

Gabriel Amengual Blanco

Ingeniero en Administración Agroindustrial
Licenciado en Administración de Empresas
Universidad Tecnológica Metropolitana
amengualgabriel@gmail.com

PROCESO DE ELABORACIÓN Y TESTEO DE CHICHA ANDINA A PARTIR DE CÁSCARA DE PIÑA

RESUMEN

Este trabajo se basa en la idea de elaborar chicha andina a partir del residuo de cáscara de piña variedad Caramelo, conocida también como MD2. Esto colabora con el tema reciclaje/medioambiente. Se elaboró chicha andina de tipo masato, con cáscara de piña fermentada e incorporándole arroz y endulzante en su etapa final. Se describen las materias primas y se muestra el flujo de producción de esta bebida hasta la obtención del producto final. Al final se produjeron cuatro muestras de esta chicha andina que poseen diferentes características, a las cuales se les efectúa una evaluación sensorial, mediante un grupo seleccionado de personas (40), determinando cuál goza de mayor aceptación entre los evaluadores. El resultado fue favorable a la muestra que utilizó azúcar y un filtrado menos espeso.

Palabras clave: chicha andina, cáscara de piña, evaluación sensorial.

ABSTRACT

This work is based on the idea of making Andean chicha from the pineapple peel residue variety Caramelo, also known as MD2. This collaborates with the topic recycling/environment. Andean chicha of the masato type was made, with fermented pineapple rind and incorporating rice and sweetener in its final stage. Raw materials are described and the flow of production of this beverage is shown, until the final product is obtained. At the end, four samples of this Andean chicha are produced that have different characteristics, to which a sensory evaluation is made, through a selected group of people (40), determining which one enjoys of greater acceptance among the evaluators. The result was favorable to the sample that used sugar and a less thick filtrate.

Keywords: Andean chicha, pineapple peel, sensory evaluation.

1. INTRODUCCIÓN

Un residuo es todo elemento considerado como un desecho al cual hay que eliminar y que, en general, carece de valor económico. Los residuos suelen ser acumulados en vertederos, contribuyendo a formar mayores cantidades de basura, lo que daña de manera continua al planeta.

El reciclaje o reutilización está directamente ligado con la ecología y con el concepto de sustentabilidad, que supone que el ser humano debe poder aprovechar los recursos que el planeta le brinda, pero sin abusar de ellos ni provocar daños significativos al ambiente. Por lo tanto, debemos tomar más conciencia del rol que jugamos en nuestro paso por el planeta y la contribución que queremos dejar en este.

De esta problemática surgen oportunidades de transformación que podemos enfocar en brindar soluciones. Un ejemplo de esto es la reutilización de la cáscara de piña (*ananas comosus*), que en combinación con diferentes ingredientes, y realizando algunos procesos, da origen a otro producto con valor agregado: la chicha andina.

En este trabajo veremos cómo se produce la denominada chicha andina, los factores asociados a su fabricación, las etapas de producción, las características de la materia prima y otros relacionados con el proceso de fabricación de la misma.

2. MARCO DEL PROYECTO

2.1. Fundamentos del problema de interés

En los tiempos actuales urge la optimización de los recursos. El aprovechamiento de los residuos es una forma de llevar a cabo esta tarea. Se puede reutilizar material de desecho

para la fabricación de un producto con valor agregado; añadirle otros elementos permite obtener un nuevo producto de buena calidad, intentando optimizar (minimizar) los costos.

En este caso la piña (*ananas comosus*), materia prima básica utilizada en el proceso de producción, no es nativa de Chile, por lo que la totalidad de este producto se importa de otros países con climas más cálidos. A pesar de esto, aquí se presenta la oportunidad de aprovechar un recurso -su cáscara- para generar un producto con un mayor valor agregado.

2.2. Aspectos metodológicos

El trabajo es práctico-empírico, basado en la experimentación y observación. En un principio se tratan aspectos relacionados con el origen del tema que se tratará, dando paso después a la elaboración de la bebida fermentada. Las fuentes están dadas principalmente por libros, revistas, artículos, diarios, encuestas, páginas web especializadas, así como por otros organismos relacionados.

