



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIAS

OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA NUTRACÉUTICA DE JÍCAMA *Smallanthus sonchifolius* **Y EVALUACIÓN DE SU VIDA ÚTIL.**

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial

Autor: Estrada Arias Joel Agustín

Director: Ing. Ángel Satama MSc.

Ibarra – Ecuador

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

“OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA NUTRACÉUTICA DE JÍCAMA *Smallanthus*
***sonchifolius* Y EVALUACIÓN DE SU VIDA ÚTIL.”**

Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su presentación como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

Ing. Ángel Satama Tene MSc.

DIRECTOR DE TESIS

FIRMA

Ing. Nicolás Pinto MSc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FIRMA

Dra. Lucía Cumandá Yépez, MSc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FIRMA

Ing. Jimmy Cuarán Mg.I.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO

CÉDULA DE IDENTIDAD:	172522575-7		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Estrada Arias Joel Agustín		
DIRECCIÓN:	Cayambe, Calle 28 de Julio y Cardenal de la Torre		
EMAIL:	joestradaa_13@ymail.com		
TELÉFONO FIJO:	3480093	TELÉFONO MÓVIL:	0990800013

DATOS DE LA OBRA

TÍTULO:	“OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA NUTRACÉUTICA DE JÍCAMA <i>Smallanthus sonchifolius</i> Y EVALUACIÓN DE SU VIDA ÚTIL.”
----------------	--

AUTOR:	Estrada Arias Joel Agustín
---------------	----------------------------

FECHA:	
---------------	--

SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO

PROGRAMA:	PREGRADO x POSTGRADO
------------------	----------------------

TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial
--------------------------------	--------------------------

ASESOR / DIRECTOR:	Ing. Ángel Satama
---------------------------	-------------------

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Estrada Arias Joel Agustín**, con cédula de identidad número **172522575-7**, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la biblioteca de la universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 2 días del mes de Marzo del 2017

EL AUTOR:



Estrada Arias Joel Agustín

C.I. 172522575-7

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Estrada Arias Joel Agustín, bajo mi supervisión.



Ing. Angel Satama
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto es original, y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 2 días del mes de Marzo del 2017



Sr. Estrada Arias Joel Agustín



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Estrada Arias Joel Agustín**, con cédula de identidad Nro. **172522575-7**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA NUTRACÉUTICA DE JÍCAMA *Smilax sonchifolius* Y EVALUACIÓN DE SU VIDA ÚTIL**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO AGROINDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 2 días del mes de Marzo del 2017

Sr. Estrada Arias Joel Agustín

C.I. 1725522575-7

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo a Dios, por regalarme la vida, bendecir a mi familia y amigos cada día.

A mis padres Alfonso Estrada y Judith Arias quienes me han apoyado durante toda mi vida y a quienes les debo lo que soy, quienes incondicionalmente han sabido salir adelante siempre a pesar de todos los obstáculos que hay en el camino, siempre con optimismo y amor para toda su familia.

A mis tías Josefina Arias y Juana Arias, por su cariño y apoyo incondicional brindado durante toda mi vida.

A mis hermanos Erik, Herman y Joseph, a sus familias, por su cariño y sus consejos, que han servido para nunca dejarme vencer ante cualquier adversidad.

A mis amigos, por ser una parte muy importante durante este trayecto.

Joel Estrada Arias

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte, por abrirme las puertas y darme la oportunidad de concluir mis estudios de tercer nivel.

A la FICAYA, especialmente la carrera de Ingeniería Agroindustrial y sus catedráticos, que pusieron sus conocimientos y experiencia a nuestro servicio, logrando de esta manera un aporte importante a mi formación profesional, además del esfuerzo propio para culminar con éxito esta carrera y alcanzar una de mis metas propuestas.

A mi director Ing. Ángel Satama, por su importante colaboración y ayuda brindada.

A mis asesores: Ing. Jimmy Cuarán, Dra. Lucia Yépez e Ing. Nicolás Pinto, que en forma desinteresada me ayudaron y colaboraron cuando fue necesario; mis más sinceros agradecimientos.

Reconozco la importante colaboración y apoyo de parte del Ingeniero Luis Ordóñez, coordinador de Ecopar, además del aporte que tuvieron en su momento: Ing. Gustavo Guerrero, Ing. Ernesto Terán, Ing. Carla Almendariz y Dr. José Luis Moreno, técnico del Laboratorio de análisis físicos, químicos y microbiológicos.

Joel Estrada Arias

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4 HIPÓTESIS	4
1.4.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA	4
1.4.2 HIPÓTESIS NULA	4
CAPÍTULO II	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 GENERALIDADES	5
2.1.1 ORIGEN	6
2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS RAÍCES DE JÍCAMA	7
2.1.3 ZONAS DE CULTIVO EN ECUADOR	9
2.1.4 VARIEDADES DE JÍCAMA	9
2.1.5 TAXONOMÍA	9

2.2	CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE LA JÍCAMA	10
2.2.1	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS RAÍCES	10
2.3	ESTADO DE MADUREZ DE COSECHA	11
2.3.1	REQUERIMIENTOS DE LA MATERIA PRIMA DESTINADA AL PROCESAMIENTO	13
2.4	FORMAS DE CONSUMO Y CONSERVACIÓN DE LA JÍCAMA	14
2.4.1	JÍCAMA FRESCA	14
2.4.2	PASAS DE JÍCAMA	15
2.4.3	HOJUELAS	15
2.4.4	JARABE	15
2.4.5	HARINA DE JÍCAMA	15
2.5	BEBIDAS	16
2.5.1	BEBIDAS FUNCIONALES	16
2.5.2	BEBIDAS NUTRACÉUTICAS	17
2.5.3	ADITIVOS ALIMENTARIOS	18
2.5.4	PROCESOS TÉRMICOS	24
2.5.5	EL ENVASADO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS	26
2.6	PROCESOS BÁSICOS EN LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS	27
2.6.1	ACONDICIONAMIENTO DE LA FRUTA.	27
2.6.2	OBTENCIÓN DE LA PULPA	27

2.6.3	REFINACIÓN DE LA PULPA	27
2.6.4	PASTEURIZACIÓN DE LA PULPA	28
2.6.5	ENVASADO DE LA PULPA PASTEURIZADA (ESTABILIZADA)	28
2.6.6	FORMULACIÓN DE LA BEBIDA NUTRACÉUTICA	28
2.7	LOS FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS (FOS)	28
2.8	EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO	31
2.8.1	PREVENCIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO	32
2.9	VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO ENVASADO	33
2.9.1	FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD Y VIDA ÚTIL DE UN PRODUCTO	34
2.9.2	VIDA ÚTIL ACELERADA.	35
CAPÍTULO III		36
MATERIALES Y MÉTODOS		36
3.1	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	36
3.1.1	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	36
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS	38
3.2.1	MATERIA PRIMA	38
3.2.2	INSUMOS	38
3.2.3	EQUIPOS E INSTRUMENTOS	38
3.2.4	MATERIALES	38

3.3	MÉTODOS	39
3.3.1	DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ COMERCIAL DE LA JÍCAMA	39
3.3.2	ESTABLECIMIENTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA NUTRACÉUTICA A PARTIR DE LA JÍCAMA.	40
3.3.3	MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	41
3.3.4	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DE LA BEBIDA NUTRACÉUTICA A PARTIR DE LA JÍCAMA.	52
3.3.5	CONTENIDO DE FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS (FOS) EN LA MATERIA PRIMA Y EN EL PRODUCTO TERMINADO.	58
3.3.6	VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO ELABORADO	58
	CAPÍTULO IV	60
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
4.1	ESTADO DE MADUREZ DE LA JÍCAMA	60
4.2	PROCESO DE ELABORACIÓN DE BEBIDA NUTRACÉUTICA A PARTIR DE LA JÍCAMA	62
4.2.1	BALANCE DE MATERIALES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BEBIDA DE JÍCAMA	63
4.3	ANÁLISIS DE DATOS DE LA PRIMERA FASE DE DEGUSTACIÓN	64
4.4	EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA EN LA BEBIDA	65
4.4.1	SÓLIDOS SOLUBLES (°Brix)	65
4.4.2	POTENCIAL HIDRÓGENO (pH)	68

4.4.3	SÓLIDOS TOTALES	70
4.4.4	AZÚCARES REDUCTORES LIBRES	71
4.4.5	ACIDEZ TITULABLE	74
4.4.6	DENSIDAD RELATIVA	76
4.4.7	FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS	77
4.4.8	CALCIO	78
4.4.9	MAGNESIO	81
4.4.10	POTASIO	82
4.5	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA NUTRACÉUTICA DE JÍCAMA	83
4.6	VARIABLES CUALITATIVAS	84
4.6.1	EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SEGUNDA FASE DE DEGUSTACIÓN	84
4.7	VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA DE JÍCAMA OBTENIDA	88
4.7.1	TEMPERATURA AMBIENTE	88
4.7.2	TEMPERATURA DE 40 °C	89
	CAPÍTULO V	93
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
5.1	CONCLUSIONES	93
5.2	RECOMENDACIONES	95

BIBLIOGRAFÍA	96
---------------------	-----------

ANEXOS	101
---------------	------------

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Fórmulas desarrolladas de la sacarina	22
Gráfico 2. FOS obtenidos enzimáticamente a partir de sacarosa	29
Gráfico 3. Diagrama de bloques para la obtención de bebida de jícama.....	41
Gráfico 4. Diagrama de Flujo de la bebida nutracéutica de jícama.....	43
Gráfico 5. Balance de materiales para la obtención de bebida de jícama	63
Gráfico 6. Comparación de variables organolépticas en la Fase 1	65
Gráfico 7. Comparación de la concentración de sólidos solubles del testigo vs el resto	67
Gráfico 8. Comportamiento de los sólidos solubles en la bebida de jícama	67
Gráfico 9. Comparación de Testigo vs Resto en la variable pH.....	70
Gráfico 10. Comparación de Testigo vs Resto en la variable acidez titulable	75
Gráfico 11. Comparación de los tratamientos y testigo en el contenido de fructooligosacáridos.....	78
Gráfico 12. Comparación de Testigo vs Resto en el contenido de calcio	80
Gráfico 13. Gráfico de Interacción de los Factores A y B	80
Gráfico 14. Valores promedio de la variable Color.....	85
Gráfico 15. Comparación de las medias de la variable Turbidez.....	85

Gráfico 16. Comparación de las medias de la variable Aroma	86
Gráfico 17. Comparación de las medias de la variable Sabor	87
Gráfico 18. Comparación de las medias de la variable Aceptabilidad	87
Gráfico 19. Variación del tiempo vs acidez a temperatura ambiente	88
Gráfico 20. Variación del tiempo vs °Brix a temperatura ambiente	89
Gráfico 21. Variación del tiempo vs acidez a 40°C	89
Gráfico 22. Variación de tiempo vs °Brix a 40°C	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de la jícama.....	9
Tabla 2. Composición nutricional de jícama (100 g de raíz fresca sin cáscara).....	10
Tabla 3. Datos climatológicos de la ciudad de Ibarra.....	37
Tabla 4. Datos climatológicos de la estación experimental INIAP Santa Catalina de la ciudad de Quito	37
Tabla 5. Tratamientos en estudio en fase 1.	53
Tabla 6. ADEVA fase 1.....	54
Tabla 7. Tratamientos en estudio fase 2.	55
Tabla 8. ADEVA fase 2.....	56
Tabla 9. Variables para estado de madurez	56
Tabla 10. Variables, métodos y frecuencia.....	57

Tabla 11. Estado de madurez en diferentes etapas de la raíz de jícama.	60
Tabla 12. Resultados de los análisis de la raíz de jícama en estado fresco a los 8 meses. ...	61
Tabla 13. Comparación estadística de las variables según Friedman en la primera fase de degustación	64
Tabla 14. Contenido de sólidos solubles (°Brix) por tratamiento	66
Tabla 15. Análisis de Varianza (ADEVA) de sólidos solubles (°Brix)	66
Tabla 16. Datos de pH de la bebida.....	68
Tabla 17. Análisis de Varianza (ADEVA) de pH en la bebida	69
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pH.....	69
Tabla 19. Sólidos totales en la bebida (g/100g)	71
Tabla 20. Análisis de Varianza (ADEVA) del contenido de sólidos totales en la bebida... 71	71
Tabla 21. Contenido de Azúcares reductores libres en la bebida de jícama (g/100g).....	72
Tabla 22. Análisis de Varianza (ADEVA) para azúcares reductores libres en la bebida....	72
Tabla 23. Prueba de significación Tukey en azúcares reductores libres para tratamientos. 73	73
Tabla 24. Prueba DMS para el factor A (% edulcorante).....	73
Tabla 25. Prueba DMS para el factor B (tipo de saborizante).....	73
Tabla 26. Datos promedios de la variable Acidez Titulable en la bebida (mg/100g)	74
Tabla 27. Análisis de Varianza (ADEVA) de la variable Acidez Titulable.....	74
Tabla 28. Prueba de significación Tukey al 5% en acidez titulable para tratamientos	75
Tabla 29. Valores de Densidad Relativa en la bebida de jícama.....	76

Tabla 30. Análisis de Varianza (ADEVA) para Densidad Relativa en la bebida	76
Tabla 31. Contenido de Fructooligosacáridos en la bebida de jícama	77
Tabla 32. Contenido de Calcio en la bebida (mg/l).....	79
Tabla 33. Análisis de Varianza (ADEVA) de la variable Calcio	79
Tabla 34. Prueba de Tukey para tratamientos en la variable Calcio	79
Tabla 35. Variación del contenido de Magnesio (mg/l) en la bebida.....	81
Tabla 36. Análisis de Varianza (ADEVA) de Magnesio.....	81
Tabla 37. Variación del contenido de Potasio (mg/l) en la bebida.....	82
Tabla 38. Análisis de Varianza (ADEVA) del Potasio	82
Tabla 39. Resultados de análisis microbiológicos de la bebida nutracéutica de jícama	83
Tabla 40. Comparación estadística de las variables presentes en la segunda fase de degustación	84
Tabla 41. Análisis de parámetros para vida útil a temperatura ambiente.....	88
Tabla 42. Análisis de parámetros para vida útil a temperatura de 40 °C	89

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Índice de Madurez (IM).....	12
Ecuación 2. Ecuación de FRIEDMAN.....	58
Ecuación 3. Ecuación de ARRHENIUS.....	59

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Cultivo de jícama, comunidad Agualongo-Tupigachi, Biocorredor Pisque-Mojanda, Ecuador, Abril (2015).	7
Fotografía 2. Raíces reservantes y cepa, Comunidad Agualongo-Tupigachi, Biocorredor Pisque-Mojanda, Ecuador, Abril (2015).....	8
Fotografía 3. Recepción de jícama.	44
Fotografía 4. Clasificación de materia prima.	45
Fotografía 5. Lavado.....	45
Fotografía 6. Desinfección de las raíces de jícama	46
Fotografía 7. Escurrido.	46
Fotografía 8. Escaldado.	47
Fotografía 9. Pelado.....	47
Fotografía 10. Troceado.	48
Fotografía 11. Despulpado	48
Fotografía 12. Tamizado.....	49
Fotografía 13. Homogenización	49
Fotografía 14. Pasteurización	50
Fotografía 15. Envasado de la bebida.....	51
Fotografía 16. Enfriamiento de la bebida.	51
Fotografía 17. Etiquetado	51
Fotografía 18. Almacenado de la bebida de jícama.....	52

RESUMEN

La investigación consistió en obtener una bebida nutracéutica de jícama *smallanthus sonchifolius* y evaluar el tiempo de vida útil; la bebida se desarrolló estableciendo dos fases de estudio, la primera se trató de controlar el pardeamiento enzimático y pH utilizando dos niveles de ácido cítrico (0,15% y 0,30%) y en la segunda fase se trató de mejorar las características organolépticas de la bebida, para ello se empleó dos dosis de sacarina (0,006% y 0,009%) y dos tipos de saborizante (manzana y piña). Se aplicó el Diseño Completamente al Azar (D.C.A.) en arreglo factorial (AxB)+1 (testigo) con tres repeticiones. La jícama recién cosechada presenta sabor ligeramente dulce, es necesario procesarla inmediatamente después de realizada la cosecha para conservar sus propiedades nutracéuticas.

La raíz de jícama recién cosechada a los 8 meses de madurez, contiene el 90% agua, 10°Brix de sólidos solubles, 63,20 mg/100 g de acidez titulable expresada como ácido oxálico, 6,30 de pH y un contenido de 6,06 g/100g de fructooligosacáridos, condiciones óptimas para elaborar la bebida.

En el procesamiento, se utilizó ácido ascórbico para controlar el pardeamiento enzimático causado por la enzima polifenoloxidasa presente en la raíz, además de aditivos que mejoraron las características organolépticas. Se obtuvo como mejor tratamiento T3 (0,009% y saborizante de manzana) que contiene 6,25 g de azúcares reductores libres por cada 100 g de bebida, 4,72 mg de calcio/litro 4,03 mg de magnesio, 6,13 g de fructooligosacáridos por cada 100 ml de muestra principalmente; estos resultados comparados con otras investigaciones son similares, con diferencias menores debido a las condiciones del cultivo principalmente. El tiempo de vida útil del mejor tratamiento (T3) corresponde a 15 días, período en el cual conserva los parámetros físico químicos, microbiológicos y nutracéuticos.

Palabras clave: nutracéutica, polifenoloxidasas, madurez comercial, cultivos andinos., bebidas.

ABSTRACT

The research consisted of obtaining a nutraceutical drink of jicama *smallanthus sonchifolius* and evaluating the shelf life; The beverage was developed by establishing the phases of study, the first was to control enzymatic calving and the pH used citric acid levels (0.15% and 0.30%) and in the second phase it was tried to improve the characteristics Organoleptic beverages, for the use of two doses of saccharin (0.006% and 0.009%) and two types of flavoring (apple and pineapple). The Completely Random Design (D.C.A.) was applied in factorial arrangement (AxB) +1 (control) with three replicates. The newly harvested jicama has a slightly sweet taste, and must be processed immediately after harvest to preserve its nutraceutical properties.

The freshly harvested jicama root at 8 months of maturity contains 90% water, 10 ° Brix of soluble solids, 63.20 mg / 100 g of acid freely expressed as oxalic acid, pH 6.30 and a content of 6, 06 g / 100 g fructooligosaccharides, optimum conditions for making the beverage.

In the processing, ascorbic acid was used to control the enzymatic calving caused by the polyphenoloxidase enzyme present in the root, in addition to additives that improved the organoleptic characteristics. The best treatment was T3 (0.009% and apple flavor) containing 6.25 g of free reducing sugars per 100 g of beverage, 4.72 mg of calcium / liter, 4.03 mg of magnesium, 6.13 g Fructooligosaccharides per 100 ml of sample mainly; These results compared with other investigations are similar, with minor differences for the culture conditions mainly. The useful life of the best treatment (T3) corresponds to 15 days, period in which the physical, chemical, microbiological and nutraceutical parameters are preserved.

Key words: nutraceutical, polyphenoloxidases, commercial maturity, Andean crops., Beverages.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA

En la actualidad la jícama se encuentra subutilizada debido al desconocimiento de los productores, es usada en algunos casos como cerco vivo de otros cultivos o en otros casos sembrada como planta ornamental, este inconveniente es muy frecuente en el Ecuador, representa considerables desventajas para los productores de las comunidades que comprenden el Biocorredor Pisque-Mojanda San Pablo, ya que se desperdician sus propiedades nutritivas y medicinales; un permanente descuido y escaso apoyo brindado por parte de las autoridades locales, además del desconocimiento de los métodos de procesamiento agroindustrial, ha producido efectos negativos como: desmotivación de los productores en la explotación de este cultivo andino, bajo aprovechamiento del mismo como fuente de ingresos y escasez de productos derivados.

Lamentablemente la mayoría de bebidas refrescantes, energizantes, aromatizadas, té, entre otros, durante su procesamiento, se añaden aditivos químicos en altas concentraciones como conservantes, colorantes, saborizantes, entre otros, además de altos niveles de sacarosa, que a la larga afectan la salud del consumidor, y que poseen un bajo aporte nutritivo.

El Ecuador es un país con una gran biodiversidad en el cual se pueden producir infinidad de productos hortofrutícolas con gran potencial agroindustrial; lamentablemente el bajo

desarrollo en innovación de bebidas, además de la baja industrialización existente en este campo, han generado en los productores el no considerar estos cultivos andinos como un potencial para generar ingresos y también como una fuente nutritiva y saludable para el consumidor.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Es imperante fortalecer la conservación y regeneración de la biodiversidad con una perspectiva de desarrollo para las zonas de influencia en el sector rural que comprende el biocorredor Pisque-Mojanda San Pablo; mismo que permitirá abrir nuevas oportunidades de progreso contribuyendo al estudio de valor agregado de esta raíz para las comunidades y productores, además de aprovechar sus propiedades y valor nutricional. También debido a su rusticidad, se puede cultivar en varios lugares y con diversas condiciones climáticas, obteniendo un alto rendimiento.

Este estudio tiene como objetivo, la búsqueda de nuevas alternativas de procesamiento para esta raíz, ya que se pueden aplicar diferentes técnicas para conservar sus propiedades benéficas, uno de ellos es la obtención de una bebida, la cual puede ser consumida por personas que deseen controlar su peso debido a que ésta tiene un aporte mínimo de calorías, además contiene niveles bajos en aditivos químicos para su conservación; posee propiedades nutricionales como proteína, fibra, potasio, calcio y la principal que son los fructooligosacáridos, considerados como fibra dietética.

Debido a la escasa oferta de productos innovadores que además poseen propiedades funcionales, la investigación de esta bebida constituye un estudio urgente ya que es primordial establecer el proceso más adecuado, para posteriormente ser industrializado y así generar un producto innovador, aprovechar sus propiedades nutricionales, generar ingresos en los productores y procesadores, contribuyendo de esta manera a la salud y nutrición del consumidor.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Obtener una bebida nutracéutica de jícama *Smallanthus sonchifolius* y evaluar su tiempo de vida útil.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el estado de madurez comercial de la jícama *Smallanthus sonchifolius* para ser procesada.
- Establecer el proceso de elaboración de bebida nutracéutica a partir de la jícama *Smallanthus sonchifolius*.
- Evaluar la calidad físico química, microbiológica y sensorial de la bebida nutracéutica a partir de la jícama *Smallanthus sonchifolius*.
- Evaluar el contenido de fructooligosacáridos (FOS) en la materia prima y en el producto terminado.
- Establecer la vida útil del producto elaborado.

1.4 HIPÓTESIS

1.4.1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA

Los porcentajes de estabilizante, edulcorante y de saborizante influyen en las características físico químicas, sensoriales y contenido de FOS del producto final.

1.4.2 HIPÓTESIS NULA

Los porcentajes de estabilizante, edulcorante y de saborizante no influyen en las características físico químicas, sensoriales y contenido de FOS del producto final.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 GENERALIDADES

Según afirma Suquilanda (2011) la jícama *Smallanthus sonchifolius*, es una planta originaria de la zona andina que fue domesticada y cultivada por los antiguos pobladores de éstos territorios desde la época pre incaica.

Es una planta originaria y cultivada a lo largo de los Andes, que se siembra en la zona alta en nuestro país; además está asociada a otros cultivos indígenas típicos del sector, como son: la mashua, el melloco, yuca o la oca.

“Raíces de jícama son similares a las patatas dulces, pero tienen un sabor más dulce, una textura crujiente y pueden ser consumidos crudos”. (Rodrigues, Asquieri & Orsi 2014).

Por este motivo, tradicionalmente ha sido considerada por los pobladores y productores provenientes del biocorredor Pisque-Mojanda como “fruta” debido al gran contenido de jugo dulce. La mayoría la consumen en fresco o deshidratada al ambiente en forma de pasas,

aunque existen algunas localidades que consumen esta raíz como jalea o chicha, siendo un rehidratante natural por su alto contenido de agua.

Álvarez, Sánchez & Uchuari (2012) mencionan que el cultivo de jícama se desarrolla muy bien en altitudes que van desde los 100 msnm hasta los 3.600 msnm, obteniéndose una planta bien desarrollada. En “La Argelia” a 2.125 msnm se obtienen excelentes producciones, tanto en cantidad como en calidad del producto. (sabor dulce con 10°Brix).

Dentro de las propiedades y beneficios que se obtiene de la jícama se manifiesta: baja la presión sanguínea, previene y controla la hiperglicemia, controla el peso corporal, disminuye el apetito, promueve el buen funcionamiento intestinal, restaura la actividad renal, previene el cáncer de colon, previene y combate la osteoporosis. (Álvarez et al. 2012)

2.1.1 ORIGEN

Según Suquilanda (2011) la jícama es una planta arbustiva nativa de los Andes, domesticada por la población prehispánica que hizo parte del Tahuantinsuyo, y en la actualidad muy conocida por la población indígena y campesina de la sierra, por el dulzor de sus raíces engrosadas que se consumen frescas, o después de exponerla al sol por unos días para aumentar su dulzura.

El centro del origen de la jícama no se ha determinado con exactitud, pero debido a las evidencias arqueológicas encontradas en Perú, Colombia, Ecuador, Bolivia y Argentina, se demuestra el uso de la misma en diversas culturas de estos países desde épocas preincaicas.

Álvarez (2007) citado en Cajas, Sánchez & Uchuari (2012) mencionan que el cultivo de jícama además de ser rústico y tener altos rendimientos (30 toneladas/ha en promedio), está ampliamente distribuido en el país, pudiendo adaptarse fácilmente a ecologías de costa, valles interandinos y altas montañas, hasta los 3500 msnm. Las zonas con mayor tradición en su cultivo se hallan en la sierra norte y central del Ecuador, pero también se lo encuentra en algunos sectores de las provincias sureñas Cañar, Azuay y Loja (Vilcabamba, Malacatos,

Catamayo y Amaluza), donde se lo consume como fruta fresca, pues posee importantes propiedades nutraceuticas (proteína, carbohidratos, calcio, magnesio, potasio, hierro, cinc, fructooligosacáridos, etc.) lo que quiere decir que además de ser un alimento, también es una medicina.



Fotografía 1. Cultivo de jícama, comunidad Agualongo-Tupigachi, Biocorredor Pisque-Mojanda, Ecuador, Abril (2015).

2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LAS RAÍCES DE JÍCAMA

Seminario, et al (2003) aseveran que la forma y el tamaño de la raíz reservante de la jícama se parece mucho a ciertos cultivares de camote, a tal punto que la similitud de las dos especies puede generar fácilmente confusiones a primera vista. La forma varía entre esférico y muy alargados, a menudo con formas contorsionadas que dificultan el pelado. La superficie puede ser lisa, y con hendiduras longitudinales. Algunos cultivares de jícama tienen tendencia a formar un mayor número de raíces lisas y simétricas que otros. Las raíces tienen una cáscara bastante delgada y muy adherida a la pulpa. Esta puede tener una tonalidad cremosa, amarilla o anaranjada, a veces con jaspes morados. Los tejidos internos de las raíces son muy blandos debido a que acumulan una cantidad bastante alta de agua (alrededor de 90% del peso fresco de las raíces), característica que las predispone a sufrir rajaduras o a romperse fácilmente durante la cosecha, el embalaje y el transporte.



Fotografía 2. Raíces reservantes y cepa, Comunidad Agualongo-Tupigachi, Biocorredor Pisque-Mojanda, Ecuador, Abril (2015).

