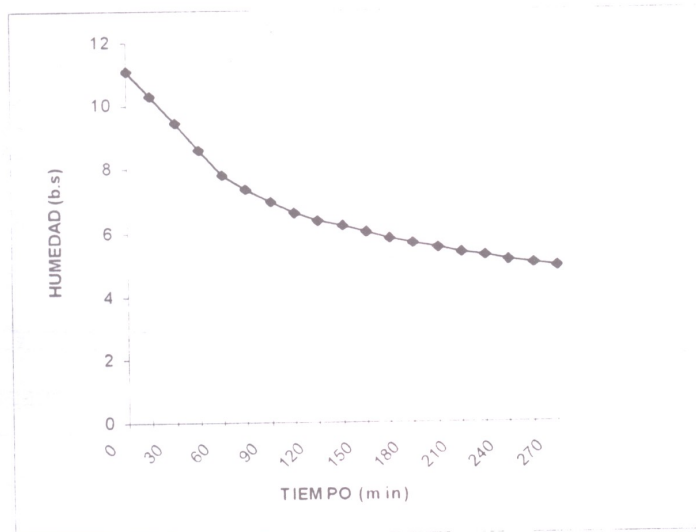


FIGURA 2: CURVA DE SECADO A 70°C



Valores promedios de dos réplicas.

Peso de muestra 25 lb.
 Densidad de carga = 1.24 g/cm²
 Condiciones ambientales.
 T b h = 14 °C
 T b s = 18.5 °C
 H.R. = 52 %
 Condiciones Secador:
 V aire = (0.9-3.0) m/s
 T b h = (30-36) °C
 T b s = (60-80) °C

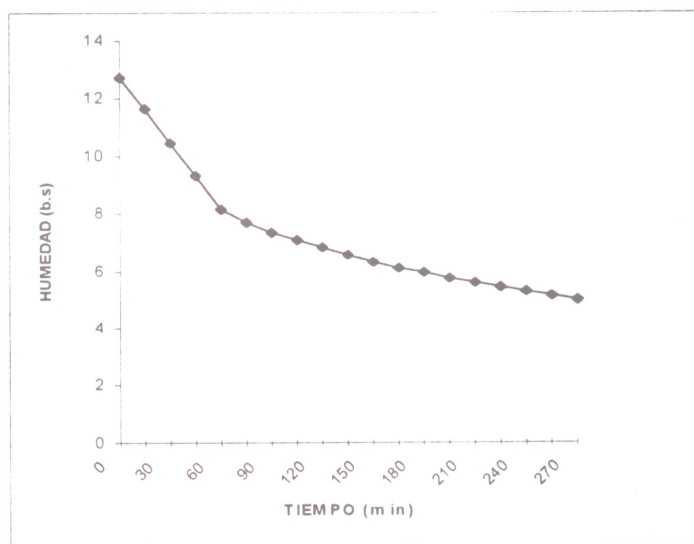
FIGURA 3:

* Valores pr

Peso de mu
 Densidad de
 Condiciones
 T b h = 14 °
 T b s = 18.5
 H.R. = 52 %

Condiciones
 V aire = (0.9
 T b h = (35-
 T b s = (70-

FIGURA 3: CURVA DE SECADO A 80 °C



* Valores promedios de dos réplicas.

Peso de muestra 25 lb.

Densidad de carga = 1.24 g/cm²

Condiciones ambientales.

T b h = 14 °C

T b s = 18.5 °C

H.R. = 52 %

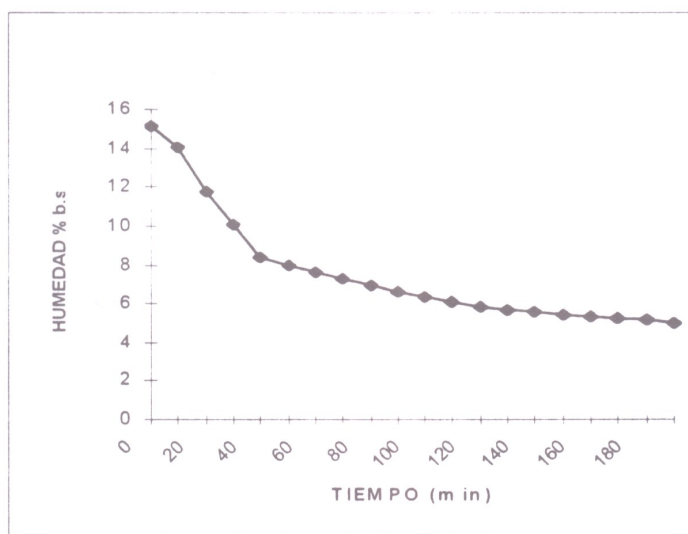
Condiciones Secador:

V aire = (0.9-3.0) m/s

T b h = (35-40) °C

T b s = (70-90) °C

FIGURA 4: CURVA DE SECADO A 90°C



* Valores promedios de 5 réplicas.

Peso de muestra 25 lb.

Densidad de carga = 1.24 g/cm²

Condiciones ambientales.

T b h = (17-18) °C

T b s = (20-22) °C

H.R. = 50 %

Condiciones Secador:

V aire = (0.9-3.0) m/s

T b h = (36-44) °C

T b s = (80-100) °C

FIGURA 5: VELOCIDAD DEL SECADO (dh/dt) A 70°C VS. TIEMPO

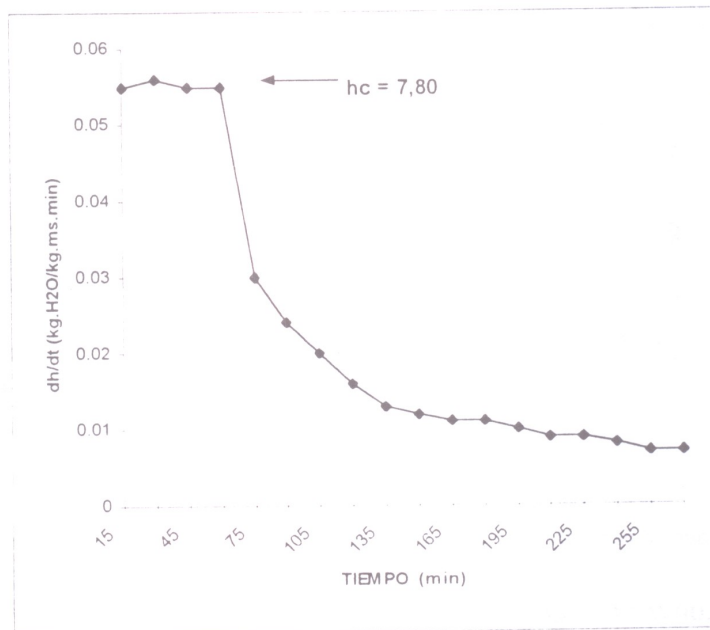
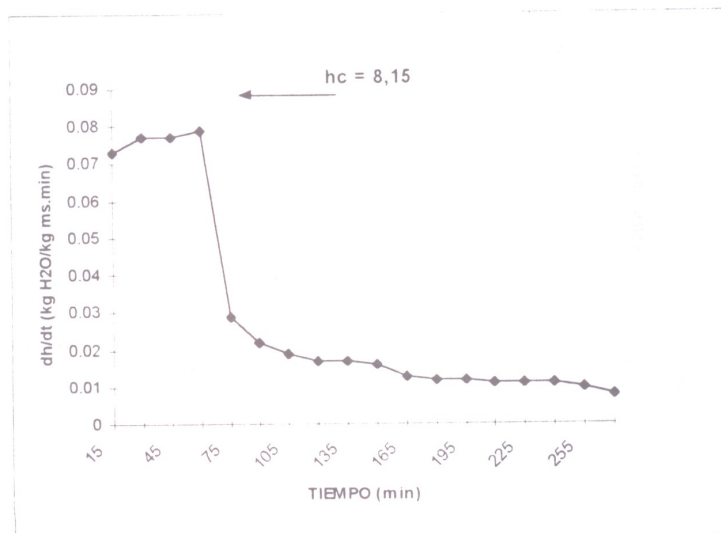
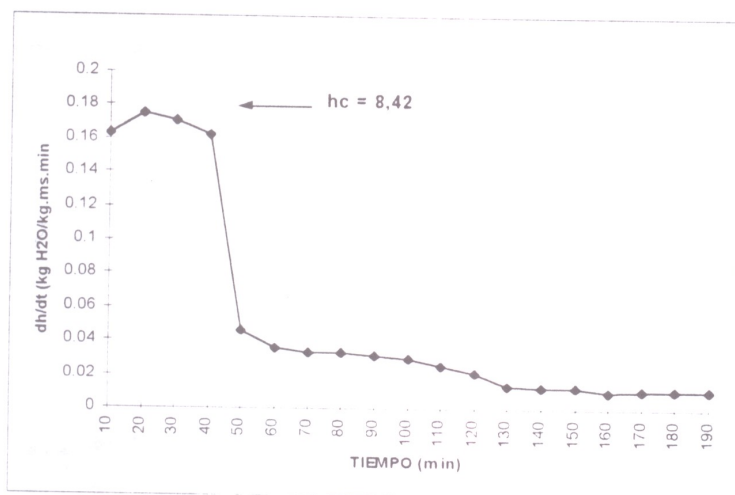


FIGURA 6: VELOCIDAD DEL SECADO (dh/dt) A 90°C VS. TIEMPO



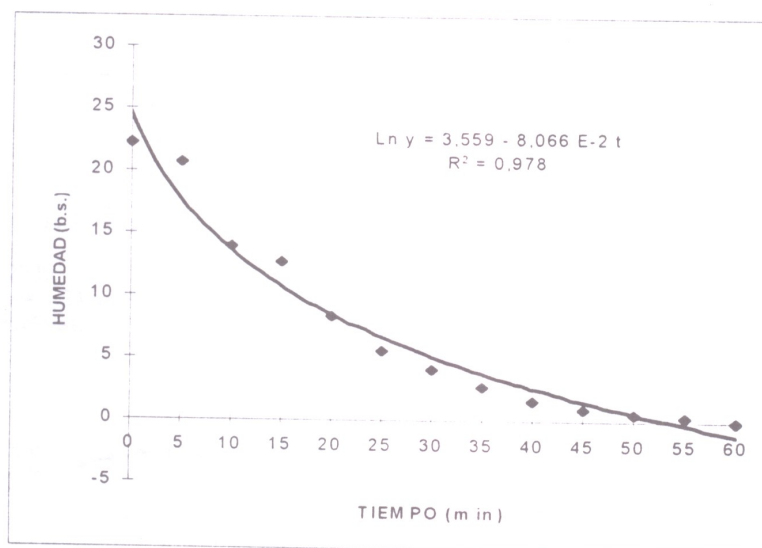
* Valores calculados a partir de la materia seca, %h (b.s.)

FIGURA 7: VELOCIDAD DEL SECADO (dh/dt) A 90°C VS. TIEMPO



- Valores Calculados a partir de materia seca, % h (b.s.)