En cuanto a lo práctico, se elabora chicha andina procesando las diversas materias primas y realizando diferentes mediciones de masa, de pH, refractometría y densidad. Al ir terminando el producto se obtienen cuatro muestras de diferentes características, a las que se les aplica evaluación sensorial, gracias a un grupo de evaluadores que se congrega en las inmediaciones de la Facultad de Ciencias Naturales, Matemática y del Medio Ambiente de la UTEM, que posee un laboratorio acondicionado especialmente para este tipo de pruebas. La evaluación se realiza en cabinas individuales, donde los evaluadores, que serán cuarenta (40), manifestarán la apreciación que tengan de cada versión testeada. Al finalizar la sesión, se procede a elaborar la planilla de análisis sensorial, de la cual se desprenden interesantes conclusiones.

3. CHICHA

3.1. Definición y aspectos generales

Chicha es el nombre que recibe una variedad de bebidas que son producto de la fermentación alcohólica de mostos de frutas, vegetales o cereales, con características propias según su origen (Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, 1992). Existe una gran variedad en cuanto a la fabricación de chicha, por cuanto puede elaborarse a partir de la fermentación de maíz, quínoa, arroz, cebada o harina, acompañados de panela o azúcar común. Así también, a las frutas, en algunos casos, se las deja fermentar por periodos que van de tres a veinte días. Es una bebida suave, por lo general, o de baja graduación alcohólica, que puede ser elaborada con medios artesanales. Cabe agregar que el término *chicha* es también utilizado en algunos países latinoamericanos para referirse a algunas bebidas no alcohólicas.

3.2. Chicha andina

Es una bebida viscosa hecha sobre la base de cereal, el cual puede ser maíz, cebada o arroz. Junto con el cereal, la chicha andina lleva guarapo de piña, bebida que se produce al fermentar la corteza de la piña con agua y panela (cuyos otros significados son: chancaca, papelón, panetela, panelón) o azúcar. La chicha se produce generalmente de forma artesanal y casera. A la chicha elaborada en los Andes venezolanos bajo este proceso, pero con arroz, se le llama masato.

La fermentación se realiza en general por un tiempo entre 4 a 8 días, hasta que la mezcla comience a generar espuma. Al igual que otras bebidas alcohólicas se produce por fermentación microbiana. En lo particular, el producto que se busca obtener y analizar en el presente trabajo será chicha andina tipo

masato, elaborada a partir de cáscara de piña en leve fermentación, con agregado de arroz en la etapa final. La chicha andina presenta similitudes con bebidas vegetales y con la bebida de arroz, por cuanto comparten variadas características, principalmente de textura, además de preparación.

4. BEBIDAS ALCOHÓLICAS Y CHICHA: ASPECTOS TÉCNICOS

4.1. Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica es un proceso bioquímico provocado por la acción de microorganismos sobre los azúcares de un medio, convirtiéndolos principalmente en etanol, y acompañado de la generación de gas carbónico (Jurado et al., 2009).

4.1.1. Microorganismos fermentadores

Los microorganismos son los responsables de la fermentación de cualquier tipo de producto; estos pueden ser levaduras, mohos, bacterias o una combinación de ellos, siendo las primeras los microorganismos clave en la fermentación alcohólica (Fula, 2010).

4.1.2. Levaduras

Se encuentran ampliamente distribuidas en la naturaleza, localizadas en el suelo, en la superficie de las frutas, cereales, en el néctar de las flores y en ambientes acuáticos. La mayoría son saprófitas y proliferan en materia orgánica muerta. Encargadas de la fermentación alcohólica de azúcares, constituyen el grupo de microorganismos más utilizados en la industria elaboradora de bebidas (García, 2004).

Los microorganismos asociados con el producto incluyen al *Bacilo Subtilis*, *Torulopsis inconspic-*

na, *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida quere-
tana*, siendo principalmente el *Saccharomyces
cerevisiae* el que prepondera en la fermentación
(Aidoo, 1992).

4.2. Condiciones de la fermentación

En un proceso de fermentación participan
algunos factores a los que se les debe prestar
especial atención. Los principales se detallan a
continuación.