Las raíces usadas en este estudio son de superficie irregular, de tamaño variado, externamente color púrpura, por dentro es anaranjada y jugosa, cada planta contiene aproximadamente de 5 a 15 raíces tuberosas que alcanzan una longitud hasta los 20cm, con un rendimiento alto por cada planta.

El aspecto más llamativo de esta especie según Polanco (2011), lo constituye sus órganos subterráneos, conformados por un tronco engrosado y ramificado denominado corona, que presenta brotes cortos conocidos como propágulos o rizomas, en los cuales se almacena sustancias de reserva en forma de carbohidratos simples y fructooligosacáridos, los cuales posiblemente sirven de alimento a las yemas, cuando estas van a brotar.

2.1.3 ZONAS DE CULTIVO EN ECUADOR

Villacrés, E., Rubio, A. & Cuadrado, L. (2007) citado en Recalde (2010) indica que en Ecuador las principales zonas de cultivo están en las provincias de Carchi, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar y con mayor variabilidad en el sur del país en las Provincias de Azuay y Loja, debido principalmente a su cercanía con la región de Cajamarca en Perú, que es considerada como la mayor productora de jícama a nivel de Sudamérica, y donde su cultivo está ampliamente extendido.

2.1.4 VARIEDADES DE JÍCAMA

“En Ecuador se han caracterizado cuatro morfotipos: morado, verde claro, verde oscuro pulpa blanca, y verde oscuro pulpa amarilla”, las cuales pueden tener incluso una mayor variabilidad dependiendo de las condiciones ambientales donde éstas son cultivadas. (Polanco 2011).

Sin embargo otros autores identifican variedades bien diferenciadas como la morada con raíz amarilla, verde oscura con raíz blanca y verde claro con raíz blanca, mismas que se encuentran en diferentes provincias del Ecuador.

2.1.5 TAXONOMÍA

Tabla 1. Taxonomía de la jícama.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Género:	Smallanthus
Especie:	Sonchifolius
Nombre científico:	Smallanthus sonchifolius Rob.
Nombre común:	Jícama, yacón, jiquima, jiquimilla

Fuente. Cajas et al. (2012)

2.2 CARACTERIZACIÓN BROMATOLÓGICA DE LA JÍCAMA

2.2.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS RAÍCES

En el siguiente cuadro se muestra la composición nutricional de jícama en 100 g. de peso fresco de raíz.

Tabla 2. Composición nutricional de jícama (100 g de raíz fresca sin cáscara)

Compuesto	Rango
Agua	85,0 - 90,0 g
Oligofructosa (OF)	6,0 - 12,0 g
Azúcares simples	1,5,0 - 4,0 g
Proteínas	0,1 - 0,5 g
Potasio	185,0 - 295,0 mg
Calcio	6,0 - 13,0 mg
Calorías	14,0 – 22,0 Kcal

*Incluye sacarosa, fructosa y glucosa

Fuente. Polanco (2011)

Villacrés, et al. (2007) citado por Recalde (2010) señala que entre el 85 y el 90% en peso fresco de las raíces, se encuentra en forma de agua. A diferencia de la mayoría de tubérculos comestibles, los mismos que presentan un alto contenido de almidón, la jícama almacena sus carbohidratos en forma de fructooligosacáridos (FOS) azúcares comunes (fructosa, glucosa y sacarosa), y no en forma de almidón.

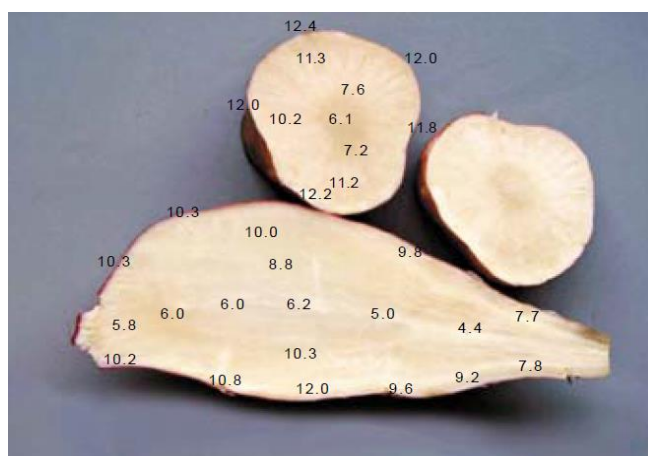


Figura 1. Distribución de los azúcares (°Brix) dentro de las raíces de jícama.

Fuente. Manrique, I.; Párraga, A. & Hermann, M. (2005)

La concentración de azúcares se incrementa desde el exterior de la raíz hacia el interior. Por ello se debe tener cuidado en retirar la cáscara con el menor contenido de pulpa posible ya que la mayor concentración de azúcares se localiza en las zonas periféricas de la raíz. (Manrique & Párraga, 2005)

2.3 ESTADO DE MADUREZ DE COSECHA

Madurez o momento de cosecha según afirma López (2003) son usados en muchos casos como sinónimos y en cierta manera lo son; sin embargo, para ser más precisos en términos idiomáticos, es más correcto hablar de “índice de madurez” en aquellos frutos como el tomate, durazno, pimiento, etc. en donde el punto adecuado de consumo se alcanza luego de ciertos cambios en el color, textura y sabor. En cambio, en especies que no sufren esta transformación como el espárrago, lechuga, remolacha, la jícama, la mashua, etc., es correcto hablar de “momento de cosecha”. Para poder llevar a cabo una buena conservación y transformación de productos, es fundamental recolectarlos en un estado de madurez óptimo. Debe diferenciarse la madurez fisiológica o de consumo, de la madurez comercial o de recolección; la primera es aquella que se alcanza luego que se ha completado el desarrollo mientras que la segunda se refiere al estado en el cual la materia prima es requerida por el mercado.

Para identificar los dos índices de madurez existen diversos métodos; un buen índice puede ser aquel que pueda expresar el grado de madurez mediante una cifra medible y comparable a otras medidas realizadas por otros observadores en lugares distintos a la investigación realizada.

Durante la maduración en algunas frutas, hay un aumento en la concentración de sólidos solubles, sobre todo en los azúcares y un descenso importante en la acidez. Por esto, la razón Brix/acidez aumenta cuando avanza la maduración, y se toma universalmente como índice de madurez (IM). (Badui, 2013).

Ecuación 1. Índice de Madurez (IM)

$$\text{Índice de Madurez (IM)} = \frac{\text{Sólidos solubles totales (°Brix)}}{\text{Acidez titulable (\%)}} \quad (\text{Ec.1})$$

Recalde (2010) en su investigación menciona que la cosecha de la jícama se realiza entre el sexto y noveno mes después de la siembra, pues depende de la localidad y el suelo, de forma manual, las raíces reservantes son separadas o arrancadas de la cepa; en esta operación se pueden producir laceraciones o heridas en el cuello de la raíz, por lo que es recomendable utilizar la herramienta adecuada y tener los cuidados necesarios para evitar una contaminación microbiológica.

Se puede consumir las raíces en estado fresco sólo retirando su cáscara, o existe la alternativa de dejar las raíces expuestas a la luz solar de 5 a 8 días aproximadamente, con el objetivo de incrementar el dulzor debido a que los azúcares que contiene se transforman en sacarosa, fructosa y glucosa.

Para el almacenamiento por períodos largos, las raíces son colocadas en la obscuridad en cuartos fríos (4°C – 6°C) y secos. Bajo estas condiciones las raíces de jícama pueden ser guardadas por algunos meses y así evitar una deshidratación rápida. (Marcial, 2008)

Según Villacrés, et al. (2007), a los 30 días de almacenamiento en condiciones ambientales y en refrigeración, la disminución de los Fructooligosacáridos alcanza el 39%. Para el aprovechamiento óptimo de estos azúcares, es recomendable utilizar la raíz inmediatamente después de la cosecha, la misma que debe realizarse entre los 8 a 9 meses de cultivo, cuando el contenido de FOS es máximo. Esta última recomendación es aplicable a plantas cultivadas bajo las condiciones de: 2.500-3.100 m de altitud y (12 °C-18°C) de temperatura.

De acuerdo al productor rural Cuascota Silverio (2015), miembro de la comunidad Agualongo-Tupigachi, ubicada en el biocorredor Pisque-Mojanda, dedicado a la producción de jícama durante 40 años afirma que, “la siembra de la jícama se la puede realizar en

cualquier época del año, se desarrolla con el menor cuidado y el tiempo de cosecha óptimo es de alrededor de 8 meses”; él señala que se puede identificar con facilidad ya que se observa el marchitamiento en hojas, la caída de la floración, además de la altura de la planta que alcanza aproximadamente 1,5 metros. También concluye que las raíces que obtiene son de gran tamaño y el rendimiento es alto.

2.3.1 REQUERIMIENTOS DE LA MATERIA PRIMA DESTINADA AL PROCESAMIENTO

Algunas características de la materia prima que deben considerarse para el procesamiento son las siguientes:

2.3.1.1 Características fisiológicas

Cuando las frutas y hortalizas tienen el estado de madurez con las características para obtener un producto procesado se dice que poseen la madurez de procesamiento, el cual varía de acuerdo con el producto en cuestión. Para la obtención de jugos, néctares, bebidas, purés, mermeladas, jaleas, etc., en los que la fruta debe desintegrarse durante la elaboración del producto, es conveniente utilizar fruta con un estado de madurez más avanzado de manera que, por una parte, tenga una suavidad que facilite su desintegración (molienda, prensado y despulpado) y, por otra, posea un sabor y un aroma bien desarrollados, que permitan la obtención de un producto con las óptimas características sensoriales. (Molina, 2012).

2.3.1.2 Características morfológicas

Molina (2012) afirma que las características morfológicas de una fruta u hortaliza que tienen influencia en el procesamiento son: forma, tamaño, uniformidad en forma y tamaño, y regularidad de la superficie (presencia de hendiduras, chipotes, etc.). Esto no significa que sólo pueda procesarse fruta u hortaliza de un tamaño y forma determinados, pero sí que debe buscarse aquella o aquellas variedades adecuadas al proceso requerido y al equipo disponible.

2.3.1.3 Grado de desarrollo

Se utiliza en muchas especies el tamaño de la planta, mientras que el porcentaje de los órganos subterráneos que han alcanzado el tamaño deseado, es el indicador en papa, batata y otras especies similares (López, 2003).

2.3.1.4 Parámetros cronológicos

Kader (2011) menciona que para ciertos cultivos, la madurez puede definirse cronológicamente, por ejemplo. Como días transcurridos de la plantación o de la floración a la cosecha. Los índices cronológicos rara vez son perfectos, pero permiten un cierto grado de planeación y son utilizados ampliamente.

2.3.1.5 Medios físico químicos

Según Molina (2012) afirma que la composición química de la materia prima desempeña una función importante en las características sensoriales del producto terminado y sirve para definir el tipo y cantidad del resto de los ingredientes que se emplearán en la elaboración del producto final. Por ejemplo, en el caso de las frutas, el contenido de grados Brix y de acidez determina la cantidad de azúcar que se requerirá en la preparación del jarabe, néctar, etc.

2.4 FORMAS DE CONSUMO Y CONSERVACIÓN DE LA JÍCAMA

En los últimos años se han desarrollado varios productos procesados, a base de jícama. A continuación se describe algunos de ellos.

2.4.1 JÍCAMA FRESCA

“Las raíces de jícama tienen una textura muy agradable similar a la de la manzana con gran cantidad de agua y un sabor dulce suave. La jícama no necesita cocción para ser consumida y la forma usual es su consumo crudo”. (Seminario & Valderrama, 2002)

2.4.2 PASAS DE JÍCAMA

Las pasas de jícama se obtienen deshidratando las raíces al medio ambiente por unos siete días, después se pelan, se dejan sobre una bandeja, hasta que tengan una humedad del 14% al 16%, momento en el cual se considera que están listas para ser envasadas. (Polanco, 2011).

2.4.3 HOJUELAS

El procedimiento consiste en cortar rodajas, aproximadamente de 0,5 cm. Y extenderlas sobre una bandeja, las cuales se introducen dentro de un horno que esté a una temperatura de 60 a 70 °C por unas 24 horas. Para evitar el pardeado, se recomienda sumergir las rodajas recién cortadas de una solución de jugo de limón o algún tipo de antioxidante. Cuando las hojuelas salen de horno, tienen una textura semi-crocante, que se pierde rápidamente, si no se empacan de inmediato. (Polanco, 2011)

2.4.4 JARABE

Polanco (2011) en su investigación menciona que es un concentrado dulce que hace las veces de edulcorante, pero sin provocar los efectos negativos del azúcar. Su alto contenido de FOS hasta un 50%, permite que el jarabe de jícama sea utilizado por la industria alimenticia como un edulcorante bajo en calorías. Se ha reportado que las raíces y el jarabe de jícama tienen efectos significativos en la reducción de los niveles de glucosa en la sangre en personas clínicamente sanas y en personas con diabetes tipo 2.

2.4.5 HARINA DE JÍCAMA

La harina se obtiene a partir de las raíces previamente seleccionadas y deshidratadas, las cuales sufren un proceso de molienda para obtener partículas finas. (Seminario & Valderrama, 2002)

La transformación para la obtención de vino, harina, hojuelas y tisanas por parte de la Facultad Agroindustrial de la Universidad del Quindío muestran muy buenas perspectivas industriales.

2.5 BEBIDAS

Badui (2012) explica que el hombre necesita beber de 2 a 3 litros de agua por día, o 1 ml/Kcal, para compensar las pérdidas normales de líquidos. Para ello se dispone de agua pura, aguas frescas, té, café y bebidas embotelladas.

La bebida básica, fundamental y vital ingerida por el ser humano ha sido el agua. Con el paso del tiempo, el hombre ha querido mezclar el agua con otros componentes para darle sabor, color, olor y distintas propiedades a nuestro organismo para poder estimular todos los sentidos. (Guerrero 2012).

A partir de este principio se ha dividido las bebidas en varios grupos, a continuación se destacan las principales:

2.5.1 BEBIDAS FUNCIONALES

Las bebidas funcionales según Naranjo, E. (2008) citado en Terán (2014), son aquellas que ofrecen beneficios para la salud y la prevención de enfermedades; pueden ser funcionales naturalmente como el té (contiene antioxidantes en forma natural) o pueden adicionarse nutraceuticos como el calcio de leche, omegas, proteína aislada de soya, fibras, prebióticos, polifenoles, vitaminas, minerales y otros ingredientes que le confieren beneficios específicos que pueden ser declarados en el producto.

Aguilar (2008), asegura que: “las bebidas funcionales son aquellas que ofrecen un beneficio para la salud más allá de su contenido nutritivo básico, en virtud de sus componentes fisiológicos”.

Se dividen a su vez en cuatro categorías principales:

- Bebidas Enriquecidas (jugos y aguas con vitaminas y minerales Agregados),
- Bebidas Deportivas,

- Bebidas Energéticas,
- Nutracéuticos (bebidas que incorporan ingredientes medicinales específicos).

2.5.2 BEBIDAS NUTRACÉUTICAS

El término **nutracéutico**, deriva de la conjunción de las palabras nutrición y farmacéutico. Se refiere a compuestos cuyo consumo beneficia la salud del humano, y en este sentido se deben incluir los fitoquímicos. Los nutracéuticos pueden estar presentes de manera natural en los alimentos o bien sintetizarse químicamente y emplearse como aditivos. Los beneficios de muchos nutracéuticos no están todavía totalmente comprobados y en otros casos sólo se obtienen con megadosis que no siempre se pueden consumir. Al producto añadido de estos compuestos se le conoce como alimento nutracéutico o alimento funcional. (Badui, 2012)

Las bebidas nutracéuticas representan uno de los mercados de más rápido crecimiento anual en el mundo, alcanzando una tasa de crecimiento anual compuesta del 13.6% entre 2002 y 2007. El principal criterio para la aceptación de este tipo de bebidas es el sabor y su aceptabilidad. La formulación de bebidas de calidad alta, sensorialmente aceptables, es importante para que un nivel adecuado de consumo pueda favorecer la promoción de la salud y prevención de enfermedades (Rochín, Milán, Gutiérrez, et al., 2015).

Por otro lado, Medín (2011) afirma que existen tres formas principales para la conservación de los jugos y bebidas:

- Métodos físicos: pasteurización o esterilización.
- Conservadores químicos: ácido benzoico o sórbico y/o dióxido de azufre.
- Deshidratación: compuestos con un porcentaje de jugo deshidratado al que se le adicionan colorantes, aromatizantes, enturbiadores y edulcorantes. Una vez preparado debe refrigerarse y consumirse dentro de las 24 horas.

2.5.3 ADITIVOS ALIMENTARIOS

Fernández, Morales, & Troncoso (2012) indican que se entiende por aditivo alimentario cualquier sustancia que, sin constituir por sí misma un alimento, es añadida de forma intencionada a los alimentos en pequeñas cantidades con el fin de modificar sus características, técnica de elaboración y conservación o para mejorar la adaptación al uso al que son destinados. Los agentes más empleados para inhibir el desarrollo de microorganismos son los benzoatos, sorbatos y compuestos de azufre como el meta bisulfito. Los dos primeros son usados principalmente como sales de sodio y potasio en concentraciones entre 0,05% a 0,10%. Por encima de estas concentraciones son detectables debido al sabor característico que comunica a la bebida.

En cambio Hernández (2011) define a los aditivos alimentarios como sustancias o mezcla de sustancias añadidas a los alimentos, generalmente en pequeñas cantidades, en el momento de su producción, procesamiento, almacenamiento, empaquetado o preparación para el consumo, con objeto de modificar las propiedades de los mismos (apariencia, sabor, textura o conservación).

2.5.3.1 Acidificantes, alcalinizantes y reguladores de pH

Además de reducir el pH, los acidificantes o acidulantes cumplen otras funciones, entre ellas: amortiguador de pH, conservador, saborizante, promotor de reacciones de curado en cárnicos, secuestrador, modificador de la viscosidad, coagulante de la leche, inhibidor de las reacciones de oscurecimiento, hidrolizante de la sacarosa y del almidón, promotor de la gelificación de las pectinas, inhibidor de la cristalización de la sacarosa, etc. (Badui, 2013).

Badui (2012) menciona que los ácidos acético, adíptico, ascórbico, benzoico, cítrico, eritórbito, fumárico, láctico, málico, propiónico, succínico, y tartárico se encuentran en forma natural en muchos vegetales y en productos fermentados.

Según Hernández (2011), modifican acidez, potencian y/o encubren sabores, regulan el pH, inhiben hongos y bacterias y la germinación de esporas y son poco tóxicos, fácilmente degradables.

- Ácido ascórbico

El ácido L-ascórbico (AA), comúnmente llamado vitamina C, es considerado uno de los más potentes agentes antioxidantes del organismo; en humanos se encuentra concentrado en ciertos órganos como: ojo, hígado, bazo, cerebro, glándulas suprarrenales y tiroideas. Es una vitamina hidrosoluble y esencial, sintetizada químicamente a partir de glucosa, mediante una serie de reacciones catalizadas por enzimas, siendo la L-gulono- γ -lactona oxidasa (GLO) la última enzima involucrada en su síntesis. (Serra, & Cafaro, 2007)

Según Ibáñez, Torre & Irigoyen (2003) mencionan que evita el oscurecimiento de la fruta troceada y evitar la corrosión de los envases metálicos e inhibe la formación de nitrosaminas. Su adición como antioxidante no permite hacer un uso publicitario del enriquecimiento en vitamina C del alimento.

- Ácido cítrico

Ibáñez, et al. (2003) señalan que: “evita el oscurecimiento de las frutas y otros vegetales troceados. Coadyuvante de los antioxidantes”.

Según Sánchez, Ortiz, & Betancourt, (2004), el ácido cítrico es ampliamente utilizado en la industria de alimentos, bebida, química y farmacéutica, entre otras. Es empleado como agente acidificante y resaltador del sabor, como antioxidante para prevenir la rancidez de grasas y aceites, como amortiguador en mermeladas, y como estabilizante en gran variedad de alimentos.

Según Villagrán (2011), el ácido es manufacturado por un proceso de fermentación sumergida, utilizando carbohidratos naturales, tales como azúcar y dextrosa como substrato.

Es el acidulante orgánico más usado y agente controlador de pH en alimentos. El ácido cítrico puede ser utilizado en el agua de consumo que toman y en todas las fases del proceso de sacrificio de aves, cerdos y bovinos. Así mismo puede ser utilizado en la limpieza de equipo, maquinas, piso y áreas de trabajo en los lugares de proceso. Cristales o polvo blanco o incoloro e inodoro, de sabor ácido fuerte, fluorescente al aire al aire seco. Debe mantenerse el producto en lugares secos, techados y fríos. Al manejarlo utilice equipo de seguridad como guantes, ropa de trabajo y lentes de seguridad.

Se usa como estabilizante de acidez, saborizante, impide la oxidación de grasas, cambio de color, de olor (enranciamiento), impide disminución de valor nutritivo (pérdidas de vitaminas). (Hernández, 2011).

2.5.3.2 Conservadores

Badui (2012) afirma que para su protección natural, muchos productos contienen agentes antimicrobianos, como ocurre con el ácido benzoico de las frutas, la lisozima del huevo, el eugenol del clavo. Existen otros que también se encuentran en la naturaleza y se sintetizan para emplearse contra las dañinas bacterias, hongos y levaduras, y así alargar la vida útil de los alimentos. Entre los principales conservadores permitidos destacan el ácido benzoico, benzoatos, sorbatos, propionatos, dióxido de azufre, sulfitos, ácidos, nitritos y nitratos, antibióticos y óxido de etileno.

- Sorbatos

Según Badui (2012) indica que los sorbatos y los propionatos también están presentes de forma natural en muchos alimentos y se usan para inhibir hongos en productos de panificación, en quesos y jarabes; por su estructura química, el hombre los metaboliza como cualquier ácido graso.

Molina (2012) afirma que los sorbatos son generalmente más efectivos contra hongos y levaduras y se usan ampliamente para controlar el crecimiento de estos microorganismos en frutas secas, vinos, bebidas, encurtidos y quesos. En productos de panificación, únicamente

pueden utilizarse cuando se emplean leudantes químicos, más no cuando se usa levadura para su elaboración. Imparten menor sabor amargo que los benzoatos y son más efectivos.

Según Badui (2013) menciona que este ácido alifático monocarboxílico ($\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}=\text{CHCOOH}$) y sus sales de sodio y de potasio se usan en menos de 0,3% en peso para inhibir el crecimiento de hongos y levaduras en los alimentos con un pH de hasta 6,5; su efectividad aumenta al reducir el pH, es decir, la forma sin disociar es la activa. Se emplean en quesos, encurtidos, jugos de frutas, pan, vino, pasteles, mermeladas y otros. No son tóxicos para el hombre debido a que se metabolizan como cualquier ácido graso, por medio de reacciones de β -eliminación. Dado que la solubilidad del ácido en agua es baja (0,16 g/100ml a 20°C), es preferible usar los sorbatos porque son más solubles. El sorbato de potasio es la sal que más se utiliza para controlar hongos. En algunas aplicaciones, su acción mejora cuando se combina con otros ácidos, como el cítrico o el láctico.

2.5.3.3 Edulcorantes o endulzantes

Salazar (2012) menciona que los edulcorantes corresponden a los agentes químicos sintetizados en laboratorios, que proporcionan el gusto dulce a los alimentos y poseen propiedades sensoriales agradables para la mayoría de los individuos. El gusto dulce ha estado asociado siempre a características positivas incluyendo la manifestación de emociones de afecto y recompensa.

Por otra parte Ibáñez, et al. (2003) afirma que la obtención de edulcorantes no calóricos sintéticos (tabla 9) tiene su origen en la búsqueda de edulcorantes para diabéticos. Actualmente está impulsado por el mercado de los productos bajos en calorías, sector que utiliza alrededor del 60% del total de edulcorantes sintéticos producidos.

- Sacarina

Salazar (2012) afirma que todos los edulcorantes no calóricos son químicamente procesados. En este grupo se incluyen la sacarina y sus sales sódica y cálcica (300-400 veces más dulce que la sacarosa); aspartame (180-200 veces más dulce que la sacarosa); acesulfame K o

potasio acesulfame (130-200 veces más dulce que la sacarosa); sucralosa (600 veces más dulce que la sacarosa). El ciclamato (30-60 veces más dulce que la sacarosa).

La sacarina se descubrió accidentalmente en 1878; es hasta 400 veces más dulce que la sacarosa, deja un resabio amargo y es el agente activo del sweet 'n low; se clasificó como cancerígena y se prohibió por algún tiempo, pero posteriormente se reivindicó y su uso cuenta con la aprobación en varios países. (Badui, 2012).

La sacarina según Badui (2013), se obtiene a partir de anhídridos tálicos y antranílico. Comercialmente se encuentra tanto en la forma sódica como en la cálcica y potásica, muy solubles en agua (600 g/l), estables a pH 2-9 y a tratamientos térmicos moderados. A pesar de que el hombre la elimina en la orina, existe controversia sobre su inocuidad; se considera que algunas de las impurezas de su síntesis son tóxicas, aun cuando esto depende de la materia prima de que se parta.

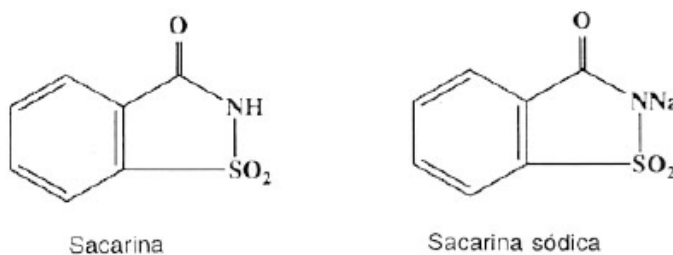


Gráfico 1. Fórmulas desarrolladas de la sacarina

Fuente. Hernández (2011)

- Saborizantes

Es muy amplia la gama de saborizantes, o aromatizantes, que se emplean en los alimentos sostiene Badui (2013), que se definen como la sustancia o mezcla de sustancias con o sin otros aditivos que se utilizan para proporcionar o intensificar el sabor o aroma de los productos. Se dividen en tres grandes grupos: saborizante natural: obtenidas por procesos físicos, microbiológicos o enzimáticos a partir de materias primas de origen animal en su

estado natural o procesadas y que son aptas para el consumo humano; sintético o artificial: sustancia que no ha sido aún identificada en productos naturales procesados o no y que son aptas para su consumo; y saborizante idéntico al natural: sustancia químicamente aislada a partir de materias primas aromáticas u obtenidas de forma sintética, químicamente idénticas a las sustancias presentes en productos naturales procesados o no y que son aptas para el consumo humano.

2.5.3.4 Espesantes y gelificantes

Son polisacáridos y proteínas, también llamados hidrocoloides. Al hidratarse y formar soles se incrementa la viscosidad; sea una sopa o salsa, el líquido se espesa, se estabiliza y puede convertirse en gel. Cada espesante y gelificante desarrolla sus propiedades de acuerdo con su concentración, pH, temperatura y presencia de calcio. Esta amplia gama de propiedades hace que estos aditivos sean muy versátiles y que se apliquen de diversas formas. (Badui, 2012).