FIGURA 8: CURVA DE COCCION SECA . NIVEL a1



Almendra:
 .a1= (0.43 – 0.85) mm.
 Peso de muestra = 1000 gr.
 T. vapor = 127 °C
 T. Producto = 110 °C
 Agitación cada 5 min.

FIGURA 9:

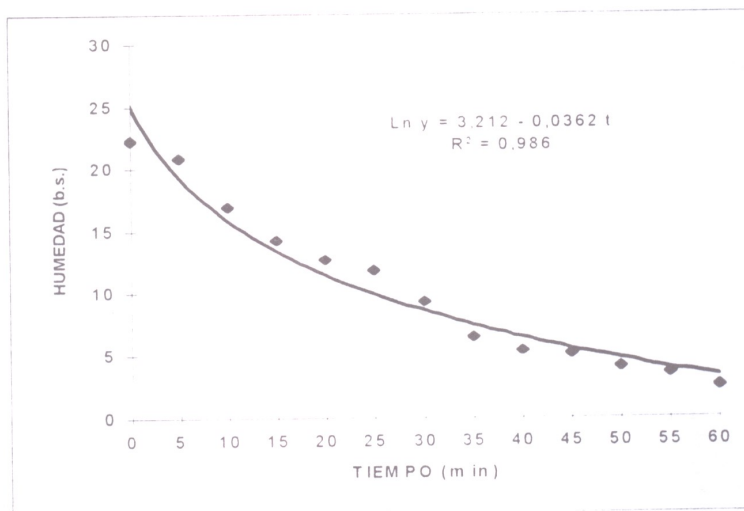
Almendra:
 .a2 = 4.75 mm
 Peso de mue
 T. vapor = 1
 T. Producto
 Agitación ca

FIGURA 10:

Actualmente
 demandada
 Tecnología
 apropiada
 Equilibrio
 industrial
 desarrollo
 consumo
 innovaciones

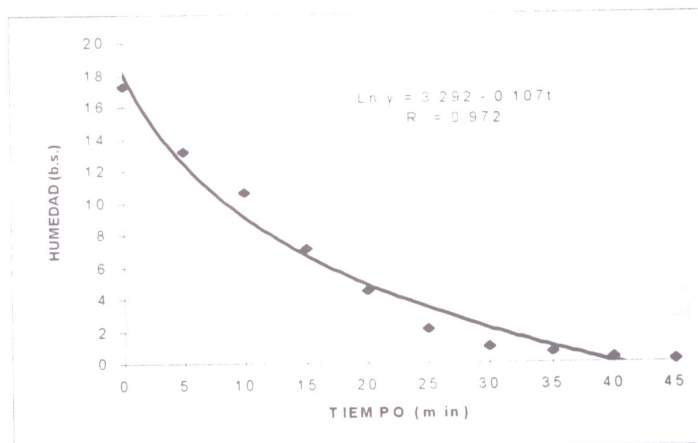
Almendra:
 .a1 = (0.43
 Peso de m
 T. vapor =
 T. Producto
 Agitación c

FIGURA 9: CURVA DE COCCION SECA . NIVEL a2.



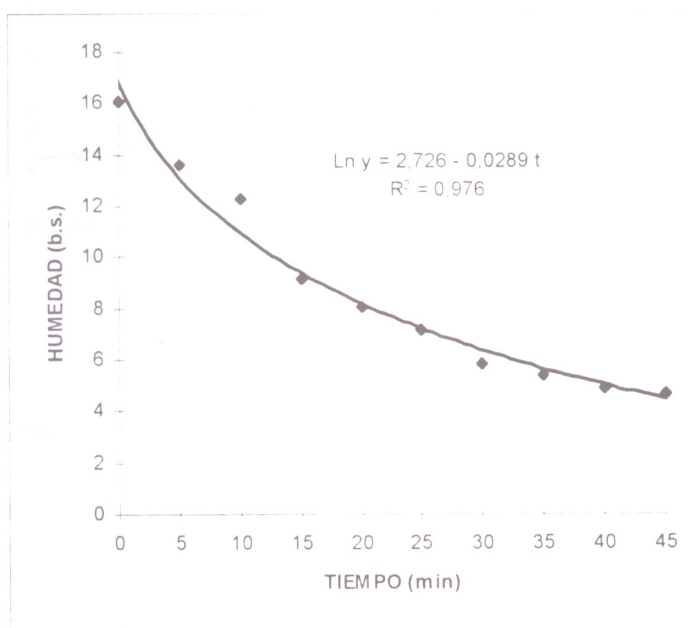
Almendra:
 .a2 = 4.75 mm.
 Peso de muestra = 1000 gr.
 T. vapor = 127 °C
 T. Producto = 110 °C
 Agitación cada 5 min.

FIGURA 10: CURVA DE COCCION PICO DE 15%. NIVEL a1.



Almendra:
 .a1 = (0.43 - 0.85) mm.
 Peso de muestra = 1000 gr.
 T. vapor = 127 °C
 T. Producto = 110 °C
 Agitación cada 5 min.

FIGURA 11: CURVA DE COCCION PICO DE 15%. NIVEL a2.



Almendra:
 $a_1 = 4,75 \text{ mm}$.
 Peso de muestra = 1000 gr.
 $T. \text{ vapor} = 127^\circ \text{C}$
 $T. \text{ Producto} = 110^\circ \text{C}$
 Agitación cada 5 min.

Actualmente
 demandado
 tecnológicas
 agregado na

Ecuador o
 industrializac
 destinará en
 consumo en
 innovaciones

* Egresada(o)
 ** Ing. Alimen

CAMARÓN Y SUBPRODUCTOS DE CAMARÓN (*Penaeus vannamei*): SECADO POR ASPERSIÓN

Gladys Heras*
Gabriel Larrea*
Juan Alvarado**

RESUMEN

El presente trabajo busca una tecnología alternativa para la utilización en la industria camaronera, que consiste en el aprovechamiento del camarón (*Penaeus vannamei*), el cual es sometido a un proceso que contempla operaciones de descabezado, pelado, escaldado, licuado y secado. Se utiliza el diseño factorial $a \times b \times c$ que contempla los siguientes factores de estudio: Tipo de materia prima; Temperatura de la cámara de secado y Velocidad del atomizador.

Para determinar la característica de la materia prima se realiza el análisis microbiológico que permite conocer el grado de contaminación inicial y compararlo con el que podrá tener el producto elaborado.

La verificación de la estabilidad del producto durante el almacenamiento se realiza mediante pruebas químicas de Nitrógeno Básico Volátil, Rancidez que pueden ser comparados con valores permitidos y reportados en bibliografía; además de realizar un análisis por espectrofotometría que ayuda a evaluar la pérdida de color del producto a través del tiempo.

Las condiciones de secado se evalúan a través de pruebas físicas como humedad, tamaño de partícula y rendimiento. Mediante las pruebas de catación se puede evaluar las características organolépticas de una crema elaborada con el producto final.

INTRODUCCION.

Actualmente el camarón preparado, sea deshidratado, salado, etc e incluso en forma fresca o congelada, es muy demandado en países europeos, U.S.A., Japón y otros; por lo que para el país es importante encontrar alternativas tecnológicas para el procesamiento industrial de este crustáceo, con lo cual se lograría un incremento en el valor agregado nacional al producto final.

Ecuador como uno de los principales exportadores de camarón en América, debería ser pionero en su industrialización, satisfaciendo las exigencias del mercado internacional. Cabe mencionar que el producto se destinará en especial a la exportación debido a que es un producto caro para el mercado interno y el hábito de consumo en el país no existe, no así en muchos países europeos, EEUU y Japón que están acostumbrados a innovaciones tecnológicas en sus alimentos.

*Egresada(o) de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

**Ing. Alimentos M. Sc., Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1. recoge algunos valores de humedad y el porcentaje de sólidos totales del polvo de camarón en todos los tratamientos. Es importante considerar que el polvo de camarón obtenido por un método de secado como el spray dryer podría ser almacenado, ya que tiene un valor promedio de 6% de humedad.

Estadísticamente los factores A (tipo de materia prima), B (temperatura de la cámara de secado) y C (velocidad del rotor), no presentan diferencia significativa al hacer el análisis de varianza, de los valores de razón de varianza dentro de los factores simples, la razón de varianza (F) dada por el factor B es la que da mayor variabilidad de los resultados en los diferentes tratamientos; esto se observa en la humedad final del producto que esta influenciada en gran parte por la temperatura de la cámara de secado.

La Tabla 2 indica valores calculados en base a los datos obtenidos, de la media geométrica a partir del diámetro medio de la partícula en polvo de camarón en los diferentes tratamientos, valores que entre réplicas tienen un rango de error debido a que las mediciones se realizaron bajo condiciones no controladas, por cuanto la materia prima utilizada no fue obtenida al mismo tiempo, existiendo una diferencia de 2 meses entre la primera medida y la segunda en algunos casos. Sin embargo el error introducido bajo estas circunstancias es aceptable.

La materia prima utilizada (camarón entero, cabezas y cascara y colas de camarón), y las condiciones establecidas para el secado, estas son: temperatura de la cámara y velocidad del rotor, no influyen en el diámetro medio de la partícula del polvo.

El análisis de la tabla de varianza refleja que los factores e interacciones que ocurren no presentan diferencia significativa. Este comportamiento se justifica porque en la preparación de la colada fina todas las muestras fueron sometidas a un mismo proceso, es decir que todas fueron tamizadas en las mismas condiciones, teniendo como requisito principal para el secado partir con una concentración de sólidos totales entre el 90 y 95%.

Otra posible razón de esta igualdad de resultados entre los diferentes tratamientos, es debido a que los materiales utilizados, no son los adecuados para tomar las muestras en suspensión, es decir la imposibilidad de trabajar con sólidos que se sedimentan con facilidad, influyendo su peso evitando que éstos, puedan ser colocados en la placa micrométrica.

En la Tabla 3 se observan los resultados del rendimiento de la materia prima, expresados como gramos de polvo de camarón por 100 gramos de muestra, están muy influenciados por el tipo de materia prima utilizada para cada tratamiento. De las etapas del proceso el licuado y tamizado son las operaciones que más influyen en el rendimiento, debido a que la colada proveniente de colas de camarón presenta menores pérdidas por su composición física altamente desmenuzable y reducible, pero las otras materias primas dan dificultades ya que su composición dura, debida a la presencia de quitina es de difícil licuado y tamizado.

Pisecky, J. (1974) citado por Maccarthy, D. manifiesta que, la eficiencia en el secado por spray dryer está relacionando directamente la viscosidad y el contenido de sólidos.

La tabla 3.1 indica el análisis de varianza para rendimiento, en donde el factor A (tipo de materia prima) tiene diferencia significativa, entonces se debe aplicar una prueba de significación Tukey, con un valor alpha de 0,05, para poder saber exactamente que tipo de materia prima influye de manera definitiva. En este caso se observa que el trabajar con colas de camarón dan un mejor rendimiento como producto final (polvo de camarón), por tanto éste será el mejor tratamiento.