4.2.1. pH

La acidez o alcalinidad de una solución se
expresa por su pH, en una escala de 0 a 14. El
pH es una medida utilizada por la química para
evaluar la acidez o alcalinidad de una sustancia,
por lo general en su estado líquido. En general,
las levaduras crecen en un intervalo de pH de
4,0 a 6,0. Sin embargo, pueden soportar como
mínimo un pH de 2,0 y un máximo de 8,0. Este
pH favorece a la levadura y es lo suficientemente
bajo para inhibir el desarrollo de muchos tipos
de bacterias (Jurado et al., 2009; Nieto, 2009 y
Recalde, 2010).

4.2.2. Oxigenación

En los primeros momentos de la fermentación es
necesaria la agitación y aireación para procurar
una dispersión homogénea en los tanques de fer-
mentación y la oxigenación para la reproducción
de las células de levadura en condiciones óptimas.
Sin embargo, para fermentar el proceso debe ser
anaerobio (Jurado et al., 2009 y Recalde, 2010).

4.2.3. Temperatura

Las levaduras saprófitas soportan amplios rangos
de temperatura. Sin embargo a bajas temperatu-
ras no generan actividad; es decir, no fermentan
el medio. Por otro lado, no soportan temperaturas
superiores a los 35 °C. Los mejores rangos de
temperatura para su desarrollo y crecimiento

oscilan entre 20 y 30 °C (García, 2004).

4.3. Instrumentos de medición utilizados

4.3.1. pH-metro

Es un sensor utilizado en el método electro-
químico para medir el pH de una disolución.

4.3.2. Refractómetro

Los refractómetros son instrumentos ópticos
que sirven para determinar el porcentaje de
sólidos solubles en una disolución líquida.

4.3.3. Unidad de medida: grados brix

La escala de medición muestra el porcentaje
(%) de concentración de los sólidos solubles
contenidos en una muestra (solución de agua).

4.4. Materias primas en la elaboración de chicha andina

En la elaboración de chicha andina, tipo masato
y de baja fermentación, los ingredientes princi-
pales son: cáscara de piña, agua, arroz y azúcar.

4.4.1. Piñas

La piña es una fruta tropical. Su nombre cien-
tífico es *ananas comosus*, planta que pertenece
a la familia de las bromeliáceas, género Anna,
especie sativa presente en los trópicos y sub-
trópicos, originaria de América del Sur.

4.4.2. Piñas en Chile

Casi la totalidad de las piñas en Chile es impor-
tada. La variedad MD2, más conocida en Chile
como variedad Caramelo, es la más común en
el mercado chileno.

La tabla a continuación muestra el total de las importaciones de piña en Chile, desde el año 2013 al 2016.

Tabla 1. Importación de piñas a Chile

Año	Volumen (Toneladas)	Valor CIF (M US\$)
2013	28.588	17.792
2014	30.257	16.769
2015	30.707	15.736
2016	32.006	15.786

Fuente: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (2017).

Tabla 2. Cantidad importada de piñas a Chile por país de origen (toneladas)

País	2013	2014	2015	2016
Bolivia	1.159,0	1.240,3	1.267,4	550,6
Brasil	-	-	23,4	-
China	-	-	-	24,3
Colombia	0,1	-	57,7	2.699,0
Costa Rica	3.630,3	4.195,2	3.005,5	4.212,4
Ecuador	21.532,1	21.681,2	24.760,0	23.270,4
Estados Unidos	-	-	20,2	0,0
Filipinas	4,7	6,7	5,4	6,0
Indonesia	-	126,7	-	-
Panamá	2.221,8	2.917,9	1.504,3	1.152,1
Perú	-	22,7	-	68,0
Tailandia	36,4	65,9	62,8	23,2
Origen no especificado	4,0	-	-	-
Total	28.588,4	30.256,6	30.706,7	32.006,0

Fuente: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (2017).

La tabla anterior muestra las importaciones de piña hacia Chile, detallando las cantidades en toneladas por cada año y cantidades totales desde el año 2013 al 2016, que destaca el aumento en la cantidad total importada.