- Goma xanthan

Gil (2010) indica que es una goma producida normalmente por fermentación y purificación de un carbohidrato en cultivo puro de *xanthomonas campestris* y posterior purificación, que es la sal sódica, potásica, o cálcica de un polisacárido de alto peso molecular. Es estable en un amplio rango de acidez, soluble en frío y en caliente y resiste muy bien los procesos de congelación y descongelación. Es espesante y formador de geles. Sirve para espesar los jugos, salsas, helados, y líquidos alcohólicos, utilizando una mínima cantidad, lo que evita utilizar grandes cantidades como en el caso de la fécula y así evitar la alteración del sabor y aumentar el contenido calórico de las recetas. Es muy utilizado para dar consistencia a los productos bajos en calorías empleados en dietética. No se metaboliza en el tubo digestivo y se elimina en heces. No se conoce ningún efecto adverso y tiene un comportamiento asimilable al de la fibra presente de forma natural en los alimentos.

Según Rueda (2011), la goma Xanthan es completamente soluble en agua fría o caliente, hidrata rápidamente una vez disuelta y proporciona retención de agua que da soluciones de

muy alta viscosidad a bajas concentraciones. Sus soluciones proporcionan viscosidad uniforme a temperaturas de congelación y cerca de ebullición con una excelente estabilidad térmica. Proporciona excelente solubilidad y estabilidad en condiciones ácidas y alcalinas.

Según Bristhar (2010) manifiesta que en bebidas, el uso de goma Xanthan es muy efectivo a muy bajas concentraciones que van de (0,05% a 0,10%) para los períodos largos de tiempo en estanterías. El resultado de su uso provee a las bebidas buena consistencia, buena uniformidad del sabor y una buena estabilidad del sistema evitando separaciones de sus fases.

Entre los múltiples usos del xantano se incluye la formulación de alimentos, fármacos, agroquímicos, siendo específicamente el sector alimentario el mayor consumidor, con una demanda de alrededor de un 60 % de la producción mundial de la goma, la cual es empleada en la fabricación de diversos productos, tanto secos como líquidos, tales como confituras, panes, aderezos, embutidos, licores, siropes, etc. (Aguilar, Gastón, et al., 2005)

2.5.4 PROCESOS TÉRMICOS

2.5.4.1 Escaldado

Según Badui (2012) afirma que es un pre-tratamiento casero o industrial que se aplica antes de la congelación. Deshidratación o enlatado de vegetales y que sirve para desactivar enzimas, expulsar el aire atrapado en los tejidos (sobre todo los de hojas), reducir la carga microbiana, fijar el color verde y facilitar el acomodo actúan durante el almacenamiento, aun de los congelados, y causan alteraciones indeseables como la destrucción de la vitamina C y el oscurecimiento. Las verduras se escaldan al sumergirlas en agua a ebullición por 1 a 3 minutos, lo que depende del tamaño y dureza o maduración; inmediatamente después se enfrían en agua con hielo para detener las reacciones y con esto evitar una cocción interna.

Molina, & Colina (2012) aseveran que es una operación que consiste en sumergir la materia prima en agua caliente (de 85 a 98°C) o bien exponerla al vapor vivo. Debe existir un control preciso de temperatura y tiempo. Los objetivos que se persiguen con el escaldado no son

siempre los mismos y varían de acuerdo con el estado de madurez y el tipo de fruta u hortaliza. Así, el escaldado se realiza por una o más de las siguientes razones: Inhibición de la acción enzimática, expulsión de gases de respiración, suavización del alimento, facilitación de operaciones preliminares, fijación del color natural de ciertos productos, remoción de sabores y olores no deseables de la materia prima y adición de limpieza al producto.

2.5.4.1.1 Métodos de escaldado

Según Molina, & Colina (2012), existen los siguientes métodos de escaldado:

Escaldado con agua caliente: esta forma de escaldado es muy eficiente y uniforme ya que el proceso puede controlarse adecuadamente. La principal desventaja es gran volumen de agua requerido, lo que a su vez ocasiona la lixiviación de ácidos, vitaminas y minerales importantes para la nutrición humana. Además las aguas residuales quedan con niveles altos de materia orgánica.

Escaldado por vapor: con este método se tiene la ventaja de que los productos retienen su contenido nutritivo. La principal desventaja consiste en que resulta menos eficiente ya que se requieren mayores tiempos para la inactivación enzimática, es más difícil controlar el tiempo y la temperatura, y el producto puede dañarse.

Escaldado químico: se utiliza cuando dos métodos anteriores provocan daños graves al producto (como la fresa y el higo). Se realiza mediante la aplicación de dióxido de azufre, sulfitos, bisulfitos o metabisulfitos, los cuales reaccionan con compuestos fenólicos que inactivan enzimas.

2.5.4.2 Pasteurización

Según Casp (2003) afirma que el término “pasteurización” se emplea en homenaje a Louis Pasteur, quien a mediados del siglo XIX realizó referentes al efecto letal del calor sobre los microorganismos, y a su uso como sistema de conservación. Cuando se habla de pasterurización se entiende un tratamiento a baja temperatura (inferior a 100°C), y de baja

intensidad, en contraposición con la “esterilización”, término que se reserva para los tratamientos más intensos aplicados a temperaturas mayores.

Molina, & Colina (2012) aseveran que una de las tecnologías más utilizadas para la conservación de los alimentos consiste en someterlos a un proceso de calentamiento (esterilización comercial o pasteurización) en condiciones determinadas de tiempo-temperatura. Este método de conservación, llamado procesamiento térmico, se realiza en alimentos previamente envasados en recipientes herméticos, o en los alimentos que después van a ser envasados bajo condiciones estériles. Cabe destacar que la elaboración de productos derivados de frutas y vegetales procesados térmicamente permite aumentar su potencial de conservación, retener sus atributos de calidad deseables y reducir la necesidad de adicionar conservadores químicos; de ahí su importancia como proceso para ofrecer productos sanos e inoos de larga duración. (p.141). Método para destruir o reducir drásticamente el nivel de los microorganismos patógenos o causantes del deterioro de los alimentos, sobre todo en materiales sensibles al calor (leche, cerveza, etc.). Originalmente, se empleaban temperaturas de 62°C durante 30 minutos y se procedía a un enfriamiento rápido. Actualmente, se consigue el mismo propósito si se aplica 80°C durante 15 segundos.

2.5.5 EL ENVASADO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

Jeantet, et al. (2013) mencionan que el envase y el envasado están en las últimas operaciones de la fabricación de productos alimentarios; son indisociables del producto, y deben contribuir a preservar las calidades higiénica, sensorial y nutricional del alimento, responder a los requerimientos de la logística y de la distribución y satisfacer las expectativas de los consumidores en cuanto a su uso; el envase es además un soporte de información y de comunicación que puede llevar imágenes, símbolos que constituyen el componente inmaterial del alimento pero cuyo impacto sobre la percepción del producto y el acto de compra es a veces muy importante.

La Unión Europea referente a “materiales y artículos de plástico en contacto con los alimentos” define los plásticos como compuestos orgánicos macromoleculares obtenidos por polimerización, policondensación, poliadición o procesos similares, a partir de moléculas de

un menor peso molecular, o por alteración química de compuestos macromoleculares naturales. Se deduce que los técnicos que diseñan envases para alimentos, deben tener en cuenta todas las exigencias tecnológicas, de mercado, logísticas y legales que demanda la sociedad. (Coles, McDowell & Kirwan, 2004).

Los plásticos se utilizan para fabricar envases y en la construcción de equipos para el proceso de alimentos, debido a sus tantas ventajas como son: fluyen y se moldean bien, son químicamente inertes, su costo esta moderado a las necesidades del mercado, son ligeros y ofrecen varias posibilidades de transparencia, color, sellado, efecto barrera, además de su resistencia a temperaturas medianamente altas.

2.6 PROCESOS BÁSICOS EN LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS

Salas de la T., et al. (2009) numera las siguientes operaciones básicas en la elaboración de pulpas y néctares:

2.6.1 ACONDICIONAMIENTO DE LA FRUTA.

Consiste en someter a la fruta a operaciones preliminares como: selección, clasificación, lavado, blanqueado, evitando alteraciones de sus características organolépticas y fisicoquímicas.

2.6.2 OBTENCIÓN DE LA PULPA

Sometemos a pulpeado a la fruta blanqueada, eliminando cáscara y semilla, se completa el pulpeado con la etapa de refinado.

2.6.3 REFINACIÓN DE LA PULPA

La refinadora evita que pasen las fibras gruesas ó grumos mediante una malla cilíndrica con perforaciones de 0,5mm de diámetro.

2.6.4 PASTEURIZACIÓN DE LA PULPA

El tratamiento térmico al que se somete a la pulpa refinada es de 85°C por 5 minutos, con la finalidad de disminuir grandemente la carga microbiana

2.6.5 ENVASADO DE LA PULPA PASTEURIZADA (ESTABILIZADA)

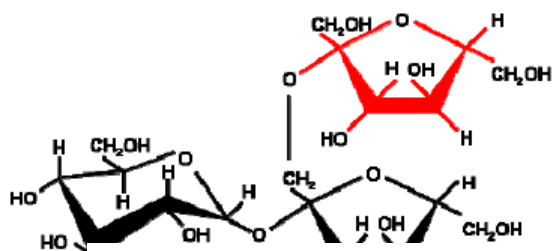
Se efectúa en bolsas laminadas oscuras para evitar la acción oxidante de la luz. Así embolsada ingresa a congelación a -20°C hasta su disposición final.

2.6.6 FORMULACIÓN DE LA BEBIDA NUTRACÉUTICA

La bebida nutracéutica se formula a partir de la pulpa realizada con diferentes proporciones de pulpas, empleando edulcorantes, estabilizantes y conservadores apropiados. (Salas de la T., et al., 2009)

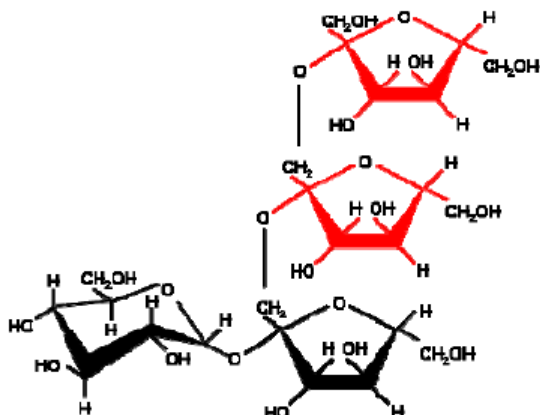
2.7 LOS FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS (FOS)

Lafraya (2011) afirma que las moléculas prebióticas líderes en el mercado alimentario europeo son los fructooligosacáridos (FOS). Son oligómeros compuestos en su mayoría por moléculas de fructosa unidas por enlaces β -glicosídicos, con una molécula de glucosa en su extremo reductor. Se pueden obtener mediante hidrólisis de inulina o síntesis enzimática por invertasas o fructosil-transferasas a partir de sacarosa.



1-Kestosa 1-Kestotriosa, β -D-Fructofuranosil-(2 \rightarrow 1)- β -D-Fructofuranosil-(2 \rightarrow 1)- α -D-Glucopiranosido.

Nistosa



1,1-Kestotetraosa β -D-Fructofuranosil-(2 \rightarrow 1)- β -D Fructofuranosil-(2 \rightarrow 1)- β -D Fructofuranosil-(2 \rightarrow 1)- α -D Glucopiranosido.

Gráfico 2. FOS obtenidos enzimáticamente a partir de sacarosa

Fuente. Lafraya (2011)

Según Villacrés, Rubio, Cuadrado, et al., (2007) la jícama contiene fructanos, un 46,00% de los cuales corresponden a los azúcares no calóricos o fructooligosacáridos (FOS), cuya estructura fundamental consta de unidades de fructosa unidas entre sí por enlaces glicosídicos. Los FOS también son considerados como prebióticos, ya que nutren selectivamente a los gérmenes benéficos de la flora intestinal.

ULAM (2014), afirma que la raíz de jícama tiene un alto contenido de Inulina y Fructooligosacáridos (FOS) (polímeros de fructosa) los cuales no pueden ser hidrolizados por el organismo humano y atraviesan el tracto digestivo sin ser metabolizados, proporcionando calorías inferiores al de la sacarosa, excelentes para las dietas hipocalóricas y dietas para diabéticos; contiene también, minerales como el potasio, fósforo, hierro, zinc, magnesio, sodio, calcio y cobre; entre las vitaminas los que se encuentran en mayor cantidad son la vitamina C, tiamina, riboflavina y la niacina.

“Los FOS se consideran prebióticos porque han limitado la digestibilidad y estimulan selectivamente el crecimiento y la actividad de las bacterias intestinales que promueven la salud humana”. (Rodrigues, et al. 2014),

En cambio Lafraya (2011) asevera: “En cuanto a ingestas diarias recomendadas de FOS, en la bibliografía aparecen cifras diferentes, abarcando desde 1 hasta 8 g/día”.

Campos, et al. (2012) afirman que: “la mayoría de los efectos beneficiosos del consumo de jícama se han atribuido a su contenido de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos, y antioxidantes”.

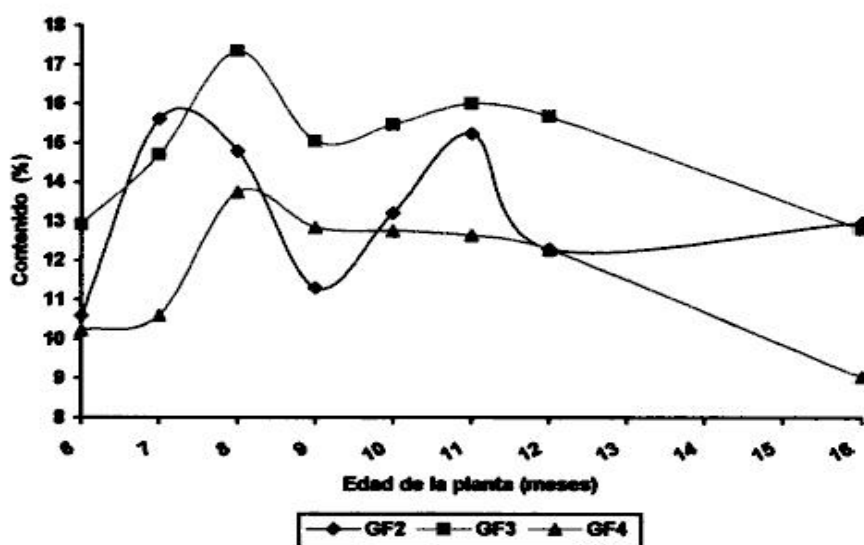


Figura 2. Variación del contenido de los fructooligosacáridos en las raíces de jícama, en diferentes etapas cronológicas de la planta.

Fuente. Cuadrado, L. (2004)

A partir de los 8 meses, los FOS disminuyen hasta los nueve meses y muestran una ecuperación hasta los 11 meses, cuando nuevamente decrecen, especialmente las fracciones

GF3 Y GF4, que servirían como fuente de energía para la formación de rebrotes. (Marcial, 2008)

Estos procesos de degradación y síntesis de azúcares comunes según menciona Cuadrado, L. (2004) dependen de la acción de la enzima fructosil transferasa (SST), misma que cataliza moléculas de sacarosa para producir 1-kestosa (GF2), el fructooligosacárido más sencillo que sirve de intermediario para la síntesis de FOS de mayor tamaño (GF3, GF4, GF5, GF6, GF7, GF8, GF9); de esta manera se llegan a obtener los diversos tipos de FOS que existen en la raíz de jícama. Por esta razón, en su investigación sugiere que para el aprovechamiento óptimo de los FOS, la planta de jícama debe cosecharse entre los 7 y 8 meses de cultivo.

2.8 EL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

Medin, & Medin (2011) mencionan que el pardeamiento enzimático consiste en la formación de polímeros pardos o negros a partir de sustratos fenólicos, con presencia de enzimas específicas. Es un proceso rápido y requiere del contacto del tejido con el oxígeno. Es catalizado por enzimas y ocurre en los tejidos vegetales principalmente. El pardeamiento enzimático se produce en los vegetales ricos en compuestos fenólicos y no ocurre en aquellos alimentos de origen animal. Plantea importantes problemas de coloración en algunas frutas y legumbres, en particular cuando se alteran los tejidos de estos vegetales o se dañan (por golpes) durante los procesos de pelado, corte, triturado para la preparación de jugos, congelación y deshidratación. (p.73). Las enzimas responsables de la oxidación enzimática son: fenolasas, polifenolasas y polifenoloxidasas. Generalmente el sistema polifenolasas es una mezcla de varias enzimas y su pH óptimo de actividad es cercano a 7.

El estrés por lesión aplicado sobre los vegetales conducen a reacciones de pardeamiento enzimático, que representan el factor más importante en cuanto a pérdida de calidad de las ensaladas listas para consumir y productos elaborados. En efecto, el estrés por lesión provoca la desorganización celular poniendo en contacto los sustratos con enzimas de oxidación. Esta modificación de la compartimentación celular es indispensable para que el pardeamiento tenga lugar. Las enzimas implicadas en este proceso son polifenoloxidasas

(PPO) y peroxidasas (POD). Estas posibilitan la formación de productos finales extremadamente reactivos, las o-benzoquinonas que polimerizan para formar pigmentos marrones, las melaninas, responsables del pardeamiento. (Jeantet, & Schuck 2013).

Durante el pelado y el procesamiento de la jícama según Rodríguez, et al. (2014), la superficie recién cortada sufre de dorado rápido. Esto puede estar relacionado con su contenido de compuestos fenólicos y la actividad de la polifenoloxidasas endógena (PPO), la principal enzima implicada en el pardeamiento enzimático de jícama. En presencia de oxígeno molecular, la PPO cataliza la o-hidroxilación de monofenoles a o-difenoles y oxidación de los o-difenoles a o-quinonas. Las quinonas son moléculas altamente reactivas, electrófilos que pueden polimerizarse y que conducen a la formación de pigmentos marrones o negros. Este oscurecimiento indeseable debido a la oxidación enzimática de fenoles en general, afecta a la calidad nutricional y la apariencia y reduce la aceptabilidad del consumidor de los productos elaborados frescos.

2.8.1 PREVENCIÓN DEL PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

De modo general Jeantet & Schuck (2013) señalan que para controlar los fenómenos de pardeamiento, hay que minimizar el estrés por lesión, que también favorece la entrada y el desarrollo de microorganismos. Así, las hojas de los cuchillos, peladores y los discos de las máquinas deben de estar lo más afilado posible. Por otra parte, para limitar la oxidación de los productos de 4ta gama, hay que eliminar el extracto celular de las zonas lesionadas lavándolas abundantemente. La técnica de recorte al chorro de agua, permite reducir considerablemente el proceso de pardeamiento de los productos a causa del lavado automático de las células dañadas. Otras técnicas de prevención se basan en la utilización de inhibidores químicos. Así, compuestos reductores como el ácido ascórbico, el ácido cítrico o los compuestos azufrados (sulfito, cisteína) son utilizados en 4ta gama por su efecto potencialmente inhibidor de las PPO. El ácido ascórbico es normalmente utilizado en el momento de la fabricación de productos de 4ta gama, mientras que los sulfitos son autorizados a un contenido máximo de 50 ppm sobre ciertos productos consumidos cocidos tales como las patatas y las setas de París.

El pardeamiento enzimático en frutas y verduras según Holzwarth, Wittig, Carle, & Kammerer (2013), se puede prevenir mediante la adición de agentes anti-pardeamiento tales como sulfitos, ácido ascórbico, y cisteína. Los agentes más comunes utilizados para el control del pardeamiento son agentes de sulfito. Aunque los sulfitos son muy eficaces y de bajo costo, pero pueden ser peligrosos para la salud humana, especialmente en pacientes asmáticos. Existe una creciente preocupación con respecto a las reacciones alérgicas a los sulfitos en determinadas personas. Debido a los efectos adversos para la salud, ha habido un creciente interés en el uso de los agentes anti-pardeamiento no sulfito para sustituir sulfitos conservantes.

2.9 VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO ENVASADO

Esencialmente la vida de anaquel de un alimento, se define como el tiempo en el cual éste conservará sus propiedades fisicoquímicas, organolépticas y nutricionales. (Choto, 2012)

Coles, McDowell & Kirwan (2004) mencionan que es el período de tiempo durante el cual al alimento es seguro, retiene sus cualidades sensoriales y sus características químicas, físicas y microbiológicas. Las pruebas para determinar la vida útil de un producto se hace con muestras que se someten a condiciones parecidas a las que se encontrarían en el período de tiempo que va desde su producción hasta su consumo. Una vez que se ha conseguido la seguridad microbiológica del producto mediante los métodos de conservación, se puede pasar a otras consideraciones sobre la calidad, estas se pueden basar en:

- Conteo de microorganismos en el alimento
- Especificaciones químicas
- Características organolépticas

Para productos de vida útil larga es conveniente disponer de métodos predictivos o indirectos para determinar dicha vida útil.

2.9.1 FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD Y VIDA ÚTIL DE UN PRODUCTO

Coles, et al. (2004) afirman que en muchos alimentos, la vida útil está limitada por uno o varios atributos claves, que pueden predecirse cuando se está diseñando el producto. Esto se sabe por la experiencia adquirida con la observación de productos similares, o por los siguientes factores:

- Composición y estructura del producto (factores intrínsecos)
- El entorno que le rodeará durante su almacenamiento (factores extrínsecos)
- Los procesos limitantes de su vida útil, que son una combinación de los factores intrínsecos y extrínsecos.

2.9.1.1 Factores intrínsecos

Son las propiedades resultantes de la composición y estructura del producto final, y son:

- Actividad de agua (agua disponible)
- pH / acidez total. Tipo de ácido
- Número de microorganismos sobrevivientes en el producto final
- Disponibilidad de oxígeno
- Conservantes añadidos
- Fórmula del producto
- Interacciones con el envase

La selección de materias primas que se van a utilizar en el producto es importante para controlar los factores intrínsecos, ya que los tratamientos posteriores no pueden compensar la mala calidad de las materias primas. (Coles, et al. 2004)

2.9.1.2 Factores extrínsecos

Son el resultado del entorno que rodea al producto durante su vida, y son:

- Combinación tiempo-temperatura elegida para el tratamiento térmico
- Control de la temperatura durante el almacenamiento
- Humedad relativa (HR) durante el almacenamiento y la distribución
- Manejo por parte del consumidor

Las interacciones entre factores intrínsecos y extrínsecos afectan a la probabilidad de que se produzcan reacciones o procesos que afectan a la vida útil. Estas reacciones o procesos se pueden clasificar como químicas/bioquímicas, microbiológicas y físicas. Los efectos de estos factores no son siempre perjudiciales, ya que en algunos casos son esenciales para el desarrollo de las características deseadas del producto. (Coles, et al., 2004).

2.9.2 VIDA ÚTIL ACELERADA.

Los métodos acelerados de la estimación de la durabilidad son útiles para disminuir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación cuando se están estudiando productos no perecederos. Se basa en someter el producto a condiciones de almacenamiento que aceleren las reacciones de deterioro, las que se denominan abusivas, que pueden ser temperaturas, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos. El objetivo de este método es almacenar producto/empaque terminados, bajo condiciones alteradas para examinar el producto periódicamente hasta que ocurra el final de la vida de anaquel, y entonces usar estos resultados para proyectar la vida de anaquel bajo condiciones adecuadas para su comercialización. (Choto, 2012)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El desarrollo del experimento y las pruebas preliminares se realizaron en las instalaciones del laboratorio de frutas y hortalizas de las Unidades Edu-Productivas de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte, ubicadas en la parroquia El Sagrario, cantón Ibarra, provincia de Imbabura.

Los análisis físico-químicos y microbiológicos del producto se realizaron en el Laboratorio de Uso Múltiple de la Universidad Técnica del Norte y en el Laboratorio del Departamento de Nutrición y Calidad de la estación Experimental Santa Catalina-INIAP, ubicado en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha.

La materia prima (raíz de jícama) proviene de la comunidad de Agualongo–Tupigachi, que integra el Biocorredor Pisque-Mojanda San Pablo y la variedad utilizada en los ensayos corresponde a la morada.

Las condiciones ambientales de la ubicación del experimento son las siguientes:

Tabla 3. Datos climatológicos de la ciudad de Ibarra

Parámetros	Unidad	Rango
Temperatura promedio anual	°C	17,7
Humedad relativa	%	72
Presión	HPa	781,6
Altitud	msnm	2256
Precipitación media anual	mm	630
Ubicación geográfica		00°20' norte 78° 08' oeste

Fuente. Granja Experimental "Yuyucocha" – Ibarra (2014)

Tabla 4. Datos climatológicos de la estación experimental INIAP Santa Catalina de la ciudad de Quito

Parámetros	Unidad	Rango
Temperatura media anual	°C	11,6
Humedad relativa	%	79
Clima	-----	Templado húmedo
Altitud	m	2.400 - 3.500
Precipitación media anual	mm	1.500
Ubicación geográfica	-----	78°33` oeste 00°22` sur
Extensión total	Ha	980,97

Fuente. Estación experimental Santa Catalina INIAP (2008)

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 MATERIA PRIMA

90 Kg de raíces de jícama

3.2.2 INSUMOS

500g. de ácido cítrico	15.000ml. de agua destilada
40g. de ácido ascórbico	15g. de sacarina
40g. de sorbato de potasio	2.000ml. de hipoclorito de sodio
100g. de goma xanthan	
20ml. De saborizantes (piña, manzana)	

3.2.3 EQUIPOS E INSTRUMENTOS

1 Despulpadora industrial	1 Potenciómetro rango 0-14, ± 0.1
15 Probetas 250ml	1 Termómetro de mercurio (-20 a 150°C)
1 Estufa	1 Refractómetro digital (0 - 68°Brix)
1 Balanza analítica (cap. 220g, a=0,1mg)	1 Refrigerador (0 -10°C)
1 Balanza en gramos (cap. 100g, a=0,01g)	1 Cocina industrial
1 Balanza analógica cap. 5Kg	

3.2.4 MATERIALES

2 Peladores de papas de acero inoxidable	3 Pipetas volumétricas (1ml, 5ml, 10ml)
2 Embudo de plástico	3 Bandejas plásticas
15 Vasos de precipitación 250ml, 50ml, 100ml	3 Recipientes de aluminio (2lt, 5lt, 10lt)
2 Tamiz organza (50cm x 50cm)	2 Escobillas

15 Envases de vidrio 150ml	2 Rollos de toallas de cocina
30 Envases de plástico 500ml	2 Tamizadores de acero inoxidable
1 Paleta agitadora de madera	3 Cortadores de aluminio
5 Paleta dosificadora de aluminio 5g	1 Cronómetro digital 99min. 59seg.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ COMERCIAL DE LA JÍCAMA

Para determinar el estado de madurez óptimo de la raíz de jícama para ser procesada, primeramente se utilizó el método de investigación bibliográfica de varios autores además se tomó en cuenta los conocimientos empíricos de parte de productores; se procedió a medir el contenido de sólidos solubles, acidez titulable y pH en diferentes etapas del cultivo (7, 8 y 9 meses), para conocer los porcentajes que resultan favorables y obtener el mayor aprovechamiento de las propiedades que posee la raíz.

Estas etapas basadas en investigaciones como la de Marcial, (2008) mencionan que el contenido de azúcares comunes (glucosa, fructosa y sacarosa) en las raíces de jícama a partir de los 7 meses empieza a decrecer, debido a la acción de las enzimas que participan en el proceso de síntesis de fructanos; a expensas de esta disminución, el contenido de fructooligosacáridos (FOS) es mayor entre los 7 y 8 meses de cultivo como se muestra en la figura 1 descrita en el marco teórico.