En la Tabla 4 se indican las ecuaciones para evaluar el cambio de color notorio en el almacenamiento de polvo de camarón, se analiza primero la tendencia de los resultados (ver Gráfico 1) medidos como absorvancia, la pendientes que se obtienen indican la constante de velocidad de reacción en la pérdida de color del extracto clorofórmico a través del tiempo de almacenamiento.

La decoloración que es el caso presente puede dar serios problemas de calidad, esta decoloración usualmente causa una apariencia indeseable en mariscos enlatados. Según Motohiro (1970), citado por Martin, R., Flick, G. Y Hebard, CH. quien ha investigado las causas y atribuye a cambios químicos en la sangre de los crustáceos. De igual manera manifiesta que los procesos que involucran procesos de calentamiento afecta sobre la hemocyanina, que es un componente bioquímico de la sangre de crustáceos y puede causar una decoloración significativa.

El análisis de varianza de los resultados obtenidos de la cinética de aclaramiento del polvo de camarón almacenado a 30°C, presentándose una diferencia significativa en el factor A (Tipo de materia prima) y el factor B (temperatura de la cámara de secado), mediante la aplicación de una prueba de significación Tukey, con un valor alpha de 0,05, se puede agrupar o diferenciar cuales tratamientos difieren entre si, siendo los causantes de la variabilidad de los resultados. Cuando se trabaja con colas de camarón y camarón entero la pérdida de color es menor, por tanto estos tratamientos presentan menos deterioro al considerar esta pérdida.

Este resultado se podría llevar a pensar que es negativo para los tratamiento elaborados con cáscaras y cabezas de camarón, pero esto no es así, el pigmento (astaxantinas colorante carotenoides) se encuentra en mayor cantidad en la cáscara de estos animales, por lo que la pérdida más pronunciada de color en estos tratamientos se debe a su mayor concentración. Los tratamientos elaborados a partir de colas de camarón presentan desde un inicio color menos intenso, y su pérdida será más lenta.

Con relación a la influencia de la temperatura de la cámara de secado en el color, esta es menor cuando se utiliza una temperatura mayor (220°C), porque durante esta operación los cambios que se producen con los pigmentos presentes en las colas del camarón se han perdido en su mayor parte, esto se aprecia por simple observación, entonces esta pérdida no se manifiesta durante los 60 días de almacenamiento a 30°C. Si se enfoca desde otro punto de vista; a temperaturas de cámara de secado altas los cambios que ocurren son bruscos y es por esto que la variación del color a través del tiempo es menor. Ocurrendo lo contrario a temperaturas de secado más bajas.

En la Tabla 5 se presentan las ecuaciones de primer orden que mejor discuten los cambios observados en el producto almacenado a 30°C y permiten observar la cinética de descomposición que se lleva a cabo en el polvo de camarón. Este fenómeno es seguido por la medición del Nitrógeno Básico Volátil producido. Mediante los valores de las pendientes se puede evaluar la influencia de los factores simples e interacciones dobles en la tabla de análisis de varianza. Las pendientes de las ecuaciones que más cercanas a cero estén, serán las que indican un menor daño en las proteínas del polvo de camarón.

No se pueden evaluar los valores de Nitrógeno Básico Volátil por si solos en cada tratamiento, porque sería necesario elaborar una tabla de análisis de varianza para cada tiempo preestablecido, la cual no indicaría el comportamiento general de la muestra sujeta a almacenamiento. Se puede pensar que al evaluar el valor final de Nitrógeno Básico Volátil (NBV) a los 60 días de todos los tratamientos, se tendría la posibilidad de saber cuál es el mejor tratamiento, pero esto no es seguro debido a que el tiempo que el camarón estuvo en congelación no fue constante para todos los tratamientos, por que no se dispone de los medios adecuados de almacenamiento que son ideales para este tipo de materia prima (temperatura de almacenamiento -20°C).

Es así que al observar los gráficos de la cinética de descomposición medida por los valores de NBV, estos valores iniciales no son los mismos, lo que quiere decir que el producto ya tubo cierta descomposición antes de ser procesado para la obtención del polvo. De acuerdo a Bryant, F., Coobb III., Inelda, A., and Charles, A., Thompson. JR. (1973) valores sobre 30 mg N/100 g. de muestra, se considera productos no frescos. El polvo de camarón obtenido pierde su frescura aproximadamente a los 10 días de almacenamiento.

En el análisis de varianza de la respuesta Nitrógeno básico Volátil se observa que el factor C (velocidad del rotor) tiene influencia significativa sobre la constante de velocidad de degradación de los diferentes tratamientos, medida como Nitrógeno Básico Volátil, parámetro que permite ver la frescura del polvo de camarón en los 60 días de almacenamiento a 30°C. En bibliografía no se dispone de valores de NBV relacionados con polvo, harina de camarón ó productos similares, por lo que se compara con valores de NBV en productos marinos frescos en forma general. Se habla que valores de 30 mg de NBV / 100 g de muestra es el valor limite, luego del cual un producto marino ya no es considerado fresco aunque el producto a simple vista sea aceptado como bueno.

En el Gráfico 2 están representados los cambios en NBV de uno de los tratamientos, determinados durante el almacenamiento de muestras de polvo de camarón, obtenidas en diferentes condiciones de procesamiento.

El número de oxidabilidad que nos indica la rancidez del producto, se evaluó durante el almacenamiento. Este fenómeno como se manifestó en la revisión bibliográfica, presenta un comportamiento característico (ver Gráficos 3) y aunque se trató de buscar un comportamiento cinético, este no existe, pues la ecuaciones obtenidas aunque se ajustan en la mayoría de los tratamientos, presentan coeficientes de regresión bajos, precisamente en los tratamientos citados de los gráficos mencionados. Estos tratamientos presentan una constante de velocidad (pendiente) cercanas a cero, lo que haría pensar que estos se están enranciendo más despacio en el tiempo, siendo los "mejores" aparentemente; lo que es falso, pues los puntos finales que dan números de oxidabilidad bajos (30 a 60 días) influyen en la tendencia general de la línea, lo cual impide que se puedan utilizar los valores de las pendientes en un análisis de varianza.

Este compo
producidos
ya no encue
el oxígeno n

En algunos
tratamientos

Las pruebas
se realizan p
almacenami
además de

Para aislar e
De acuerdo
puesto que
no ocurre co
los tratamien

De acuerdo
camarón en
cabezas de
niveles son e

De acuerdo
A2B1C1, A1
(A3) y cama
menor a ma
evaluar con

La Aceptabi
con respecto
A3B2C2, A2

Los tratamie
materia prim
calificación.

Las variable
panelistas.

En la Tabla 6
muchas varia
diferentes a
almacenami
cualquier par
que reducen

Los valores
Thatcher (19

También las
muestras no

Este comportamiento final se debe a que el método que se usó al basarse en la medición de los radicales libres producidos durante el fenómeno de enranciamiento, no puede seguir el comportamiento, cuando estos radicales libres ya no encuentran más estructuras que seguir abriendo, comienzan a unirse entre ellos, evitando que reaccionen con el oxígeno medido por titulación indirectamente como indica el método.

En algunos tratamientos, no se observó el comportamiento característico del fenómeno de rancidez de los diferentes tratamientos.

Las pruebas sensoriales realizadas en crema de camarón, utilizando como uno de los ingredientes polvo de camarón, se realizan para comprobar que el producto tiene acogida dentro de la alimentación humana, y que éste luego de su almacenamiento bajo condiciones extremas (60 días y 30°C), conserva las principales propiedades de la materia prima; además de permitir evaluar mejor los distintos tratamientos

Para aislar el efecto de los panelistas sobre las calificaciones otorgadas a las muestras, se utilizó un diseño de bloques. De acuerdo a dicha tabla deberían rechazarse las hipótesis concernientes a las variables Color, Sabor y Aceptabilidad; puesto que su razón de varianza excede al estadístico de prueba $F(1,97)$, para un nivel de significación 0,05, lo que no ocurre con las otras variables. Entonces se debe aplicar un estadístico de prueba Tukey, para determinar cual de los tratamientos tiene diferencia significativa con respecto al Color, Sabor y Aceptabilidad.

De acuerdo a la variable Color, se observa que los tratamientos A1B2C1, A1B1C1 y A1B1C2, en los que se utiliza camarón entero y aquellos tratamientos A2B2C1, A2B2C2, A2B1C2 y A2B1C1, en los que se utilizan cáscaras y cabezas de camarón, no tienen diferencia significativa entre sí, porque la concentración de pigmentos en estos dos niveles son altos. Estos tratamientos se encuentran ordenados de menor a mayor calificación en la escala edónica.

De acuerdo a la variable Sabor, se observa que los tratamientos A2B2C2, A2B1C2, A2B2C1, A1B1C1, A3B2C2, A2B1C1, A1B2C2, A1B2C1, A1B1C2 en los que se utilizan cáscaras y cabezas de camarón (A2), colas de camarón (A3) y camarón entero (A1), no tienen diferencia significativa entre sí. Los tratamientos se encuentran ordenados de menor a mayor de acuerdo a la calificación dada en la escala edónica. La variable sabor es una característica difícil de evaluar con un grupo de panelistas no entrenados y con un producto no conocido en nuestro medio.

La Aceptabilidad de la sopa de camarón no presenta diferencias significativas, es decir que los mejores tratamientos con respecto a la Aceptabilidad ordenando en forma descendente son: A1B1C2, A1B2C1, A1B1C1, A1B1C1, A2B1C2, A3B2C2, A2B2C1, A2B2C2.

Los tratamientos A3B2C1, A3B1C2, A3B1C1 fueron los menos aceptables; estos tratamientos corresponden a la materia prima carne de camarón si se hace una comparación con las demás características, éstas tienen una baja calificación.

Las variables Apariencia general y Olor presentan en todos los tratamientos la misma respuesta por parte de los panelistas.

En la Tabla 6, se reportan los resultados del recuento total de aerobios en el polvo de camarón. Estos valores presentan mucha variabilidad entre réplicas, porque hubo una manipulación no controlada en la toma de muestras para los diferentes análisis realizados en la evaluación química y fisicoquímica del producto final seco, durante el almacenamiento. El producto fue elaborado con la mejor asepsia y se trató siempre de eliminar en la materia prima, cualquier parte de éste, que pudiese dar contaminación alta en el producto final, así como de ser sometido a operaciones que reducen el número de microorganismos.

