



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DESARROLLO DE UN MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE LA JÍCAMA (*Smallanthus sonchifolius*) COMO PRODUCTO MÍNIMAMENTE PROCESADO.

Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero (a) Agroindustrial

AUTOR: David Miguel Chamorro Rivadeneira

DIRECTOR: Ing. Ángel Satama Tene, Msc.

Ibarra – Ecuador

2016

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

DESARROLLO DE UN MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE LA JÍCAMA (*Smallanthus sonchifolius*) COMO PRODUCTO MÍNIMAMENTE PROCESADO.

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
DIRECTOR DE TESIS



FIRMA

Dra. Lucía Yépez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Luis Manosalvas
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



FIRMA

Ing. Jimmy Cuarán
MIEMBRO DEL TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACION 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:	100358581 - 5		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Chamorro Rivadeneira David Miguel		
DIRECCIÓN:	San Antonio, Calle Simón Bolívar # 3-85		
EMAIL:	migeldavidchr@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	(06) 2933-142	TELÉFONO MÓVIL:	0983477232

DATOS DE LA OBRA

TÍTULO:	Desarrollo de un método de conservación de la jícama (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) como producto mínimamente procesado.
AUTOR:	Chamorro Rivadeneira David Miguel
FECHA:	

SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO

PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO	<input type="checkbox"/> POSTGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial	
ASESOR / DIRECTOR:	Ing. Ángel Edmundo Satama Tene	

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, David Miguel Chamorro Rivadeneira, con cédula de identidad número 100358581-5, 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. CONSTANCIA

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 06 días del mes de diciembre del 2016

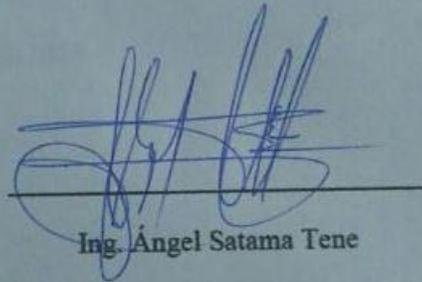
EL AUTOR:



CHAMORRO RIVADENEIRA DAVID MIGUEL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el Sr. Chamorro Rivadeneira David Miguel, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and strokes, positioned above a horizontal line.

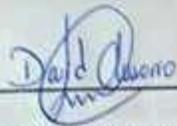
Ing. Ángel Satama Tene

DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN

Manifiesto que la presente obra es original y se la 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 06. días del mes de Diciembre de 2016



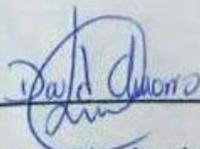
Chamorro Rivadencira David Miguel

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Chamorro Rivadeneira David Miguel, con cédula de identidad Nro. 100358581-5, 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: **DESARROLLO DE UN MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE LA JÍCAMA (*Smallanthus sonchifolius*) COMO PRODUCTO MÍNIMAMENTE PROCESADO**, 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 06 días del mes de diciembre de 2016



Chamorro Rivadeneira David Miguel

Dedicatoria

A mis padres Jaqueline Rivadeneira y Fausto Chamorro por su amor, apoyo incondicional y por siempre darnos lo mejor a mis hermanos y a mí.

A mis hermanos Marissa y Fernando por el simple hecho de existir y hacer la vida más bonita.

A mis sobrinos Sofía, Ariel y Zaid por su cariño.

Chamorro Rivadeneira David Miguel.

Agradecimiento

Al culminar con el trabajo de grado mi infinito agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte, prestigiosa institución que abrió sus puertas a jóvenes como yo para prepararnos para un futuro competitivo y formándonos como personas generadoras de cambios positivos en nuestra sociedad.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales en especial a la Escuela de Ingeniería Agroindustrial y sus dignos catedráticos, que pusieron todos sus conocimientos, para que, mediante la investigación y el esfuerzo personal, lleguemos a culminar con éxito y con los conocimientos necesarios nuestra carrera.

Al Ing. Ángel Satama por su acertada colaboración y dirección como director de tesis.

Mi más sincera gratitud a la Dr. Lucia Yépez, Ing. Armando Manosalvas e Ing. Jimmy Cuarán por haberme guiado en la elaboración de este trabajo de titulación.

Chamorro Rivadeneira David Miguel.

ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4 Hipótesis de trabajo	4
1.4.1 Hipótesis Afirmativa.	4
1.4.2 Hipótesis negativa.	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Jícama.....	5
2.1.1 Composición química.....	6
2.1.2 Índice químico de aminoácidos.....	7
2.1.3 Beneficios de la jícama para la salud.	7
2.2 Alimento mínimamente procesado.....	9
2.3 Pardeamiento enzimático	10
2.4 Pectinesterasa o pectinmetilesterasa.....	11
2.5 Métodos industriales de conservación de alimentos	11

2.5.1 Fundamentos de la conservación de alimentos	11
2.5.2 Factores que influyen en el desarrollo microbiano	12
2.5.2.1 Incidencia del pH.....	13
2.5.2.2 Actividad del agua.....	14
2.5.2.2.1 Distribución del agua en los alimentos.....	16
2.5.2.3 Potencial de óxido-reducción	18
2.5.2.4 Conservadores o sustancias inhibidoras	19
2.5.2.4.1 Ácido benzoico y benzoatos	20
2.5.2.4.2 Ácido sórbico y sorbatos	20
2.5.2.4.3 Ácido acético y acetatos	21
2.5.2.4.4 Ácido cítrico (C ₆ H ₈ O ₇).....	21
2.5.2.4.4 Sulfitos y dióxido de azufre.....	22
2.5.2.4.5 Nitritos y nitratos.....	22
2.5.2.4.6 Otros conservantes	23
2.5.2.5 Temperatura.....	23
2.5.3 Técnicas utilizadas en la conservación de los alimentos.....	25
2.5.3.1 Procedimientos basados en la aplicación de varios principios.....	26
2.5.4 Cinética del deterioro de los alimentos y predicción de la vida útil.....	27
2.5.5 Dureza en los alimentos	28
2.5.5.1 Penetrometría.....	28
2.5.6 Percepción sensorial de los alimentos	29

2.5.6.1 Color	29
2.5.6.2 Sabor	30
2.5.6.3 Olor	31
2.5.6.4 Textura	33
2.5.6.5 Flavor	35
CAPÍTULO III	36
MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1 Materiales	36
3.1.1 Materiales y equipos de laboratorio.	36
3.1.2 Materia prima e insumos	37
3.2 Métodos	37
3.2.1 Localización del experimento	37
3.2.2 Factores de estudio.	38
3.2.3 Tratamientos	39
3.2.4 Diseño experimental.	39
3.2.4.1 Características del experimento.	39
3.2.4.2 Características de la unidad experimental	40
3.2.5 Variables a evaluar	40
3.2.5.1 Variables cuantitativas	40
3.2.5.2 Variables cualitativas	41
3.3 Método de procesamiento	41

3.3.1 Recepción	42
3.3.2 Selección	42
3.3.3 Pesado.....	42
3.3.4 Lavado y desinfección.....	43
3.3.5 Pelado	43
3.3.6 Cortado y seccionado.	43
3.3.7 Higienizado	43
3.3.8 llenado	44
3.3.9 Evacuado	44
3.3.10 Sellado.....	44
3.4 Métodos de evaluación.....	44
3.4.1 Métodos de evaluación cuantitativos	44
3.4.1.1 Evaluación de pH	44
3.4.1.2 Evaluación de la dureza instrumental (fuerza de ruptura) de la jícama.	45
3.4.1.3 Evaluación de la temperatura de escaldado.....	46
3.4.1.4 Evaluación del color	47
3.4.2 Método de evaluación cualitativa de la jícama sin procesar y minimamente procesada.....	48
3.4.2.1 Color.	48
3.4.2.2 Olor	49
3.4.2.3 Sabor	50

3.4.2.4 Textura (dureza)	50
3.4.2.5 Aceptabilidad.....	51
3.4.3 Análisis microbiológico en el producto terminado.	52
3.4.3.1 Análisis microbiológico.	52
3.4.3.2 Análisis de la capacidad prebiótica	52
3.4.4 Análisis físico - químico.....	53
CAPÍTULO IV	54
RESULTADOS Y DISCUSIONES	54
4.1 Análisis variables cuantitativas	54
4.1.1 pH	54
4.1.2 Temperatura de escaldado.....	56
4.1.3 Dureza instrumental (fuerza de ruptura)	60
4.1.4 Comparación del color	64
4.2 Variables cualitativas	66
4.2.1 Color.....	67
4.2.2 Olor	69
4.2.3 Sabor.....	71
4.2.4 Textura.....	73
4.2.5 Aceptación.....	75
4.3 Evaluación microbiológica para el mejor tratamiento	76
4.3.1 Análisis microbiológico	76

4.3.2 Capacidad prebiótica del mejor tratamiento.....	77
4.4 Análisis físico – químico.....	80
4.5 Rendimiento del mejor tratamiento.....	82
4.6 Costos de producción del mejor tratamiento.....	83
4.7 Actividad del agua (a_w).....	84
CAPÍTULO V.....	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
5.1 Conclusiones.....	87
5.2 Recomendaciones.....	89
CAPÍTULO VI.....	90
BIBLIOGRAFÍA.....	90
CAPÍTULO VII.....	94
ANEXOS.....	94
Anexo 1: Procesamiento.....	94
Anexo 2: Métodos de evaluación cuantitativos.....	96
Anexo 3: Resultado análisis microbiológico.....	98
Anexo 4: Resultado análisis bromatológico.....	99
Anexo 5: Resultados de la evaluación sensorial de la raíz de jícama.....	100
Anexo 6: Actividad del agua de la jícama mínimamente procesada (t_2).....	101
Anexo 7: Norma NTE INNEN 389.....	102
Anexo 8: Norma NTE INNEN 1529-8.....	106