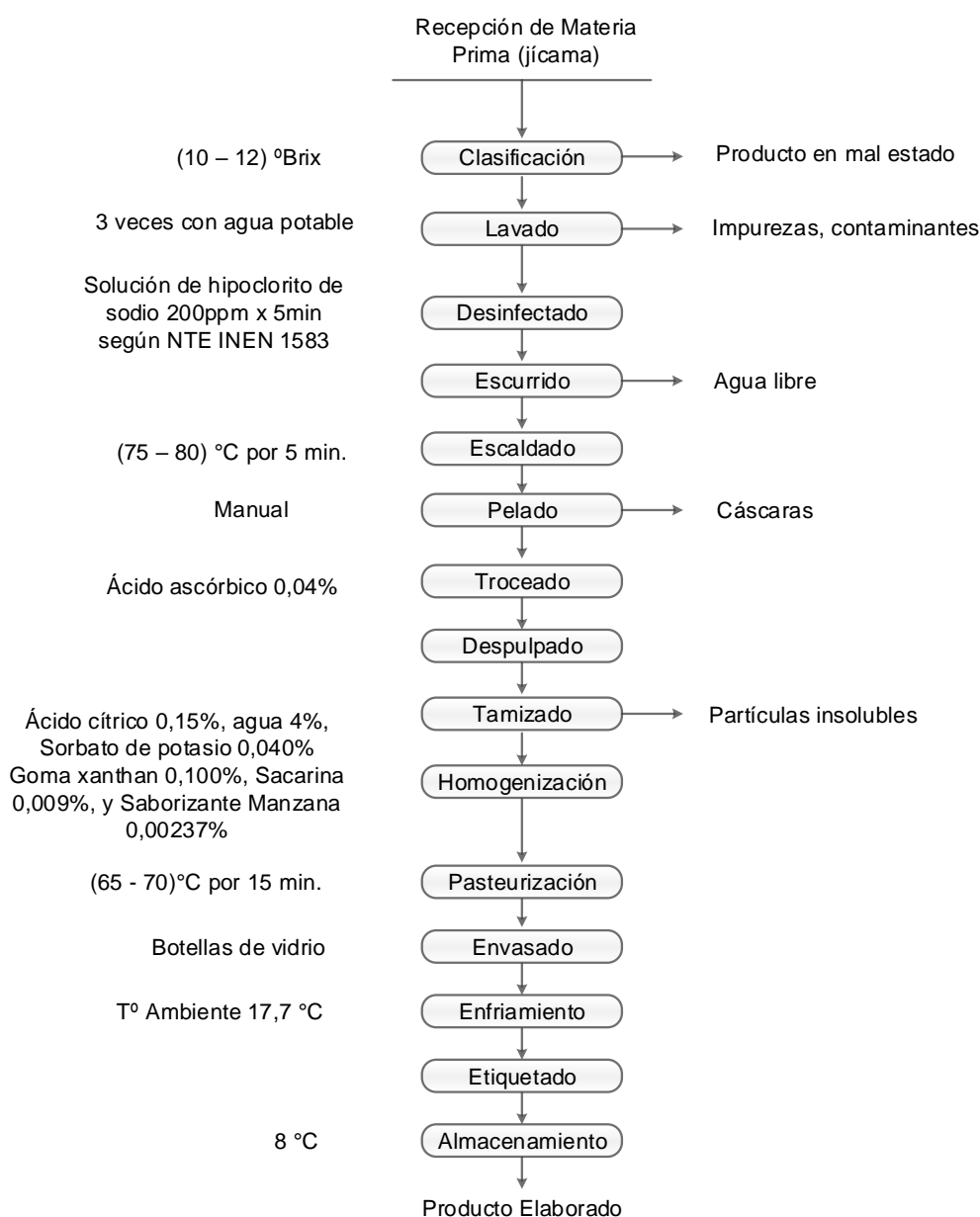
Posteriormente se procedió a caracterizar la materia prima con el estado de madurez óptimo en base a los resultados del estudio en diferentes etapas de cultivo.

3.3.2 ESTABLECIMIENTO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA NUTRACÉUTICA A PARTIR DE LA JÍCAMA.

El proceso de elaboración de la bebida se estableció en base a información bibliográfica de autores como Salas de la T., et al., (2009) y Manrique I., (2004) en sus investigaciones en pulpas y bebidas; además se consideró la norma NTE INEN 2337:2008, misma que se refiere a los requisitos de jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.

Basado en esta información y procurando conservar las propiedades nutricionales y medicinales, se realizó ensayos en la raíz de jícama hasta establecer el proceso de elaboración más adecuado de bebida nutracéutica, mismo que se describe en el numeral 3.3.3

3.3.3 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO



* Durante la secuencia del proceso de la bebida se realizó el acondicionamiento (control de pardeamiento enzimático) mediante el ácido cítrico y ácido ascórbico.

Gráfico 3. Diagrama de bloques para la obtención de bebida de jícama

*Los factores y sus cantidades fueron determinados mediante pruebas preliminares, procurando utilizar cantidades mínimas que se encuentran dentro de las normas permitidas.

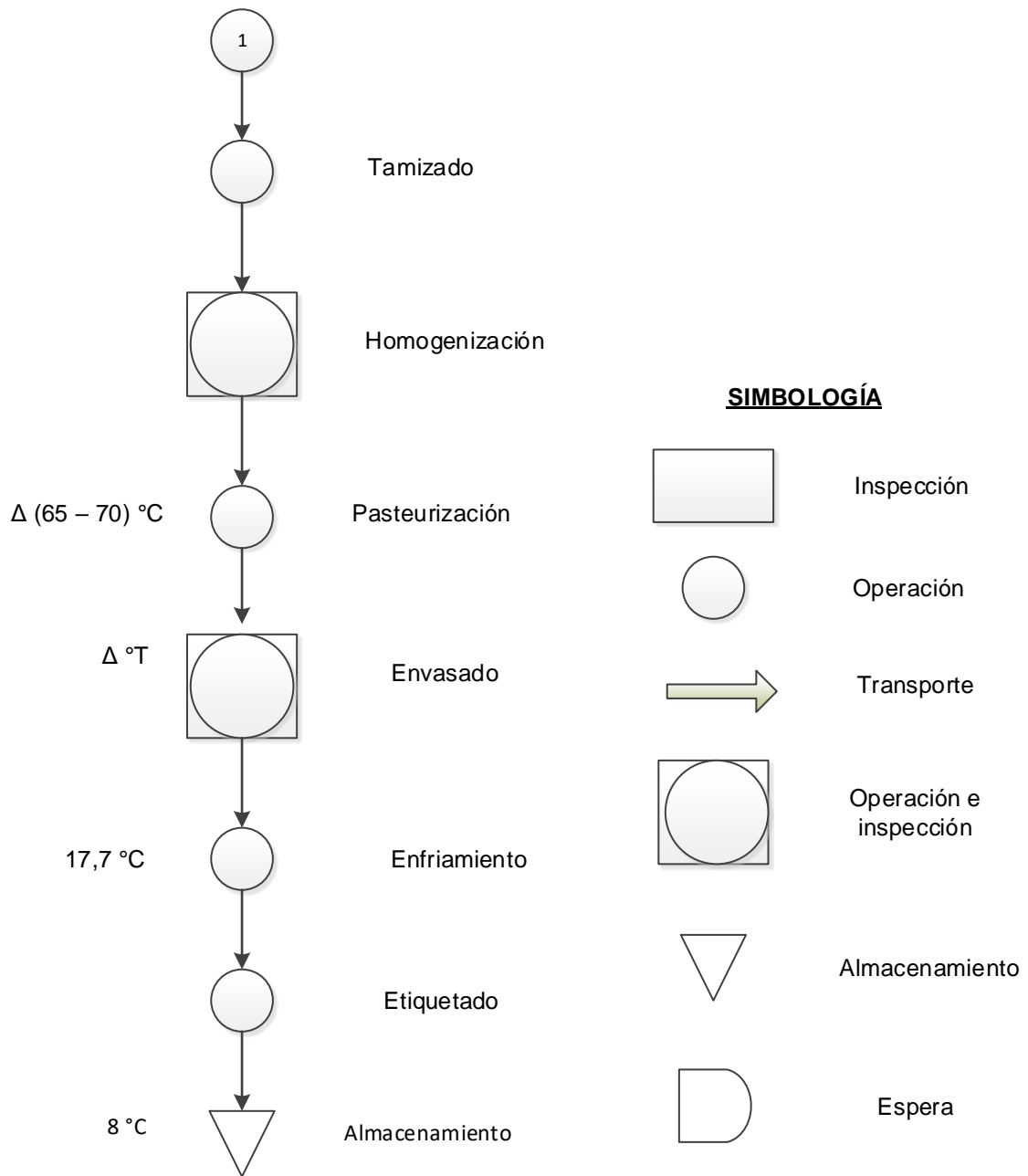


Gráfico 4. Diagrama de Flujo de la bebida nutracéutica de jícama

3.3.3.1 Descripción de las operaciones del proceso

3.3.3.1.1 Recepción de materia prima

Se receipta la materia prima conforme llega del productor y se realiza el pesaje.



Fotografía 3. Recepción de jícama.

3.3.3.1.2 Clasificación

Dado que existe una correlación alta ($r > 0,8$) entre el valor de los sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) y el contenido de FOS Hermann et al. (1999), se puede asegurar con bastante certeza que la medición de los grados Brix es útil para comparar el contenido relativo de FOS de dos o más lotes de jícama. La importancia de este método radica en su simplicidad, rapidez y bajo costo ya que puede realizarse fácilmente con el uso de un refractómetro portátil, el cual es poco costoso y fácil de manejar.

El procedimiento que debería aplicarse para la selección de un lote es el contenido de FOS, para lo cual se debe: seleccionar aquellos lotes en los que las muestras tienen valores de (10 y 11 $^{\circ}$ Brix) y descartar aquellas raíces que perjudiquen la calidad del producto final, como: raíces muy pequeñas, con signos de pudrición, golpes, grietas y signos de contaminación microbiana.



Fotografía 4. Clasificación de materia prima.

3.3.3.1.3 Lavado

Se lava las raíces con abundante agua; se eliminan los restos de tierra y materia orgánica adheridos en la cáscara.



Fotografía 5. Lavado

3.3.3.1.4 Desinfectado

Sumergir la jícama en una solución de 200 ppm (mg/kg) de hipoclorito de sodio por 5 minutos, se reduce la carga microbiana en la materia prima según la norma NTE INEN 1 583.

Una solución de hipoclorito de sodio se puede preparar diluyendo 4 ml de lejía comercial por cada litro de agua (la mayoría de lejías comerciales contienen alrededor de 5% de hipoclorito de sodio). (Manrique et al. 2005).



Fotografía 6. Desinfección de las raíces de jícama

3.3.3.1.5 Ecurrido

A fin de que se escurra el agua del producto, se deja en reposo 5 minutos en un recipiente perforado.



Fotografía 7. Ecurrido.

3.3.3.1.6 Escaldado

Se procedió al escaldado de la jícama, con un tratamiento térmico de agua de 75 °C a 80 °C durante 3 a 5 minutos, con el propósito de inactivar las enzimas que oscurecen la raíz, permitiendo el ablandamiento del producto, facilitando el proceso de pelado y extracción.



Fotografía 8. Escaldado.

3.3.3.1.7 Pelado

El pelado de las raíces se lo realiza manualmente utilizando un pelador de papas. A medida que se pelan las raíces, es recomendable sumergirlas en un recipiente con agua potable con el fin de retardar el pardeamiento. Con este sistema, una persona puede pelar entre 20 y 25 kg de raíces de jícama en una hora. Hay una pérdida de alrededor del 20,00% del peso inicial de las raíces. (Manrique et al. 2005).

Es importante retirar minuciosamente toda la cáscara ya que en ella se concentra una cantidad muy alta de compuestos químicos propensos al pardeamiento enzimático. (Manrique I. , 2004)



Fotografía 9. Pelado.

3.3.3.1.8 Troceado

Se prepara una solución diluida en agua de ácido ascórbico (0,04%), estos porcentajes hacen referencia al peso de raíces peladas; luego se procede a tajar la misma para controlar el pardeamiento según las normas: NTE INEN 2337:2008 para el ácido ascórbico.



Fotografía 10. Troceado.

3.3.3.1.9 Despulpado

Después del troceado, se agrega el producto en la licuadora industrial. Se aconseja que este proceso dure el menor tiempo posible, debido a que al estar en presencia de oxígeno la jícama comienza a pardearse.



Fotografía 11. Despulpado

3.3.3.1.10 Tamizado de la pulpa

Para este proceso se utilizó un tamiz (tela organza, utilizada para el tamizaje de leche) que consigue disminuir la carga de partículas insolubles en la bebida.



Fotografía 12. Tamizado.

3.3.3.1.11 Homogenización

Esta operación tiene la finalidad de uniformizar la mezcla hasta lograr la completa disolución de los ingredientes restantes.

Durante este proceso se añaden los aditivos como son: ácido cítrico 0,15% (norma NTE INEN 2337:2008), agua 4%, sorbato de potasio 0,04% (Norma NTE INEN 2074:2012), el estabilizante (goma xanthan) según la norma NTE INEN 2337:2008, edulcorante (sacarina) y saborizantes permitidos (piña y manzana).

Para facilitar la solubilidad del estabilizante, es recomendable diluirlo en agua tibia para posteriormente añadirlo a la bebida.



Fotografía 13. Homogenización

3.3.3.1.12 Pasteurización

La pasteurización se la realiza con la finalidad de eliminar la carga microbiana y que el producto se presente aséptico de tal modo que se mantenga estable durante su almacenamiento. Se realizó la pasteurización lenta a una temperatura de 65 °C a 70 °C durante 15 minutos.

Debido a que la pasteurización es un proceso que usa temperaturas menores a 120°C, no existe riesgo que la Oligofructosa se degrade durante este proceso (Manrique 2004)



Fotografía 14. Pasteurización

3.3.3.1.13 Envasado

El envasado se realizó a una temperatura no menor a 65°C. El llenado de la bebida debe hacerse hasta la altura del cuello de la botella, evitando la formación de espuma.



Fotografía 15. Envasado de la bebida.

3.3.3.1.14 Enfriamiento

El producto envasado debe ser rápidamente enfriado a temperatura ambiente de 17,7°C para formar un vacío en la botella y lograr la mejor conservación de la bebida envasada.



Fotografía 16. Enfriamiento de la bebida.

3.3.3.1.15 Etiquetado

Se coloca la etiqueta al producto terminado para describir la información de la bebida, debe ser completamente legible para el consumidor.



Fotografía 17. Etiquetado

3.3.3.1.16 Almacenamiento

El producto terminado se almacena en un lugar fresco, limpio, seco y con suficiente ventilación, de preferencia en refrigeración a 8°C para conservar la integridad del producto.



Fotografía 18. Almacenado de la bebida de jícama

3.3.4 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICO QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DE LA BEBIDA NUTRACÉUTICA A PARTIR DE LA JÍCAMA.

3.3.4.1 Factores en estudio fase 1

Para controlar el pardeamiento enzimático y pH en el proceso de la bebida nutracéutica, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), para los niveles de ácido cítrico y para el ácido ascórbico se tomó el nivel máximo permitido como una cantidad estándar; los factores para este proceso se describen a continuación.

3.3.4.1.1 Porcentajes de Ácido cítrico

- A1: 0,15%
- A2: 0,30%

*Los porcentajes del factor se determinaron mediante pruebas preliminares, procurando usar cantidades dentro de la NTE INEN 2337:2008.

3.3.4.1.2 Tratamientos

Se evaluaron dos tratamientos, que constan de dos niveles de ácido cítrico.

Tabla 5. Tratamientos en estudio en fase 1.

Tratamientos	Porcentaje de ácido cítrico	
T1	A1	0,15%
T2	A2	0,30%

3.3.4.1.3 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con dos tratamientos y tres repeticiones cada uno.

3.3.4.2 Características del experimento

- Tratamientos: dos (2)
- Repeticiones: tres (3)
- Unidades experimentales: seis (6)

3.3.4.2.1 Características de la unidad experimental

Para cada unidad experimental se utilizó, 1000 gramos de materia prima para conocer el efecto que tiene sobre el pardeamiento.

3.3.4.2.2 Análisis estadístico

El esquema de Análisis de Varianza es:

Tabla 6. ADEVA fase 1.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	5
Tratamientos	1
Error experimental	4

3.3.4.2.3 Análisis funcional

Se realizaron las pruebas organolépticas para las variables cualitativas (color, turbidez, aspecto-consistencia, aceptación), debido a que en esta fase de estudio es necesario conocer el efecto del ácido cítrico en el pardeamiento enzimático, para ello se usó la prueba de Friedman.

3.3.4.3 Factores en estudio fase 2

Los factores en estudio en esta fase están constituidos por dos niveles de edulcorante (sacarina), y por dos tipos de saborizantes (manzana y piña) usados para mejorar las características organolépticas de la bebida, los cuales fueron determinados mediante pruebas previas.

3.3.4.3.1 Factor A: Dosis de edulcorante (sacarina)

- A1: 0,006%
- A2: 0,009%

3.3.4.3.2 Factor B: Tipo de saborizante

- B1: Manzana.
- B2: Piña.

3.3.4.3.3 Tratamientos

Producto de la combinación de los factores: dosis de edulcorante (A), y tipo de saborizante (B), se evaluaron cuatro tratamientos y el testigo.

Tabla 7. Tratamientos en estudio fase 2.

Tratamientos	Dosis de edulcorante		Tipo de saborizante		Combinaciones
T1	A1	0,006%	B1	Manzana	A1B1
T2	A1	0,006%	B2	Piña	A1B2
T3	A2	0,009%	B1	Manzana	A2B1
T4	A2	0,009%	B2	Piña	A2B2
Testigo	muestra de jugo natural				

3.3.4.3.4 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), con cuatro tratamientos y tres repeticiones, y un testigo, en arreglo factorial (AxB) + 1; en donde el factor A representa: dosis de edulcorante, y el factor B: tipo de saborizante, y un testigo de jugo natural.

3.3.4.4 Características del experimento

- Tratamientos: cuatro (4)
- Repeticiones: tres (3)
- Testigos: uno (1)
- Unidades experimentales: quince (15)

3.3.4.4.1 Características de la unidad experimental

Para cada unidad experimental se utilizó 1000ml de producto terminado, tomando en cuenta los diferentes análisis realizados y la degustación.

3.3.4.4.2 Análisis estadístico

El esquema de Análisis de Varianza es:

Tabla 8. ADEVA fase 2

Fuente de variación	de	Grados de libertad
Total		14
Repeticiones		2
Tratamientos		4
Factor A		1
Factor B		1
Factor A x B		1
Testigo vs otros		1
Error experimental		10

3.3.4.4.3 Análisis funcional

Coefficiente de variación

Tratamientos: Tukey al 5%

Factores: prueba de DMS (Diferencia Mínima Significativa)

Para las variables Cualitativas se utilizó FRIEDMAN en la evaluación del producto final.

3.3.4.5 Variables evaluadas

3.3.4.5.1 Estado de madurez comercial de la raíz de jícama

Tabla 9. Variables para estado de madurez

Variable	Unidad	Método de ensayo
Contenido de Agua	%	AOAC 925.10
Sólidos solubles	°Brix	AOAC 932.14C
pH	-----	AOAC 981.12
Azúcares totales	%	AOAC 932.14C
Azúcares Reductores Libres	%	AOAC 932.14C
Acidez Titulable	mg/100g	AOAC 954.07

3.3.4.5.2 Variables cuantitativas en materia prima y producto terminado

Tabla 10. Variables, métodos y frecuencia

Variable	Unidad	Método de ensayo	Frecuencia y aplicación
Proteína	%	AOAC 920.87	Materia prima una vez
Extracto etéreo	%	AOAC 920.85	Materia prima una vez
Fibra bruta	%	AOAC 978.10	Materia prima una vez
Cenizas	%	AOAC 923.03	Materia prima una vez
Carbohidratos totales	%	Cálculo	Materia prima una vez
Almidón	%	AOAC 906.03	Materia prima una vez
Azúcares totales	%	AOAC 932.14C	Materia prima una vez
Calcio, Magnesio, Potasio	mg/100g	Espectrofotometría	Materia prima una vez
Sólidos solubles	°Brix	AOAC 932.14C	Materia prima y Prod. Term.
pH	-----	AOAC 981.12	Materia prima y Prod. Term.
Humedad	%	AOAC 925.10	Materia prima y Prod. Term.
Azúcares Reductores Libres	%	AOAC 932.14C	Materia prima y Prod. Term.
Acidez titulable	mg/100g	AOAC 954.07	Prod. T. por triplicado
Densidad Relativa	-----	Picnómetro	Prod. T. por triplicado
Análisis microbiológicos (recuentos de aerobios mesófilos totales, mohos y levaduras)	UFC/ml	ISO 6222	Prod. Terminado en los 3 mejores tratamientos
	UFC/ml	NTE INEN1529	
Fructooligosacáridos	g/100ml	HPLC	Prod. T. una vez por cada Trat.

3.3.4.6 Variables cualitativas

Para realizar la evaluación sensorial del producto elaborado se aplicó el método de panel de gustador, mismo que se procedió a desarrollarlo en dos pruebas: primero de aceptación del color y aspecto y luego una segunda prueba para escoger el mejor cualitativamente en el producto terminado.

Se elaboró el instrumento de recopilación de información que emiten los panelistas que intervinieron en este análisis.

Para la aplicación del instrumento a los panelistas, previo a su aplicación se procedió a socializar el instrumento (matrices) en la que constan los diferentes atributos de la evaluación sensorial. Además recibieron indicaciones descritas en el instrumento.

La evaluación sensorial en las dos fases se realizó con un panel de 11 degustadores seleccionados al azar y los datos registrados se manejaron a través de pruebas no paramétricas de rangos de FRIEDMAN, basada en la siguiente fórmula:

Ecuación 2. Ecuación de FRIEDMAN.

$$x^2 = \frac{12}{b.t(t+1)} \sum R^2 - 3b(t + 1) \quad (\text{Ec.2})$$

En donde:

b= Número de panelistas

t= Tratamientos

R= Rangos

3.3.5 CONTENIDO DE FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS (FOS) EN LA MATERIA PRIMA Y EN EL PRODUCTO TERMINADO.

Se evaluó el contenido de fructooligosacáridos en la materia prima y en cada tratamiento utilizando el método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC).

3.3.6 VIDA ÚTIL DEL PRODUCTO ELABORADO

La vida útil de un alimento, se puede definir como el tiempo en el cual éste conservará sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, organolépticas y nutricionales.

Según afirma Viteri, P. (2010), los métodos acelerados de la durabilidad son útiles para disminuir el tiempo dedicado a los ensayos de estimación cuando se estudian productos con largos tiempos en percha. Se basa en someter el producto en condiciones de almacenamiento

que aceleren las reacciones de deterioro, denominadas abusivas, que pueden ser temperaturas, presiones parciales de oxígeno y contenidos de humedad altos.

Uno de los modelos más utilizados en la determinación de la vida de anaquel de un producto es el modelo de Arrhenius. Esta reacción ha sido experimentalmente aplicada a un número de reacciones químicas complejas y fenómenos físicos. Las reacciones químicas de pérdida de calidad de los alimentos han mostrado que siguen un comportamiento dependiente con respecto a la temperatura a la que se lleva a cabo esta reacción, dado por la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Ecuación de ARRHENIUS

$$k = Ae^{-E^*/RT} \quad (\text{Ec.2})$$

Donde:

A= Constante llamada factor de frecuencia

E*= Energía de activación

R= Constante universal de los gases (cal/mol)

T= Temperatura absoluta (Viteri, P., 2010)

La vida útil de la bebida de jícama se determinó en base al cambio que sufrieron sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas como: sólidos solubles, acidez titulable, recuento estándar, mohos y levaduras del producto almacenado a temperaturas de 17,70 °C y 40,00 °C en el mejor tratamiento, procurando no exceder los requisitos de la norma INEN.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las variables evaluadas en el proceso experimental se detallan a continuación:

4.1 ESTADO DE MADUREZ DE LA JÍCAMA

El estado de madurez de la jícama previo a su proceso de obtención de bebida presenta los siguientes resultados:

Tabla 11. Estado de madurez en diferentes etapas de la raíz de jícama.

ETAPA	pH	Acidez Titulable (%)	Sólidos solubles (°Brix)
MES 7	6,26	0,099	8,50
MES 8	6,30	0,090	10,00
MES 9	6,72	0,062	10,20

En la tabla 11 correspondiente a las variables de pH, acidez titulable y °Brix, se tomó en cuenta como referencia lo expuesto por Marcial (2008), quien asegura que los fructooligosacáridos disminuyen a partir de los 8 hasta los nueve meses y muestran una

recuperación hasta los 11 meses, cuando nuevamente decrecen, se aceptan las cantidades de °Brix a los 8 meses, etapa en la cual este contenido es óptimo.

Los procesos de degradación y síntesis de azúcares comunes según menciona Cuadrado, L. (2004) dependen de la acción de la enzima fructosil transferasa (SST), misma que cataliza moléculas de sacarosa para producir 1-kestosa (GF2), el fructooligosacárido más sencillo que sirve de intermediario para la síntesis de FOS de mayor tamaño (GF3, GF4, GF5, GF6, GF7, GF8, GF9); de esta manera se llegan a obtener los diversos tipos de FOS que existen en la raíz de jícama.

Debido a estos resultados se obtuvieron los siguientes parámetros.

Tabla 12. Resultados de los análisis de la raíz de jícama en estado fresco a los 8 meses.

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Método de ensayo
Contenido de Agua	%	90,00	AOAC 925.10
Proteína	%	2,20	AOAC 920.87
Extracto etéreo	%	0,04	AOAC 920.85
Cenizas	%	0,45	AOAC 923.03
Azúcares Reductores Libres	%	0,13	AOAC 932.14C
Carbohidratos totales	%	7,31	Cálculo
Almidón	%	4,31	AOAC 906.03
Fibra Bruta	%	0,25	AOAC 978.10
Sólidos solubles	°Brix	10,00	AOAC 932.14C
Acidez titulable (Ac. Oxálico)	mg/100g	63,20	AOAC 954.07
pH	-----	6,30	AOAC 981.12
Azúcares Totales	%	11,24	AOAC 932.14C
Calcio	mg/100g	17,00	
Magnesio	mg/100g	4,40	Espectrofotometría
Potasio	mg/100g	39,00	
Fructooligosacáridos	g/100g	6,06	cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)

El estado de madurez comercial de la jícama fresca, proveniente del biocorredor Pisque-Mojanda-San Pablo sector Tupigachi del productor Silverio Cuascota, utilizada en esta investigación, corresponde a una plantación de 8 meses, registra 10 °Brix de concentración

de sólidos solubles, 63,20mg/100ml de acidez titulable (expresada como ácido oxálico), 6,30 de pH.

Según estudios realizados por Villacrés, et al. (2007), para el aprovechamiento óptimo de los azúcares (FOS) es recomendable utilizar la raíz inmediatamente después de la cosecha, la misma que debe realizarse entre los 8 a 9 meses de cultivo, se desarrolla en altitudes de 2.500 a 3.100 metros y de 12°C a 18°C cuando el contenido de FOS es máximo. En el análisis realizado a la jícama del biocorredor antes mencionado, resultó con 6,06 g/100g de fructooligosacáridos mediante cromatografía líquida de alta resolución.