Los valores reportados son bajos y no representan peligro al consumidor, siendo el valor más alto de 240 ufc/g. Según Thatcher (1963), para considerar un producto contaminado debería poseer un número superior de 10^5 a 10^6 ufc/g. (19)

También las condiciones de almacenamiento fueron las adecuadas para evitar un desarrollo microbiano, es decir, las muestras no estuvieron expuestas al oxígeno que es el precursor del crecimiento microbiano de tipo aerobio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir que el polvo de camarón obtenido por secado en spray dryer, es un producto que mantiene sus características físicas con el tiempo; es decir que el parámetro humedad controla el comportamiento del producto final en sí, esto se observa en la tabla del análisis de varianza. De acuerdo a ésta tabla se observa que la temperatura de la cámara de secado, es la que más influye en la humedad final, pero al hacer el análisis de las razones de varianza con el estadístico de prueba $F(3,80)$ no es significativo.

Se observa que los valores del diámetro medio de partículas del polvo de camarón, no presentan mayor variabilidad entre los diferentes tratamientos, porque en todos los casos para la obtención de la colada fina, se utilizó la misma operación de licuado y tamizado.

Al observar los resultados del diámetro de partículas cuando se ha trabajado con colas de camarón como materia prima estos no presentan variabilidad entre réplicas, debido a que ésta materia es más desmenuzable y en su composición no tiene cuerpos quitinosos.

En la tabla de análisis de varianza con relación al diámetro de partícula, los resultados obtenidos no presentan diferencia significativa, lo que indica que no influyen en las características finales del polvo. Por lo que se concluye que los mejores tratamientos con relación al tamaño de partícula son todo el conjunto de estos.

Se recomienda que para disminuir la variabilidad entre las réplicas de los tratamientos que se ha trabajado como materia prima: camarón entero, cabezas y cáscaras de camarón, se proceda a la utilización de un licuado más fino. Además se debe tener muy en cuenta el tiempo que se emplee en esta operación, con lo que también se logrará aumentar el rendimiento en el producto final. Los diámetros de partícula obtenidos en el polvo de camarón, son mejores para la elaboración de una sopa tipo crema, cuando éstos son pequeños y uniformes, porque permite obtener una crema más homogénea y con mejor palatabilidad.

Con relación al rendimiento de la materia prima como polvo de camarón se debe considerar un factor muy importante, como es el tipo de materia prima utilizada, ya que de esto depende mucho el porcentaje de rendimiento. Cuando se utilizan colas de camarón que corresponden a los tratamientos A3B1C1, A3B1C2, A3B2C1 y A3B2C2, como en su composición no tiene presencia de cuerpos duros (quitina), se obtiene un producto con mayor porcentaje de sólidos; por tanto, cuando se preparan las muestras no hay mayor porcentaje de residuos, entonces se puede obtener un mejor rendimiento; lo que no sucede cuando se utiliza camarón entero o cáscaras y cabezas de camarón como materia prima, el porcentaje de pérdida como residuos o desperdicios es mayor, por lo que su rendimiento disminuye. También se debe considerar que en el proceso de secado spray dryer, se debe partir de productos líquidos con una elevada concentración de sólidos totales alrededor del 40% para poder obtener mejores resultados, en este caso se parte de materiales semisólidos con baja concentración de sólidos totales, que influye notablemente en el rendimiento del producto final.

Se concluye que los mejores tratamientos con relación al rendimiento en polvo de camarón, son aquellos que en su composición tienen carne de camarón.

Las condiciones de secado que se utilizaron no indicaron cambios significativos, cuando se evaluó humedad, sólidos y tamaño de partícula de los tratamientos. Por lo que todas las condiciones aplicadas dieron resultados óptimos.

Para evaluar la estabilidad del producto en el tiempo, se consideró análisis químicos, que midan el grado de deterioro, alcanzado durante un tiempo similar al que este podría tener hasta su consumo final.

Los cambios del color en el extracto clorofórmico del polvo de camarón están influenciados por el tiempo de almacenamiento, la materia prima utilizada y las condiciones de secado. El color característico está dado por los pigmentos propios de los crustáceos en forma general.

Al considerar pérdida de color, por medio del extracto clorofórmico, todos los tratamientos provenientes de las materias primas A3 y A1, son los más estables en el tiempo, lo que se concluye al analizar sus pendientes promedio más cercanas a cero. Y teniendo en cuenta, la influencia de la temperatura de la cámara, en los valores promedio de las pendientes, se concluye que 220°C da mayor estabilidad al color del polvo. Por lo tanto, los tratamientos más estables en cuanto al color son: A3B2C1, A3B2C2, A1B2C1 y A1B2C2. Se recomienda también utilizar otros tipos de solventes para la extracción de los pigmentos del polvo de camarón y evaluar la decoloración o pérdida de los mismos, estos pueden ser gasolinas y aceites.

El parámetro se observa

La velocidad con un α obtenidas a los mejores

Todos los tr por lo tanto almacenam de producto

Al observar característic representar algunos tra A3B1C1R2 libres; y en A2B2C1R2 denominad enrancand

Se recomie operacione son iguales tarde (pasa

De acuerdo a 30°C, co camarón e RPM (4,2)

Aunque es corregido

De acuerdo que la carg a las Norm gramo de camarone

Como en valores y cabo para sobre las

Se recom que existi desarrollo

Al observ Aceptabili final com hacer un y en el ex

Finalmen camarón

El parámetro Nitrógeno Básico Volátil permite evaluar la frescura del polvo de camarón, en el experimento que se realizó, se observa que tiene diferencia significativa el Factor C que corresponde a la velocidad del rotor expresada en RPM.

La velocidad del rotor influye significativamente en los resultados, con la aplicación de una prueba de significación Tukey, con un α de 0,05, se concluye que a velocidades de 32000 RPM ($4,2 \text{ kg/cm}^2$) los cambios de las pendientes obtenidas a partir de la relación del Nitrógeno Básico Volátil con el tiempo, son menores, lo que significa que estos serán los mejores tratamientos, los cuales son: A1B1C1, A1B2C1, A2B1C1, A2B2C1, A3B1C1 y A3B2C1.

Todos los tratamientos según se observa en los gráficos presentan una pérdida de frescura alrededor de los 10 días; por lo tanto se recomendaría mejorar las condiciones de almacenamiento del producto como: bajar la temperatura de almacenamiento, utilizar envases sellados al vacío, y adicionar algún tipo de antioxidante recomendado para este tipo de productos.

Al observar los resultados del número de oxidabilidad del polvo de camarón, estos presentan una tendencia característica de la oxidación de los lípidos en alimentos secos, pero estos no siguen un comportamiento fácil de representar con ecuaciones, lo que se concluye, en base al comportamiento visto en los gráficos. Es así que en algunos tratamientos como A1B2C1R1, A1B2C1R2, A1B2C2R2, A2B1C2R1, A2B1C2R2, A2B2C1R1, A2B2C2R2, A3B1C1R2, A3B2C2R1, A3B2C2R2, se nota la caída de la curva en donde ya no hay más oxidación de los radicales libres; y en los tratamientos A1B1C1R1, A1B1C1R2, A1B1C2R1, A1B1C2R2, A1B2C2R1, A2B1C1R1, A2B2C1R1, A2B2C1R2, A2B2C2R1, A3B1C1R1, A3B1C2R1, A3B1C2R2, A3B2C1R1, A3B2C1R2, no han pasado la etapa denominada iniciación. Entonces estos últimos serán los mejores tratamientos, por que son los que menos se están enranciando y por lo tanto manteniendo las características buenas del producto final.

Se recomienda que el tiempo de almacenamiento de todas las materias primas en refrigeración, antes de empezar las operaciones sea constante en lo posible, pues como se ve en todas las gráficas los valores iniciales entre réplicas no son iguales, dando como resultado que en algunos tratamientos, el daño del producto final sea mucho antes o muy tarde (pasado los 60 días).

De acuerdo a lo manifestado previamente, se puede concluir que el tratamiento más estable en el tiempo, almacenado a 30°C , considerando pérdida de color, frescura del polvo (NBV) y aceptabilidad, es el A1B2C1, que corresponde a camarón entero, secado con una temperatura de la cámara de 220°C y con una velocidad del atomizador de 32000 RPM ($4,2 \text{ kg/cm}^2$).

Aunque este tratamiento no tiene igual respuesta para el caso de Rancidez, este parámetro puede ser fácilmente corregido utilizando un antioxidante comercial recomendado para crustáceos.

De acuerdo al recuento microbiológico, el polvo de camarón esta en buenas condiciones de almacenamiento, puesto que la carga máxima que se desarrolla es de 240 UFC/g, carga microbiana que no es perjudicial para la salud. En base a las Normas, el recuento en camarón en su estado natural esta permitido entre 31000 a 1'200000 de bacterias por gramo de camarón entero, debido principalmente a los sedimentos del fondo y a la calidad del agua superficial en las camarónicas.

Como en el experimento se trata de polvo de camarón y no hay parámetros de referencia, se puede comparar con estos valores y concluir que es un producto no contaminado y recomendable, puesto que en todo el proceso que se llevó a cabo para el desarrollo del mismo, se trabajó con mucha precaución y asepsia, además de que se utilizó temperaturas sobre las de pasteurización.

Se recomienda que el producto no sea manipulado luego de su elaboración, durante la toma de muestra, para evitar que exista una posterior contaminación, y que se incremente la acidez de la colada fina como un medio para evitar desarrollo microbiano.

Al observar los resultados de la evaluación sensorial, mediante las variables: Apariencia general, Color, Olor, Sabor y Aceptabilidad, se puede concluir que entre los tratamientos no presentan diferencias significativas, por lo que el producto final como polvo de camarón presenta buenas características y es aceptable para el consumo humano. Se recomienda hacer un estudio más amplio de la formulación de la crema de camarón, como posible producto para venta en el país y en el exterior.