Anexo 9: Encuesta de degustación.....	114
Anexo 10: Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) Nro. 615-2003. ..	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Raíz de jícama.	5
Figura 2. Reacción de hidroxilación	11
Figura 3. Diagrama de bloques para la elaboración de la jícama como producto mínimamente procesado.....	41
Figura 4. Potenciómetro de pH	45
Figura 5. Penetrómetro.....	46
Figura 6. Termómetro digital.....	47
Figura 7. Tablas colorimétricas.....	48
Figura 8. Color C17D.....	64
Figura 9. Diagrama de bloques para el balance de materiales de la jícama como producto mínimamente procesado.	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de composición en 100g de jícama fresca.....	6
Tabla 2. Índice químico de aminoácidos de RTAs en base al patrón de aminoácidos FAO-OMS-UNU, 1985 (muestra entera).....	7
Tabla 3. Límites de pH para el crecimiento de algunos microorganismos.	14
Tabla 4. Valores mínimos de a_w para el crecimiento de algunos microorganismos ..	15
Tabla 5. Clasificación de los métodos de conservación de alimentos según su efecto sobre los microorganismos.....	26
Tabla 6. Definición de las características mecánicas desde un punto de vista físico.	34
Tabla 7. Materiales y equipos de laboratorio.	36
Tabla 8. Materia prima e insumos.....	37
Tabla 9. Caracterización del lugar.....	37
Tabla 10. Descripción y nomenclatura de los tratamientos.	39
Tabla 11. Evaluación sensorial del color	49
Tabla 12. Evaluación sensorial del olor.	49
Tabla 13. Evaluación sensorial del sabor.	50
Tabla 14. Evaluación sensorial de la textura.....	51
Tabla 15. Evaluación sensorial de la aceptabilidad.....	51
Tabla 16. Parámetros y metodología de análisis microbiológico.....	52
Tabla 17. Métodos de laboratorio.	53
Tabla 18. Evaluación de pH.	54

Tabla 19. Análisis de varianza (pH).....	55
Tabla 20. Evaluación de la temperatura de escaldado en °C.	56
Tabla 21. Análisis de varianza (T)	57
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.....	58
Tabla 23. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor A.....	58
Tabla 24. Evaluación de dureza en lbf/pulg ²	60
Tabla 25. Análisis de varianza (Dureza)	61
Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.....	62
Tabla 27. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor A.....	62
Tabla 28. Datos comparación del color.....	64
Tabla 29. pH de actividad óptima de algunas enzimas	66
Tabla 30. Rangos de Friedman para el color.....	67
Tabla 31. Análisis de Friedman para la evaluación sensorial del color.	68
Tabla 32. Rangos de Friedman para el olor.	69
Tabla 33. Análisis de Friedman para la evaluación sensorial del olor.	70
Tabla 34. Rangos de Friedman para el sabor.	71
Tabla 35. Análisis de Friedman para la evaluación sensorial del sabor.....	72
Tabla 36. Rangos de Friedman para la textura.....	73
Tabla 37. Análisis de Friedman para la evaluación sensorial de la textura.	74
Tabla 38. Rangos de Friedman para la aceptación.....	75
Tabla 39. Análisis de Friedman para la aceptación del producto.....	76

Tabla 40. Resultados microbiológicos.....	77
Tabla 41. Resultados físico - químicos de la jícama y de la jícama mínimamente procesada del tratamiento 2 (T2).....	80
Tabla 42. Detalle costos de materia prima e insumos del mejor tratamiento.....	83

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Curva de crecimiento microbiano.	12
Gráfica 2. Influencia de la actividad de agua (a_w) y el pH en la estabilidad de los alimentos.	16
Gráfica 3. Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad del agua.	17
Gráfica 4. Variación de la intensidad respiratoria de un órgano vegetal en función del contenido de oxígeno en la atmósfera (IRX: intensidad respiratoria en la atmósfera considerada (x % de oxígeno); IRaire : intensidad respiratoria en el aire).	19
Gráfica 5. Espectro electromagnético (cm: centímetros; mm: micra; nm: nanómetro; Å: Amstrong).	29
Gráfica 6. Curva de crecimiento de <i>Lactobacillus acidophilus</i>	78
Gráfica 7. Curva de crecimiento microbiano de <i>Lactobacillus acidophilus</i> en un medio de avena malteada sin sacarosa	79
Gráfica 8. Influencia de la actividad de agua (a_w) y el pH en la estabilidad de la jícama como producto mínimamente procesado.	84
Gráfica 9. Cambios que ocurren en la jícama en función de la actividad del agua. ..	85

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar un método de conservación para la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) como producto mínimamente procesado, tomando en cuenta dos factores de estudio como la proporción del líquido de cobertura y la temperatura del mismo.

Para la experimentación se tomaron en cuenta dos factores: la temperatura del líquido de cobertura a 70°C y 85°C, y la proporción de ácidos (acético-cítrico) 1:1, 1,5:1 y 1:1,5 respectivamente.

Para el desarrollo de la presente investigación se aplicó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.) con arreglo factorial A x B, con tres repeticiones, 6 tratamientos, con 18 unidades experimentales con las siguientes características: capacidad del envase 250 ml, peso drenado 116g, volumen de líquido de cobertura 112 ml y espacio de cabeza 1cm; y como análisis funcional se empleó la prueba de Tukey al 5% para tratamientos y Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 5% para factores.

Las variables cuantitativas físicas fueron; pH, dureza, color; temperatura de escaldado y capacidad prebiótica (mejor tratamiento), y en las variables cualitativas olor, color, sabor y textura.

Luego de realizar los respectivos ensayos se logró obtener un producto de calidad y se determinó un método de conservación para la jícama como producto mínimamente procesado, dando como mejor tratamiento al que fue aplicado una temperatura al líquido de cobertura de 70°C y una proporción de la mezcla del líquido de cobertura de 1,5:1, que corresponde al tratamiento dos (T2).

ABSTRACT

This research aimed to develop a conservation method for the jicama (*Smallanthus sonchifolius*), as a minimally processed product, taking into account two factors of study such as the proportion of the cover liquid and the temperature of it.

Two factors were taken into account for the experimentation: the temperature of the cover liquid at 70 ° C and 85 ° C, and the proportion of acids (acetic-citric) 1: 1, 1: 1, 1,5: 1 and 1: 1,5 respectively.

For the development of this research, a Completely Random Design (C.R.D.) was applied with factorial arrangement A x B, with three replications, 6 treatments, with 18 experimental units with the following characteristics: Capacity of the container 250 ml, drained weight 116 g, volume of covering liquid 112 ml and head space 1cm; and as a functional analysis, the Tukey test at 5% for treatments and 5% Minimal Significant Difference (M.S.D.) for factors were used.

The physical quantitative variables were; PH, hardness, color; Scalding temperature and prebiotic capacity (best treatment), and in the qualitative variables odor, color, taste and texture.

After carrying out the respective tests, a quality product was obtained and a preservation method was determined for the jicama as a minimally processed product, giving as the best treatment to which a temperature was applied to the coverage liquid of 70 ° C, and a proportion of the mixture of liquid of coverage of 1.5: 1, corresponding to treatment two (T2).

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMA

Actualmente en el Ecuador algunos tubérculos y raíces andinas como: la mashua, la oca, la zanahoria blanca, y la jícama, tienen escasa demanda del consumidor nacional, debido a diferentes razones, entre ellas el desconocimiento de las propiedades nutritivas, la baja disponibilidad de productos elaborados a base de estas en el mercado interno y por la pérdida de la cultura de consumo de alimentos andinos ancestrales. Esta escasa demanda por parte del consumidor, ha causado que el productor reduzca las áreas de cultivo de las mismas en los diferentes pisos bióticos, provocando así la erosión genética de estas especies vegetales.

La alta perecibilidad de los tubérculos y raíces, los ineficaces métodos desarrollados para alargar el tiempo de vida útil de estos y el escaso aprovechamiento de los mismos en la industria alimenticia, hace ineludible realizar una investigación de un posible método de conservación de materias primas (jícama) que sea capaz de prolongar por la vida útil y a la vez que conserve las características físicas, químicas y sensoriales del producto frescos.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad se viene generando en la población un mayor interés por el jícama, debido al descubrimiento y difusión de sus propiedades benéficas para la salud (Castillo & Vidal, 2009). Debido a que se ha demostrado que la raíz de esta planta contiene fructooligosacáridos (FOS).

Los fructooligosacáridos (FOS) son azúcares de reserva que existen en varias especies de plantas, pero es en la jícama donde se encuentran en mayores cantidades (Manrique *et al.*,2005).

La evidencia científica reconoce a los fructooligosacáridos (FOS) como prebiótico al ser una fibra dietética que ayudaría a prevenir el cáncer de colon, el estreñimiento y puede ser usado en el diseño de dietas hipocalóricas para diabéticos por su reducido contenido calórico.

Con la siguiente investigación se quiere desarrollar un método de conservación para la jícama como producto mínimamente procesado, el cual no afecte sus propiedades nutritivas y sus características organolépticas (sabor, olor, color y textura) prolongando la vida útil con beneficios prebióticos potenciales para la salud humana y así difundir las propiedades nutritivas e incentivar el cultivo y consumo de la raíz de la jícama.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un método para la conservación de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) como producto mínimamente procesado.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las características físico-químicas, organolépticas de la jícama sin procesar y mínimamente procesada.
- Evaluar los parámetros de pH y temperatura del líquido de cobertura.
- Determinar las características físicas, químicas y microbiológicas del mejor tratamiento.
- Evaluar la capacidad prebiótica del mejor tratamiento.
- Analizar los costos de producción y rendimiento del mejor tratamiento.

1.4 HIPÓTESIS DE TRABAJO

1.4.1 HIPÓTESIS AFIRMATIVA.

Se puede desarrollar un método para la conservación de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) como producto mínimamente procesado.

1.4.2 HIPÓTESIS NEGATIVA.

No se puede desarrollar un método para la conservación de la jícama (*Smallanthus sonchifolius*) como producto mínimamente procesado.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 JÍCAMA

La jícama una raíz de origen andino, es una fuente abundante de fructooligosacáridos (FOS) y compuestos fenólicos. Su consumo ha sido asociado con la prevención de enfermedades crónicas (dislipidemias y resistencia a la insulina), cáncer de colon, estreñimiento, entre otras propiedades (Manrique *et al.*, 2014)



Figura 1. Raíz de jícama.

Aunque la proporción de cada azúcar puede variar mucho, se puede considerar la siguiente composición (en base seca): FOS 40 a 70%, sacarosa 15%, fructosa 5 a 15% y glucosa menos del 5 %. Las proteínas y los lípidos se encuentran en pequeñas cantidades, representados de 2,4 a 4,3% y 0,14 a 0,43% del peso de la materia seca, respectivamente (Hermann et al., 1999).