4.2 PROCESO DE ELABORACIÓN DE BEBIDA NUTRACÉUTICA A PARTIR DE LA JÍCAMA

Para la elaboración de la bebida se dispuso de zumo de jícama con una concentración de sólidos solubles de 10,0 °Brix proveniente de raíces que no presenten pudrición, golpes, grietas y signos de contaminación microbiana. Las mismas deben estar lavadas, desinfectadas con hipoclorito de sodio de 200 ppm por 5 minutos, labores realizadas conforme contempla la norma INEN 1583.

Para la obtención de la bebida se utilizó zumo de jícama, se adicionó 4% de agua, 0,15% de ácido cítrico, 0,04% de sorbato de potasio, 0,009% sacarina, 0,1% de goma xanthan y 0,00263% saborizante con el fin de regular el pH, conservar sus características, controlar el pardeamiento enzimático y mantener la inocuidad del producto en estudio, alcanzando una concentración de 11,08°Brix.

4.2.1 BALANCE DE MATERIALES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE BEBIDA DE JÍCAMA

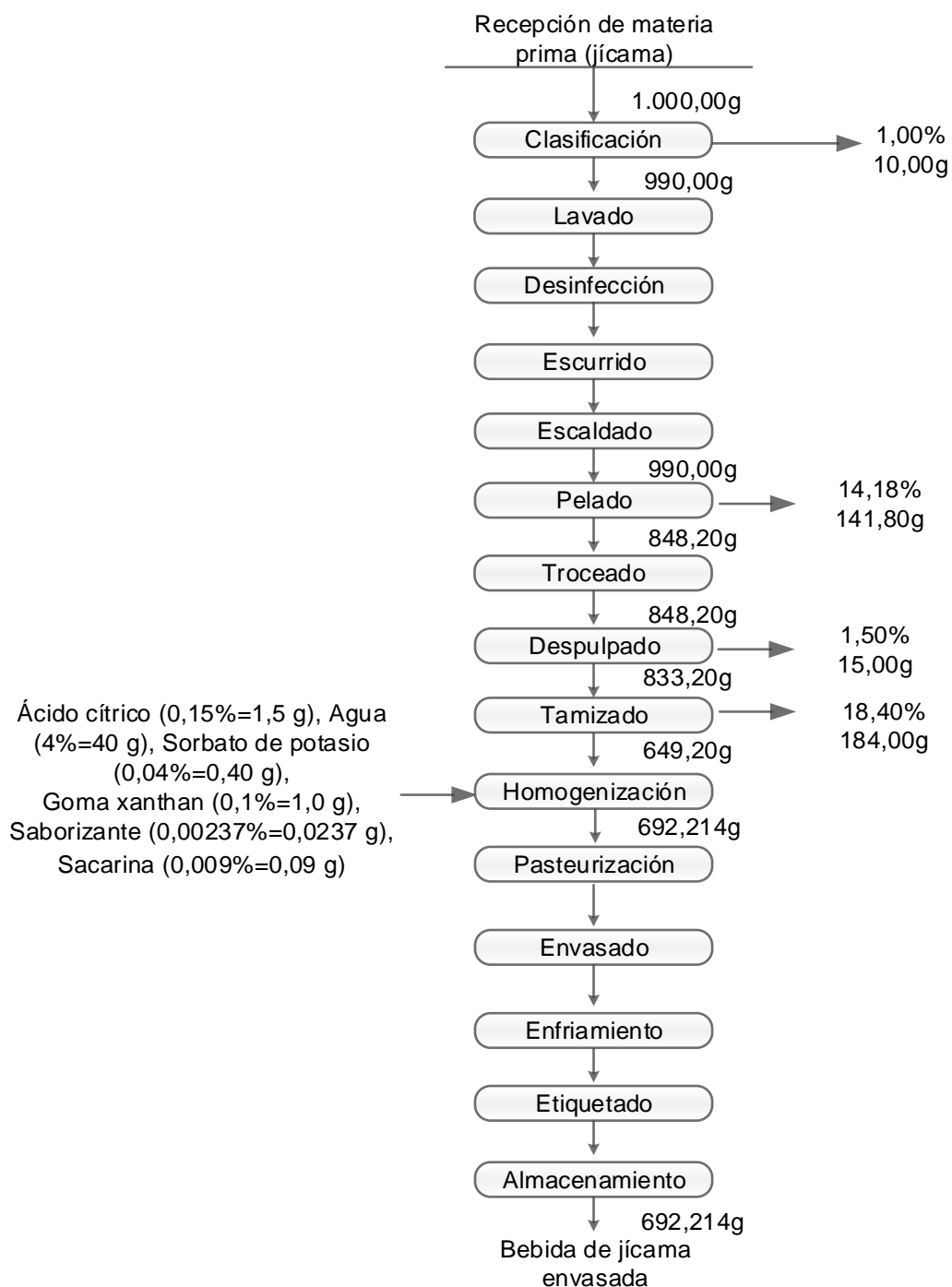


Gráfico 5. Balance de materiales para la obtención de bebida de jícama

El rendimiento de bebida luego del proceso es de 69,22% con lo cual se obtienen 2,77 envases de 250ml cada uno. La descripción del proceso se detalla en el ítem 3.4.1.

4.3 ANÁLISIS DE DATOS DE LA PRIMERA FASE DE DEGUSTACIÓN

A continuación se detallan los resultados obtenidos organolépticamente en la primera fase de la investigación, mismos que permitieron conocer cual dosis de ácido cítrico es el óptimo para usar en el proceso.

Tabla 13. Comparación estadística de las variables según Friedman en la primera fase de degustación

Variable	X ² Calculado	X ² Tabular		Sig.
		5%	1%	
Color	0,82	3,84	6,63	ns
Aspecto	0,82	3,84	6,63	ns
Turbidez	0,09	3,84	6,63	ns
Aceptabilidad	2,27	3,84	6,63	ns

X²: Ji cuadrado

** : Altamente significativo

ns: No significativo

Realizado el análisis de Friedman se determina que las variables analizadas no son significativas, por lo que se procede a realizar la comparación de medias, identificando que T1 es el mejor tratamiento en lo que respecta a color, aspecto, turbidez y aceptación.

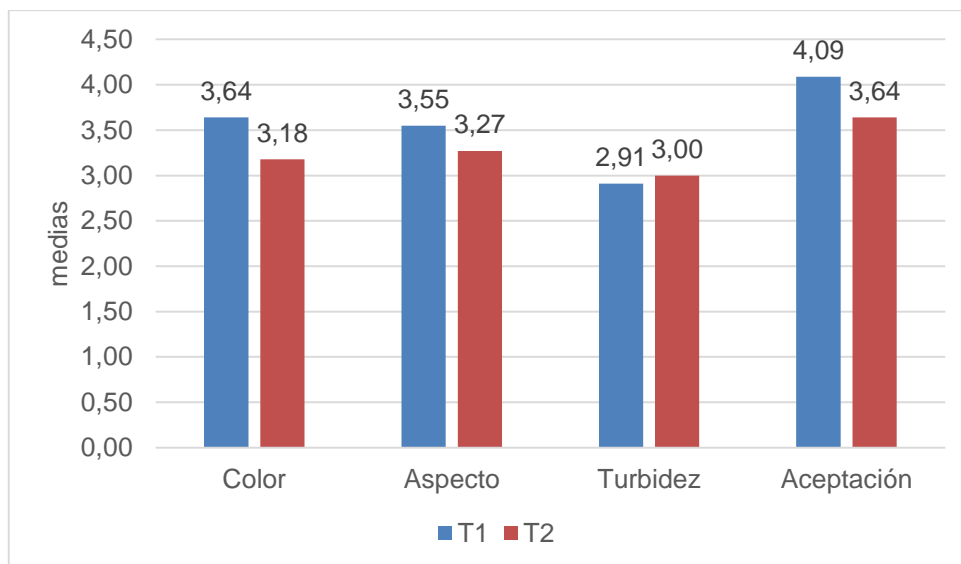


Gráfico 6. Comparación de variables organolépticas en la Fase 1

Con el fin de identificar el mejor nivel de control (0,15% y 0,30% de ácido cítrico), de características visuales en el aspecto de la bebida de jícama, se realizó el análisis sensorial, determinándose que el 0,15% es el nivel más apropiado para controlar el pardeamiento enzimático, debido a que mantiene las características de color y aspecto de la materia prima en la bebida obtenida.

4.4 EVALUACIÓN FÍSICO QUÍMICA EN LA BEBIDA

Las variables analizadas en la bebida de jícama se detallan a continuación:

4.4.1 SÓLIDOS SOLUBLES (°Brix)

El análisis de esta variable se fundamentó en la norma AOAC 932.14C, que permitió determinar la variación del contenido de sólidos solubles en la bebida.

Tabla 14. Contenido de sólidos solubles (°Brix) por tratamiento

Trat/Rep.		I	II	III	Σt	Media
T1	A1B1	11,9	11,8	10,3	34	11,33
T2	A1B2	11,2	10,6	11	32,8	10,93
T3	A2B1	10,9	11	10,4	32,3	10,77
T4	A2B2	12,2	11,8	9,8	33,8	11,27
T5	Test	9,6	10,2	9,4	29,2	9,73
	Σr	55,8	55,4	50,9	162,1	54,03

Tabla 15. Análisis de Varianza (ADEVA) de sólidos solubles (°Brix)

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T. 5%	F.T. 1%	Sig.
Total	14	10,63	----- -				
Tratamientos	4	4,98	1,24	2,2	3,48	5,99	ns
A	1	0,04	0,04	0,07	4,96	10	ns
B	1	0,01	0,01	0,01	4,96	10	ns
AxB	1	0,61	0,61	1,07	4,96	10	ns
Tes vs Resto	1	4,32	4,32	7,64	4,96	10	*
Error exp.	10	5,65	0,57				
CV		6,96%					

F.V: Fuente de variación

G.L: Grados de libertad

S.C: Sumatoria de cuadrados

C.M: Cuadrado medio

**: Altamente significativo

*: Significativo

ns: No significativo

El análisis de varianza determina que existe significación al 5% para Testigo vs Resto (tabla 14), lo que quiere decir que el testigo es diferente a los tratamientos experimentados, además se refleja que no existe significación estadística para tratamientos, factores e interacción de factores.

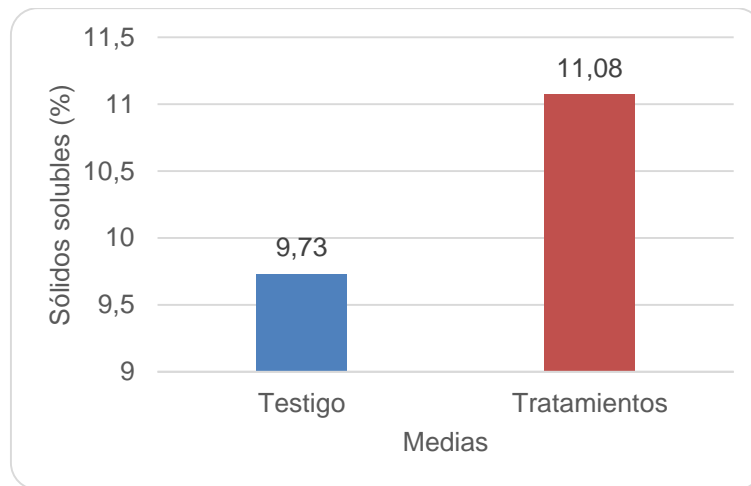


Gráfico 7. Comparación de la concentración de sólidos solubles del testigo vs el resto

Tomando en consideración que el valor de sólidos solubles obtenidos en el zumo natural de la bebida de jícama (testigo) equivalente a 9,73 °Brix, observando que el resultado de la bebida equivalente a 11,08 °Brix es superior al testigo; esto se debe a los aditivos añadidos en la etapa de homogenización especialmente sacarina y ácido cítrico presentes en la formulación de la bebida.

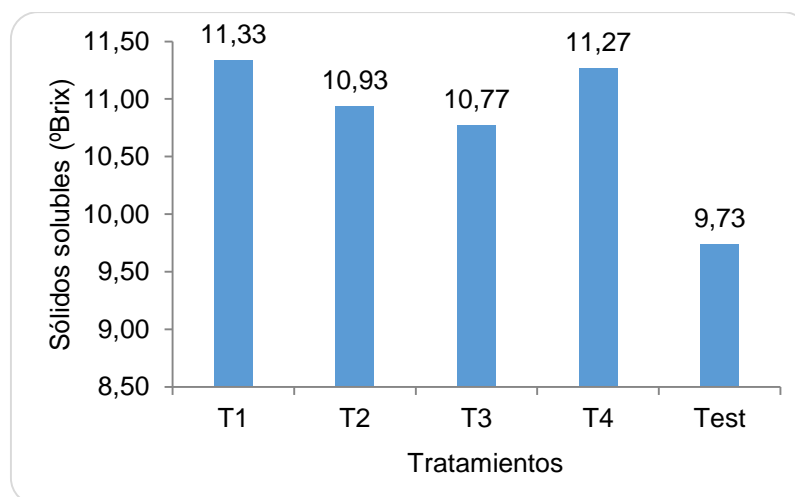


Gráfico 8. Comportamiento de los sólidos solubles en la bebida de jícama

El resultado obtenido tiene variación entre tratamientos, este cambio está influenciado especialmente por el tamaño de las raíces utilizadas para cada uno, ya que según menciona

Manrique, Párraga & Hermann (2005) en la distribución de sólidos solubles dentro de la raíz existe un gradiente de concentración decreciente desde la parte interna hacia la externa.

Según lo expuesto en el ítem 5 de requisitos, en el numeral 5.4 de requisitos específicos para las bebidas de frutas de la norma NTE INEN 2337:2008 contempla que “los grados brix de la bebida serán proporcionales al aporte de la fruta, con exclusión del azúcar añadido.”

Conforme indica Rivera & Manrique (2005) para realizar bebidas concentradas de jícama se debe concentrar los sólidos solubles a 20 °Brix, lo que no sucede en la investigación propuesta para realizar bebida de jícama, alcanzando 11,08°Brix de sólidos solubles.

4.4.2 POTENCIAL HIDRÓGENO (pH)

Estos datos obtenidos con la finalidad de observar la variación que existe en la investigación, se obtuvieron conforme la norma AOAC 981.12; se describen en la siguiente tabla (16).

Tabla 16. Datos de pH de la bebida

Trat/Rep.	I	II	III	Σt	Media	
T1	A1B1	4,06	4,1	4,07	12,23	4,08
T2	A1B2	4,13	4,14	4,06	12,33	4,11
T3	A2B1	4,09	4,09	4,08	12,26	4,09
T4	A2B2	4,11	4,13	4,09	12,33	4,11
T5	Test	6,33	6,26	6,31	18,9	6,3
	Σr	22,72	22,72	22,61	68,05	22,68

Tabla 17. Análisis de Varianza (ADEVA) de pH en la bebida

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T. 5%	F.T. 1%	Sig.
Total	14	11,67073	-----				
Tratamientos	4	11,6626	2,91565	3584,81557	3,48	5,99	**
A	1	0,00008	0,00008	0,09221	4,96	10	ns
B	1	0,00241	0,00241	2,96107	4,96	10	ns
AxB	1	0,00007	0,00007	0,09221	4,96	10	ns
Tes vs Resto	1	11,66004	11,66004	14336,1168	4,96	10	**
Error exp.	10	0,00813	0,00081				
CV	0,63%						

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns: No significativo

La determinación del pH en la bebida de jícama, permitió observar la variación causada por los aditivos adicionados como: edulcorante, saborizante, ácido cítrico, estabilizante y conservante. Además, realizar el control respecto a calidad e inocuidad del producto, esta variable alcanzó un valor de 4,10 de la escala ácida; nivel que favorece prolongar la vida útil y consumo del producto.

En el análisis de varianza para la bebida se determinó alta significación estadística para tratamientos y testigo vs resto, sin embargo para factores y su interacción no presentó significancia, por tanto se procedió a realizar la prueba de Tukey para tratamientos.

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos en la variable pH

TRATAMIENTOS	MEDIA	RANGOS
T1	4,08	a
T3	4,09	a
T2	4,11	a
T4	4,11	a
Test.	6,3	b

El resultado de la prueba de Tukey define dos rangos a y b; para tratamientos no existe variación, sin embargo esta variable es diferente en el testigo y se encuentra entre los

requisitos específicos para bebidas de frutas, ítem 5.4.2 de la norma INEN 2337:2008 que menciona que el pH para este producto debe ser inferior a 4,5.

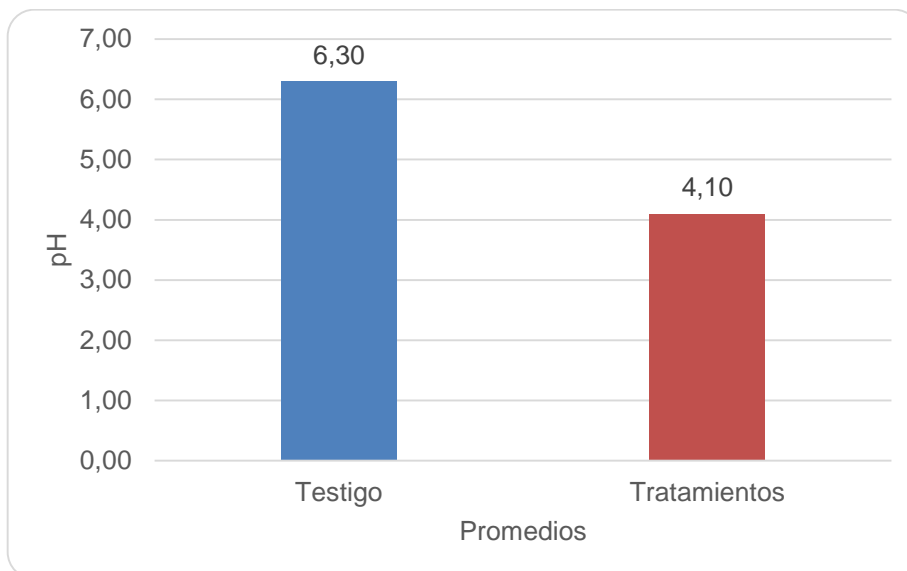


Gráfico 9. Comparación de Testigo vs Resto en la variable pH

El pH de la bebida de jícama resultó 4,10. Este valor es similar a los difundidos por Rivera & Manrique (2005) en su investigación realizada en zumo concentrado de jícama con rango de 4 – 4,4. Tomando en consideración que el zumo natural del testigo de la investigación de bebida de jícama equivale a 6,30. Valor que se reduce debido a la adición de 0,15% de ácido cítrico.

4.4.3 SÓLIDOS TOTALES

Se utilizó la metodología según la norma AOAC 925.10 para conocer la variación de sólidos totales que tuvo la bebida, sus resultados se describen en la siguiente tabla.

Tabla 19. Sólidos totales en la bebida (g/100g)

Trat. / Rep.	I	II	III	Σt	Media
T1 A1B1	11,27	11,31	9,66	32,24	10,75
T2 A1B2	10,63	9,83	9,88	30,34	10,11
T3 A2B1	10,53	10,69	9,23	30,45	10,15
T4 A2B2	11,91	11,31	8,36	31,58	10,53
T5 Test	9,07	9,9	8,91	27,88	9,29
Σr	53,41	53,04	46,04	152,49	50,83

Tabla 20. Análisis de Varianza (ADEVA) del contenido de sólidos totales en la bebida

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T. 5%	F.T. 1%	Sig.
Total	14	14,94	----- -				
Tratamientos	4	3,7	0,92	0,82	3,48	5,99	ns
A	1	0,03	0,03	0,02	4,96	10	ns
B	1	0,05	0,05	0,04	4,96	10	ns
AxB	1	0,77	0,77	0,68	4,96	10	ns
Tes vs Resto	1	2,86	2,86	2,54	4,96	10	ns
Error exp.	10	11,24	1,12				
CV		10,43%					

**: Altamente significativo

*: Significativo

ns: No significativo

El análisis estadístico de sólidos totales de la bebida nutracéutica de jícama determinó que, “no existe significancia estadística”, es decir, las variables independientes no influyen en la modificación de los sólidos, razón por la cual no se procedió a realizar ninguna prueba.

4.4.4 AZÚCARES REDUCTORES LIBRES

El contenido de azúcares reductores en la bebida, se determinó en 5 muestras con tres repeticiones, siguiendo el procedimiento de la norma AOAC 932.14C.

Tabla 21. Contenido de Azúcares reductores libres en la bebida de jícama (g/100g)

	Trat/Rep.	I	II	III	Σt	Medias
T1	A1B1	5,6	5,4	5,2	16,2	5,40
T2	A1B2	5,7	5,8	5,35	16,85	5,62
T3	A2B1	6,25	6,24	6,25	18,74	6,25
T4	A2B2	6,4	6,45	6,42	19,27	6,42
T5	Test	3,67	3,9	3,67	11,24	3,75
	Σr	27,62	27,79	26,89	82,3	27,43

Tabla 22. Análisis de Varianza (ADEVA) para azúcares reductores libres en la bebida

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T. 5%	F.T. 1%	Sig.
Total	14	13,74	-----				
Tratamientos	4	13,52	3,38	148,15	3,48	5,99	**
A	1	2,05	2,05	89,88	4,96	10	**
B	1	0,12	0,12	5,09	4,96	10	*
AxB	1	0,001	0,001	0,05	4,96	10	ns
Tes vs Resto	1	11,35	11,35	497,59	4,96	10	**
Error exp.	10	0,23	0,02				
CV		2,75%					

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns : No significativo

Los resultados del análisis de varianza de azúcares reductores en la bebida, determinan que existe alta significación estadística en tratamientos, porcentaje de edulcorante (factor A) y testigo vs resto. El tipo de saborizante (factor B) incide mínimamente por siendo significativo al 5% y la interacción de factores no presenta significación; procediendo a realizar las pruebas de significación de Diferencia Mínima Significativa (DMS) para factores y Tukey para tratamientos.

Tabla 23. Prueba de significación Tukey en azúcares reductores libres para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIA	RANGOS
T4	6,42	a
T3	6,25	a
T2	5,62	b
T1	5,40	b
Testigo	3,75	c

El resultado de la prueba de Tukey define tres rangos a, b y c, siendo el rango “a” el mejor estadísticamente debido a su mayor contenido de azúcares reductores libres, correspondiendo a los tratamientos T4 y T3, mismos que contienen en su formulación mayor porcentaje de edulcorante añadido.

Tabla 24. Prueba DMS para el factor A (% edulcorante)

FACTOR	MEDIA	RANGOS
A2	6,34	a
A1	5,51	b

En la prueba DMS para el porcentaje de edulcorante, se observa que existen dos rangos (a y b) de los cuales el nivel de A2 (0.009% de sacarina), influye mayoritariamente en el contenido de azúcares reductores.

Tabla 25. Prueba DMS para el factor B (tipo de saborizante)

FACTOR	MEDIA	RANGOS
B2	6,02	a
B1	5,82	b

En la tabla 24, correspondiente a la prueba de DMS para tipo de saborizante (factor B), se observan dos rangos, siendo el mejor estadísticamente “a” correspondiente a saborizante de piña (B2), tomando en cuenta que la diferencia con el saborizante de manzana es mínima.

Los resultados obtenidos de azúcares reductores libres de la bebida nutracéutica de jícama (5,92%), muestran valores similares con el estudio realizado por Hincapié, et al. (2012) en la investigación de bebida energizante a partir de borjón, arrojando un resultado de 7,2% predominando la fructosa y glucosa.

Al comparar los valores de azúcares reductores libres de este estudio con los de Burciaga (2001) en su estudio de comportamiento físico-químico durante el desarrollo de jícama, obtuvo valores de $7,50 \pm 2,90$ g/100g en base húmeda, se observa que son valores similares.

4.4.5 ACIDEZ TITULABLE

La acidez titulable en la bebida de jícama se sustentó en la norma AOAC 954.07; cuyos resultados se expresan en mg de ácido oxálico/100g de muestra.

Tabla 26. Datos promedios de la variable Acidez Titulable en la bebida (mg/100g)

Trat/Rep.		I	II	III	Σt	Medias
T1	A1B1	134,4	179,06	179,1	492,52	164,17
T2	A1B2	189,59	179,06	168,5	537,18	179,06
T3	A2B1	179,06	168,53	179,1	526,65	175,55
T4	A2B2	179,06	134,5	158	471,55	157,18
T5	Test	63,2	73,73	52,66	189,59	63,2
	Σr	745,31	734,88	737,3	2217,49	739,16

Tabla 27. Análisis de Varianza (ADEVA) de la variable Acidez Titulable

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T. 5%	F.T. 1%	Sig.
Total	14	30624,41	-----				
Tratamientos	4	27783,31	6945,83	24,45	3,48	5,99	**
A	1	82,69	82,69	0,29	4,96	10	ns
B	1	9,08	9,08	0,03	4,96	10	ns
AxB	1	829,34	829,34	2,92	4,96	10	ns
Tes vs Resto	1	26862,2	26862,2	94,55	4,96	10	**
Error exp.	10	2841,1	284,11				
CV		11,40%					

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns: No significativo

Los resultados del análisis de varianza de acidez titulable expresada como ácido oxálico, determinan que existe alta significación estadística para tratamientos y testigo vs resto, procediendo a realizar la prueba de tukey.

Tabla 28. Prueba de significación Tukey al 5% en acidez titulable para tratamientos

TRATAMIENTOS	MEDIA	RANGOS
T2	179,06	a
T3	175,55	a
T1	164,17	a
T4	157,18	a
Testigo	63,2	b

Los datos obtenidos en la tabla 27 referente a la prueba de Tukey en la variable acidez titulable, demuestran que existe diferencia estadística entre el testigo y los tratamientos, debido a que, para conservar la bebida se adicionó acidulante (ácido cítrico), garantizando mayor tiempo de vida útil, mejorando y conservando las características organolépticas de la bebida.

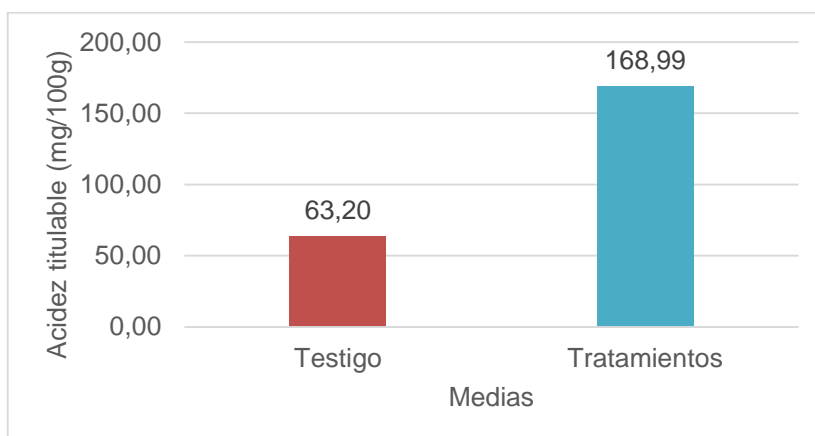


Gráfico 10. Comparación de Testigo vs Resto en la variable acidez titulable

Los datos reportados por Hincapié, et al. (2012) en su estudio de elaboración de una bebida energizante a partir del borjón, obtiene una cantidad de $2,14 \pm 0,8$ g/100g expresado en ácido oxálico en base húmeda de pulpa fresca; comparado con los datos de la bebida nutracéutica de este estudio de 0,17 g/100g, resulta mayor debido a la adición en su formulación de un acidulante (ácido cítrico), obteniendo un ph bajo de 2,75.