Finalmente se concluye, que se logró el desarrollo, de una tecnología para obtener productos deshidratados de camarón; logrando así cumplir con todos los objetivos planteados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLEN, J. And HAMILTON, R. Rancidity in Foods. 2ed. Elsevier Applied Science.
- BRYANT, F., COOBB III., INELDA, A., and CHARLES, A., THOMPSON, JR. 1973. Biochemical and Microbial Studies on Shrimp: Volatile Nitrogen and Amino Nitrogen Analysis. J. Food Sci. 38 :431.
- CAMBA, N.1982. Boletín Nacional de Pesca. Manual de Métodos de Análisis de Productos Pesqueros. Vol.5 #4. Guayaquil - Ecuador. pp. 11-12.
- CENTRO DE DESARROLLO INDUSTRIAL DEL ECUADOR (Proyecto Pitalpro).1980. Industrialización de Desperdicios de Camarón. 138 p. Guayaquil - Ecuador.
- I.C.M.S.F. 1980. Ecología Microbiana de los Alimentos. Productos Alimenticios. Ed. Acribia. Zaragoza - España. pp. 604.
- JHONSON,P. 1974. Encyclopedia of Food Technology and Food Science.A.V.I. Publishing Company Wesport. . pp. 798-800
- KENNETH, L. 1985 Chemical Changes in Natural Food Pigments. Chemical Changes in Food During Processing. A.V.I. Publishing Company Westport. pp. 410
- KNEULE, F. 1966. El Secado. Ed. Urmo. Bilbao-España. pp 242-243.
- KOREL, M. 1986. Oxidación de los lípidos en Alimentos Secos. Concentración y Secado de Alimentos. Elsevier Applied Science Publishers. London and New York. pp. 37-50.
- MACCARTHY,D. 1985. Concentration and Drying of foods. Elsevier Applied Science Publishers. London and New York. pp. 89-90
- MARTIN, R. FLICK, G. Y HEBARD, CH. 1982. Chemistry & Biochemistry of Marine Food Product. A.V.I. Publishing Company Westport. pp. 405-413.00000
- MENA, A. Y ALVAREZ, P. 1993. Desarrollo del Camarón(Penaeus vannamei) de Humedad Intermedia.pp. 4-5 U.T.A. F.C.I.AL. Tesis de Grado. Ambato-Ecuador.
- MORRISON, F. 1969. Alimentos y Alimentación del Ganado. Tomo I. Unión Tipográfica Editorial Hispano América. México. pp 670-672.
- MOTOHIRO, T. 1982. The Effect of Heat Processing on Color Characteristics in Crustacean Blood. Chemistry and Biochemistry Technology of Marine Food Products. A.V.I. Publishing Company Westport. pp. 406.
- RAO, M. A. AND RIZVI, S. 1986. Engineering Properties of Foods Ed. Marcel Dekker Inc. pp.133-134.
- SALTOS, A. 1993. Diseño Experimental. Ed. Universitaria, U.T.A. Ambato - Ecuador. pp. 110
- SUSUKY, T. 1987. Tecnología de las Proteínas del Pescado. pp.121. Ed. Acribia. Zaragosa-España.
- VÁSCONEZ, C. 1993. Manual de Prácticas de Laboratorio Química de Los Alimentos.U.T.A., F.C.I. AL. Ambato-Ecuador. pp. 40
- VIRGILIO, C., GONZÁLES, C., MENDOZA, SILVIA., AVEDAÑO, SONIA.,MUÑOZ, NUBIA. Bacterial Analysis of Frozen Shrimps. 1.Total Plate Count-Coliforms and Enterococci in Precooked Frozed Chilean Shrimp. J. Food Sci. 35:842

TABLA 1:

TRATAM

A1B1
A1B1
A1B2
A1B2
A2B1
A2B1
A2B2
A2B2
A3B1
A3B1
A3B2
A3B2

TABLA 2:

TRATAM
Répl

A1B
A1B
A1B
A1B
A2B
A2B
A2B
A2B
A3B
A3B
A3B
A3B

A1:
A2:
A3:
B1:
B2:
C1:
C2:
R1:
R2:

TABLA 1: RESULTADOS EXPERIMENTALES DE SOLIDOS (%) Y HUMEDAD (%) DE POLVO DE CAMARÓN (*Penaeus vannamei*)

TRATAMIENTOS	SOLIDOS			HUMEDAD		
	R1	R2	Promedio	R1	R2	Promedio
A1B1C1	93.4	93.2	93.3	6.6	6.8	6.7
A1B1C2	92.8	93.2	93.0	7.2	6.8	7.0
A1B2C1	96.7	94.3	95.5	3.3	5.7	4.5
A1B2C2	91.4	93.7	92.6	8.6	6.3	7.5
A2B1C1	95.3	92.3	93.8	4.7	7.7	6.2
A2B1C2	94.0	93.2	93.6	6.0	6.8	6.4
A2B2C1	95.5	94.0	94.8	4.5	6.0	5.3
A2B2C2	92.5	93.6	93.1	7.5	6.4	7.0
A3B1C1	91.5	94.2	92.9	8.5	5.8	7.2
A3B1C2	94.2	93.8	94.0	5.8	6.2	6.0
A3B2C1	94.5	93.4	94.0	5.5	6.6	6.1
A3B2C2	94.1	95.5	94.8	5.9	4.5	5.2

TABLA 2: VALORES CALCULADOS DE MEDIA GEOMÉTRICA (micras) Y DESVIACIÓN GEOMÉTRICA EN EL DIAMETRO DE PARTICULAS DE POLVO DE CAMARÓN (*Penaeus vannamei*)

TRATAMIENTOS	Media Geométrica			Desviación Estándar Geométrica		
Réplica:	R1	R2	Media	R1	R2	Media
A1B1C1	8.17	6.69	7.43	1.50	1.35	1.43
A1B1C2	6.22	6.09	6.16	1.33	1.31	1.32
A1B2C1	7.68	6.27	6.98	1.45	1.33	1.39
A1B2C2	8.81	6.18	7.50	1.55	1.31	1.43
A2B1C1	7.44	7.96	7.70	1.44	1.47	1.46
A2B1C2	7.05	6.66	6.86	1.39	1.36	1.38
A2B2C1	6.43	8.07	7.25	1.34	1.48	1.41
A2B2C2	7.47	7.43	7.45	1.42	1.44	1.43
A3B1C1	6.88	7.11	7.00	1.39	1.42	1.41
A3B1C2	8.45	6.99	7.72	1.52	1.41	1.47
A3B2C1	8.34	10.93	9.64	1.50	1.75	1.63
A3B2C2	6.56	6.80	6.68	1.36	1.41	1.39

- A1: Materia prima, camarón entero.
 A2: Materia prima, cáscaras y cabeza.
 A3: Materia prima, carne de camarón.
 B1: Temperatura de la cámara de secado, 175°C.
 B2: Temperatura de la cámara de secado, 220°C.
 C1: Velocidad del atomizador, 32000 rpm (4.2 kg./cm²)
 C2: Velocidad del atomizador, 32000 rpm (5 kg./cm²)
 R1: Réplica #1.
 R2: Réplica #2.

TABLA 3: VALORES EXPERIMENTALES DE RENDIMIENTO EXPRESADOS EN g. DE POLVO DE CAMARON / 100 g. DE MATERIA PRIMA.

TRATAMIENTOS	W ₀ (g)		W _r (g)		Rendimiento (g polvo/100g)	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
A1B1C1	1178.88	1259.18	180.88	179.33	15.34	14.24
A1B1C2	1198.11	1528.24	184.50	224.61	15.40	14.70
A1B2C1	1268.24	1592.09	163.11	237.08	12.86	14.89
A1B2C2	1201.79	998.69	173.41	146.79	14.43	14.70
A2B1C1	1211.76	1344.55	139.71	128.35	11.53	9.55
A2B1C2	1428.76	2002.44	148.94	147.45	10.42	7.36
A2B2C1	13.05.85	1305.85	111.69	129.97	8.55	9.95
A2B2C2	1140.00	1450.43	107.72	123.98	9.45	8.55
A3B1C1	167.67	1162.80	30.20	210.91	18.01	18.14
A3B1C2	1134.41	1328.41	206.24	241.77	18.18	18.20
A3B2C1	1281.10	632.02	235.59	114.27	18.39	18.08
A3B2C2	1265.87	1084.19	229.62	196.78	18.14	18.15

W₀(g) = Peso inicial de materia prima.

W_r(g) = Peso final como polvo de camarón.

TABLA 3.1: ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO (%) DEL POLVO DE CAMARON (*Penaeus vannamei*)

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	RAZON DE VARIANZA
Réplicas	1	0.735	0.735	0.872
Factores:				
A Materia Prima	2	308.888	154.444	183.199
B Temperatura de cámara	1	1.017	1.017	1.206
Interacción AB	2	0.673	0.337	0.399
C Velocidad del rotor	1	0.144	0.144	0.171
Interacción AC	2	2.108	1.054	1.250
Interacción BC	1	0.443	0.443	0.525
Error	13	10.960	0.843	
TOTAL	23	324.967		

F_{0.05} = 3.80

PRUEBA DE SIGNIFICACION

Tukey a alpha 0.05

Tipo de Materia Prima

Orden Original

Media 1= 14.57 B
Media 2= 9.42 C
Media 3= 18.16 A

Orden Arreglado

Media 3= 18.16 A (Carne de camarón)
Media 1= 14.57 B (Camarón entero)
Media 2= 9.42 C (Cabezas y cáscaras de camarón)

TABLA 4

TRATAN

A1B
A1B
A1B
A1B
A2B
A2B
A2B
A2B
A2B
A3B
A3B
A3B
A3B

A1:
A2:
A3:
B1:
B2:
C1:
C2:
R1:
R2:

TABLA

TRATA

A1
A1
A1
A1
A2
A2
A2
A2
A3
A3
A3
A3

TABLA 4: ECUACIONES PARA LA CINETICA DE ACLARAMIENTO DEL EXTRACTO CLORO - FORMICO EN POLVO DE CAMARON (*Penaeus vannamei*) ALMACENADO A 30°C.

TRATAMIENTOS	Punto Corte	Pendiente R1 Y=A exp (Bx)	Coef. Reg.	Punto Corte	Pendiente R2 Y= A exp (Bx)	Coef. Reg.
A1B1C1	0.1626	-0.0114	0.849	0.1281	-0.0102	0.814
A1B1C2	0.1741	-0.0095	0.583	0.0978	-0.0071	0.920
A1B2C1	0.1461	-0.0059	0.742	0.1084	-0.0057	0.890
A1B2C2	0.1745	-0.0083	0.946	0.1159	-0.0078	0.854
A2B1C1	0.3402	-0.0094	0.972	0.2730	-0.0090	0.860
A2B1C2	0.3463	-0.0127	0.895	0.3022	-0.0111	0.876
A2B2C1	0.2791	-0.0116	0.979	0.2832	-0.0088	0.955
A2B2C2	0.2328	-0.0082	0.975	0.3257	-0.0083	0.937
A3B1C1	0.0860	-0.0063	0.958	0.0874	-0.0060	0.984
A3B1C2	0.0865	-0.0078	0.941	0.0857	-0.0064	0.917
A3B2C1	0.0882	-0.0068	0.917	0.0945	-0.0052	0.974
A3B2C2	0.0846	-0.0066	0.931	0.0875	-0.0061	0.902

- A1: Materia prima, camarón entero.
A2: Materia prima, cáscaras y cabeza.
A3: Materia prima, carne de camarón.
B1: Temperatura de la cámara de secado, 175°C.
B2: Temperatura de la cámara de secado, 220°C.
C1: Velocidad del atomizador, 32000 rpm (4.2 kg /cm²)
C2: Velocidad del atomizador, 32000 rpm (5 kg /cm²)
R1: Réplica #1.
R2: Réplica #2.

TABLA 5: ECUACIONES PARA LA CINETICA DE DESCOMPOSICION EN BASE A LA MEDICION DEL NITROGENO BASICO VOLATIL EN POLVO DE CAMARON (*Penaeus vannamei*) ALMACENADO A 30°C.