En comparación a otras raíces y tubérculos, los tubérculos de jícama tienen una alta cantidad de polifenoles, alrededor de 200mg/100g de materia fresca comestible. Los polifenoles más abundantes son el ácido clorogénico y al menos cuatro fenoles solubles derivados del ácido cafeico. Otros compuestos reportados con actividad antioxidante son el triptófano, la quercetina, el ácido ferúlico y el ácido gálico (Manrique et al., 2005).

El mineral más abundante es el potasio, en promedio 230mg/100g de materia fresca comestible. En mucho menor cantidad se encuentra el calcio, fósforo, magnesio, sodio y hierro (Manrique *et al.*, 2005).

2.1.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA.

Tabla 1. Rangos de composición en 100g de jícama fresca.

Compuesto	Unidad	Valor
Energía	Kcal	54
Agua	g	70-93
Proteína	g	0,4-2,0
Grasa	g	0,1-0,3
Fibra	g	0,3-1,7
Ceniza	g	0,3-2,0
Carbohidratos	g	12,5
Calcio	mg	2300
Fosforo	mg	2100
Hierro	mg	30
Retinol	mg	1200
Tiamina	mg	2
Riboflavina	mg	11
Niacina	mg	34
Ácido Ascórbico	mg	1310

(López, 2007)

2.1.2 ÍNDICE QUÍMICO DE AMINOÁCIDOS.

Tabla 2. Índice químico de aminoácidos de RTAs en base al patrón de aminoácidos FAO-OMS-UNU, 1985 (muestra entera)

Aminoácidos	Patrón mg/g proteína	Achira	Oca	Miso	Mashua	Zanahoria Blanca	Mellico	Jícama
Histidina	19	58,42	15,52	101,00	126,00	81,57	305,00	128,00
Isoleucina	28	84,64	73,21	112,00	103,00	44,64	92,80	76,07
Leucina	66	59,54	42,12	60,90	56,81	30,60	62,12	58,03
Lisina	58	44,65	58,79	52,93	34,82	31,89	115,00	41,55
Metionina + cistina	25	2,96	70,80	56,00	115,00	52,80	140,00	----
Fenilalanina + tirosina	63	104,00	45,55	101,00	83,80	137,00	147,00	69,52
Treonina	34	81,47	74,70	116,00	72,05	52,94	70,58	64,70
Triptofano	11	----	----	----	----	----	127,00	----
Valina	35	84,28	72,00	87,71	112,00	74,57	105,00	82,85

(Barrera, 2004)

2.1.3 BENEFICIOS DE LA JÍCAMA PARA LA SALUD.

La evidencia científica disponible reconoce a los FOS como una Fibra dietética y como prebióticos. Un prebiótico se define como un azúcar no digerible e inerte para el ser humano, que al ser ingerido sirve como alimento para favorecer el crecimiento diferencial en el intestino de bacterias probióticas, mejorando así el balance intestinal (Castillo & Vidal, 2009).

Cuando los fructooligosacáridos (FOS) alcanzan la última porción del intestino grueso (el colon), son fermentados por un grupo especializado de bacterias que forman parte de la micro flora intestinal (Seminario, *et al.*, 2003).

La fermentación de los fructooligosacáridos (FOS) produce ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta (SCFA), butirato, propionato y acetato principalmente, los cuales disminuyen el pH del colon e imposibilitan así la multiplicación de bacterias putrefactivas y perjudiciales del colon (Castillo & Vidal, 2009).

La acción de los fructooligosacáridos (FOS) sobre el sistema inmunológico es directa, es decir a través de la estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de un número limitado de bacterias intestinales (probióticos). El efecto protector de estos microorganismos se realiza mediante dos mecanismos: el antagonismo que impide la multiplicación de los patógenos y la producción de toxinas que imposibilitan su acción patogénica. Este antagonismo está dado por la competencia por los nutrientes o los sitios de adhesión. Mediante la inmuno-modulación. Protege al huésped de las infecciones, incrementando la producción de inmunoglobulinas, aumentando la activación de las células mononucleares y de los linfocitos (Castillo & Vidal, 2009).

Los fructooligosacáridos al beneficiar la multiplicación de las bifidobacterias (especialmente *bifidobacterium* y *lactobacillus*), actúan de forma positiva sobre el sistema digestivo. Ayudan a regular el tránsito intestinal, mejora el metabolismo intestinal y las deposiciones. Su ingesta contribuye también a controlar el estreñimiento y a mejorar la protección y el equilibrio intestinal (López, 2007).

Diversos Estudios muestran que el consumo de fructooligosacáridos ayuda a reducir el nivel de azúcar y grasa en la sangre, inhibiendo la lipogénesis hepática, reduciendo el riesgo de arterosclerosis, normalizando la presión sanguínea y mejorando el metabolismo de las personas que sufren diabetes, colesterol alto o problemas cardiovasculares (López, 2007).

A diferencia de los azúcares comunes que se absorben en el intestino delgado en forma de glucosa, los fructooligosacáridos (FOS) pasan directamente al colon y son fermentados completamente hasta formar ácidos grasos de la cadena corta. Por esta razón los fructooligosacáridos no tienen incidencia en el aumento de los niveles de glucosa en la sangre. Recientemente se han reportado que el consumo de tubérculos de jícama frescas tiene efecto hipoglucemiante en sujetos clínicamente sanos. Esto significaría que las raíces del yacón tendrían un principio activo que ocasionaría que el nivel de glucosa postprandial descienda significativamente (Castillo & Vidal, 2009).

2.2 ALIMENTO MÍNIMAMENTE PROCESADO

En los últimos años un gran cambio en los padrones de consumo viene ocurriendo en la sociedad, en respuesta a la demanda del mercado. Los consumidores piden productos de alta calidad, listos para el uso, con calidad de frescos y teniendo apenas ingredientes naturales. Así, la tecnología de alimentos con procesamiento mínimo surge tentando satisfacer la necesidad del consumo de vegetales frescos, adaptándose a la tendencia contemporánea en que el tiempo disponible para el preparo de las comidas es limitado. Por otro lado, el procesamiento mínimo de frutas y hortalizas se muestra como una alternativa tecnológica, aumentando el valor agregado de los productos y contribuyendo para un mayor desarrollo de la agroindustria (Sanjinez *et al.*, 2010).

El procesamiento mínimo de los alimentos emplea una combinación de métodos manejados inteligentemente para lograr efectos de conservación sobre el alimento, de tal manera que se evite principalmente el desarrollo de microorganismo y la actividad enzimática (Vanaclocha & Requena, 2008).

Los microorganismos constituyen un factor importante en las frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Las bacterias, levaduras y mohos son responsables de hasta el 15% de la alteración post-cosecha (Vanaclocha & Requena, 2008).

Se ha estimado que se pierde hasta un 50% de las frutas tropicales por pardeamiento enzimático. Esta reacción también es responsable del deterioro del color, del sabor y de la calidad nutricional en zumos y en vegetales frescos como la lechuga. Por esto, se han hecho muchos esfuerzos para desarrollar métodos para el control de la actividad de la polifenoloxidasas (Fennema, 2010).

Se han desarrollado nuevos mecanismos para asegurar la conservación y la inocuidad alimentaria en los alimentos con procesamiento mínimo entre ellos tenemos los agentes antimicrobianos naturales que contienen bioprotectores que son efectivos

contra un amplio rango de microorganismos patógenos, las atmósferas modificadas, la bioconservación, tratamientos con ultra alta presión, entre otros.

Además de su inocuidad es fundamental garantizar sus características organolépticas y nutricionales. Por esto es necesario definir un proceso en el cual se controlen y minimicen todos aquellos factores que afectan o provocan cambios negativos sobre la estructura, propiedades sensoriales, nutricionales y microbiológicas de los vegetales. Cabe recordar que los vegetales mínimamente procesados (VMP) son tejidos vivos, es decir que presentan un metabolismo activo, por lo que resulta esencial el cuidado durante la manipulación en todas las etapas del procesamiento (Parzanese, 2013).

2.3 PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

El pardeamiento enzimático es la alteración más común que se presenta en frutas y hortalizas peladas y/o troceadas, resultando un factor limitante en la vida útil de la gran mayoría de estos productos. La reacción de pardeamiento oxidativo es catalizada por las enzimas polifenoloxidasas (PPO), las cuales en presencia de oxígeno (O₂) actúan hidroxilando los compuestos fenólicos presentes en los tejidos vegetales.

Posteriormente, estos compuestos se oxidan también en presencia de PPO y O₂ a o-quinonas, que luego se condensan y reaccionan no enzimáticamente para producir pigmentos pardos denominados genéricamente melaninas. Si se aplica un compuesto reductor, las quinonas formadas luego de la oxidación pueden degradarse, evitándose así el pardeamiento u oscurecimiento del producto. Además de ser causada por la deshidratación, la pérdida de firmeza del tejido vegetal también es ocasionada por la acción de las enzimas poligalturonasas (PG). Estas catalizan las reacciones de hidrólisis de las sustancias pécticas, que forman parte de la estructura de la pared celular y le otorgan la textura característica a los diferentes tejidos vegetales. Por lo tanto, cuando dichas enzimas hidrolizan los compuestos pécticos se pierden la turgencia celular y la textura natural del producto. Es importante destacar que la

sensibilidad del tejido vegetal a la hidrólisis enzimática varía considerablemente entre cultivares e incluso con el estado de madurez del tejido (Parzanese, 2013).



Figura 2. Reacción de hidroxilación

2.4 PECTINESTERASA O PECTINMETILESTERASA

La pectinmetilesterasa hidroliza el enlace metiléster de la pectina para dar ácido péctico y metanol. Esta enzima se denomina también pectinesterasa, pectasa, pectín demetoxilasa y pectolipasa. La hidrólisis de la pectina hasta ácido péctico en presencia de iones divalentes, como el calcio, conduce a un incremento de la consistencia debido a la formación de puentes cruzados entre el Ca²⁺ y los grupos carboxilos del ácido péctico (Fennema, 2010).