4.4.6 DENSIDAD RELATIVA

Se aplicó el método de ensayo denominado Picnómetro, para conocer las variaciones de la variable densidad relativa y sus valores se describen en el siguiente cuadro.

Tabla 29. Valores de Densidad Relativa en la bebida de jícama

Trat/Rep.		I	II	III	Σt	Media
T1	A1B1	1,0518	1,044	1,0371	3,1329	1,0443
T2	A1B2	1,0445	1,0443	1,0374	3,1263	1,0421
T3	A2B1	1,0417	1,0351	1,0393	3,1161	1,0387
T4	A2B2	1,0399	1,0451	1,0393	3,1243	1,0414
T5	Test	1,0384	1,0316	1,0372	3,1072	1,0357
	Σr	5,2164	5,2001	5,1902	15,6067	5,2022

Tabla 30. Análisis de Varianza (ADEVA) para Densidad Relativa en la bebida

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T. 5%	F.T. 1%	Sig.
Total	14	0,00034					
Tratamientos	4	0,00013	0,000033	1,5714286	3,48	5,99	ns
FA	1	0,000029	0,000029	1,3809524	4,96	10	ns
FB	1	0,0000002	0,0000002	0,0095238	4,96	10	ns
AxB	1	0,000018	0,000018	0,8571429	4,96	10	ns
Tes vs otros	1	0,000083	0,000083	3,952381	4,96	10	ns
Error Exp.	10	0,00021	0,000021				
CV		0,44%					

** : Altamente significativo

* : Significativo

ns : No significativo

El análisis estadístico del parámetro densidad relativa determinó que no existe significancia estadística, en este caso los tratamientos y el testigo son estadísticamente iguales, alcanzando un CV de 0,44%.

Aplicando el método del picnómetro se determinó la densidad relativa, valor promedio alcanzado equivalente a 1,0357 en el testigo y en los tratamientos 1,0416.

La densidad relativa obtenida en este estudio fue de 1,0416, comparado con investigaciones como la de Quiroz, & Quishpe (2013) realizada en una bebida energizante a base de guayusa y naranjilla edulcorada con panela, muestra una densidad de 1,0574 y según la investigación realizada por Terán, & Acosta (2014) en una bebida funcional a base de cebada y cacao en polvo edulcorado con estevia que publica una densidad relativa de 1,0669; estos valores son similares.

4.4.7 FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS

Los resultados obtenidos en los tratamientos y testigo se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 31. Contenido de Fructooligosacáridos en la bebida de jícama

MUESTRA	Jícama fresca	T1	T2	T3	T4
UNIDAD	g/100ml	g/100ml	g/100ml	g/100ml	g/100ml
GF2	1,12	1,15	1,19	1,18	1,15
GF3	1,36	1,19	1,28	1,2	1,27
GF4	0,99	1,03	0,98	0,9	0,88
GF5	0,61	0,56	0,72	0,7	0,68
GF6	0,57	0,63	0,61	0,62	0,61
GF7	0,54	0,65	0,59	0,57	0,56
GF8	0,46	0,58	0,52	0,51	0,51
GF9	0,41	0,59	0,44	0,45	0,44
ΣGF	6,06	6,38	6,33	6,13	6,10

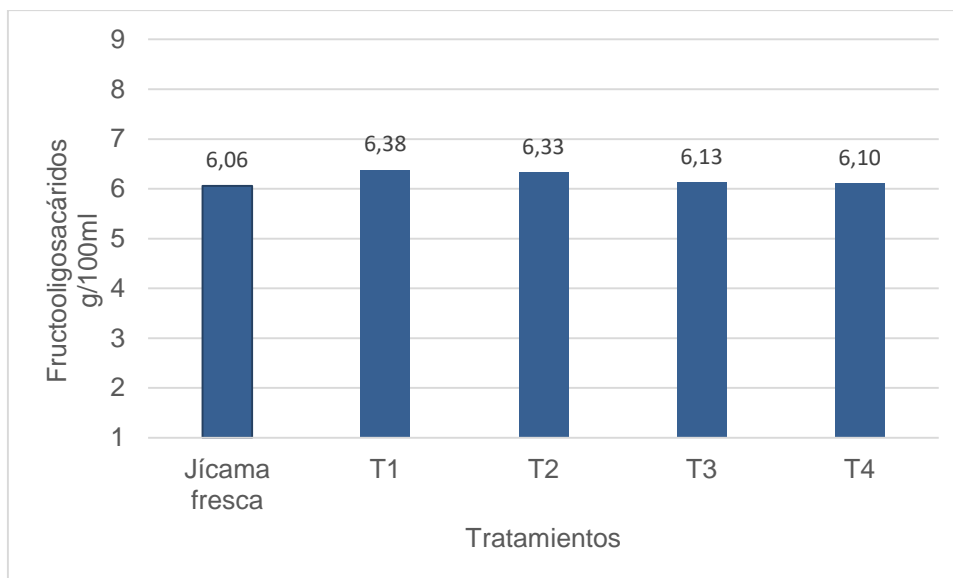


Gráfico 11. Comparación de los tratamientos y testigo en el contenido de fructooligosacáridos

En esta investigación el contenido de FOS determinado por el método de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) en la jícama fresca es 6,06 g/100ml y en los tratamientos el valor promedio es de 6,24 g/100ml, similar a los resultados de 8,40 g/100ml en jugo dietético y funcional de jícama de autoría de Villacrés, et al. (2007), de igual manera en investigaciones como la de Huiman & Luna (2014) en la composición de raíces de jícama frescas para la implementación de una planta elaboradora de jarabe, publica valores de 6 a 12 g/100g. La variación se debe a la variedad, tipo de suelo, condiciones climáticas y tamaño de la raíz.

4.4.8 CALCIO

Este análisis se realizó mediante el método de ensayo denominado: espectrofotometría de absorción atómica y el resultado se describe en la siguiente tabla.

Tabla 32. Contenido de Calcio en la bebida (mg/l)

Trat/Rep.		I	II	III	Σt	Medias
T1	A1B1	4,95	4,98	4,93	14,86	4,95
T2	A1B2	4,6	4,32	4,65	13,57	4,52
T3	A2B1	4,46	4,92	4,78	14,16	4,72
T4	A2B2	4,56	4,82	4,89	14,27	4,76
T5	Test	4,18	3,8	3,85	11,83	3,94
	Σr	22,75	22,84	23,1	68,69	22,9

Tabla 33. Análisis de Varianza (ADEVA) de la variable Calcio

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T. 5%	F.T. 1%	Sig.
Total							
Tratamientos	4	1,8	0,45	15	3,48	5,99	**
FA	1	0	0	0	4,96	10	Ns
FB	1	0,12	0,12	4	4,96	10	Ns
AxB	1	0,16	0,16	5,33	4,96	10	*
Tes vs Resto	1	1,52	1,52	50,67	4,96	10	**
Error Exp.	10	0,32	0,03				
CV		3,78%					

En el análisis de varianza de la bebida para la variable calcio, se determinó que existe diferencia altamente significativa para tratamientos y testigo vs resto, además se observó significación en la interacción de los factores estudiados, por lo tanto se procedió a realizar la prueba de Tukey para tratamientos.

Tabla 34. Prueba de Tukey para tratamientos en la variable Calcio

TRATAMIENTOS	MEDIA	RANGOS
T1	4,95	a
T4	4,76	a
T3	4,72	a
T2	4,52	a
Testigo	3,94	b

El resultado de la prueba de Tukey detalla dos rangos: a y b; no existe variación entre tratamientos, sin embargo esta variable es inferior en el testigo de zumo natural.

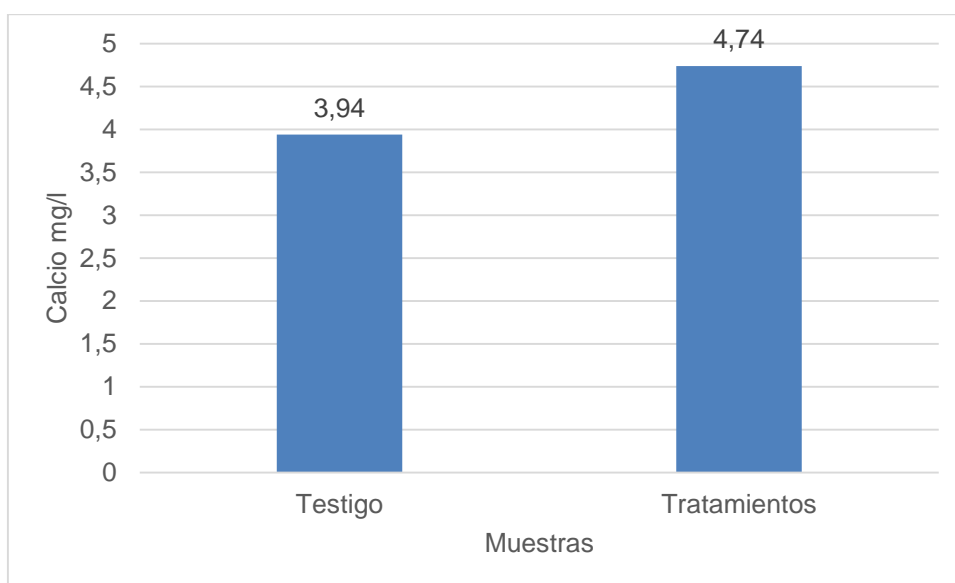


Gráfico 12. Comparación de Testigo vs Resto en el contenido de calcio

El contenido de calcio de la bebida de jícama resultó 4,74 mg/l., este valor es similar al difundido por Burciaga (2001) en la investigación de comportamiento físico - químico durante el desarrollo de la jícama con un valor de $4,98 \pm 1,97$ mg/100g en base húmeda a los 165 días de producción. Tomando en consideración que el valor de calcio obtenido en el zumo natural de la bebida de jícama (testigo) equivalente a 3,94 mg/l, observándose que los resultados de la bebida son superiores al testigo; esto se relaciona directamente con las condiciones de la materia prima usada como unidad experimental para cada tratamiento.

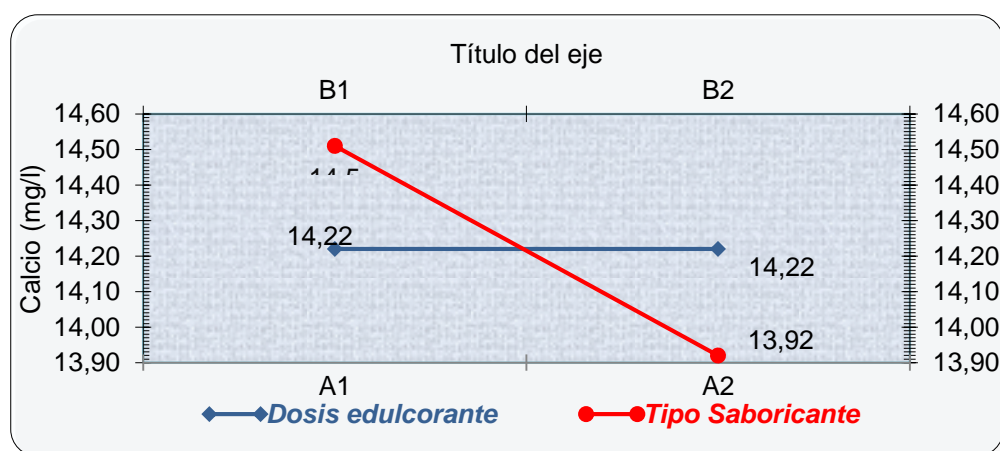


Gráfico 13. Gráfico de Interacción de los Factores A y B

En la gráfica se muestra que el punto de interacción entre los factores A (dosis de edulcorante) y B (tipo de saborizante) en la variable calcio es de 14,22mg/l., en el cual influye la dosis de sacarina (0,006%) y el saborizante de manzana (A1B1).

4.4.9 MAGNESIO

A continuación se describen los resultados obtenidos en este análisis.

Tabla 35. Variación del contenido de Magnesio (mg/l) en la bebida

Trat/Rep.		I	II	III	Σt	Medias
T1	A1B1	4,3	3,95	3,8	12,05	4,02
T2	A1B2	4,2	3,85	4	12,05	4,02
T3	A2B1	3,9	4,3	3,9	12,1	4,03
T4	A2B2	4,1	4,25	3,8	12,15	4,05
T5	Test	3,9	4	4,1	12	4
	Σr	20,4	20,35	19,6	60,35	20,12

Tabla 36. Análisis de Varianza (ADEVA) de Magnesio

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T. 5%	F.T. 1%	Sig.
Total	14	0,43	-----				
Tratamientos	4	0,0043	0,0011	0,025	3,48	5,99	ns
A	1	0,0019	0,0019	0,044	4,96	10	ns
B	1	0,0002	0,0002	0,005	4,96	10	ns
AxB	1	0,0002	0,0002	0,005	4,96	10	ns
Tes vs Resto	1	0,002	0,002	0,048	4,96	10	ns
Error Exp.	10	0,43	0,04				
CV		5,12%					

En el análisis de varianza del magnesio en la bebida, se observa que no existe significancia estadística, razón por la cual no se procedió a realizar ninguna prueba.

El contenido de Magnesio determinado en la bebida nutracéutica de este estudio es de 4,03 mg/l, comparado con el estudio en “jícama fresca, composición química y su uso” de Lachman, Fernández & Orsák (2003) publican un valor de 8,4 mg/100g de magnesio, el de la bebida es menor; los factores que influyen en esta variación son: tipo de suelo, variedad, condiciones climáticas y de cultivo usados en la investigación.

4.4.10 POTASIO

A continuación se describen los valores de potasio que se obtuvo en esta investigación.

Tabla 37. Variación del contenido de Potasio (mg/l) en la bebida

Trat/Rep.		I	II	III	Σt	Medias
T1	A1B1	122	125,4	120,3	367,5	122,5
T2	A1B2	125	122,2	122	368,7	122,9
T3	A2B1	123	122,2	123,9	369,4	123,13
T4	A2B2	123	123,1	120,8	366,8	122,27
T5	Test	118	128,9	119,6	366	122
	Σr	610	621,8	606,6	1838,4	612,8

Tabla 38. Análisis de Varianza (ADEVA) del Potasio

F.V.	G.L.	S.C	C.M	F. Cal.	F.T. 5%	F.T. 1%	Sig.
Total	14	98,5	----- -				
Tratamientos	4	2,54	0,64	0,07	3,48	5,99	ns
A	1	0	0	0	4,96	10	ns
B	1	0,16	0,16	0,02	4,96	10	ns
AxB	1	1,2	1,2	0,13	4,96	10	ns
tes vs Otros	1	1,18	1,18	0,12	4,96	10	ns
Error Exp.	10	95,95	9,6				
CV							2,53%

En el análisis de esta variable, se determinó que no existe significancia estadística, por lo cual no se procedió a realizar pruebas estadísticas.

Estudios en caracterización morfológica y molecular de materiales de jícama colectados en la eco región eje cafetero de Colombia, realizado por Polanco (2011), muestran un contenido de 185 – 295 mg/100g de raíz fresca de jícama, comparado con el contenido de este mineral en bebida de jícama con un valor de 122,70 mg/l, en la bebida nutracéutica objeto de estudio, es inferior, debido a los factores como: tipo de suelo, condiciones climáticas, condiciones de cultivo y variedad.

4.5 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA NUTRACÉUTICA DE JÍCAMA

Para los análisis microbiológicos se tomaron muestras de los 3 mejores tratamientos después del proceso y se obtuvo los resultados conforme al detalle de la tabla 38.

Tabla 39. Resultados de análisis microbiológicos de la bebida nutracéutica de jícama

Parámetro analizado	Unidad	Resultados			Método de ensayo
		T1	T2	T3	
Recuento Estándar en placa	UFC/ML	<10	<10	<10	AOAC 989.10
Recuento de Mohos	UFC/ML	0	<10	<10	AOAC 997.02
Recuento de Levaduras	UFC/ML	<10	<10	<10	

Fuente. Laboratorio de Uso múltiple, F.I.C.A.Y.A., UTN, Enero (2016)

Al comparar los resultados de la tabla 38 con las especificaciones de la norma NTE INEN 2337:2008 (numeral 5.5 correspondiente a requisitos microbiológicos, tabla 4 para productos pasteurizados), se deduce que el recuento estándar en placa, mohos y levaduras corresponde a los niveles de aceptación, estos resultados reflejan que la pasteurización y manejo aséptico se realizó correctamente y asegura al consumidor que la bebida nutracéutica de jícama cumple con las normas establecidas para su consumo.

4.6 VARIABLES CUALITATIVAS

El análisis sensorial se realizó con el objeto de conocer la preferencia, aceptación y grado de satisfacción, de igual manera diferenciar las características de cada muestra de la bebida nutracéutica; se utilizó la prueba de rangos de Friedman.

4.6.1 EVALUACIÓN DE LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SEGUNDA FASE DE DEGUSTACIÓN

Los resultados de este análisis se describen a continuación:

4.6.1.1 Resultados de las variables medidas en la segunda fase de degustación de la bebida nutracéutica de jícama

Tabla 40. Comparación estadística de las variables presentes en la segunda fase de degustación

Variable	X ² Calculado	X ² Tabular		Sig.
		5%	1%	
Color	16,96	9,49	13,3	**
Turbidez	15,73	9,49	13,3	**
Aroma	17,6	9,49	13,3	**
Sabor	21,96	9,49	13,3	**
Aceptabilidad	18,31	9,49	13,3	**

** : Altamente significativo

ns: No significativo

Realizado el análisis sensorial para la bebida de jícama se establece las variables: color, turbidez, aroma, sabor y aceptación, de las cuales la que más puntúa en el grupo degustador es T3, elaborada con la incorporación de 0,009% de edulcorante y saborizante de manzana, prevaleciendo las variables color y aroma.

La tabla 40 indica que existe alta significación estadística para las variables analizadas; a continuación se grafica los valores compilados en cada variable y se detallan los mejores tratamientos.

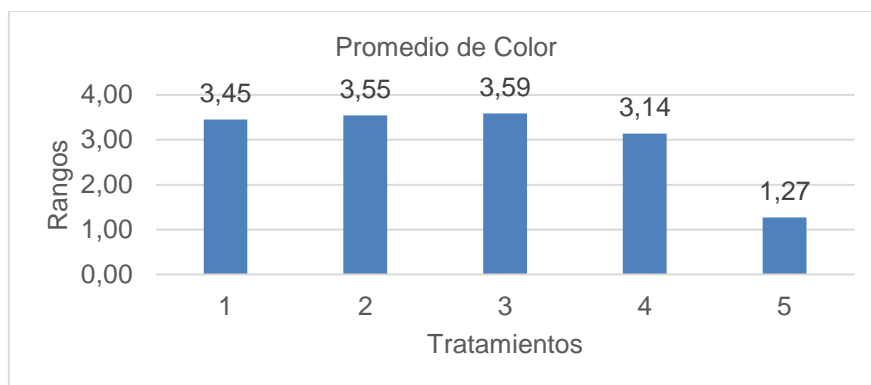


Gráfico 14. Valores promedio de la variable Color

En el gráfico 14 se aprecia los promedios correspondientes a cada tratamiento, mismos que dan como resultado para esta variable los mejores que corresponden a T3 (0,009%, manzana), T2 (0,006%, piña) y T1 (0,006%, manzana).

Esta variable permitió conocer la influencia de los ácidos ascórbico y cítrico en la prevención del pardeamiento enzimático de la bebida, misma que resultó efectiva sobre el sustrato ya que la actividad enzimática cesa, logrando mantener el color de la jícama mondada y el pH de la bebida no supera 2,5.

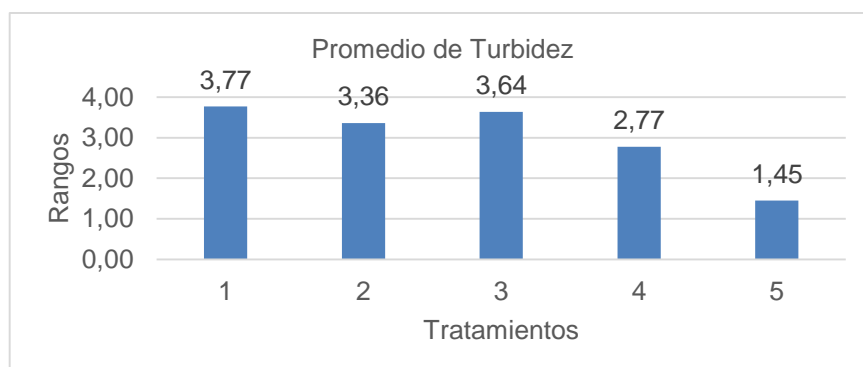


Gráfico 15. Comparación de las medias de la variable Turbidez

En el gráfico 15 se visualiza la sumatoria de los rangos correspondientes a cada tratamiento para esta variable, los mejores tratamientos resultaron ser: T1 (0,006%, manzana), T3 (0,009%, manzana), y T2 (0,006%, piña).

En esta variable se apreció la influencia del tamiz utilizado, además de la uniformidad lograda por la adición de estabilizante, que además mejoran las características visuales de la bebida de jícama.

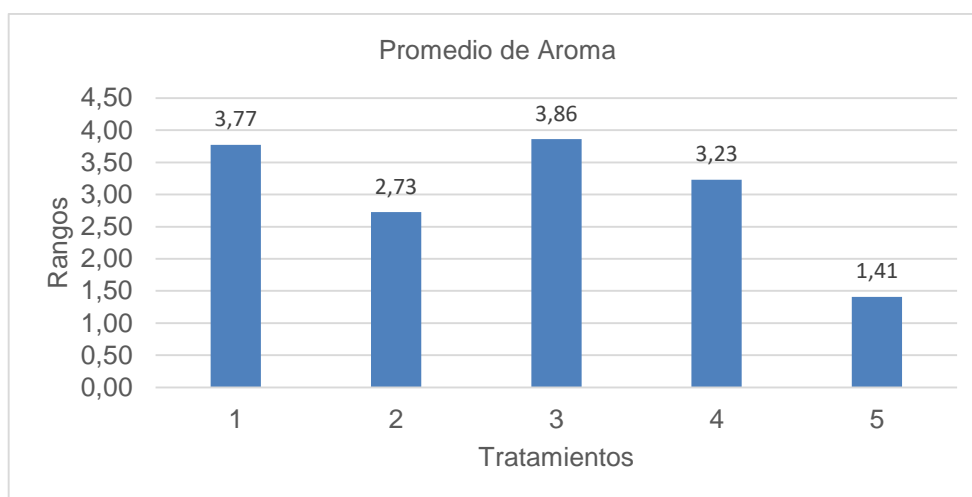


Gráfico 16. Comparación de las medias de la variable Aroma

En el gráfico 17 se aprecia que la sumatoria de los rangos correspondientes a cada tratamiento da como resultado para la variable aroma, los mejores tratamientos: T3 (0,009%, manzana), T1 (0,006%, manzana), y T4 (0,009%, piña).

En esta variable se apreció la influencia de los saborizantes utilizados, que además mejoran el aroma de la bebida, haciéndola agradable al consumidor.

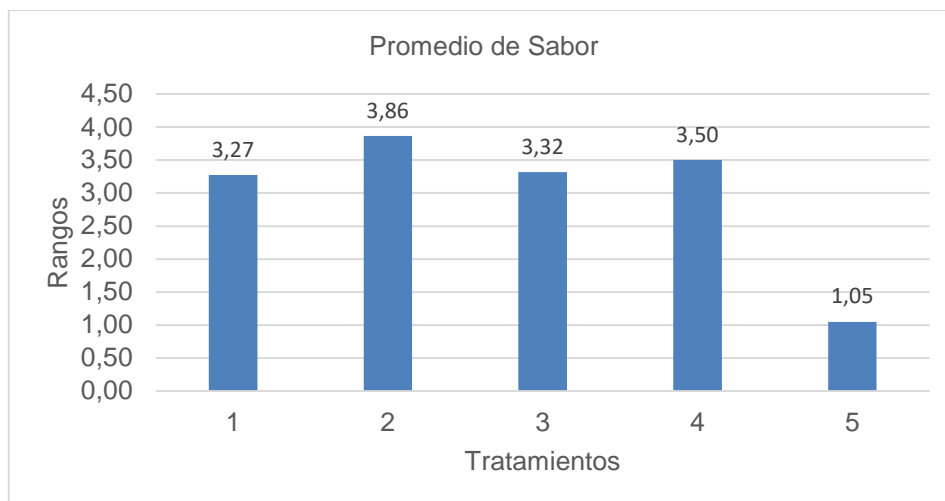


Gráfico 17. Comparación de las medias de la variable Sabor

En el gráfico anterior se observa los resultados de la evaluación sensorial de cada tratamiento, determinándose para la variable sabor los tratamientos con mejor puntuación T2 (0,006%, piña), T4 (0,009%, piña) y T3 (0,009%, manzana).

El sabor que posee la bebida nutracéutica de jícama, es el resultado de la combinación de varios ingredientes, especialmente ácido cítrico y saborizantes utilizados en el proceso para mantener las características sensoriales originales de la raíz.

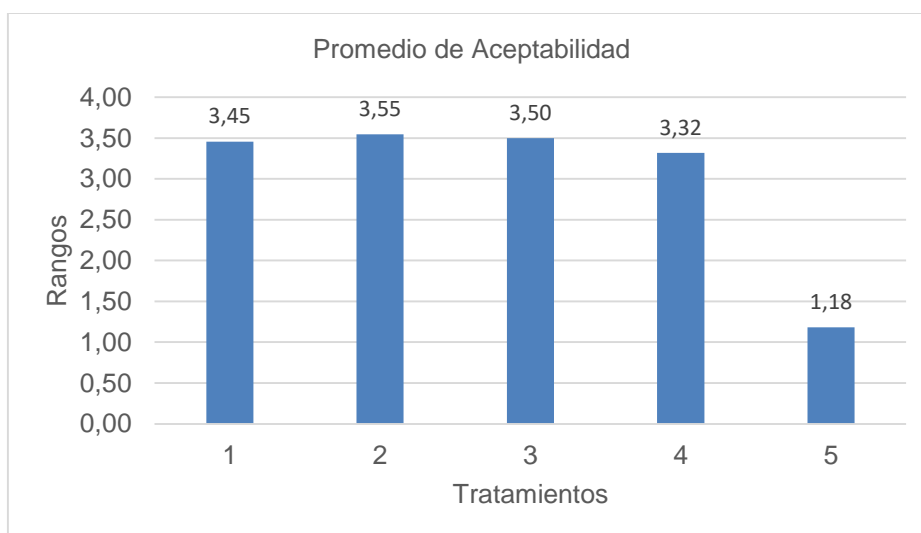


Gráfico 18. Comparación de las medias de la variable Aceptabilidad

El gráfico 19 muestra que la sumatoria de los rangos correspondientes a cada tratamiento resultan mejores para la variable aceptabilidad T2 (0,006%, piña), T3 (0,009%, manzana) y T1 (0,006%, manzana).