TRATAMIENTOS	Punto Corte	Pendiente R1 Y=A exp (Bx)	Coef. Reg.	Punto Corte	Pendiente R2 Y= A exp (Bx)	Coef. Reg.
A1B1C1	17.366	0.0145	0.890	17.379	0.0154	0.947
A1B1C2	15.896	0.0193	0.971	27.932	0.0133	0.846
A1B2C1	25.708	0.0110	0.902	21.163	0.0111	0.976
A1B2C2	14.193	0.0142	0.966	22.256	0.0125	0.910
A2B1C1	15.482	0.0057	0.772	30.330	0.0064	0.788
A2B1C2	28.992	0.0219	0.996	27.079	0.0202	0.892
A2B2C1	16.179	0.0199	0.951	10.846	0.0141	0.924
A2B2C2	13.412	0.0125	0.941	18.459	0.0123	0.841
A3B1C1	46.360	0.0086	0.928	39.979	0.0087	0.979
A3B1C2	25.265	0.0185	0.866	26.266	0.0174	0.853
A3B2C1	32.506	0.0131	0.939	59.225	0.0039	0.842
A3B2C2	25.604	0.0148	0.931	29.011	0.0153	0.583

TABLA 6: RECUENTO TOTAL DE AEROBIOS EN POLVO DE CAMARON (*Penaeus vannamei*) EN UFC/g.

TRATAMIENTO	REPLICA 1	REPLICA 2
A1B1C1	112	23
A1B1C2	25	95
A1B2C1	14	<10
A1B2C2	4	39
A2B1C1	20	23
A2B1C2	5	<10
A2B2C1	13	10
A2B2C2	23	27
A3B1C1	68	100
A3B1C2	5	8
A3B2C1	2	3
A3B2C2	240	16

- A1: Materia prima, camarón entero.
A2: Materia prima, cáscaras y cabeza.
A3: Materia prima, carne de camarón.
B1: Temperatura de la cámara de secado, 175°C
B2: Temperatura de la cámara de secado, 220°C
C1: Velocidad del atomizador, 32000 rpm (4.2 kg./cm²)
C2: Velocidad del atomizador, 32000 rpm (5 kg./cm²)

Gráfico 1. Espectrofotometría del extracto cloroformico para A1B2C2

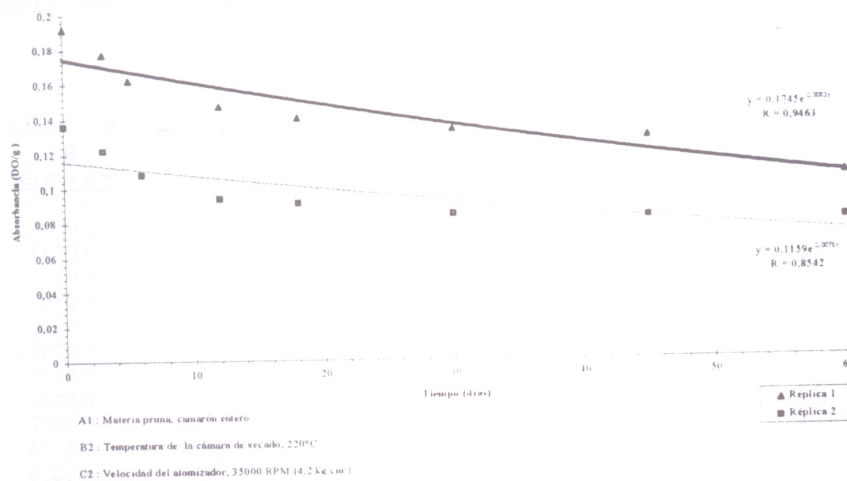


Gráfico 2. Desarrollo de Nitrógeno Básico Volátil en A1B2C2 almacenado a 30°C

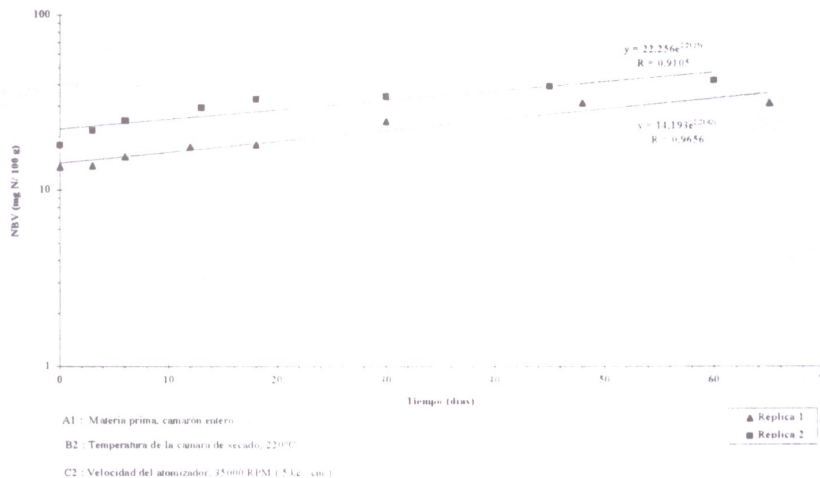
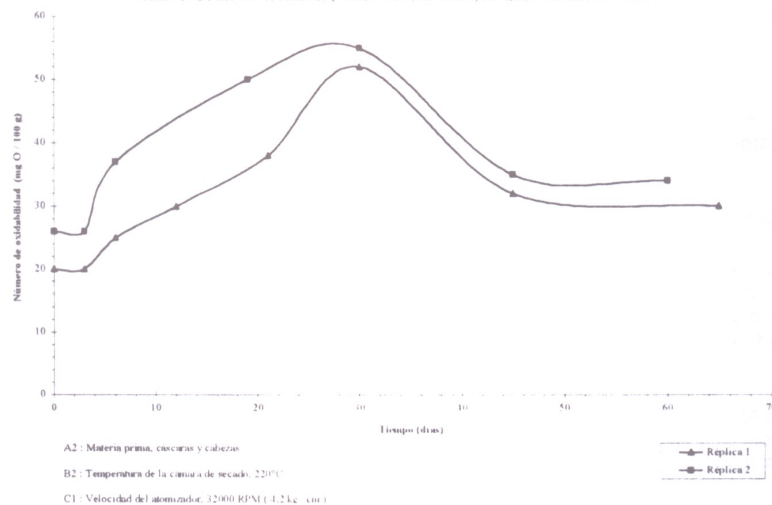


Gráfico 3. Desarrollo de rancidez (Número de oxidabilidad) en A2B2C1 almacenado a 30°C



ANEXOS
ANEXO 1: BALANCE DE MATERIALES EN LA OBTENCIÓN DEL POLVO DE CAMARÓN A PARTIR DE CÁSCARAS, CABEZAS Y COLAS DE CAMARÓN.
DESCABEZADO

Camarón congelado	5397,00 g	
Cabezas	1829,95 g	(33,74 %)
Colas	3576,05 g	(66,26 %)

LIMPIEZA

Cabezas lavadas	1159,82 g	(21,49 %)
Cáscaras	430,14 g	(7,97 %)
Colas peladas	3145,91 g	(58,29 %)
Impurezas	661,13 g	(12,25 %)

COCCIÓN

Cabezas, cáscaras	1589,96 g	
Colas peladas	3145,91 g	

AJUSTE DE AGUA

Cabezas, cáscaras A2	1589,96 g	(100 %)
Agua añadida(1:0,5)	1751,06 g	
Peso total	3341,02 g	

Colas A	33145,91 g	(100 %)
Agua añadida (1:1)	6929,32 g	
Peso total	10075,23 g	

LICUADO

Cáscaras y cabezas	3341,02 g	
Carne de camarón	10075,23 g	

FILTRADO

Se realizó utilizando una coladera cuyo orificios son de 1 mm². Aproximadamente 18 mesh.

Peso de residuo de A2	116,94 g	(3,5%)
Peso del Filtrado A2	3224,08 g	(humedad 95,0 %)
Peso de residuo de A3	100,75 g	(1,0%)
Peso del Filtrado A3	9974,48 g	(humedad 95,0 %)

SECADO

Producto seco total A2	171,89 g	(humedad 6,22%)
Pérdida (2%)	31,25 g	
Rendimiento A2(9%)	140,64 g	

Producto seco total A3	531,29 g	(humedad 6,13%)
Pérdida (2%)	53,13 g	
Rendimiento A3 (18%)	478,16 g	

ANEXO

DESCABEZADO
Camarón
Cabezas
Colas

LIMPIEZA
Cabezas
Cáscaras
Colas peladas
Impurezas

COCCIÓN
Cabezas
Colas peladas
Total

AJUSTE
Camarón
Agua añadida
Peso total

LICUADO
Peso total

FILTRADO
Se realizó

Peso de
Peso del

SECADO
Producto
Pérdida
Rendimiento

ANEXO 2: BALANCE DE MATERIALES EN LA OBTENCIÓN DEL POLVO DE CAMARÓN A PARTIR DE CÁMARÓN ENTERO.
DESCABEZADO

Camarón congelado	6076,97 g	
Cabezas	2050,37 g	(33,74 %)
Colas	4026,60 g	(66,26 %)

LIMPIEZA

Cabezas lavadas	1305,94 g	(21,49 %)
Cáscaras	484,33 g	(7,97 %)
Colas peladas	3542,27 g	(58,29 %)
Impurezas	744,43 g	(12,25 %)

COCCION

Cabezas, cáscaras	1305,94 g	
Colas peladas	3542,27 g	
Total	4848,21 g	

AJUSTE DE AGUA

Camarón entero A1	4848,21 g	(100 %)
Agua añadida(1:1)	10678,87 g	
Peso total	15527,08 g	

LICUADO

Peso total	15527,08 g	
------------	------------	--

FILTRADO

Se realizó utilizando una coladera cuyo orificios son de 1 mm². Aproximadamente 18 mesh

Peso de residuo de A1	621,08 g	(4,0%)
Peso del Filtrado A1	14906,00 g	(humedad 95,0 %)

SECADO

Producto seco total A2	796,52 g	(humedad 6,43%)
Pérdida (2%)	93,71 g	
Rendimiento A2(15%)	702,81 g	

PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE "SNACKS" ENRIQUECIDOS PROTEINICAMENTE CON QUINUA (*Chenopodium quinoa*)

Suzana Bouma*
Luis Anda**

RESUMEN

En el presente estudio se investiga una técnica artesanal para la elaboración de "snacks" con el enriquecimiento proteico de este producto con otro expandible como la quinoa.

El estudio de mercado se desarrolló en base a información bibliográfica, lo que permitió determinar la capacidad de la planta de acuerdo al porcentaje de población en la Zona Central del País.

El estudio de materia prima de igual manera se lo realizó en base bibliográfica y se determinó que el proyecto puede ser abastecido con producto nacional.

En la tecnología del proyecto se probaron 3 porcentajes de sustitución con quinoa, para luego determinar sensorialmente cual es la formulación más adecuada.