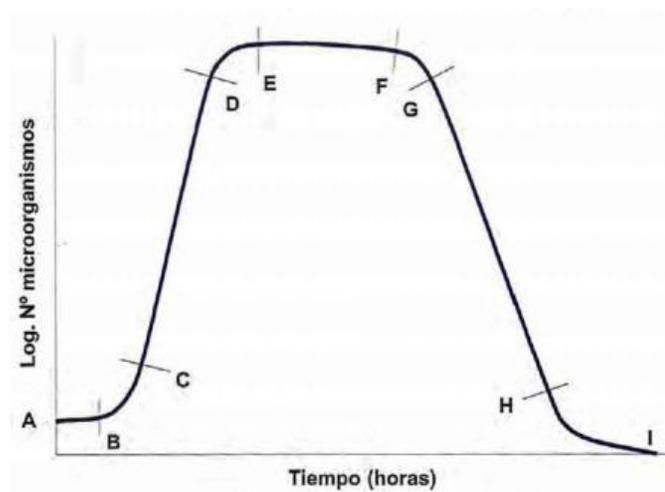
2.5 MÉTODOS INDUSTRIALES DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

2.5.1 FUNDAMENTOS DE LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS

La causa principal del deterioro de los alimentos es el desarrollo y proliferación de microorganismos, que generalmente no se encuentran en el interior de los tejidos de las plantas y de los animales sanos, pero siempre están presentes y dispuestos a invadirlos si hay una rotura de la piel, o si ha sido debilitada por enfermedad o

muerte. Así mismo, hasta el momento de la cosecha o del sacrificio las reacciones enzimáticas, producidas por las enzimas naturales de los alimentos, son controladas y equilibradas en la planta o en el animal que vive normalmente, pero a partir de ese momento dicho equilibrio se pierde” (Vanaclocha & Requena, 2008).

La reproducción microbiana no se produce de forma indefinida, una vez se alcanza un límite determinado, como puede ser el agotamiento de los factores nutritivos disponibles, la mortalidad supera al número de células que se reproducen, por lo que se aprecia una reducción de las mismas (Vanaclocha & Requena, 2008).



Gráfica 1. Curva de crecimiento microbiano.

(Vanaclocha & Requena, 2008)

2.5.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO MICROBIANO

Desde el punto de vista microbiológico, la conservación de alimentos consiste en exponer a los microorganismos a un medio hostil (por ejemplo a uno o más factores adversos) para prevenir o retardar su crecimiento, disminuir su supervivencia o causar su muerte. Ejemplos de tales factores son la acidez (por ejemplo bajo pH), la limitación del agua disponible para el crecimiento (por ejemplo reducción de la actividad de agua), la presencia de conservadores, las temperaturas altas o bajas, la

limitación de nutrientes, la radiación ultravioleta y las radiaciones ionizantes. Desafortunadamente, los microorganismos han desarrollado distintos mecanismos para resistir los efectos de estos factores ambientales de estrés. Estos mecanismos, denominados «mecanismos homeostáticos», actúan para mantener relativamente sin cambio los parámetros y las actividades fisiológicas claves de los microorganismos, aún cuando el medio que rodea a la célula se haya modificado y sea diferente. Para ser efectivos, los factores de conservación deben superar la resistencia microbiana homeostática (Alzamora *et al*, 2004).

El agotamiento metabólico de los microorganismos se favorece por los factores temperatura de almacenamiento elevada, presencia de antimicrobianos y daño subletal, ya que los microorganismos al hacer uso de toda su energía para restablecer su homeostasis consecuentemente mueren. Esto asimismo puede provocar una “autoesterilización”, debido a que aquéllos organismos que no pueden crecer, morirán (Gómez, 2008).

2.5.2.1 Incidencia del pH

La acción del pH sobre el crecimiento de los microorganismos tiene lugar a tres niveles: el medio, puesto que la disponibilidad de ciertos nutrientes en el medio de cultivo sufre modificaciones en función del equilibrio iónico, la permeabilidad de la membrana, que se ve afectada por las variaciones en la concentración de iones H^+ y OH^- y la actividad metabólica, las reacciones enzimáticas presentan un óptimo de actividad por encima o por debajo del cual su cinética sufre cambios, por lo tanto toda variación del pH citoplasmático implica una disminución de la actividad enzimática y, en consecuencia, del crecimiento del microorganismo (Vanaclocha & Requena, 2008).

Disminuir el pH debajo de 4,2 es una forma efectiva de lograr la inocuidad de algunos alimentos debido a la alta sensibilidad al pH de las bacterias patógenas. Sin

embargo, para controlar el crecimiento de todos los microorganismos por pH, el pH requerido en ausencia de otros factores de conservación sería muy bajo ($< 1,8$) y ello causaría el rechazo de los productos por consideraciones sensoriales (Alzamora *et al.*, 2004).

Tabla 3. Límites de pH para el crecimiento de algunos microorganismos.

	MÍNIMO	ÓPTIMO	MÁXIMO
Mohos	1,5-3,5	4,5-6,8	8,0-11,0
Levaduras	1,5-3,5	5-6,5	8,0-8,5
Bacterias	4,5	6,5-7,5	11,0
Bacterias acéticas	4,0	5,4-6,3	9,2
Bacterias lácticas	3,2	5,5-6,5	10,5
<i>L. plantarían</i>	3,5	5,5-6,5	8,0
<i>Leu. cremoris</i>	5,0	5,5-6,0	6,5
<i>S. lactis</i>	4,1-4,8	6,4	9,2
<i>L. acidophilus</i>	4,0-4,6	5,5-6,0	7,0
<i>Pseudomonas</i>	5,6	6,6-7,0	8,0
<i>P. aeruginosa</i>	4,4-4,5	6,6-7,0	8,0-9,0
<i>Enterobacterias</i>	5,6	6,5-7,5	9,0
<i>S. typhi</i>	4,0-4,5	6,5-7,2	8,0-9,6
<i>E. coli</i>	4,3	6,0-8,0	9,0
<i>Staphylococcus</i>	4,2	6,8-7,5	9,3
<i>Clostridium</i>	4,6-5,0		9,0
<i>Cl. botulinum</i>	4,8		8,2
<i>Cl. perfringens</i>	5,5	6,0-7,6	8,5
<i>Cl. sporogenes</i>	5,0-5,8	6,0-7,6	8,5-9,0
<i>Bacillus</i>	5,0-6,0	6,8-7,5	9,4-10,0

(Vanaclocha & Requena, 2008)

2.5.2.2 Actividad del agua

Uno de los componentes que más influye en las velocidades de las reacciones de los alimentos es la actividad del agua a_w . Numerosos investigadores han demostrado que la a_w es un factor importante en las reacciones enzimáticas, en la oxidación lipídica en el pardeamiento no enzimático, en la hidrólisis de la sacarosa, en la degradación de la clorofila, de la antocianina y en muchas otras reacciones (Fennema, 2010).

La “actividad de agua” (a_w) indica la disponibilidad de agua, de un medio determinado, para las reacciones químicas, bioquímicas y para las transferencias a

través de membranas semipermeables. Su valor oscila entre 0 y 1. Se define como la relación entre la presión de vapor del agua en la disolución (P) y la presión de vapor del agua pura (Po) a la misma temperatura (Vanaclocha & Requena, 2008).

$$a_w = \frac{P}{P_0}$$

Toda disminución de la a_w afecta al crecimiento bacteriano, la mayor parte de las bacterias presentan un crecimiento óptimo alrededor de 0,990-0,995. En alimentos con a_w baja (0,61-0,85) las alteraciones microbianas más frecuentes son producidas por mohos (Vanaclocha & Requena, 2008).

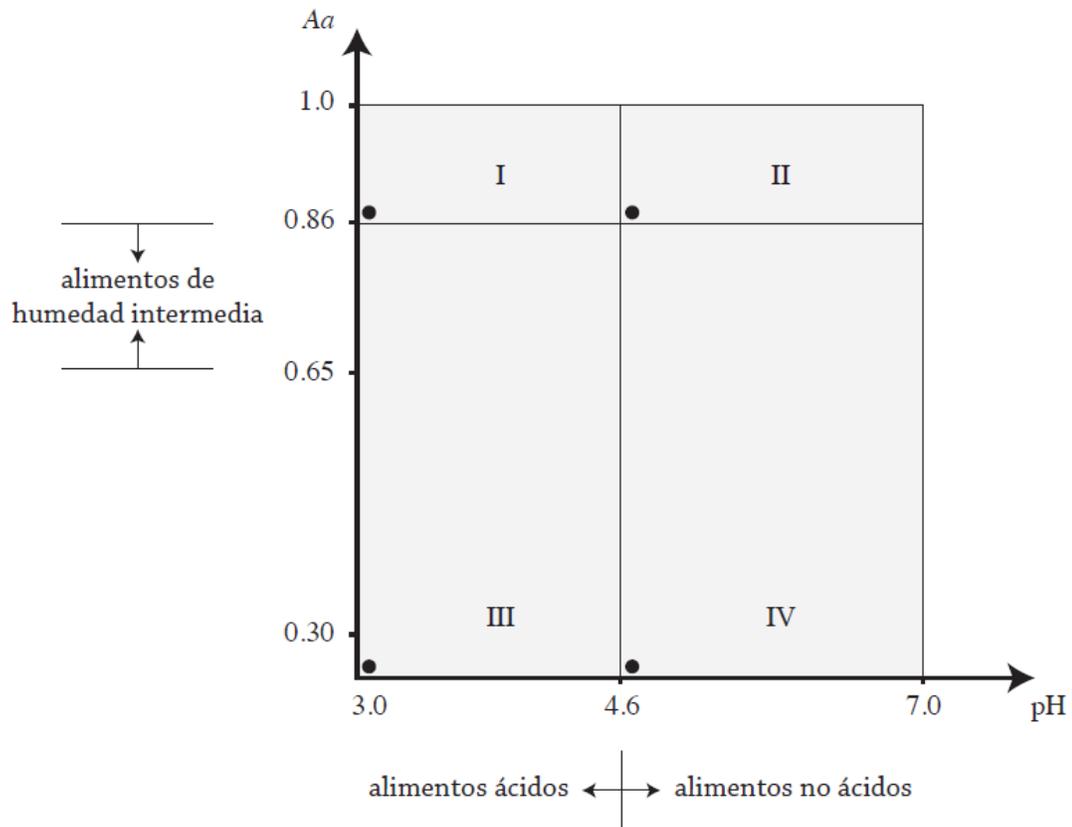
Tabla 4. Valores mínimos de a_w para el crecimiento de algunos microorganismos