4.7 VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA DE JÍCAMA OBTENIDA

4.7.1 TEMPERATURA AMBIENTE

Tabla 41. Análisis de parámetros para vida útil a temperatura ambiente

Tratamiento	Día	Fecha	T° Ambiente	
			Acidez	°Brix
T3	0	16/03/2016	299,71	12,30
	2	18/03/2016	299,71	12,40
	6	24/03/2016	314,79	12,40
	15	01/04/2016	344,66	12,40
	30	15/04/2016	406,55	20,10
	45	02/05/2016	406,60	20,40

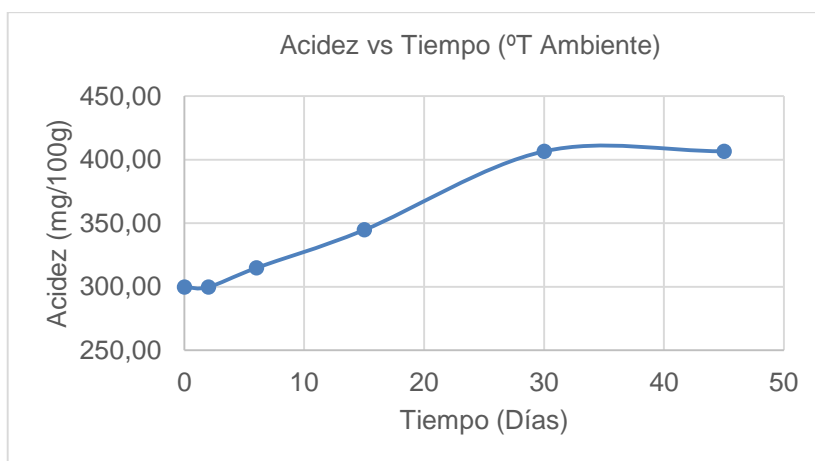


Gráfico 19. Variación del tiempo vs acidez a temperatura ambiente

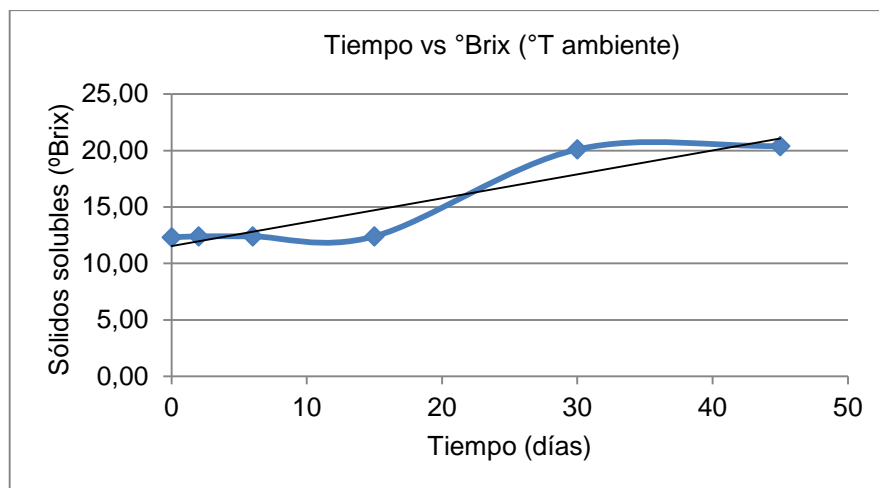


Gráfico 20. Variación del tiempo vs °Brix a temperatura ambiente

4.7.2 TEMPERATURA DE 40 °C

Tabla 42. Análisis de parámetros para vida útil a temperatura de 40 °C

Tratamiento	Día	Fecha	T° 40 °C	
			Acidez	°Brix
T3	0	16/03/2016	299,71	12,30
	2	18/03/2016	314,69	12,50
	6	24/03/2016	329,68	12,40
	15	01/04/2016	359,65	12,40
	30	15/04/2016	415,60	20,50
	45	02/05/2016	582,30	22,00

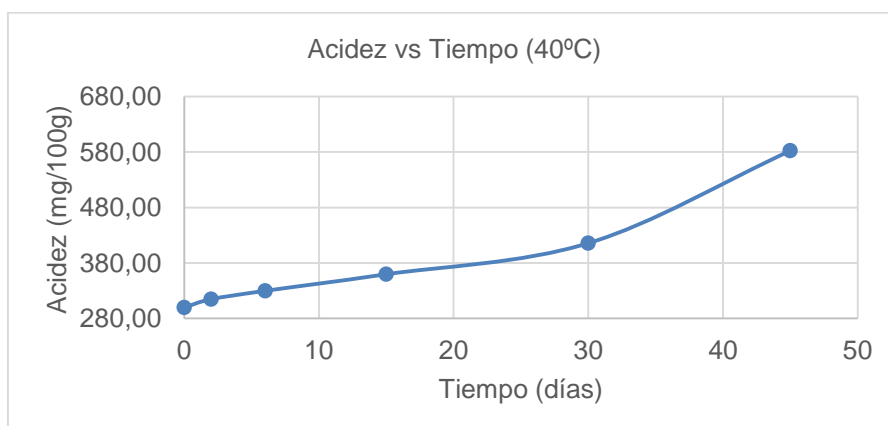


Gráfico 21. Variación del tiempo vs acidez a 40°C

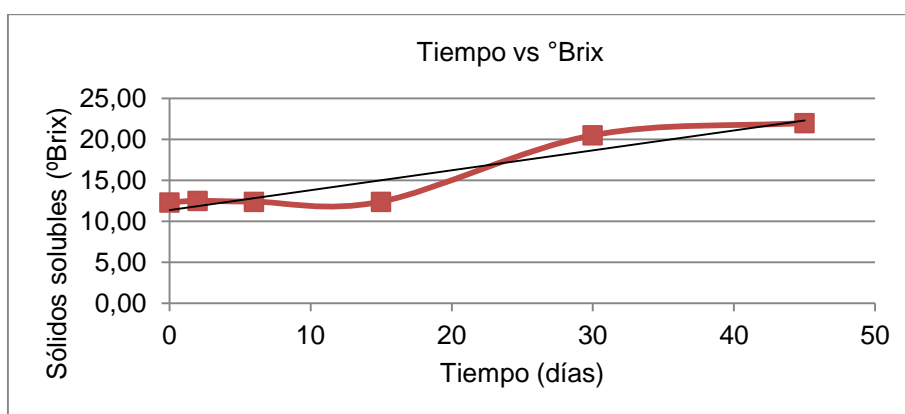


Gráfico 22. Variación de tiempo vs °Brix a 40°C

En los gráficos 22 y 23 se observa una variación en los parámetros Acidez y sólidos solubles durante los 45 días, el cambio existente en la variable °Brix en estos días en condiciones ambientales llega hasta los 20,40 °Brix, mientras que esta cifra alcanza un valor de 22 °Brix a temperatura de 40°C, el aumento en esta variable puede ser debido a la reducción de Fructooligosacáridos transformándose en fructuosa, además de otros azúcares por la acción de la luz solar y temperatura; según estudios realizados en la Universidad de Colombia por Polanco, M. (2011), los fructooligosacáridos se encuentran en las raíces de jícama, pero su contenido decrece rápidamente una vez se cosechan, aumentándose la fructuosa, este proceso se reduce cuando se almacenan con una humedad relativa del 90% y temperatura menor a 8°C, (Narai-Kanayama, 2007).

Tabla 43. Datos de Recuento estándar en placa en vida útil

RECuento ESTÁNDAR EN PLACA					
	T1	T2	T3	Unidades	Límites permisibles Norma NTE INEN 2337:2008
Día 0	0	0	0	UFC/ml	
Día 4	0	1	0	UFC/ml	
Día 7	1	2	3	UFC/ml	<10
Día 11	4	5	4	UFC/ml	
Día 15	15	12	10	UFC/ml	

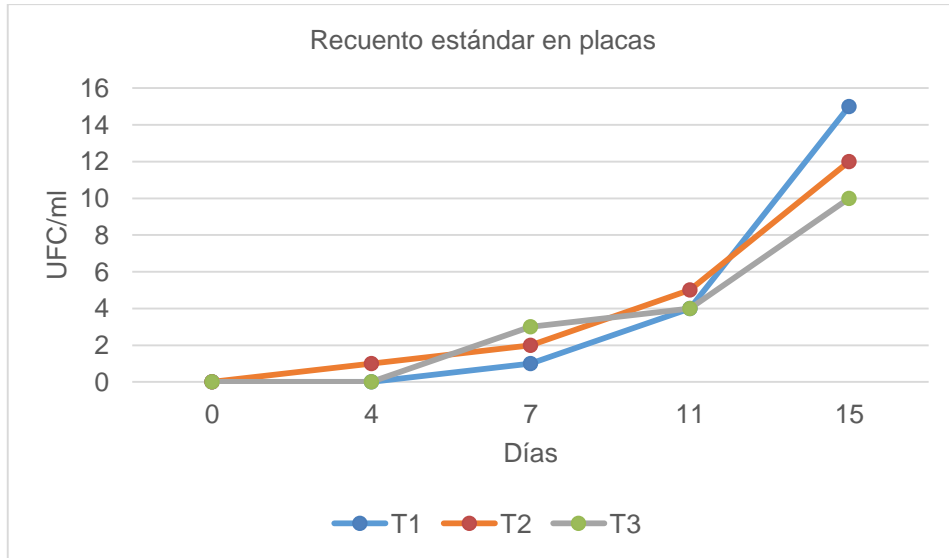


Gráfico 23. Recuento estándar en placas.

Tabla 44. Datos de recuento de Mohos en vida útil

RECuento DE MOHOS					Límites permisibles Norma NTE INEN 2337:2008
T1	T2	T3	Unidades		
Día 0	0	0	0	UFC/ml	
Día 4	0	0	1	UFC/ml	
Día 7	1	2	1	UFC/ml	<10
Día 11	3	4	4	UFC/ml	
Día 15	14	18	13	UFC/ml	

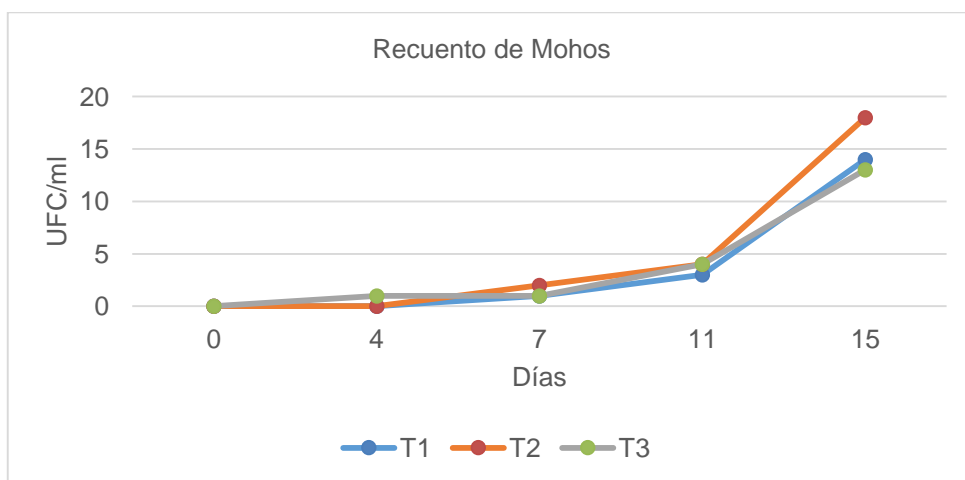


Gráfico 24. Recuento de Mohos

Tabla 45. Datos de recuento de Levaduras en vida útil

RECuento DE LEVADURAS (UFC/ml)				Límites permisibles Norma NTE INEN 2337:2008
T1	T2	T3		
Día 0	0	0	0	
Día 4	0	2	0	
Día 7	1	2	0	<10
Día 11	4	4	2	
Día 15	210	100	150	

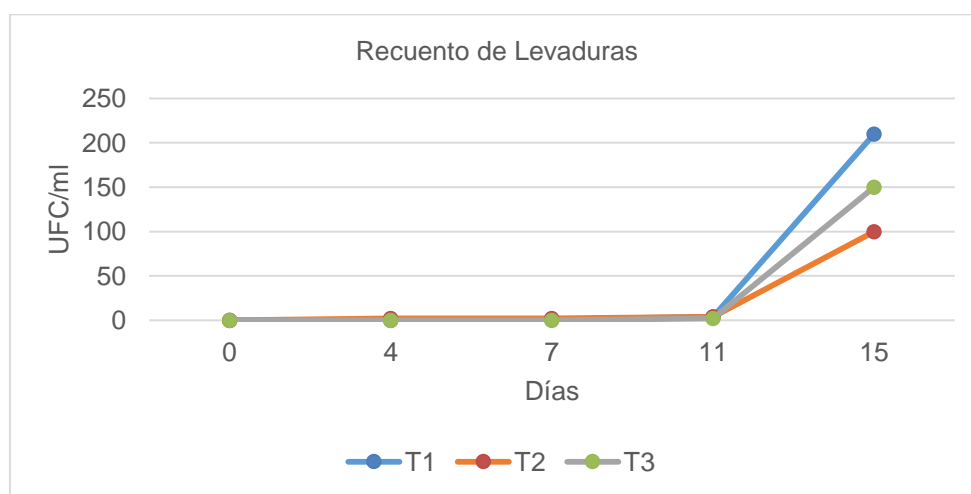


Gráfico 25. Recuento de Levaduras

El resultado del recuento estándar de microorganismos, mohos y levaduras en la bebida de jícama a los 4, 7, 11 y 15 días, muestra que existe un crecimiento lento en todos los tratamientos analizados hasta los 11 días, a partir de este tiempo las unidades formadoras de colonias sobrepasan los límites permisibles establecidos como requisitos microbianos para productos pasteurizados, norma NTE INEN 2337:2008; esta proliferación se debe al cambio de pH producido por el aumento de acidez, por lo tanto la vida útil se establece en 11 días.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación “Obtención de una bebida nutracéutica de jícama *Smallanthus sonchifolius* y evaluación de su vida útil”, se plantea las siguientes conclusiones:

1. El estado de madurez comercial de la jícama fresca, proveniente del biocorredor Pisque-Mojanda-San Pablo sector Tupigachi, utilizada en la investigación presenta una etapa de madurez de 8 meses, periodo en el cual la acidez, pH y el contenido de fructooligosacáridos (FOS) de mayor importancia alcanzan sus mejores condiciones para su procesamiento como bebida.

2. En el proceso de elaboración de la bebida de jícama, correspondiente a 15 etapas, permitieron desarrollar un producto de calidad nutricional con un rendimiento del 69,22%; el control del pardeamiento enzimático es la operación de más riesgo en los procesos de troceado y despulpado, debido a la concentración alta de enzimas que

ocasionan cambios significativos en las características organolépticas, se incorporó 0,15% de ácido cítrico y 0,04% de ácido ascórbico como potenciales inhibidores químicos de las PPO.

3. La calidad de la bebida nutracéutica de jícama está definida por su composición físico química; el mejor tratamiento T3 contiene 6,25g de azúcares reductores libres /100g de bebida, 4,72 mg de calcio/litro, 4,03 mg de magnesio/ litro, 123,13 mg de potasio/litro de bebida y una cantidad de 6,13 g de fructooligosacáridos/100ml de muestra; variables que inciden en las características organolépticas y hacen de este tratamiento el de mayor contenido nutracéutico.
4. Los parámetros microbiológicos analizados en los mejores tratamientos (T1, T2 y T3) de la bebida de jícama demuestran el manejo aséptico del experimento, la pasteurización lenta garantiza la calidad y consumo de la bebida, lo que facilita la adopción de la tecnología para el escalonamiento por parte de los productores que integran el Biocorredor Pisque-Mojanda San Pablo.
5. El contenido de fructooligosacáridos en la materia prima luego de un muestreo exhaustivo resultó en un valor referencial de 6,06 g/100ml, mientras que el valor del producto final promedio fue de 6,24 g/100ml; la diferencia mínima se relaciona con el tamaño de la materia prima utilizada para la elaboración del producto y la distribución de sólidos solubles que existe en su interior.
6. Los fructooligosacáridos (FOS) soportan temperaturas superiores a la utilizada en la pasteurización (65°C), razón por la cual estos componentes no sufren alteración alguna en las etapas posteriores del proceso de elaboración de la bebida nutracéutica.
7. El tiempo de vida útil del mejor tratamiento (T3) en lo concerniente a parámetros físicos químicos y microbiológicos, corresponde a 11 días, período en el cual la bebida conserva su calidad nutracéutica.

5.2 RECOMENDACIONES

De las conclusiones planteadas en base a las variables establecidas en esta investigación sobre “Obtención de una bebida nutracéutica de jícama *Smallanthus sonchifolius* y evaluación de su vida útil”, se permite sugerir las siguientes recomendaciones:

- Realizar estudios con otras variedades de jícama, existentes en otros sectores del país, considerando el tamaño de la materia prima, con la finalidad de comparar el contenido de FOS y aplicar en otros productos con valor agregado.
- Realizar estudios de vida útil de las bebidas con jícama, considerar el tipo de envase y el efecto de degradación de los azúcares.
- Realizar estudios en control de pardeamiento enzimático en raíz de jícama, usando métodos naturales.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. (2008). Evaluación de la elaboración de un néctar nutracéutico a base mashua y maracuya. Trujillo, Perú.
- Aguilar, L. G. (2005). Estudio de termoestabilidad de goma xantano por análisis térmico y viscosimetría. *ICIDCA*, 53.
- Álvarez, G. S. (2012). *Manual técnico para el cultivo de Jícama en Loja*. Loja, Ecuador: UNL.
- Araneda, X. Q. (2014). Elaboración y evaluación de jugo de Maqui por arrastre de vapor. *Scientia Agropecuaria*, 152.
- Badui, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica*. México: Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- Badui, S. (2013). *Química de los alimentos*. México: Pearson.
- Bristhar. (2010). Goma Xanthan, estabilizante para suspensiones y emulsiones. *Bristhar Lab*.
- Burciaga, H. (2001). Comportamiento físico-químico durante el desarrollo del tubérculo de jícama . Monterrey, México.
- Cajas, G. S. (2012). *Manual Técnico para el Cultivo de Jícama en Loja*. Loja.
- Casp, A. &. (2003). *Procesos de conservación de alimentos*. Madrid: Mundi Prensa.
- Choto, E. (2012). Diseño del proceso de elaboración de una bebida nutritiva a base de machica y leche para la Molinera San Luis. Riobamba, Ecuador.
- Coles, R. M. (2004). *Manual del envasado de alimentos y bebidas*. Madrid, España: Mundi-prensa.
- Cuadrado, L. (2004). *Estudio Bromatológico y fitoquímico de la jícama para determinar el tiempo óptimo de cosecha*. ESPOCH, Riobamba.

- Cuascota, S. (15 de Marzo de 2015). Tiempo de cosecha de la Jícama en la comunidad Agualongo - Tupigachi. (J. E. A., Entrevistador)
- Fernández, S. M. (2012). *Toxicología de los aditivos Alimentarios*. Madrid: Ediciones Días de Santos.
- Gil, A. (2010). *Tratado de nutrición, Composición y calidad nutritiva de los alimentos*. Buenos aires: Editorial medica panamericana.
- Guerrero, R. (2012). *Procesos básicos de preparación de Alimentos y bebidas*. Madrid: Paraninfo.
- Hernández, J. (2011). *Toxicología alimentaria: Aditivos Alimentarios*. Madrid, España.
- Hincapié, G. P. (2012). Elaboración de una bebida energizante a partir de borjón. *Revista Lasallista de investigación*, 41.
- Holzwarth, M. W. (2013). Influence of putative polyphenoloxidase (PPO) inhibitors on strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) PPO, anthocyanin and color stability of stored purées. *LWT - Food Science and Technology*, 116-122.
- Huiman, V. &. (Diciembre de 2014). Proyecto de instalación de una planta elaboradora de jarabe de yacón. *ISSN*, 151.
- Ibáñez, F. T. (2003). Aditivos alimentarios. *Universitas Navarrensis*, 7.
- INIAP. (2008). Estación Experimental Santa Catalina. *INIAP*.
- Jeantet, C. &. (2013). *Ciencia de los alimentos*. Madrid: Acribia.
- Kader, A. &. (2011). *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*. California: Universidad de California.
- Lachman, J. F. (2003). Yacón (*Smallanthus sonchifolia*) chemical composition and use - a review. *ResearchGate*, 283.

- Lafraya, A. (2011). Análisis molecular, modificación funcional y producción de enzimas susceptibles de ser utilizadas en la síntesis de fructooligosacáridos. Valencia, España: CSIC.
- López, A. (2003). *Manual para la preparación y venta de Frutas y Hortalizas del campo al mercado*. (FAO, Ed.) Balcarce, Argentina: FAO.
- Manrique, I. (2004). Yacón - Ficha Técnica. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.
- Manrique, I., & Párraga, A. &. (2005). *Jarabe de yacón: Principios y procesamiento*. Lima: CIP.
- Marcial, N. (Enero de 2008). Desarrollo de tecnología para la elaboración de jarabe con alto contenido de FOS a partir de la jícama. Quito, Pichincha.
- Medin, R. &. (2011). *Alimentos, introducción técnica y seguridad*. Buenos Aires: Ediciones Turísticas.
- Molina, E. &. (2012). *Procesamiento térmico de frutas y hortalizas*. México: Editorial Trillas.
- Polanco, M. (08 de Junio de 2011). Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón colectados en la eco región eje cafetero de Colombia. *Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón colectados en la eco región eje cafetero de Colombia.*, 18. Palmira, Valle del Cauca, Colombia: UNC.
- Quiroz, S. &. (2013). Elaboración de una bebida energizante a base de guayusa y naranjilla edulcorada con panela. Ibarra, Ecuador.
- Recalde, D. (Octubre de 2010). Elaboración de una bebida Alcohólica de jícama y manzana. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Rivera, D. &. (2005). Zumo de Yacón Ficha Técnica. *CIP*.

- Rochín, J. M. (Enero de 2015). Bebida funcional de valor nutricional / nutracéutico alto elaborada a partir de una mezcla de granos integrales (maíz+garbanzo) extruidos. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 52.
- Rodrigues, O. A. (2014). Prevention of enzymatic browning of yacon flour by the combined use of anti-browning agents and the study of its chemical composition. *Food Science and Technology*, 275.
- Rueda, J. (Noviembre de 2011). Efecto del contenido de sólidos solubles del mango y del uso de goma xanthan en las características físico-químicas y sensoriales de pulpa untable de mango. Zamorano, Honduras.
- Salazar, E. (2012). Efecto del empleo de fibra dietaria en la composición de dos bebidas con diferentes tipos de edulcorantes. Guayaquil, Ecuador.
- Sánchez, T. O. (2004). Obtención de ácido cítrico a partir de suero de leche por fermentación con *Aspergillus spp.* *Revista colombiana de biotecnología*, 44.
- Seminario, J. &. (2002). Curso Nacional del Cultivo y aprovechamiento de la Jícama. *CIP, COSUME, PYMAGROS*, (pág. 115). Cajamarca.
- Seminario, J. V. (2003). *El Yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio*. Lima, Perú: COSUDE.
- Serra, H. &. (2007). Ácido ascórbico: desde la química hasta su crucial función protectora en ojo. *Bioquímica clínica latinoamericana*, 526.
- Suquilanda, M. (2011). *Producción orgánica de cultivos andinos*. Cotopaxi, Ecuador.
- T, S. d., Estrada, A., Lengua, C., Pino, G., Alvis, D., Bazán, G., . . . Caja, R. (2009). Proceso para obtener bebida nutracéutica a partir de camu camu, orientado a reducir efecto genotóxico en niños de edad escolar. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím. Vol.12*, 34-41.
- Terán, W. &. (2014). Elaboración de una bebida funcional a base de cebada y cacao en polvo, edulcorado con stevia. Ecuador.

ULAM. (15 de Junio de 2014). Programa de Investigacion y Proyección Social de Raíces y Tuberosas. La Molina: ULAM.

Villacrés, E. R. (2007). Jícama, raíz andina con propiedades nutraceuticas. *Boletín técnico INIAP*.

Viteri, P. (2010). Desarrollo de un Producto Alimenticio: Crema de Chocolate, utilizando Aceite de Palma en Industrial Danec S.A. Riobamba, Ecuador.

ANEXOS

**ANEXO 1. NTE INEN 2337:2008. JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES,
BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS**



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE
INEN 2 337:2008**

JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS

Primera Edición

FRUIT JUICE, PUREES, CONCENTRATES, NECTAR AND BEVERAGE. SPECIFICATIONS.

First Edition

1. OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir los jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.

2. ALCANCE

2.1 Esta norma se aplica a los productos procesados que se expenden para consumo directo; no se aplica a los concentrados que son utilizados como materia prima en las industrias.

3. DEFINICIONES

3.1 Jugo (zumo) de fruta.- Es el producto líquido sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procedimientos tecnológicos adecuados, conforme a prácticas correctas de fabricación; procedente de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.

3.2 Pulpa (puré) de fruta.- Es el producto carnoso y comestible de la fruta sin fermentar pero susceptible de fermentación, obtenido por procesos tecnológicos adecuados por ejemplo, entre otros: tamizando, triturando o desmenuzando, conforme a buenas prácticas de manufactura; a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado, debidamente maduras o, a partir de frutas conservadas por medios físicos.

3.3 Jugo (zumo) concentrado de fruta.- Es el producto obtenido a partir de jugo de fruta (definido en 3.1), al que se le ha eliminado físicamente una parte del agua en una cantidad suficiente para elevar los sólidos solubles (° Brix) en, al menos, un 50% más que el valor Brix establecido para el jugo de la fruta.

3.4 Pulpa (puré) concentrada de fruta.- Es el producto (definido en 3.2) obtenido mediante la eliminación física de parte del agua contenida en la pulpa.

3.5 Jugo y pulpa concentrado edulcorado.- Es el producto definido en 3.3 y 3.4 al que se le ha adicionado edulcorantes para ser reconstituido a un néctar o bebida, el grado de concentración dependerá de los volúmenes de agua a ser adicionados para su reconstitución y que cumpla con los requisitos de la tabla 1, ó el numeral 5.4.1

3.6 Néctar de fruta.- Es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido de la mezcla del jugo de fruta o pulpa, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua e ingredientes endulzantes o no.

3.7 Bebida de fruta.- Es el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido de la dilución del jugo o pulpa de fruta, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua, ingredientes endulzantes y otros aditivos permitidos.

4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

4.1 El jugo y la pulpa debe ser extraído bajo condiciones sanitarias apropiadas, de frutas maduras, sanas, lavadas y sanitizadas, aplicando los Principios de Buenas Prácticas de Manufactura.

4.2 La concentración de plaguicidas no deben superar los límites máximos establecidos en el Codex Alimentario (Volumen 2) y el FDA (Part. 193).

(Continúa)

DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, bebidas no alcohólicas, jugos, pulpas, concentrados, néctares, requisitos.

4.3 Los principios de buenas prácticas de manufactura deben propender reducir al mínimo la presencia de fragmentos de cáscara, de semillas, de partículas gruesas o duras propias de la fruta.