5. INFORME ELABORACIÓN CHICHA ANDINA CÁSCARA PIÑA MD2

5.1. Proceso de elaboración

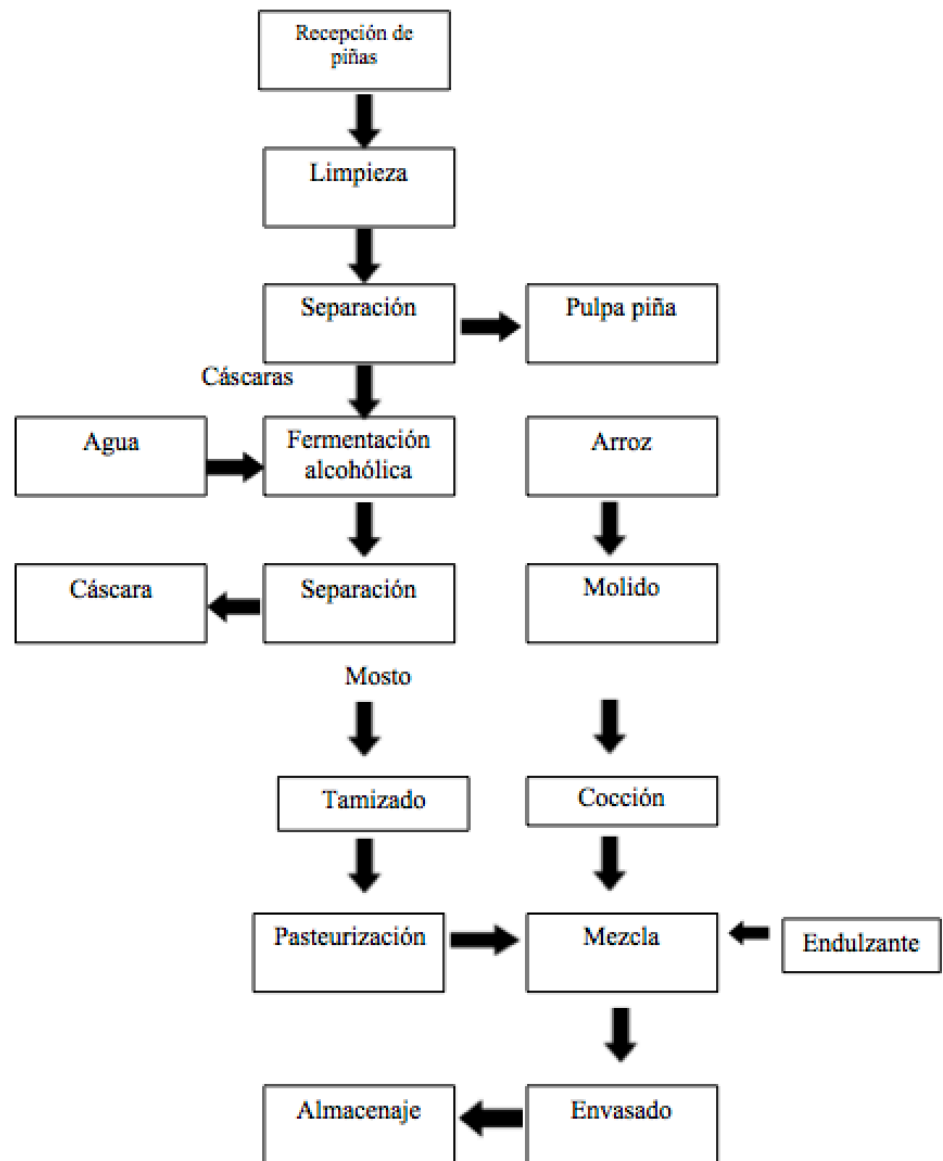
Es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas. En este caso, el tipo de proceso productivo es por lotes. Se estima una producción experimental total de doce (12) litros de chicha andina para ser sometida a análisis sensorial, distribuidas en cuatro muestras de tres litros cada una.