Microorganismo	a_w	Microorganismo	a_w
BACTERIAS	>0,910	LEVADURAS	>0,87
Acinetobacter	0,990	<i>S. cerevisiae</i>	0,90-0,94
<i>C. botulinum E.</i>	0,979	<i>Rhodotorula</i>	0,90
<i>C. perfringens</i>	0,970	Levaduras osmofílicas	0,62
<i>P. fluorescens</i>	0,970	MOHOS	>0,70
<i>E. coli</i>	0,957	<i>Botrytis cinerea</i>	0,93
<i>Salmonella sp.</i>	0,950	<i>Fusarium</i>	0,90
<i>C. botulinum A, B</i>	0,950	<i>Mucor</i>	0,80-0,90
<i>B. subtilis</i>	0,900	<i>A. clavatus</i>	0,85
<i>S. aureus</i>	0,860	<i>P. expansión</i>	0,85
Bacterias halófilas	0,750	<i>A. flavus</i>	0,78
		Mohos xerófilos	0,70

(Vanaclocha & Requena, 2008)

Badui (2012) describe la relación del pH y la actividad del agua en la estabilidad de los alimentos (gráfica 2). En la zona I están los ácidos con alto contenido de agua: vegetales frescos, jugos y alimentos acidificados como purés y encurtidos; debido a que los hongos crecen en estas condiciones, su conservación requiere de un moderado tratamiento térmico, por ejemplo a 100 °C o menos, de refrigeración o de la adición de conservadores fúngicos. La zona II es la más vulnerable por su alta a_w y pH mayor a 4.6 que favorece los patógenos e incluye cárnicos, leche y pescados; su conservación implica fuertes tratamientos térmicos de hasta 120 °C, o bien refrigeración, congelación y aditivos. La zona III es de alimentos muy estables por su bajo pH y a_w , como frutas deshidratadas, mayonesas, mermeladas y otros alimentos

de humedad intermedia. En la IV están los polvos tipo harina, gelatinas y leche, o bien los productos evaporados; su baja acidez los hace sensibles, pero la reducida humedad los protege.



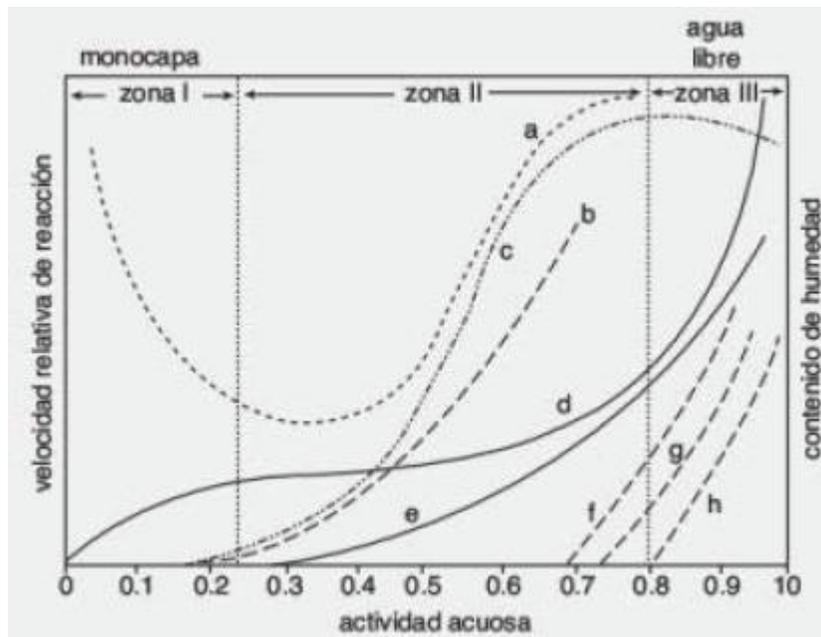
Gráfica 2. Influencia de la actividad de agua (a_w) y el pH en la estabilidad de los alimentos.

(Badui, 2013)

2.5.2.2.1 Distribución del agua en los alimentos.

Es un hecho que el total del agua contenida en un alimento no está distribuida de forma homogénea, como ocurre en los tejidos de frutas, verduras y cárnicos. Esta heterogeneidad se debe a las distintas interacciones que ocurren entre el líquido y los macrocomponentes, a la formación de microcapilares y a su rechazo por parte de los

lípidos. Por este motivo, dentro del alimento existen fracciones de agua que se comportan de diferente manera (Badui, 2013).



Gráfica 3. Cambios que ocurren en los alimentos en función de la actividad del agua.
a) oxidación de lípidos; b) reacciones hidrolíticas; c) oscurecimiento no enzimático; d) isoterma de adsorción; e,) actividad enzimática; f) crecimiento de hongos; g) crecimiento de levaduras. y h) crecimiento de bacterias.

(Badui, 2013)

La zona III representa el agua libre y corresponde a la mayor parte del agua de los tejidos vegetales y animales de los alimentos, además, en esta etapa el agua se elimina con facilidad durante el proceso de secado, por otra parte, el alimento es más disponible para el crecimiento de microorganismos, reacciones químicas y enzimáticas, así la actividad de agua es de aproximadamente 0,8, aunque desde luego depende del tipo de producto y de la temperatura.

A diferencia de la zona III, la zona II constituye el agua débilmente ligada, que es más difícil de eliminar que el agua libre, este tipo de agua imposibilita el crecimiento microbiano y reduce sustancialmente la velocidad de las reacciones químicas y enzimáticas por lo tanto, la actividad de agua en esta zona es alrededor de 0,25. Mientras, en la zona I es agua ligada, por consiguiente, su eliminación es sumamente difícil.

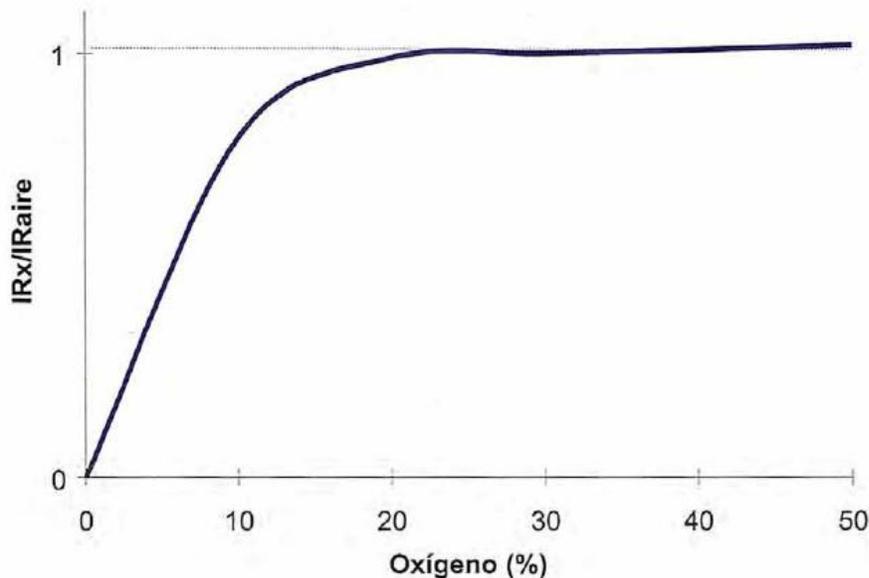
Además, se puede mencionar que la eliminación del agua ligada requiere mayor energía y deteriora el alimento (Colina, 2010)

2.5.2.3 Potencial de óxido-reducción

Se piensa que el potencial redox es un importante factor selectivo en todos los ambientes, incluidos los alimentos, que probablemente influye en los tipos de microorganismos presentes y en su metabolismo. Las diferencias observadas en los productos finales del metabolismo, discernibles por el consumidor por diferencias de color o sabor, pueden ser en algunos casos la consecuencia de diferencias redox. Los alimentos picados o en los productos no homogéneos, el potencial redox puede variar considerablemente de una parte a otra debido a altas concentraciones localizadas de diversos pares redox o de nutrientes como glucosa, fumarato o malato (Andino & Castillo, 2010).

Una vez envasado el alimento en una bolsa, botella, lata, etc., el oxígeno contenido puede actuar y realizar algunas de las transformaciones anteriores; el origen de este oxígeno es diverso y proviene de varias fuentes: *a)* del espacio de cabeza que existe entre el producto y la tapa o cierre del empaque; *b)* del atrapado en el propio alimento, sobre todo en los vegetales de hoja tipo espinaca, y *c)* de la penetración del aire, lo cual depende de la permeabilidad del empaque (Badui, 2012).

La disminución del contenido de oxígeno en la atmósfera tiene como consecuencia la ralentización de la respiración. El efecto sobre la actividad respiratoria es particularmente marcado por debajo de 8 a 10% de oxígeno (gráfica 4), una hipoxia excesiva implica evidentemente un metabolismo fermentario. La disminución de la concentración de oxígeno aumenta por tanto la vida útil de los productos, siempre que se elija convenientemente (Vanaclocha & Requena, 2008).



Gráfica 4. Variación de la intensidad respiratoria de un órgano vegetal en función del contenido de oxígeno en la atmósfera (IRx: intensidad respiratoria en la atmósfera considerada (x % de oxígeno); IRaire : intensidad respiratoria en el aire).

(Vanaclocha & Requena, 2008)

2.5.2.4 Conservadores o sustancias inhibidoras

La finalidad de estos agentes es inhibir el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias. Debido a que muchos de los conservadores se encuentran de manera natural en algunas hierbas y especias, su empleo se remonta a muchos siglos (Badui, 2013).

Existen métodos para medir su efectividad, porque no cualquiera de ellos es adecuado para todos los alimentos. Los factores implicados son: a) especificidad de acción, algunos tienen un espectro amplio de actividad, mientras que otros son específicos contra un determinado microorganismo; b) composición del alimento, pH, a_w y nutrientes, que favorece o inhibe el crecimiento microbiano; c) nivel inicial de la contaminación: los productos muy contaminados no se controlan con la adición normal de conservadores, y d) manejo y distribución del producto terminado: la conservación no sólo recae en los aditivos, sino que se requiere un manejo adecuado para evitar recontaminaciones.

Los microorganismos también se controlan al reducir el pH y la a_w , por lo que además de ejercer una acción saborizante y de espesante, los acidulantes, las gomas, la sacarosa y el cloruro de sodio controlan el crecimiento microbiano (Badui, 2013).