4.4 Los productos deben estar libres de insectos o sus restos, larvas o huevos de los mismos.

4.5 Los productos pueden llevar en suspensión parte de la pulpa del fruto finamente dividida.

4.6 No se permite la adición de colorantes artificiales y aromatizantes (con excepción de lo indicado en 4.7 y 4.9), ni de otras sustancias que disminuyan la calidad del producto, modifiquen su naturaleza o den mayor valor que el real.

4.7 Únicamente a las bebidas de fruta se pueden adicionar colorantes, aromatizantes, saborizantes y otros aditivos tecnológicamente necesarios para su elaboración establecidos en la NTE INEN 2 074.

4.8 Como acidificante podrá adicionarse jugo de limón o de lima o ambos hasta un equivalente de 3 g/l como ácido cítrico anhidro.

- 4.9** Se permite la restitución de los componentes volátiles naturales, perdidos durante los procesos de extracción, concentración y tratamientos térmicos de conservación, con aromas naturales.
- 4.10** Se permite utilizar ácido ascórbico como antioxidante en límites máximos de 400 mg/kg.
- 4.11** Se puede adicionar enzimas y otros aditivos tecnológicamente necesarios para el procesamiento de los productos, aprobados en la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, o FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.12** Se permite la adición de los edulcorantes aprobados por la NTE INEN 2 074, Codex Alimentario, y FDA o en otras disposiciones legales vigentes.
- 4.13** Sólo a los néctares de fruta pueden añadirse miel de abeja y/o azúcares derivados de frutas.
- 4.14** Se pueden adicionar vitaminas y minerales de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1 334-2 y en las otras disposiciones legales vigentes.
- 4.15** La conservación del producto por medios físicos

puede realizarse por procesos térmicos: pasteurización, esterilización, refrigeración, congelación y otros métodos adecuados para ese fin; se excluye la radiación ionizante.

4.16 La conservación de los productos por medios químicos puede realizarse mediante la adición de las sustancias indicadas en la tabla 15 de la NTE INEN 2 074.

4.17 Los productos conservados por medios químicos deben ser sometidos a procesos térmicos.

4.18 Se permite la mezcla de una o más variedades de frutas, para elaborar estos productos y el contenido de sólidos solubles (°Brix), será ponderado al aporte de cada fruta presente.

4.19 Puede añadirse jugo obtenido de la mandarina *Citrus reticulata* y/o híbridos al jugo de naranja en una cantidad que no exceda del 10% de sólidos solubles respecto del total de sólidos solubles del jugo de naranja.

4.20 Puede añadirse jugo de limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f. *Citrus limonum* Rissa) o jugo de lima (*Citrus aurantifolia* (Christm.), o ambos, al jugo de fruta hasta 3 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro para fines de acidificación a jugos no endulzados.

4.21 Puede añadirse jugo de limón o jugo de lima, o ambos, hasta 5 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro a néctares de frutas.

4.22 Puede añadirse al jugo de tomate (*Lycopersicum esculentum* L) sal y especias así como hierbas aromáticas (y sus extractos naturales).

4.23 Se permite la adición de dióxido de carbono, mayor a 2 g/kg, para que al producto se lo considere como gasificado.

4.24 A las bebidas de frutas cuando se les adicione gas carbónico se las considerará bebidas gaseosas y deberán cumplir los requisitos de la NTE INEN 1 101.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos específicos para los jugos y pulpas de frutas

5.1.1 El jugo puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.2 La pulpa debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.1.3 El jugo y la pulpa debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.1.4 *Requisitos físico- químico*

5.1.4.1 Los jugos y las pulpas ensayados de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas correspondientes, deben cumplir con las especificaciones establecidas en la tabla 1.

5.2 **Requisitos específicos para los néctares de frutas**

5.2.1 El néctar puede ser turbio o claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta o frutas de las que procede.

5.2.2 El néctar debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.2.3 *Requisitos físico - químicos*

5.2.3.1 El néctar de fruta debe tener un pH menor a 4,5 (determinado según NTE INEN 389).

5.2.3.2 El contenido mínimo de sólidos solubles (°Brix) presentes en el néctar debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o pulpa, referido en la tabla 2 de la presente norma.

TABLA 1. Especificaciones para los jugos o pulpas de fruta

FRUTA	Nombre Botánico	Sólidos Solubles ^{a)} Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Malpighia sp</i>	6,0
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca</i> L.	11,5
Arándano (mirtilo)	<i>Vaccinium myrtillus</i> L. <i>Vaccinium corymbosum</i> L. <i>Vaccinium angustifolium</i>	10,0
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	4,8
Babaco	<i>Carica pentagona</i> Heilb	5,0
Banano	<i>Musa, spp</i>	21,0
Borojo	<i>Borojoa spp</i>	7,0
Carambola (Grosella china)	<i>Averrhoa carambola</i>	5,0
Claudia ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	12,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera</i> L.	5,0
Coco (2)	<i>Cocos nucifera</i> L.	4,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus pérsica</i> L.	9,0
Frutilla	<i>Fragaria spp</i>	6,0
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus</i> L.	7,0
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis</i> L.	11,0
Guanábana	<i>Anona muricata</i> L.	11,0
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	5,0
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i>	8,0
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	11,0
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	4,5
Limón	<i>Citrus limon</i> L.	4,5
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	10,0
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	11,0
Manzana	<i>Malus domestica</i> Borkh	6,0

Maracuyá (Parchita)	<i>Passiflora edulis</i> Sims	12,0
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	11,5
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	5,0
Mora	<i>Rubus</i> spp.	6,0
Naranja	<i>Citrus sinnensis</i>	9,0
Naranjilla (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	6,0
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	8,0
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	10,0
Piña	<i>Ananas comosus</i> L.	10,0
Sandia	<i>Citrullus lanatus</i> Thunb	6,0
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	18,0*
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	8,0
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> L.	4,5
Toronja (Pomelo)	<i>Citrus paradisi</i>	8,0
Uva	<i>Vitis</i> spp	11,0

a) En grados Brix a 20 °C (con exclusión de azúcar)

(1) Este producto se conoce como "agua de coco" el cual se extrae directamente del fruto sin exprimir la pulpa.

(2) Es la emulsión extraída del endosperma (almendra) maduro del coco, con o sin adición de agua de coco

* Para extraer el jugo del tamarindo debe hacerse en extracción acuosa, lo cual baja el contenido de sólidos solubles desde 60 °Brix, que es su Brix natural, hasta los 18 °Brix en el extracto.

NOTA 1. Para las frutas que no se encuentran en la tabla el mínimo de grados Brix será el Brix del jugo o pulpa obtenido directamente de la fruta

(Continúa)

5.3 Requisitos específicos para los jugos y pulpas concentradas.

5.3.1 El jugo concentrado puede ser turbio, claro o clarificado y debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.2 La pulpa concentrada debe tener las características sensoriales propias de la fruta de la cual procede.

5.3.3 El jugo y pulpa concentrado, con azúcar o no, debe estar exento de olores o sabores extraños u objetables.

5.3.4 El contenido de sólidos solubles (°Brix a 20 °C con exclusión de azúcar) en el jugo concentrado será por lo menos, un 50% más que el contenido de sólidos solubles en el jugo original (Ver tabla 1 de esta norma).

5.4 Requisitos específicos para las bebidas de frutas

5.4.1 En las bebidas el aporte de fruta no podrá ser inferior al 10 % m/m, con excepción del aporte de las frutas de alta acidez (acidez superior al 1,00 mg/100 cm³ expresado como

ácido cítrico anhidro) que tendrán un aporte mínimo del 5% m/m

5.4.2 El pH será inferior a 4,5 (determinado según NTE INEN 389)

5.4.3 Los grados brix de la bebida serán proporcionales al aporte de fruta, con exclusión del azúcar añadida.

5.5 Requisitos microbiológicos

5.5.1 El producto debe estar exento de bacterias patógenas, toxinas y de cualquier otro microorganismo causante de la descomposición del producto.

5.5.2 El producto debe estar exento de toda sustancia originada por microorganismos y que representen un riesgo para la salud.

5.5.3 El producto debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3, tabla 4, o con el numeral 5.5.4

TABLA 3. Requisitos microbiológicos para productos congelados

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de esporas clostridium sulfito reductoras UFC/cm ³ ¹⁾	3	< 10	--	0	NTE INEN 1529-18
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	1,0x10 ²	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/ cm ³	3	1,0x10 ²	1,0x10 ³	1	NTE INEN 1529-10

1) Para productos enlatados.

TABLA 4. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados

	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/ cm ³	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-10

En donde:

- NMP = número más probable
- UFC = unidades formadoras de colonias
- UP = unidades propagadoras
- n = número de unidades
- m = nivel de aceptación
- M = nivel de rechazo
- c = número de unidades permitidas entre m y M

5.5.4 Los productos envasados asépticamente deben cumplir con esterilidad comercial de acuerdo a la NTE INEN 2 335

5.6 Contaminantes

5.6.1 Los límites máximos de contaminantes no deben

6. INSPECCIÓN

6.1 Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo a la NTE INEN 378.

6.2 Aceptación o Rechazo. Se aceptan los productos si cumplen con los requisitos establecidos en esta norma, caso contrario se rechaza.

7. ENVASADO Y EMBALADO

7.1 El material de envase debe ser resistente a la acción del producto y no debe alterar las características del mismo.

7.2 Los productos se deben envasar en recipientes que aseguren su integridad e higiene durante el almacenamiento, transporte y expendio.

7.3 Los envases metálicos deben cumplir con la NTE INEN 190, Codex Alimentario y FDA.

8. ROTULADO

- 8.1** El rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 1 334-1 y 1 334-2, y en otras disposiciones legales vigentes.
- 8.2** En el rotulado debe estar claramente indicada la forma de reconstituir el producto.
- 8.3** No debe tener leyendas de significado ambiguo, ni descripción de características del producto que no puedan ser comprobadas.



ANEXO 2. FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL PRIMERA FASE DE DEGUSTACIÓN.

PRIMERA FASE DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA LA OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA NUTRACÉUTICA DE JÍCAMA Y EVALUACIÓN DE SU VIDA ÚTIL.

Objetivo: Conocer el grado de aceptabilidad y el mejor tratamiento especialmente para el Color de la bebida nutracéutica de jícama.

Instrucciones: Observe detenidamente cada una de las muestras y marque con una "X" la opción de su preferencia.

Nombre: DARWIN CAICEDO Fecha: 18/03/2015 Hora: 12:15 Lugar: U.T.N.

CARACTERÍSTICA	EQUIVALENCIA	CATEGORÍAS	CÓDIGO DE MUESTRAS	
			503	213
COLOR	5	Excelente		
	4	Muy Bueno		X
	3	Bueno	X	
	2	Regular		
	1	Malo		
TURBIDEZ	5	No es Turbio		
	4	Ligeramente turbio	X	
	3	Ni turbio ni transparente		X
	2	Medianamente turbio		
	1	Muy turbio		
ASPECTO - CONSISTENCIA	5	Excelente		
	4	Muy Bueno		X
	3	Bueno	X	
	2	Regular		
	1	Malo		
ACEPTACIÓN	5	Gusta Mucho		
	4	Agradable	X	X
	3	No gusta ni disgusta		
	2	Gusta poco		
	1	Disgusta		
Observaciones				

Gracias por su colaboración.

ANEXO 3. FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL SEGUNDA FASE DE DEGUSTACIÓN.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.

HOJA DE ENCUESTA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE BEBIDA
NUTRACÉUTICA DE JÍCAMA

INTRODUCCIÓN.

El presente instructivo está orientado a evaluar las características organolépticas del producto terminado.

INSTRUCCIONES PARA EL CATADOR.

Señor degustador, para realizar la degustación del producto tómese el tiempo necesario y analice detenidamente cada una de las características que se detallan a continuación. Marque con una X los caracteres que usted crea correctos.

CARACTERÍSTICAS A EVALUARSE.

Color. El color deberá ser amarillo pálido, uniforme, característico de la raíz y agradable a la vista.

Turbidez. Visualizar la bebida en el vaso, luego ingerir a una velocidad constante, mantener en la boca durante un tiempo prudencial y evaluar sus características.

Aroma. Debe ser característico del producto sin olores desagradables.

Sabor. Debe tener un sabor agradable, es decir debe ser característico del producto. Este producto debe ser ligeramente ácido y presentar sabor dulce, sin sabores desagradables.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.

SEGUNDA FASE DE EVALUACIÓN SENSORIAL.

Buenos días (tardes)

Se está realizando una investigación sobre la **“OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA NUTRACÉUTICA DE JÍCAMA”.**

Instrucciones: Sr. Degustador observe detenidamente cada una de las muestras y marque con una “X” la opción de su preferencia, tómese el tiempo necesario.

Fecha: _____

CARACTERÍSTICA	EQUIVALENCIA	CATEGORÍAS	CÓDIGO DE MUESTRAS				
			503	213	624	714	139
COLOR	5	Excelente	T1	T2	T3	T4	T
	4	Muy Bueno					
	3	Bueno					
	2	Regular					
	1	Malo					
TURBIDEZ	5	No es Turbio					
	4	Ligeramente turbio					
	3	Ni turbio ni transparente					
	2	Medianamente turbio					
	1	Muy turbio					
AROMA	5	Gusta mucho					
	4	Agradable					
	3	Ni gusta ni disgusta					
	2	Poco Agradable					
	1	Desagradable					
SABOR	5	Excelente					
	4	Muy Bueno					
	3	Bueno					
	2	Regular					
	1	Malo					
ACEPTACIÓN	5	Gusta mucho					
	4	Agradable					
	3	No gusta ni disgusta					
	2	Gusta poco					
	1	Disgusta					
Observaciones							

Gracias por su colaboración.

Firma del degustador (a)

ANEXO 4. REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS EN MATERIA PRIMA REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE USO MULTIPLE DE LA F.I.C.A.Y.A.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	071 - 2015
Análisis solicitado por:	Sr. Joel Estrada
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	17 de junio de 2015
Fecha de entrega informe:	24 de junio de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

#	Muestra	Codificación o # de Lote
1	Jícama	No aplica

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado	Metodo de ensayo
Contenido de Agua	%	90,00	AOAC 925.10
Proteína	%	2,20	AOAC 920.87
Extracto etéreo	%	0,04	AOAC 920.85
Cenizas	%	0,45	AOAC 923.03
Azúcares Reductores libre	%	0,13	AOAC 932.14C
Carbohidratos totales	%	7,31	Cálculo
Almidón	%	4,31	AOAC 906.03
Fibra Bruta	%	0,25	AOAC 978.10
°Brix	-----	11,1	AOAC 932.14C
pH	-----	6,03	AOAC 981.12
Azúcares Totales	%	11,24	AOAC 932.14C
Calcio	mg/100 g	17	Espectrofotometría
Magnesio	mg/100 g	4,4	
Potasio	mg/100 g	39	

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:



Bioq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Visión Institucional
La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María
Córdova. Barrio El Olivo.
Teléfono: (06)2997800
Fax: Ext. 7711.
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador

ANEXO 5. REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS EN LOS 3 MEJORES TRATAMIENTOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE USO MULTIPLE DE LA F.I.C.A.Y.A.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
 UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.
 Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13
FICAYA
Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	054 -2016
Análisis solicitado por:	Sr. Joel Estrada
Empresa:	Particular
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	16 de marzo de 2016
Fecha de entrega informe:	03 de mayo de 2016
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura
No. de Lote	No aplica
No. Unidades Analizadas	3

#	Muestra	Codificación o # de Lote
1	Bebida de jícama	No aplica

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		T1	T2	T3	
Recuento Aerobios Totales	UFC/ml	< 10	< 10	< 10	AOAC 989.10
Recuento de Mohos	UFC/ml	0	< 10	< 10	AOAC 997.02
Recuento de Levaduras	UFC/ml	< 10	< 10	< 10	

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:




Bíoq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Visión Institucional
 La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales.

Av. 17 de Julio S-21 y José María Córdova. Barrio El Olivo.
 Teléfono: (06)2997800
 Fax: Ext: 7711.
 Email: utn@utn.edu.ec
 www.utn.edu.ec
 Ibarra - Ecuador

ANEXO 6. REPORTE DE ANÁLISIS DE MINERALES REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE USO MULTIPLE DE LA F.I.C.A.Y.A.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
AUTÓNOMA DESDE 1966
IBARRA - ECUADOR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	005 - 2016
Análisis solicitado por:	Sr. Joel Estrada
Empresa:	No aplica
Muestreado:	No aplica
Fecha de recepción:	06 de enero de 2016
Fecha de entrega informe:	13 de enero de 2016
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

Muestra: Bebida de Jícama
 No. de Lote: No aplica
 No. Unidades Analizadas: No aplica

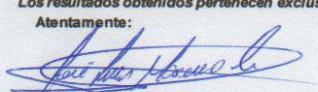
Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Método de ensayo
		TR1	TR2	TR3	T1R1	T1R2	T1R3	
Calcio (Ca)	mg/l	4,18	3,80	3,85	4,95	4,98	4,93	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Magnesio (Mg)	mg/l	3,90	4,00	4,10	4,30	3,95	3,80	
Potasio (K)	mg/l	117,50	128,90	119,60	121,80	125,40	120,30	

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado						Método de ensayo
		T2R1	T2R2	T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	
Calcio (Ca)	mg/l	4,60	4,32	4,65	4,46	4,92	4,78	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Magnesio (Mg)	mg/l	4,20	3,85	4,00	3,90	4,30	3,90	
Potasio (K)	mg/l	124,50	122,20	122,00	123,30	122,20	123,90	


Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Método de ensayo
		T4R1	T4R2	T4R3	
Calcio (Ca)	mg/l	4,56	4,82	4,89	Espectrofotometría de Absorción Atómica
Magnesio (Mg)	mg/l	4,10	4,25	3,80	
Potasio (K)	mg/l	122,90	123,10	120,80	

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:



Bta. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



ANEXO 7. REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS DE LOS TRATAMIENTOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO DE USO MULTIPLE DE LA F.I.C.A.Y.A.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 - CONEA - 2010 - 129 - DC.
Resolución No. 001 - 073 - CEAACES - 2013 - 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	103 - 2015
Análisis solicitado por:	Sr. Joel Estrada
Empresa:	No aplica
Muestreado:	Propietario
Fecha de recepción:	10 de septiembre de 2015
Fecha de entrega informe:	15 de septiembre de 2015
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

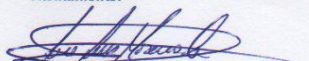
Parámetro Analizado	Unidad	Resultado					Metodo de ensayo
		T1R1	T1R2	T1R3	T2R1	T2R2	
Agua	g/100 g	88,73	88,69	90,34	89,37	90,17	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	11,27	11,31	9,66	10,63	9,83	
°Brix	————	11,9	11,8	10,3	11,2	10,6	AOAC 932.14C
pH	————	4,06	4,1	4,07	4,13	4,14	AOAC 981.12
Azúcares Reductores Libres	g/100 g	5,60	5,40	5,20	5,70	5,80	AOAC 932.14C
Acidez titulable (como ác. oxálico)	mg/100 g	134,4	179,06	179,06	189,59	179,06	AOAC 954.07
Densidad Relativa	————	1,0518	1,044	1,0371	1,0445	1,0443	Picnómetro

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado					Metodo de ensayo
		T2R3	T3R1	T3R2	T3R3	T4R1	
Agua	g/100 g	90,12	89,47	89,31	90,77	88,09	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	9,88	10,53	10,69	9,23	11,91	
°Brix	————	11	10,9	11	10,4	12,2	AOAC 932.14C
pH	————	4,06	4,09	4,09	4,08	4,11	AOAC 981.12
Azúcares Reductores Libres	g/100 g	5,35	6,25	6,24	6,25	6,40	AOAC 932.14C
Acidez titulable (como ác. oxálico)	mg/100 g	168,53	179,06	168,53	179,06	179,06	AOAC 954.07
Densidad Relativa	————	1,0374	1,0417	1,0351	1,0393	1,0399	Picnómetro

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado					Metodo de ensayo
		T4R2	T4R3	tR1	tR2	tR3	
Agua	g/100 g	88,69	91,64	90,93	90,1	91,09	AOAC 925.10
Sólidos Totales	g/100 g	11,31	8,36	9,07	9,9	8,91	
°Brix	————	11,8	9,8	9,6	10,2	9,4	AOAC 932.14C
pH	————	4,13	4,09	6,33	6,26	6,31	AOAC 981.12
Azúcares Reductores Libres	g/100 g	6,45	6,42	3,67	3,90	3,67	AOAC 932.14C
Acidez titulable (como ác. oxálico)	mg/100 g	134,5	157,99	63,20	73,73	52,66	AOAC 954.07
Densidad Relativa	————	1,0451	1,0393	1,0384	1,0316	1,0372	Picnómetro

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas


Atentamente:


Biol. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Av. 17 de Julio S-21 y José María

ANEXO 8. REPORTE DE ANÁLISIS DE VIDA ÚTIL DE LA BEBIDA NUTRACEUTICA DE JICAMA REALIZADO EN EL LABORATORIO DE USO MULTIPLE DE LA F.I.C.A.Y.A.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.
Resolución No. 001 – 073 – CEACES – 2013 – 13
FICAYA
Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	053 - 2016
Análisis solicitado por:	Sr. Joel Estrada
Empresa:	Particular
Muestreo:	Propietario
Fecha de recepción:	16 de marzo de 2016
Fecha de entrega informe:	03 de mayo de 2016
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura
No. de Lote	No aplica
No. Unidades Analizadas	1

#	Muestra	Codificación o # de Lote
1	Bebida de jicama	No aplica

TEMPERATURA AMBIENTE

Tratamiento	Día	Fecha	T° Ambiente	
			Acidez	Brix
T1	0	16/03/16	299,71	12,30
	2	18/03/16	299,71	12,40
	6	24/03/16	314,79	12,40
	15	01/04/16	344,66	12,40
	30	15/04/16	406,55	20,10
	45	02/05/16	406,6	20,4

$y = 2,7109x + 301,06$
 $R^2 = 0,9272$

$y = 0,2115x + 11,545$
 $R^2 = 0,8205$

TEMPERATURA 40 °C

Tratamiento	Día	Fecha	T° 40 °C	
			Acidez	Brix
T1	0	16/03/16	299,71	12,30
	2	18/03/16	314,69	12,50
	6	24/03/16	329,68	12,40
	15	01/04/16	359,65	12,40
	30	15/04/16	415,60	20,50
	45	02/05/16	582,3	22

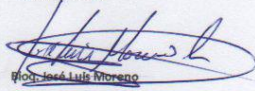
$y = 5,7134x + 290,29$
 $R^2 = 0,9302$

$y = 0,2429x + 11,545$
 $R^2 = 0,8584$


Tiempo de vida (días)= 103,2

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:



José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



ANEXO 9. REPORTE DE ANÁLISIS DE FRUCTOOLIGOSACÁRIDOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD DE LA ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA-INIAP.

MC-LSAIA-2201-03


	INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. Cutuglagua Tlfs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO No: 15-0289

NOMBRE PETICIONARIO: Sr. Joel Estrada DIRECCION: Calle 28 de julio y Cardenal de la Torre FECHA DE EMISION: 30/09/2015 FECHA DE ANALISIS: Del 22 al 28 de septiembre de 2015	INSTITUCION: Particular ATENCION: Sr. Joel Estrada FECHA DE RECEPCION.: 21/09/2015 HORA DE RECEPCION: 09H50 ANALISIS SOLICITADO Azúcares HPLC FOS	
---	--	--

ANALISIS	AZUCARES HPLC FOS						IDENTIFICACIÓN
	MO-LSAIA-18						
	SHODEX 1999						
MUESTRA	15-1620	15-1621	15-1622	15-1623	15-1624		
UNIDAD	g/100ml	g/100ml	g/100ml	g/100ml	g/100ml		
FRUCTOSA	3,02	3,18	3,21	3,56	3,46	16-1620 Bebida de jicama T R1	
GLUCOSA	0,80	0,68	0,67	0,93	0,90	16-1621 Bebida de jicama T1 R1	
SACAROSA	1,53	1,24	1,12	1,15	1,12	16-1622 Bebida de jicama T2 R1	
GF2	1,12	1,15	1,19	1,18	1,15	16-1623 Bebida de jicama T3 R1	
GF3	1,36	1,19	1,28	1,20	1,27	16-1624 Bebida de jicama T4 R1	
GF4	0,99	1,03	0,98	0,90	0,88		
GF5	0,61	0,56	0,72	0,70	0,68		
GF6	0,57	0,63	0,61	0,62	0,61		
GF7	0,54	0,65	0,59	0,57	0,56		
GF8	0,46	0,58	0,52	0,51	0,51		
GF9	0,41	0,49	0,44	0,45	0,44		

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente


Dr. Armando Rubio
RESPONSABLE DE CALIDAD




Dr. MSc. Iván Samaniego
RESPONSABLE TECNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con los objetos de ensayo

NEXO 10. REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS PARA VIDA ÚTIL.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

Informe N°:	011 - 2017
Análisis solicitado por:	Sr. Joel Estrada
Empresa:	No aplica
Muestreado:	Sr. Joel Estrada
Fecha de recepción:	02 de febrero de 2017
Fecha de entrega informe:	20 de febrero de 2017
Ciudad:	Ibarra
Provincia:	Imbabura

#	Muestra	# de Lote
---	Bebida de Jícama	no aplica

02 de febrero de 2017

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		T1	T2	T3	
Recuento Estándar en placa	UFC/ml	0	0	0	AOAC 989.10
Recuento de Mohos	UFC/ml	0	0	0	AOAC 997.02
Recuento de Levaduras	UFC/ml	0	0	0	

06 de febrero de 2017

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		T1	T2	T3	
Recuento Estándar en placa	UFC/ml	0	1	0	AOAC 989.10
Recuento de Mohos	UFC/ml	0	0	1	AOAC 997.02
Recuento de Levaduras	UFC/ml	0	2	0	

09 de febrero de 2017

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		T1	T2	T3	
Recuento Estándar en placa	UFC/ml	1	2	3	AOAC 989.10
Recuento de Mohos	UFC/ml	1	2	1	AOAC 997.02
Recuento de Levaduras	UFC/ml	1	2	0	

Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales

Av 17 de Julio S-21 y José María
Córdova Barrio El Olivo
Teléfono (06)2997800
Fax: Ext 7711
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN 002 – CONEA – 2010 – 129 – DC.
Resolución No. 001 – 073 – CEAACES – 2013 – 13

FICAYA

Laboratorio de Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos

13 de febrero de 2017

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		T1	T2	T3	
Recuento Estándar en placa	UFC/ml	4	5	4	AOAC 989.10
Recuento de Mohos	UFC/ml	3	4	4	AOAC 997.02
Recuento de Levaduras	UFC/ml	4	4	2	

16 de febrero de 2017

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Metodo de ensayo
		T1	T2	T3	
Recuento Estándar en placa	UFC/ml	15	12	10	AOAC 989.10
Recuento de Mohos	UFC/ml	14	18	13	AOAC 997.02
Recuento de Levaduras	UFC/ml	210	100	150	

Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno
Técnico de Laboratorio



Visión Institucional

La Universidad Técnica del Norte en el año 2020, será un referente en ciencia, tecnología e innovación en el país, con estándares de excelencia institucionales

Av. 17 de Julio S-21 y José María
Córdova. Barrio El Olivo
Teléfono: (06)2997800
Fax: Ext. 7711
Email: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec
Ibarra - Ecuador