En lo que se refiere a Ingeniería del Proyecto, se utilizó el proceso de producción puesto en práctica en el proyecto "Elaboración de productos expandidos en base a maíz y suplementados con productos de alto valor nutritivo, por extrusión". De acuerdo al proceso y al área disponible en una nave de la incubadora empresarial del Parque Industrial Ambato se realizó el diseño y distribución de la planta, el cálculo de los suministros y el requerimiento de mano de obra.

La Evaluación Económica, se desarrolló en base a las cotizaciones recibidas, los salarios son los vigentes para Julio/96, se realizaron los cálculos para el primer y segundo año de producción considerando los valores congelados.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se realiza con la posibilidad de demostrar la factibilidad de instalar en la provincia de Tungurahua, una planta para la producción de "snacks" enriquecidos con quinoa.

En las últimas décadas la tecnología ha introducido una nueva técnica de cocción reemplazando o modificando los procesos de fabricación tradicionales y dentro de esas nuevas técnicas, la extrusión - cocción ocupa un lugar importante.

* Egresada de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

** Ingeniero Químico, Profesor de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Es así co
realizó el
de propie
humanos

Actualme
en razón
caracteri
el punto
superada
y 6,3% d

El "snack
sometido
modifica
lo hace n

Los pasa
esta con
amplio m

Demand
de los añ
y consum
que en t

Demand
tostación

Como se
valores

Capacit
su oferta
las hora

Formas
monoor
la paca

Se utiliz

Maíz .- 5
7,5%.

Es así como la Escuela Politécnica Nacional, con el fin de estudiar la tecnología de la extrusión y su aplicación en el país, realizó el Seminario Taller "extrusión de Alimentos" en 1992. En dicho evento una de las conclusiones fue la necesidad de propiciar investigaciones adicionales para la utilización de esta tecnología en la producción de alimentos para humanos.

Actualmente, la materia prima comúnmente usada en la elaboración de productos expandidos es el maíz (*Zea mays*), en razón de sus propiedades de expansión y atributos sensoriales, lográndose un producto alimenticio con determinadas características organolépticas y funcionales pero con bajo contenido proteico lo cual constituye una desventaja desde el punto de vista nutricional. Sin embargo la insuficiencia del maíz en cuanto a calidad y cantidad proteica, puede ser superada utilizando la quinua (*Chenopodium quinua*) que es un producto autóctono que contiene 16,5% de proteína y 6,3% de grasa.

El "snacks" es un producto que se obtiene por la modificación de almidones en su paso por el extrusor donde es sometido a temperatura, presión y cizallamiento mecánico además de estar acondicionado a cierta humedad. La modificación de almidones hace que el producto se expanda y adquiera nuevas características de palatabilidad lo que lo hace muy agradable para el consumidor de diferentes edades.

MERCADO

Los pasabocas o "snacks" de maíz son alimentos que por su costo están al alcance de cualquier estrato social, y si a esta consideración sumamos el mejoramiento proteico del producto sin el encarecimiento en el costo, hablamos de un amplio mercado que podría ser monopolizado.

Demanda actual de "snacks". Como se indica en la **Tabla 1** la demanda del producto se ha incrementado a través de los años en forma significativa a pesar del reciente lanzamiento del producto al mercado. Para obtener la producción y consumo de "snacks" en la Zona Central se tomará en cuenta el porcentaje de población en dicha zona, asumiendo que en todas las regiones del país hay igual hábito de consumo **Tabla 2**.

Demanda futura de "snacks". Partiendo de la serie histórica de consumo de alimentos insuflados a partir de la tostación de cereales se obtiene la siguiente relación:

$$y = -6,45 \cdot 10^9 + 3240932 x$$

$$r = 0,96$$

Como se observa la relación tiempo - demanda es directamente proporcional, aplicando esta ecuación se obtienen los valores de la demanda futura de "snacks" en el país presentados en la **Tabla 3**.

Capacidad a instalarse en el proyecto. La planta se instalaría para 36 TM anuales, con proyecciones a aumentar su oferta según se incremente el mercado. Para aumentar la capacidad de producción de la planta solo se aumentarían las horas de trabajo según fuesen los requerimientos.

Formas de comercialización y precio de venta. El producto se ofrecerá al mercado en fundas de polipropileno monoorientado, distribuido en pacas de 100 unidades. El precio de venta en la planta industrial es de 50.000 sucres la paca de 100 fundas de 40 gr. de "snacks".

MATERIA PRIMA

Se utiliza maíz (*Zea Maíz*), quinua (*Chenopodium quinua*), aceite vegetal y sal yodada.

Maíz .- Se utilizó griz de maíz desgerminado con cierta cantidad de proteína y fibra. Su contenido en proteína es de 7-7,5%.

Demanda Actual de Maíz .- En la **Tabla 4** se muestra el crecimiento significativo de la superficie sembrada y esto se debe sobre todo a la sustitución de áreas que originalmente se dedicaban a productos agrícolas tradicionales como café, cacao y banano por cultivos de ciclo corto entre ellos el maíz duro.

Demanda Futura de Maíz .- Se obtiene una serie de datos reportados en la **Tabla 5** utilizando la siguiente relación:

$$y = 411752,5 + 29425,4 x$$

$$r = 0,96$$

Quinua .- Se utiliza griz de quinua lavada y desamargada, aproximadamente con 14,13 % de proteína.

Demanda Actual de Quinua .- La producción de quinua en el país no ha sido un parámetro constante y normal, es decir una producción ascendente con respecto al tiempo, mas bien ha tenido altos y bajos muy marcado como se muestra en la **Tabla 6**. Lo importante, es que la producción nacional más baja de quinua en esta serie histórica si abastece las necesidades del proyecto por lo que no se tendrá que recurrir a la importación.

Demanda Futura de Quinua .- Se probaron varias clases de regresiones para dar con una que se ajustara más al modelo, sin embargo se llegó a la conclusión que se debe hacer una regresión lineal eliminando el punto del año 1992 por encontrarse demasiado distante de la realidad y sin bases concretas para sostenerlo; obteniéndose la siguiente relación:

$$y = 17337,6 - 8,47 x$$

$$r = 0,17$$

La serie histórica se encuentra en la **Tabla 7**.

ESTUDIO DE LA TECNOLOGIA

Todos los alimentos poseen una variabilidad de contenidos nutritivos. En unos casos tal o cual nutrimento puede ser deficiente, pero en otros, puede encontrarse en buena proporción; en consecuencia el éxito de una buena alimentación está en saber combinar y producir las dietas adecuadas para el desarrollo vital del consumidor.

Proceso de Fabricación

1. **Formulación .-** La formulación consiste en pesar el griz de maíz y el griz de quinua. El pesaje se realiza según los porcentajes que se hayan establecidos como óptimos.
2. **Mezclado .-** Se homogeniza la mezcla en una mezcladora eléctrica por 5 min.
3. **Humectado .-** Se humecta la mezcla hasta un 14%, adicionándole el agua poco a poco para que no se formen grumos.
4. **Mezclado .-** Se lo realiza para homogenizar la muestra con el agua por 5 min.
5. **Reposo .-** Se deja reposar la mezcla por 10 min. para que se acondicione a la humedad deseada.
6. **Extrusión .-** El griz pasa por el extrusor dando lugar a los expandidos insuflados o "snacks". Cambio de estructura originado por la modificación de almidones.

En el extrusor se mantienen constantes los siguientes parámetros

- Tornillo (4 a 1)
- Velocidad de Tornillo (150 rpm)
- Boquilla de descarga (3 mm)

- Alimentación = a saturación
 - Temperatura (130-140-180°C)
7. **Primer Secado.**- Se realiza por 10 min. a 90° C
 8. **Saborizado.**- Se lo realiza con 10% de aceite y 4% de sal.
 9. **Segundo Secado.**- Se realiza por 10 min. a 60-80° C para obtener un producto con 3-4% de humedad.
 10. **Envasado .**- Se colocan apx. 40 gr. de "snacks" en cada funda de polipropileno monoorientado.
 11. **Sellado, Empaquetado y Almacenado.**- El sellado se lo realiza con selladoras de operación manual. Luego se empaquetan en pacas de 100 fundas de "snacks".

Criterio de Selección de la Formulación

Para elegir la formulación ideal se probó 3 porcentajes de sustitución teniendo uno de ellos como parámetro de comparación.

- Se probará con
- 0% de adición de quinua
 - 20% de adición de quinua
 - 30% de adición de quinua

Los resultados obtenidos por medio de pruebas de Tukey se reportan en la **Tabla 8**. Y según estos resultados se determina que todos los estudios se harán con la formulación que tiene el 30% de adición con quinua.

Control de Calidad .

Los controles que se realizaron en la materia prima son : Humedad y periódicamente controles de Proteína, Grasa, Fibra cruda, Carbohidratos, Ceniza, Actividad de agua (aw), Poder de hinchamiento (PI), Índice de absorción de agua (IAA), Índice de solubilidad en agua (ISA), además de análisis microbiológicos como Recuento Total, Hongos y Levaduras.

En el producto terminado se realizó Humedad según AOCS Ac 2-41 y Radio de Expansión con el método sugerido por Halek y Chang (1991), además de análisis periódicos como: Proteína, Grasa, Ceniza, aw, ISA, IAA, PI, Densidad aparente Densidad real, Recuento Total y Esporulados.

INGENIERIA DEL PROCESO

Maquinaria y Equipo. La maquinaria está determinada en función de la capacidad establecida del proyecto.

Balanza de Plataforma .- Tipo digital. Capacidad de 150 Kg.

Molino .- Eléctrico con motor de 2HP, de 4 qq de capacidad.

Mezcladora .- De 100 lb. de capacidad. Motor 2 HP.

Baldes de Plástico .- Se utilizan 5 baldes de 50 Kg. de capacidad.

Probetas de Plástico.- Probeta graduada de 1000 ml. de capacidad.

Extrusor.- 200 Bake. Type Extruder, capacidad apx. 198 lb/h.

Suministros.

Los suministros a utilizarse son los siguientes: agua potable, energía eléctrica, combustible y lubricantes.

Requerimientos de mano de obra.

La mano de obra directa para la ejecución de este proyecto es de tres obreros que rotarían con sus actividades. Además se contrataría un Técnico que se encargue de la producción y control.

INVERSION Y FINANCIAMIENTO

Inversión Fija.

Construcciones	5'000.000
Maquinaria y Equipo	168'193.379
Otros Activos	9'927.490

183'120.869

Imprevistos de la Inversión	
Fija (5%)	9'156.043

SUMAN: 192'276.912

Capital de Operación (Mensual)

Materiales Directos	7'954.500
Mano de Obra Directa	1'701.450
Carga Fabril	3'566.546
Gastos de Ventas	906.347
Gastos de Administración	2'391.324

SUMAN: 16'520.167

Inversión Total 208'797.079

Ventas Netas:

900 Fundas de "Snacks" de 40 gr. 450'000.000

Financiamiento.