2.5.2.4.1 Ácido benzoico y benzoatos

La sal sódica del ácido benzoico (ácido bencencarboxílico o ácido fenilfórmico) se utiliza ampliamente y es uno de los conservadores más comunes en la industria. En forma natural, el ácido benzoico se encuentra en la canela, el clavo, las ciruelas (0.05% de concentración) y otras frutas, y en algunas flores; igual que sucede con otros conservadores, la forma no disociada del ácido es la que presenta actividad antimicrobiana, por lo que el pH del alimento define su efectividad (Badui, 2013).

Debido a que la solubilidad del ácido es baja (3.4 g/L a 25 °C), en su lugar se utiliza el benzoato de sodio (550 g/L), que una vez en el alimento se convierte en la forma de ácido no disociada; los benzoatos también se emplean en mezclas con sorbatos para reforzar su función. Tanto el ácido benzoico como sus sales no son tóxicos para el hombre cuando se ingieren en las concentraciones que se permiten en los alimentos (0.05 a 0.1% en peso), ya que se eliminan en la orina como ácido hipúrico (benzoilglicina), al reaccionar con la glicina en una reacción de detoxificación (Badui, 2013).

2.5.2.4.2 Ácido sórbico y sorbatos

El ácido sórbico ($C-C=C-C=C-COOH$) y sus sales sódicas y potásicas se emplean ampliamente como inhibidores del crecimiento de mohos y levaduras en una extensa gama de alimentos tales como queso, productos de panadería, zumos de fruta, vino y encurtidos. El ácido sórbico es particularmente eficaz para controlar el crecimiento de mohos y a las concentraciones a las que se emplea (hasta el 0,3% en peso) apenas imparte sabor al producto. El procedimiento de aplicación puede ser por

incorporación directa, recubriendo las superficies o impregnando los materiales de envoltura. La actividad del ácido sórbico aumenta al disminuir el pH, lo que indica que la forma indisociada es más inhibidora que la disociada. En general, el ácido sórbico es efectivo hasta pH 6,5, valor considerablemente superior a los márgenes efectivos de pH para los ácidos propiónico y benzoico (Fennema, 2010).

2.5.2.4.3 Ácido acético y acetatos

Este ácido (CH_3COOH) es el agente activo del vinagre, donde se encuentra en una concentración de 4 a 5%; además de que contribuye al gusto y al aroma de los alimentos, se utiliza para controlar diferentes especies de levaduras y de bacterias, y en menor grado de hongos. Su efectividad se incrementa con la reducción del pH, ya que la molécula sin disociar es la activa; el ácido o el vinagre se utilizan ampliamente en mayonesas, aderezos, salsas, encurtidos, carnes, pescados y muchos otros (Badui, 2013).

Su empleo en la industria alimentaria se fundamenta en su amplio espectro bacteriano y en su poder bactericida frente a coliformes y salmonellas. A concentraciones diluidas (0,1 %) inhibe el crecimiento de la mayor parte de las bacterias patógenas, aunque para inhibir el crecimiento de hongos micotóxicos necesita concentraciones algo superiores (0,3 %) (Bello, 2000).

2.5.2.4.4 Ácido cítrico ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$)

El ácido cítrico está presente naturalmente en varias frutas y hortalizas. Inhibe el crecimiento bacteriano debido a que produce la quelación de los iones metálicos que son esenciales para el desarrollo microbiano. Además puede utilizarse para prevenir el pardeamiento enzimático, ya que actúa como agente quelante sobre el cobre de las enzimas PPO. Las concentraciones utilizadas para el ácido cítrico son normalmente

de 0,1 – 0,3 % junto con un antioxidante a niveles de 100 a 200 ppm (Parzanese, 2013).

2.5.2.4.4 Sulfitos y dióxido de azufre

Los sulfitos y el SO_2 cumplen funciones como las siguientes: a) inhiben el oscurecimiento no enzimático de Maillard al bloquear y evitar que los carbonilo libres de los azúcares interactúen con los aminoácidos; además, ejercen una acción decolorante sobre las melanoidinas, pigmentos oscuros resultado de estas transformaciones; b) inhiben el oscurecimiento enzimático, pues su poder reductor impide la síntesis de quinonas, además de que pueden tener una acción directa sobre la propia enzima; e) ejercen una acción antimicrobiana en hongos, levaduras y bacterias, ya que el H_2SO_3 penetra en la célula microbiana y provoca: i) reacción con el acetaldehído; ii) reacción con enzimas que contienen enlaces disulfuro y su reducción, e iii) interferencia del bisulfito con los mecanismos de respiración de los microorganismos en los que interviene el dinucleótido de nicotinamida (Badui, 2013).

En las concentraciones que por lo general se utilizan (de 200 ppm) no generan olores indeseables ni son tóxicos para la mayoría de los individuos; mediante la enzima sulfito oxidasa se metabolizan y se eliminan en la orina como sulfato sin ningún efecto dañino (Badui, 2013).

2.5.2.4.5 Nitritos y nitratos

Las sales sódicas y potásicas de los nitritos y nitratos se utilizan comúnmente en el curado de las carnes para desarrollar y fijar el color, para inhibir los microorganismos y para desarrollar sabores característicos. Aparentemente el constituyente funcional es el nitrito más que el nitrato. Los nitritos forman en la carne óxido nítrico que

reacciona con los compuestos hemo para dar nitrosomioglobina, que es el pigmento responsable del color rosa de las carnes curadas. Además, los nitritos (150-200 ppm) inhiben el crecimiento del género *Clostridia* en las carnes curadas y en las picadas enlatadas. Como inhibidor de este tipo de microorganismos, el nitrito es más eficaz a pH 5,0-5,5 que a valores pH más elevados; aunque se desconoce el mecanismo antimicrobiano del nitrito (Fennema, 2010).

2.5.2.4.6 Otros conservantes

En algunos países, el peróxido de hidrógeno se aplica en leche, carne y pescado. Los ácidos orgánicos, cítrico, tartárico y fumárico que se tratan en la sección Acidificantes, alcalinizantes y reguladores de pH, también influyen en el control microbiano. Los ésteres del glicerol, como el monolaurato de glicerilo, actúan en concentraciones elevadas y en productos altos en lípidos. Los ácidos grasos y varios antioxidantes fenólicos igualmente han mostrado tener un efecto inhibidor, así como el eritorbato de sodio (Badui, 2013).

2.5.2.5 Temperatura

Es uno de los factores más importantes por su influencia en el crecimiento de los microorganismos, determina el estado físico del agua en un determinado medio y, por tanto, su mayor o menor disponibilidad para el crecimiento de los microorganismos, la temperatura actúa, además, sobre la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas.

Los microorganismos se clasifican en tres grandes grupos en función de la temperatura:

- psicrótrofos y psicrófilos: Los psicrófilos son gérmenes adaptados al frío, se desarrollan a 0°C con un óptimo de crecimiento comprendido entre 15 y 20°C. Los psicrótrofos son capaces de adaptarse y desarrollarse a temperaturas próximas a 0°C, pero tienen un óptimo de crecimiento entre 25 y 35°C, lo que les aproxima a los mesófilos. Su metabolismo es lento y son poco competitivos con otros cuando aumenta la temperatura. Esta característica de velocidad de crecimiento lenta hace que la invasión de los alimentos dure de una a tres semanas, con un tiempo de generación del orden de 24 horas a 0°C. Los psierótrofos son los microorganismos dominantes en todos los alimentos refrigerados. Incluyen numerosas especies, cuyos principales géneros son: *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, etc. La mayor parte de las levaduras y de los mohos son psierótrofos. Estos microorganismos raramente son patógenos.
- *mesófilos*: se multiplican a temperaturas entre +20 y +45°C, con un óptimo de crecimiento a 37°C. Sus tasas de crecimiento son elevadas y la duración de su proliferación por tanto, es relativamente corta. Las principales especies de bacterias se incluyen en este grupo. Se pueden encontrar en alimentos almacenados a temperatura ambiente o en alimentos refrigerados cuando se ha roto la cadena del frío.
- *termófilos*: son capaces de desarrollarse a temperaturas elevadas, entre 45 y 65°C, con un óptimo a 55°C. Presentan una tasa de crecimiento muy elevada pero con una duración corta. Pueden encontrarse en el agua, aire y suelo. En este grupo se incluyen sobre todo los géneros de *Bacillus* y *Clostridium* y los mohos *Aspergillus*, *Cladosporium* y *Thamnidium* (Vanaclocha & Requena, 2008).

2.5.3 TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA CONSERVACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Por su composición, pH y a_w , los alimentos frescos, sean de origen animal o vegetal, deben someterse a un proceso de conservación, porque de lo contrario su vida útil se reduce, en el mejor de los casos, a unos cuantos días. El deterioro puede ser sólo sensorial, como cambio de color o de sabor, pero suficiente para que el consumidor rechace el producto; en otros casos implica el crecimiento microbiano que afecta, además de la calidad, la inocuidad del alimento y pone en riesgo al consumidor.

Todos los alimentos se echan a perder o se deterioran en función de tres mecanismos:

- a) *Por contaminación microbiana* con bacterias, hongos y levaduras que pueden crecer en casi todos los alimentos, sobre todo en los frescos: carnes, leche, pescado y vegetales; es la más común de las tres contaminaciones accidentales y se favorece al tener condiciones ideales de crecimiento.
- b) *Por enzimas* endógenas, principalmente las que propician la maduración porque ésta, a su vez, propicia la pudrición de los vegetales; también influyen las que provocan la rancidez oxidativa, el oscurecimiento, la destrucción de vitaminas y de pigmentos, la putrefacción de alimentos ricos en proteínas y la generación de compuestos muy olorosos, como los del pescado.
- c) *Por reacciones químicas*, es decir, por las modificaciones catalizadas por las altas temperaturas, el oxígeno, la luz y los metales como la rancidez oxidativa, la reacción de Maillard y la degradación de pigmentos (Badui, 2012).

En la Tabla 5 se exponen los métodos físicos y químicos utilizados en la industria alimentaria para destruir, inhibir o eliminar los microorganismos de los alimentos.

Tabla 5. Clasificación de los métodos de conservación de alimentos según su efecto sobre los microorganismos.