5.2. Flujo del proceso

El flujo del proceso de producción es una secuencia de operaciones expresada en forma gráfica. Es una forma de detallar y analizar el proceso de producción. Para la elaboración del producto son necesarios ciertos insumos, entre ellos se encuentran: arroz, piñas, azúcar. La secuencia productiva constaría de los siguientes pasos:

- Por otro lado, comenzamos con la entrada de operación del arroz, que pasa a molienda.
- El arroz se muele en molino hasta formar una harina, pasa un tamizaje y, si quedan granos que no se molieron completamente, se reprocesa.
- Al terminar este proceso, pasa a mezclarse con el “mosto” de la piña y se le agrega el azúcar en cantidad adecuada.
- El flujo empieza con la limpieza de las piñas, pasan a ser peladas y se separa la cáscara de la pulpa.
- La pulpa es almacenada y la línea de producción continúa con la cáscara de piña.
- Luego de medir las condiciones físicas de las muestras, comienza el proceso de fermentación de las cáscaras de piñas. Esto agregando agua en un estanque fermentador. La fermentación se realiza a temperatura ambiente, a 20° promedio, durante 4 días, puesto que se busca solo fermentar, con ligera aireación.
- Una vez que cumpla con la fermentación necesaria, se retiran las cáscaras, el agua fermentada (mosto) pasa a filtrarse de impurezas y luego pasa a cocción.

Figura 1. Esquema de flujo de producción de chicha andina



5.3. Equipos

Para llevar a cabo una producción de tipo artesanal, se proponen los siguientes equipos, acordes a requerimientos para capacidad productiva a pequeña escala:

1. Molino triturador de granos.
2. Ollas tipo fondo de 50 litros.
3. Estanque fermentador.
4. Cocinilla anafe.
5. Filtro de agua.
6. Tamices.

6. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

6.1. Evaluación sensorial

Luego de producir la chicha andina, siguiendo el orden de la Figura 1, cuyos detalles no serán expuestos aquí, debe realizarse la evaluación sensorial de cuatro muestras del producto. El método que se utilizará se basará en construir una hoja de cata con escalas ordinales mixtas y números enteros, para que cada evaluador pueda expresar su nivel de agrado/desagrado con la característica en cuestión de cada muestra. En definitiva, este método permite evaluar su aceptación por parte del consumidor.

Lo más frecuente es construir una escala para cada uno de los atributos sensoriales básicos: aspecto, color, aroma y sabor (Aenor, 1993). Este método permite calificar rápidamente la calidad de un producto y detectar las posibles causas de su rechazo (Costel, 2005).

6.2. Para la medición

6.2.1. Las muestras

Las diferencias de cada muestra se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Característica diferenciadora de cada muestra para análisis sensorial

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Muestra A	Con azúcar y filtrado más espeso
Muestra B	Con azúcar y filtrado menos espeso
Muestra C	Con endulzante y filtrado más espeso
Muestra D	Con endulzante y filtrado menos espeso

6.2.2. Tabla de evaluación sensorial

Se pide llenar datos de la tabla según el nivel de agrado hacia cada muestra que se presenta, teniendo las opciones que se muestran a continuación.

Escala según nivel de agrado:

- +4: Me gusta muchísimo
- +3: Me gusta mucho
- +2: Me gusta bastante
- +1: Me gusta ligeramente
- 0: Ni me gusta, ni me disgusta
- 1: Me disgusta ligeramente
- 2: Me disgusta bastante
- 3: Me disgusta mucho
- 4: Me disgusta muchísimo

Las características por evaluar se listan en la siguiente tabla:

Tabla 4. Planilla de evaluación sensorial

	Características	Muestras			
		A	B	C	D
Vista	Aceptación visual				
	Color				
	Brillo				
	Homogeneidad del color				
Tacto	Consistencia				
	Grumosidad				
	Pegajosidad				
	Fluidez				
	Suavidad				
Olor	Aroma				
	Intensidad				
Gusto	Sabor				
	Dulzor				
	Acidez				
	Aceptación General				
Observación o Crítica					

6.3. Resultados

Cada casillero resume el número de personas para determinado puntaje/característica.