Corporación Financiera Nacional 120'000.000

Estado

- VENT
- COST
- UTILI
- GAST
- UTILI
- GAST
- GENE
- UTILI
- COST
- RENT
- IMPU
- (15%)
- TRAB
- UTILI
- IMPU
- IMPU

- UTILI

Cálculo

Costo F
Costo V
Costo T
Ingresos

Evaluación

- Renta

R =

Estado de Pérdidas y Ganancias.

	SUCRES	%
- VENTAS NETAS	450'000.000	100,0
- COSTOS DE PRODUCCIÓN	171'955.341	38,2
- UTILIDAD BRUTA EN VENTAS	278'044.659	61,8
- GASTOS DE VENTAS	10'876.160	2,4
- UTILIDAD NETA EN VENTAS	267'168.499	59,4
- GASTOS DE ADMINISTRACION Y GENERALES	29'574.489	6,6
- UTILIDAD NETA EN OPERACIONES	237'594.010	52,8
- COSTOS FINANCIEROS	45'000.000	10,0
- RENTABILIDAD NETAS ANTES DE IMPUESTOS Y PARTICIPACIONES	192'594.010	42,8
- (15%) DE REPARTO A LOS TRABAJADORES	28'889.102	6,4
- UTILIDAD NETA ANTES DEL IMPUESTO	163'704.908	36,4
- IMPUESTO A LA UTILIDAD (20%)	32'740.982	7,3
- UTILIDAD NETA	130'963.926	29,1

Cálculo del Punto de Equilibrio.

Costo Fijo:	123'328.238
Costo Variable:	134'077.752
Costo Totales:	257'405.990
Ingresos Totales:	450'000.000

$$PE = \frac{\text{COSTO FIJO}}{1 - \frac{\text{COSTO VARIABLE}}{\text{INGRESOS TOTALES}}}$$

$$PE = \frac{123'328.238}{1 - \frac{134'077.752}{450'000.000}}$$

$$PE = 176\ 183.197 ; 39,15\%$$

Evaluación:

- Rentabilidad del Proyecto

$$R = 62,72\%$$

- Rentabilidad sobre la Inversión

ROI = 113,79%

- Rentabilidad Financiera

RF = 147,5%

- Periodo de Retorno de la Inversión

PRI = 1,6 AÑOS O 19,2 MESES

- Tasa Interna de Retorno

TIR = 113,93 %

Resultado de las Evaluaciones Económicas, para el primer año y el año normal de producción.

	AÑO 1	AÑO 2
Capacidad utilizada (%)	70	100
Inversión total (sucres)	205'633.183	208'797.079
Capacidad de operación (sucres)	13'356.271	16'520.167
Beneficio neto (sucres)	64'981.317	130'963.926
Materiales directos (sucres)	66'822.800	95'454.000
Mano de obra directa (sucres)	20'417.400	20'417.400
Carga fabril (sucres)	46'748.391	56'083.941
Gastos de ventas (sucres)	10'876.160	10'876.160
Gastos de administración y Generales (sucres)	29'574.489	29'574.489
Costos de producción (sucres)	133'988.591	171'955.341
Producción (fundas de 40 gr)	2'520	3.600
Costo unitario (sucres)	277	236
Precio de venta (sucres)	500	500
Ventas netas (sucres)	315'000.000	450'000.000
Rentabilidad del proyecto (%)	31,60	62,72
Roi (Ren. sobre inversión %)	68,36	113,79
Rentabilidad financiera (%)	75,88	147,50
Punto de equilibrio (%)	-	39,15

CONCLUSIONES

- La producción de "snacks" enriquecidos conducirá a una mejor nutrición principalmente para la población infantil, familiarizada a este consumo.
- El consumidor tendrá a su alcance un alimento de buena calidad ya que la quinua adicionada proporciona al producto un sabor especial al paladar, además de los beneficios nutricionales que esta adición conlleva.
- La implementación de este proyecto, ofrece nuevos puestos de trabajo en la industria, sin embargo el beneficio social se extenderá a nivel agrícola y comercial.
- La evaluación económica, reporta una rentabilidad neta del proyecto respecto a la inversión total de 62,37% para el año normal de producción, valor que supera a la rentabilidad que ofrecen los bancos en el País, en las diferentes alternativas de inversión.
- El punto de equilibrio en el año normal, es del 39,15% con esto se garantiza al inversionista seguridad sobre su capital, ya que a partir de este punto se generan ingresos para la planta.
- La Tasa Interna de Retorno reportó un valor de 113,27% rentabilidad que esta por encima del costo del capital y la inflación por lo que se concluye que el proyecto es rentable.
- La demanda de alimentos insuflados en el país es creciente lo cual asegura al inversionista la comercialización adecuada del producto.
- La ubicación de la planta en la Incubadora Empresarial del Parque Industrial Ambato, motivaría a los inversionistas a optar por esta clara alternativa que se abre para una empresa naciente.
- La implantación de esta industria motivaría a los constructores nacionales de maquinaria a fabricar equipos, como el caso del extrusor, desarrollando tecnología y evitando la salida de divisas.

BIBLIOGRAFIA

- Barragán, H. y Polit, P. 1985. Producción de Alimentos Expandidos empleando maíz y pulpa desodorizada de pescado. Quito-Ecuador. Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química.
- Dávila, J ; Polit, P; Acuña, O y Ruales, J. 1992. Memorias del Seminario Taller sobre Extrusión de Alimentos. Quito-Ecuador. Escuela Politécnica Nacional, Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Area de Alimentos.
- Huber, G. and Rokey, G. 1990. " Extruded Snacks. Chpt 6 in Snack Food". New-York, E.E.U.U. R. Gordon Booth. Van Nostrand Reinhol.
- ICONTEC. 1994. Norma Técnica Colombiana sobre Expandidos Extruidos a base de Cereales. Bogotá- Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. NTC 3659.
- INEC. 1990. V Censo de Población y IV de Vivienda. Resultados Definitivos. Quito-Ecuador. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INEC. Sistema Estadístico Agropecuario Nacional. " Encuesta de Superficie y Producción por Muestreo de Areas". 1986-1990. Quito-Ecuador. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- MAG-PRSA. 1995. Maíz Duro, Análisis Situacional. Boletín Técnico. Quito- Ecuador. Proyecto para la Reorientación del Sector Agropecuario.

Mercurio. 1979. " Los Cereales, El Trigo, Maiz, Arroz, Cebada" Lima- Perú. Editorial Mercurio S.A.

MICIP. 1994. Registro Oficial #455. Quito-Ecuador. Ministerio de Industrias, Comercio, Integración y Pesca.

Muñoz, L; Monteros, C y Montesdeoca, P. 1990. A cocinar con Quinoa (92 recetas fáciles de preparar). Quito- Ecuador. Publicación # 55. INIAP.

Sanchez, G. 1996. " Remuneraciones adicionales y beneficios sociales a que tienen derecho los trabajadores". Quito- Ecuador Ed. EDYPE.

Soria, M; Marcial, M y Peñaloza, M. 1990. La Quinoa, como manejar el grano en la postcosecha. Ambato-Ecuador. UTA-FCIAL.

Tomaselli, L. 1996. "Alfa, Una Alternativa a la Crisis". Ambato-Ecuador. Parque Industrial Ambato.

TABLA 1: CONSUMO DE ALIMENTOS INSUFLADOS A PARTIR DE LA TOSTACION DE CEREALES.

AÑO	CONSUMO (Unidades de 20 gr.)	CONSUMO (TM)
1991	1'854.879	37,09
1992	6'671.066	133,42
1993	8'336.742	166,73
1994 *	12'102.908	242,06
1995 *	15'343.840	306,87

Fuente : INEC

Elaboración : S. Bouma

* Datos Extrapolados con la ecuación $(y = -6,45 \times 10^{-9} + 3240932 x)$

TABLA 2: CONSUMO DE ALIMENTOS INSUFLADOS A PARTIR DE LA TOSTACION DE CEREALES EN LA ZONA CENTRAL.

AÑO	CONSUMO EN (TM)
1991	4,6
1992	16,6
1993	20,7
1994	30,1
1995	38,2

Elaboración : S. Bouma

TABLA 3: ESTIMACION DE LA DEMANDA FUTURA DE ALIMENTOS INSUFLADOS EN LA ZONA CENTRAL.

AÑO	PRODUCCION EN (TM)
1996	46,24
1997	54,30
1998	62,36
1999	70,43
2000	79,49
2001	86,56
2002	94,62
2003	102,68
2004	110,74
2005	118,81
2006	126,87

Elaboración : S. Bouma

TABLA 4: PRODUCCION DE MAIZ EN EL ECUADOR.

AÑO	PRODUCCION (Miles de TM)
1986	315,5
1987	299,9
1988	327,1
1989	414,7
1990	391,5
1991	426,6
1992	422,8
1993	487,1
1994	511,9
1995	528,8 *

 Fuente: 1986 – 1993 INEC
 199 MAG-PRSA

Elaboración : S. Bouma

TABLA 5: ESTIMACION DE LA DEMANDA FUTURA DE MAIZ EN EL ECUADOR.

AÑO	PRODUCCION (TM)
1996	558.876,8
1997	588.302,2
1998	617.727,7
1999	647.153,1
2000	676.558,6
2001	706.004,0
2002	735.429,4
2003	764.854,9
2004	794.280,3
2005	823.705,7
2006	853.131,2

TABLA 6: PRODUCCION DE QUINUA EN GRANO SECO EN EL ECUADOR.

AÑO	PRODUCCION (TM)
1988	354,00
1989	520,00
1990	675,00
1991	450,00
1992	1001,05
1993	492,75
1994	362,82
1995	440,40

Fuente: INEC

Elaboración: S. Bouma

TABLA 7: ESTIMACION DE LA DEMANDA FUTURA DE QUINUA EN EL ECUADOR.

AÑO	PRODUCCION (TM)
1996	431,9
1997	423,5
1998	415,0
1999	406,6
2000	398,1
2001	389,6
2002	381,1
2003	372,7
2004	364,2
2005	355,7
2006	347,3

Elaboración : S. Bouma

TABLA 8: PROMEDIO DE LAS CARACTERISTICAS EN CADA FORMULACION.

CARACTERISTICA	X1	X2	X3
Color	2.250	2.800	2.050
Olor	2.450	2.350	2.500
Sabor	1.750	2.600	2.050
Crugencia	1.600	2.250	2.200
Aceptabilidad	1.900	2.350	2.450
Promedio	1.990	2.470	2.250

Elaboración: S. Bouma

TABLA 9: ESPACIO FISICO DE LA PLANTA.

Superficie Destinada para:	Area (m ²)
Area de Materia Prima	4.00
Area de Proceso	50.00
Area de Sellado y Empaquetado	6.00
Bodega para Producto Terminado	5.00
Oficina de Técnico	7.50
Bodega	2.50
Area de Circulación	5.00
Area Total:	80.00 m²

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos
Teléfono 849520 - Fax 849555
Casilla Postal 18-01-0334
E-mail UTA@ECUA.NET.EC
Ambato - Ecuador

Se acepta canje y donación de publicaciones
Valor s/. 20.000