Acción sobre los microorganismos	Forma de actuación	Método de conservación de alimentos
DESTRUCCIÓN	Por acción del calor	Pasteurización Esterilización
	Por radiaciones ionizantes	Irradiación
	Por acción de antisépticos	Alcohol Ácidos Conservadores químicos
	Por acción mecánica	Altas presiones
	Por acción mixta calor-mecánica	Cocción-extrusión
EFECTO BARRERA	Por utilización de bajas temperaturas	Refrigeración Congelación
	Por utilización de atmósferas pobres en O ₂ ,	Vacío Gases inertes Atmósferas controladas
	Por reducción del contenido de agua	Deshidratación Liofilización Concentración
	Protección por incorporación y recubrimiento con inhibidores	Salazón Inmersión en salmuera Recubrimientos con materias grasas (confits). Recubrimientos con azúcar (frutas). Escarchadas
		Inmersión en ácidos (vinagre) Fermentación (autoinhibición)
ELIMINACIÓN	Por separación física	Filtración esterilizante Ultrafiltración

(Badui, 2013)

2.5.3.1 Procedimientos basados en la aplicación de varios principios

Existe la posibilidad de utilizar métodos de conservación basados en más de uno de los principios citados, con lo cual se mejorarán las posibilidades de conservación incrementando la vida útil, o bien se podrá reducir la intensidad del tratamiento, permitiendo mantener las cualidades organolépticas del producto (Vanaclocha & Requena, 2008).

Por ejemplo, la presencia de ácido en los alimentos acentúa el efecto del calor sobre los microorganismos, por esta razón en los alimentos de pH bajo, o que se hayan acidificado, o en los que se haya producido una fermentación láctica, normalmente se emplean tratamientos de pasteurización. A los productos concentrados por

evaporación se aplica después también una pasteurización. O bien el caso de la leche condensada, conservada por la adición de azúcar se realiza también una concentración por evaporación (Vanaclocha & Requena, 2008).

La utilización de atmósferas controladas, lleva consigo el mantenimiento del producto en refrigeración. Los productos pasteurizados, a su vez, requieren también de una refrigeración (Vanaclocha & Requena, 2008).

2.5.4 CINÉTICA DEL DETERIORO DE LOS ALIMENTOS Y PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL

La calidad de los alimentos se define como el conjunto de propiedades que influyen en su aceptación por el consumidor y que diferencian unos de otros.

Como se ha indicado anteriormente, los alimentos son sistemas físico-químicos y biológicamente activos, por lo tanto la calidad de los alimentos es un estado dinámico que se mueve continuamente hacia niveles más bajos (Vanaclocha & Requena, 2008).

Durante el almacenamiento y distribución, los alimentos están expuestos a un amplio rango de condiciones ambientales, factores tales como temperatura, humedad, oxígeno y luz, que, como ya se ha indicado, pueden desencadenar mecanismos de reacción que conducen a su degradación. Como consecuencia de estos mecanismos los alimentos se alteran hasta ser rechazados por el consumidor. Es necesario por tanto, conocer las diferentes reacciones que causan esta degradación de los alimentos para desarrollar procedimientos específicos para la evaluación de su vida útil.

La cinética de deterioro de los alimentos se puede expresar matemáticamente por medio de ecuaciones de relación. Aplicando los principios fundamentales de la cinética química, los cambios en la calidad de los alimentos pueden, en general, expresarse como una función de la composición de los mismos y de los factores ambientales:

$$\frac{dQ}{dt} = F(C_i E_j)$$

Donde C_i son factores de composición, tales como concentración de algunos compuestos de reacción, enzimas, pH, actividad de agua, así como población microbiana y E_j son factores ambientales tales como temperatura, humedad relativa, presión total y parcial de diferentes gases, luz, etc. (Vanaclocha & Requena, 2008).

2.5.5 DUREZA EN LOS ALIMENTOS

La dureza de las frutas y hortalizas depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células que conforman la pared celular, la presencia de tejidos de sostén o soporte y de la composición del fruto. Los componentes de las paredes celulares que contribuyen a la firmeza son la hemicelulosa, la celulosa y la pectina (Domene & Rodríguez, 2014).

En la industria alimenticia la dureza se mide con el penetrómetro y el durómetro: el penetrómetro mide la dureza de algunos alimentos que se consideran duros por ejemplo frutas como las peras manzanas, aguacates etc. La medida de la dureza puede ser afectada por muchos factores tales como la temperatura, humedad, tamaño, forma cuando se realiza la medición (Zúñiga *et al.*, 2007).

2.5.5.1 Penetrometría

El penetrómetro que es la base de la técnica de la penetrometría, es un instrumento diseñado para medir una característica mecánica relacionada con la firmeza, dureza o rigidez de diferentes productos. Se basa en la medida de la resistencia que opone un alimento a que una pieza determinada penetre en él, es decir mide la distancia o

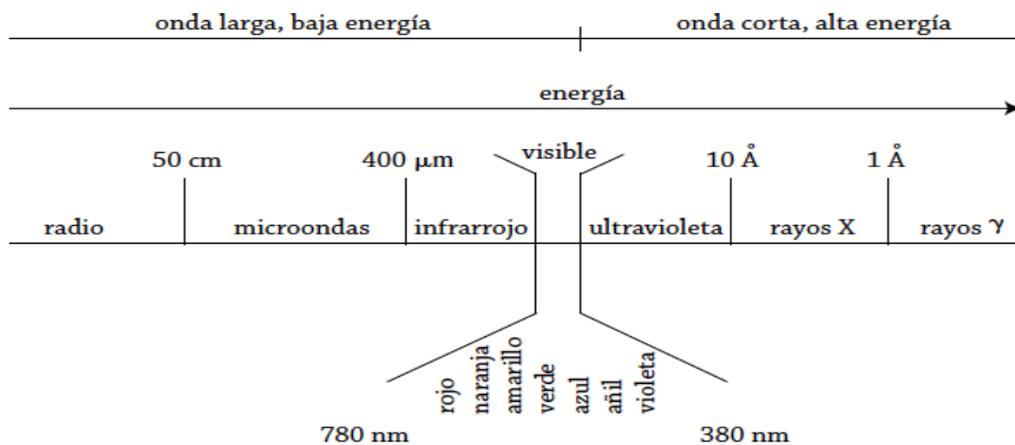
fuerza de penetración de un vástago cilíndrico, aguja, cono o bola en el alimento, en un intervalo de tiempo (Zúñiga *et al.*, 2007).

2.5.6 PERCEPCIÓN SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS

Para que un alimento sea deleitable debe poseer ciertas características sensoriales de color, sabor, aroma y textura; y en muchos casos hasta el sonido que producen al consumirlos es importante, como ocurre con las papas fritas y otras botanas. En este complejo proceso participan los cinco sentidos básicos: vista, gusto, olfato, oído y tacto, aunque también influyen otras percepciones llamadas secundarias (Badui, 2012).

2.5.6.1 Color

En el espectro electromagnético, la luz visible se encuentra entre las longitudes de 380 y 780 nm y está formada por siete diferentes radiaciones o colores (Badui, 2012).



Gráfica 5. Espectro electromagnético (cm: centímetros; mm: micra; nm: nanómetro; Å: Amstrong).

(Badui, 2012)

La influencia de este parámetro en la aceptación de los alimentos se ha comprobado en muchos estudios de laboratorio: la gente rechaza los productos a los que intencionalmente se les modifica el color, aun cuando todas las demás propiedades sensoriales (aroma, sabor y textura) permanezcan inalteradas. En estas condiciones, la percepción visual provoca una mala opinión del alimento antes de haberlo degustado e incluso después de probarlo. El color de un alimento depende de cuatro factores:

1. El contenido de sus pigmentos naturales; los vegetales incluyen las clorofilas, carotenoides, betalainas y flavonoides, y los de origen animal la hemoglobina y mioglobina.
2. El contenido de sus pigmentos naturales transformados durante el procesamiento, almacenamiento y preparación, como ocurre con la clorofila que pasa de verde a café; los carotenoides rojos que se oxidan y se convierten en anaranjados; las antocianinas que se alteran con los cambios de pH, así como la mioglobina que se modifica con el aire.
3. La presencia de los colorantes usados como aditivos, aun cuando cambian de color con la acidez, metales y otros compuestos presentes en los alimentos.
4. Las reacciones de oscurecimiento enzimático y no enzimático antes descritas (Badui, 2012).

2.5.6.2 Sabor

El sabor de un alimento es una combinación de sensaciones químicas que se percibe en la cavidad bucal con la intervención de las papilas gustativas, donde se localizan los receptores, situados en lugares muy diversos: el paladar blando, en la pared posterior de la faringe, en la epiglotis y, sobre todo, en la lengua, donde son más abundantes (Bello, 2000).

Las papilas gustativas son proteínas que responden a los cinco sabores primarios:

Salad, causado por los iones sodio de sales como cloruros, nitritos y bicarbonatos.

Dulce, por azúcares, sacarosa, glucosa y fructosa, y por la glicerina y los edulcorantes sintéticos.

Ácido o agrio, por iones hidrógeno de ácidos como el acético del vinagre, el cítrico y el málico de las frutas o el láctico de los lácteos fermentados.

Amargo, por los terpenos de las frutas y la cafeína, teína y otros alcaloides.

Umami, por el glutamato monosódico y los ribonucleótidos inosinato y guanilato (Badui, 2012).

Todos los sabores básicos suelen proporcionar variables sensaciones de placer o desagrado, en función de la concentración del agente saborizante. La medida de los umbrales de sensibilidad es el procedimiento más corriente para realizar el estudio psicofísico del gusto. Para ello, se maneja el denominado *umbral de reconocimiento* que significa la concentración necesaria para que se llegue a reconocer un sabor específico. En la práctica, se han establecido soluciones patrones cuya concentración proporciona una identificación correcta del estímulo:

- Dulce sacarosa al 0,5 %
- Salado cloruro sódico al 0,1 %
- Ácido ácido tartárico al 0,002 %
- Amargo cafeína al 0,015 % (Bello, 2000)

2.5.6.3 Olor

El olor de un alimento es el estímulo provocado por las sustancias volátiles liberadas desde un alimento en el sentido del olfato, localizado en la cavidad nasal (Bello, 2000).

La nariz es un órgano sensorial con más de 30 millones de receptores ubicados en 10 cm², en la parte posterior de la nariz, es mucho más sensible que las papilas gustativas y posee un alto poder discriminativo que identifica más de 10 000 compuestos en umbrales de concentración muy bajos; esta gran sensibilidad depende de la salud del individuo y puede incluso cambiar en un mismo día (Badui, 2012).