Nº evaluadores: 40

Tabla 5. Resultado de moda muestra A

Moda muestra A	Puntaje								
Característica	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
Aceptación visual	1	1	1	6	5	14	9	2	1
Color	1	0	1	7	5	12	5	5	4
Brillo	1	0	1	0	11	7	11	7	2
Homogeneidad del color	0	0	1	2	8	6	12	5	6
Consistencia	2	0	3	9	7	7	4	5	3
Grumosidad	4	3	3	7	12	3	3	2	3
Pegajosidad	0	1	5	7	11	5	8	1	2
Fluidez	1	2	4	6	10	6	6	4	1
Suavidad	4	1	1	6	8	7	4	8	1
Aroma	2	2	5	10	8	4	4	4	1
Intensidad	0	2	5	8	13	7	3	2	0
Sabor	3	2	6	3	5	11	6	2	2
Dulzor	2	1	1	8	5	9	6	6	2
Acidez	1	0	1	6	17	6	5	3	1
Aceptación General	1	1	6	6	5	8	7	5	1

Tabla 6. Resultado de moda muestra B

Moda muestra B	Puntaje								
Característica	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
Aceptación visual	1	1	1	5	7	9	13	2	1
Color	1	0	1	6	5	12	8	5	2
Brillo	1	0	1	1	9	8	11	5	4
Homogeneidad del color	0	0	0	3	9	5	11	5	7
Consistencia	1	1	3	10	5	11	6	1	2
Grumosidad	2	4	4	8	13	1	4	1	3
Pegajosidad	1	2	4	9	11	6	4	1	2
Fluidez	2	0	6	9	7	6	7	1	2
Suavidad	2	2	4	4	10	8	6	2	2
Aroma	2	1	6	4	6	8	7	5	1
Intensidad	1	2	2	9	9	9	2	4	2
Sabor	1	3	5	2	8	7	9	3	2
Dulzor	0	4	4	3	7	7	9	4	2
Acidez	0	0	4	5	17	7	1	4	2
Aceptación General	1	1	2	6	7	11	8	2	2

Tabla 7. Resultado de moda muestra C

Moda muestra C	Puntaje									
Característica	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	
Aceptación visual	1	1	2	4	4	8	16	3	1	
Color	1	0	1	4	6	11	11	4	2	
Brillo	1	1	2	1	7	11	11	5	1	
Homogeneidad del color	0	1	0	3	10	5	9	5	7	
Consistencia	1	2	2	6	11	9	5	1	3	
Grumosidad	2	2	3	8	8	7	6	1	3	
Pegajosidad	1	0	7	3	18	4	4	2	1	
Fluidez	1	1	5	10	5	9	6	1	2	
Suavidad	1	1	3	10	8	8	5	2	2	
Aroma	1	3	3	6	11	9	3	2	2	
Intensidad	1	1	4	7	11	11	2	1	2	
Sabor	2	7	5	6	7	7	4	2	0	
Dulzor	1	6	4	8	8	7	4	2	0	
Acidez	2	2	8	7	10	7	1	2	1	
Aceptación General	3	3	3	8	4	12	4	2	1	

Tabla 8. Resultado de moda muestra D

Moda muestra D	Puntaje									
Característica	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	
Aceptación visual	1	1	2	5	5	11	12	2	1	
Color	1	0	1	1	9	15	4	7	2	
Brillo	1	0	1	1	8	13	9	6	1	
Homogeneidad del color	0	1	0	2	8	10	9	4	6	
Consistencia	2	1	3	7	4	12	7	1	3	
Grumosidad	2	4	3	4	11	10	2	2	2	
Pegajosidad	2	0	4	6	16	5	3	2	2	
Fluidez	1	1	4	9	9	9	3	3	1	
Suavidad	1	1	3	9	8	8	5	2	3	
Aroma	3	2	4	2	13	6	7	1	2	
Intensidad	3	1	4	2	15	10	2	2	1	
Sabor	7	4	5	4	7	8	5	0	0	
Dulzor	7	1	4	10	7	6	4	1	0	
Acidez	7	1	4	5	15	2	4	1	1	
Aceptación General	3	1	6	8	4	11	3	4	0	

7. CONCLUSIONES

Este trabajo se basó en la idea de elaborar chicha andina a partir del residuo de cáscara de piña variedad Caramelo, conocida también como MD2. Esto con el fin de contribuir con el tema reciclaje/medioambiente. Se elaboró chicha andina de tipo masato, con cáscara de piña fermentada e incorporándole arroz y endulzante en su etapa final. Se describieron las materias primas y se mostró el flujo de producción de esta bebida, hasta la obtención del producto final.

Al final se produjeron cuatro muestras de esta chicha andina, cada una con diferentes características, a las cuales se les efectuó una evaluación sensorial mediante un grupo seleccionado de cuarenta (40) personas, para determinar cuál de estas gozaría de mayor aceptación entre los evaluadores.

El resultado es favorable, en términos de la "Aceptación General", a la muestra B; esta es, aquella que utiliza azúcar y un filtrado (tamiz) menos espeso, dado su mayor puntaje relativo (una suma ponderada de 41 positivos y solo 17 negativos). El lector podrá sacar sus conclusiones sobre cada característica en las distintas muestras.

BIBLIOGRAFÍA

Aenor, A. E. (1993). *Análisis sensorial. Metodología. Evaluación de los productos alimentarios por métodos que utilizan escalas. UNE 87020*. Madrid, España.

Aidoo, K. E. (1992). Lesser-Known Fermented Plant Foods. En *N. R. Foods, Applications of Biotechnology to Fermented Foods*. Washington DC, Estados Unidos: National Academies Press (US).

Alarcón, E. H. (2005). *Evaluación Sensorial*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional Abierta a Distancia.

Burbano De Ercilla, S.; Burbano García, E. y Gracia Muñoz, C. (2006). *Física General* (32 edición). Madrid, España: Tébar.

Costel, E. (2005). *El análisis sensorial en el control y aseguramiento de la calidad de los alimentos: una posibilidad real*. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos -CSIC, Laboratorio de propiedades físicas y sensoriales. Valencia - España: Laboratorio de propiedades físicas y sensoriales IATA.

Enríquez Arjona, R. E. (2015). *Elaboración de perfil sensorial y aceptación de tres productos de pastelería sin gluten*. Cancún, México: Universidad del Caribe, Departamento de turismo sustentable, gastronomía y hotelería.

Fula, J. (2010). Desarrollo de una bebida fermentada con adición de cocción de maíz. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Bogotá, Colombia.

García, V. (2004). *Introducción a la Microbiología* (2ª edición). San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.

- Hernández, A. (2003). *Microbiología Industrial*. San José, Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) (1992). *Bebidas Alcohólicas: Definiciones*. Quito, Ecuador.
- Josep Sancho Valls, E. B. (1999). *Introducción al análisis sensorial de los alimentos*. Barcelona, España: Universidad de Barcelona.
- Jurado, S. y Sarzosa, X. (2009). Estudio de la cadena agroindustrial de la cabuya en la producción de miel y licor de cabuya. Tesis, Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustria. Quito, Ecuador.
- Madigan, M. T.; Martinko, J. M. y Parker, J. (2004). *Brock Biología De Los Microorganismos* (10ª edición). Madrid, España: Person.
- Michel, L. M.; Punter, P. y Wismer, W. (abril de 2011). Perceptual attributes of poultry and other meat products: a repertory grid application. *Meat Science*, Vol. 87 (Nº 4), pp. 349-355. Editorial D. Hopkins.
- Nieto, H. (2009). Evaluación de las condiciones de la fermentación alcohólica utilizando *Saccharomyces cerevisiae* y jugo de caña de azúcar como sustrato para obtener etanol. Tesis, Escuela Politécnica del Ejército, Ciencias de la Vida - Ingeniería en Biotecnología. Sangolquí, Ecuador.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (Odepa) (2017). Importaciones de productos silvoagropecuarios. Consultado en enero de 2017, de ODEPA. Sitio web: <http://www.odepa.gob.cl/avance-por-producto-de-exportacionesimportaciones>.
- Recalde, D. (2010). Elaboración de una bebida alcohólica de jícama (*Smallanthussonchifolius*) y manzana (*Pyrusmalus*). Tesis, Escuela Politécnica Nacional, Ingeniería Química y Agroindustria. Quito, Ecuador.
- Revenga, J. (agosto de 2014). Blog 20 Minutos. Obtenido de: <http://blogs.20minutos.es/el-nutricionista-de-la-general/tag/acidez-alimentos>.
- Ríos, A. (2006). *Molinos en tractores e implementos*. Agrinfor. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola.
- Ríos, A. (2011). *Máquinas agrícolas, tracción animal e implementos manuales*. La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola.
- Sánchez, T. D. (4 de diciembre de 2011). Proyecto de calibración. Obtenido de <http://proyectedecalibracion.blogspot.cl/2011/12/ph-metro.html>.