Un olor puede ser atribuido a la combinación de numerosos compuestos volátiles, cada uno de los cuales por separado huele de un modo específico. La diferencia de las características de ciertos olores se debe, en parte, a las distintas proporciones de cada componente volátil. Aquellas sustancias volátiles contenidas en un alimento que resultan responsables de unas características olorosas esenciales, reciben el nombre de *compuestos con carácter de impacto*, aunque todavía muy pocos de ellos han sido identificados.

En el reconocimiento de los olores por el sentido del olfato pueden influir varias propiedades moleculares:

- a) Peso molecular. La mayoría de las moléculas olorosas suelen ser compuestos de bajo peso molecular y, por tanto, de tamaño pequeño. Pueden ser ácidos carboxílicos, fenoles, tioles, aldehídos y sustancias semejantes.
- b) Isomerías cis/trans y otras estereomoleculares. Pequeñas variaciones estructurales, como pueden ser el paso de una isomería cis a otra trans, modifica la características olorosas de las moléculas.
- c) Longitud de las cadenas hidrocarbonadas insaturadas. Los ácidos grasos de cadena corta ofrecen un mayor poder oloroso que los de cadena larga.
- d) Polaridad molecular y aromaticidad.
- e) Distribución molecular de las cargas eléctricas, porque posiblemente un neurorreceptor esté implicado en las reacciones de transferencia de carga.
- f) Respuestas electroquímicas discriminantes de los receptores olfativos a las diferentes estructuras moleculares.

- g) Flexibilidad conformacional de las estructuras moleculares, puesto que las moléculas rígidas son menos olorosas que las flexibles (Bello, 2000).

2.5.6.4 Textura

La textura de un alimento depende de su proporción de sólidos (hidratos de carbono, proteínas, fibras, lípidos y minerales) con respecto al agua y los gases, aire, bióxido de carbono y nitrógeno; la interacción entre todos ellos de manera física o química y a nivel micro y macroscópico, da origen a burbujas, cristales, espumas, fibras, geles, glóbulos, gránulos, etc., responsables de la textura y apariencia de cada alimento.

Es el parámetro sensorial cuyo estudio es más complejo, que el consumidor distingue con la boca, los ojos, las manos y el oído y lo describe como adhesivo, blando, cremoso, cristalino, crocante, chicloso, duro, elástico, fibroso, granuloso, pegajoso, seco, suave, untuoso, viscoso, etc. En su percepción intervienen incluso los dientes, que son altamente sensibles y perciben partículas de cinco micras; la lengua lo hace a partir de 30 micras.

En los alimentos existen dos grandes grupos de texturas: las que están presentes de forma natural en los tejidos animales (por ejemplo carne, pescado, etc.) y vegetales (por ejemplo cereales, verdura, fruta, etc.), y los llamados *coloides* o dispersiones (Badui, 2012).

Teniendo en cuenta las características aportadas por los parámetros fisicoquímicos que definen la textura de un alimento, se pueden establecer ocho grupos de productos alimenticios:

1. *Líquidos*. Presentan una viscosidad relativamente elevada (leches).
2. *Geles*. Plásticos, en general, aunque también pueden ser elásticos (de pectinas, de gelatina).

3. *Fibrosos*. Presencia de fibras, que pueden ser de celulosa o de proteínas (espárragos, carnes, pescados).
4. *Agregados*. Constituidos por células turgentes que resultan jugosas a la masticación (frutas, verduras).
5. *Untuosos*. Suaves al tacto, lubricados (mantequillas, margarinas, helados).
6. *Friables o frágiles*. Desmenuzables, secos, granulosos o cristalinos (bizcochos, patatas fritas, azúcar).
7. *Vítreos*. Estructuras no cristalinas que se disuelven lentamente en la boca (caramelos).
8. *Esponjosos*. Semielásticos y plásticos (la miga del pan) (Bello, 2000).

Tabla 6. Definición de las características mecánicas desde un punto de vista físico.

Primarias

Dureza. Fuerza necesaria para conseguir en el alimento una deformación determinada.

Cohesividad. Fortaleza que mantiene unidos los enlaces internos que existen entre las distintas partículas que integran un alimento.

Adhesividad. Trabajo necesario para vencer las fuerzas atractivas entre las superficies de los materiales de un alimento puestos en contacto.

Elasticidad. Velocidad a la que un alimento, deformado por una fuerza externa, recupera su condición inicial una vez que ha desaparecido la acción de dicha fuerza.

Viscosidad. Velocidad con la que fluye un alimento por unidad de energía aplicada, o de fuerza que le obliga a moverse.

Secundarias

Fragilidad. Fuerza con la que se puede fracturar el material que integra un alimento.

Masticabilidad. Energía requerida para masticar un alimento sólido y convertirlo en una forma o situación, adecuada para su deglución.

Gomosidad. Energía requerida para desintegrar un alimento semisólido hasta una situación que sea apta para su deglución.

(Bello, 2000)

2.5.6.5 Flavor

El primer conocimiento que obtenemos de un alimento ocurre cuando todavía se encuentra situado a cierta distancia de nosotros; son percepciones que nos llegan a través del olfato, la vista y/o el oído. Sin embargo, el conocimiento más completo y definitivo lo alcanzamos, una vez que el alimento ha sido introducido en la cavidad bucal y masticado para su deglución, mediante un conjunto de percepciones que se conocen con el nombre de Flavor.

De una parte, los componentes químicos solubles se disuelven en la saliva e interaccionan con los receptores del sabor, es decir, con las papilas gustativas. De otra parte, se escapan sustancias volátiles, algunas de las cuales resultan arrastradas desde la garganta, por la vía retronasal, hacia el interior de la cavidad nasal. Una pequeña proporción de estas sustancias volátiles toman contacto con las células receptoras del sentido del olfato, situadas todas ellas en el epitelio olfativo. A ello se une el tacto bucal facilitado por el proceso de masticación: la actividad de los músculos de la lengua y carrillos detectan ciertas propiedades cinestésicas del alimento e interpreta una serie de características: viscosidad, blandura, etc. Asimismo, la presión sobre los alimentos de los elementos bucales origina sonidos, que son captados por el órgano del oído. Finalmente, durante la deglución se estimulan receptores que completan este fenómeno sensorial.

En su mayor parte, el flavor de un alimento viene determinado por la mezcla de los sabores provocados por algunos de los componentes solubles y de los olores aportados por innumerables sustancias volátiles. Todo ello justifica que aparezca como un factor sensorial extraordinariamente complejo y que todavía no haya podido ser completamente descrito para la mayoría de los alimentos conocidos (Bello, 2000).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1 MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO.

Tabla 7. Materiales y equipos de laboratorio.

Materiales	Equipos
Envases de vidrio de 250 ml	Balanza analítica
Cuchillo con mango de plástico	Termómetro digital
Vasos de precipitación 500 ml	Penetrómetro
Recipientes de acero inoxidable	Cocina
Recipientes plásticos de 10 litros de capacidad	Peachímetro
Jarras con graduación	Tablas colorimétricas
Probeta de 200ml	
Ollas de acero inoxidable	
Cucharas	

3.1.2 MATERIA PRIMA E INSUMOS

Tabla 8. Materia prima e insumos

Materia prima	Insumos
Raíces de jícama	Vinagre comercial
	Ácido cítrico (C ₆ H ₈ O ₇)
	Hipoclorito de sodio (NaClO)
	Agua

3.2 MÉTODOS

3.2.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente experimento se realizó en la ciudad de Ibarra. La fase de campo se efectuó en el laboratorio de frutas y hortalizas de las unidades productivas de la Universidad Técnica del Norte.

Tabla 9. Caracterización del lugar.

Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Parroquia	El Sagrario
Lugar	Laboratorio de las Unidades Productivas de la Universidad Técnica del Norte
Altitud	2250m.s.n.m.
Pluviosidad	503-1000 mm/año
Temperatura	18 °C
Humedad relativa	73%

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) ubicado en la Granja Experimental Yuyucocha de la ciudad de Ibarra (2015).

3.2.2 FACTORES DE ESTUDIO.

El diseño que se utilizó para el desarrollo del método del método de conservación de la jícama como producto mínimamente procesado tuvo como finalidad la experimentación de parámetros de operación como son: la temperatura y el pH del líquido de cobertura. Por lo tanto, los factores en estudio que fueron seleccionados para esta investigación son: factor A (temperatura de del líquido de cobertura ácido cítrico – ácido acético) y factor B (Proporción de la mezcla de líquido de cobertura ácido acético de 5% solución estándar – ácido cítrico de 0.3% solución estándar.). Se considera estos factores para determinar método de conservación de la jícama como producto mínimamente procesado que tenga las mejores características físico-químicas y organolépticas, para seleccionar el mejor tratamiento.

A continuación se muestran los factores y los niveles que se utilizaron, para desarrollar el método de conservación de la jícama como producto mínimamente procesado.

Factor A: Temperatura del líquido de cobertura ácido cítrico – ácido acético.

- A1: 70°C
- A2: 85°C

Factor B: Proporción de la mezcla del líquido de cobertura (ácido acético de 5% solución estándar - ácido cítrico de 0,3% solución estándar).

- B1: 1 ácido acético:1 ácido cítrico
- B2: 1,5 ácido acético:1 ácido cítrico
- B3: 1 ácido acético:1,5 ácido cítrico

3.2.3 TRATAMIENTOS

Se realizó la combinación de los factores en estudio de A y B, con los que se llevó a cabo el desarrollo del método de conservación de la jícama como producto mínimamente procesado, se evaluó la incidencia de cada uno de estos y la combinación de los factores en las características del producto final.

Tabla 10. Descripción y nomenclatura de los tratamientos.

Tratamientos	Nomenclatura	Descripción
T1	A1B1	70°C, proporción del líquido de cobertura 1:1
T2	A1B2	70°C; proporción del líquido de cobertura 1,5:1
T3	A1B3	70°C; proporción del líquido de cobertura 1:1,5
T4	A2B1	85°C, proporción del líquido de cobertura 1:1
T5	A2B2	85°C; proporción del líquido de cobertura 1,5:1
T6	A2B3	85°C; proporción del líquido de cobertura 1:1,5

3.2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Para llevar a cabo el presente experimento se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxB y tres repeticiones, donde: A es la temperatura del líquido de cobertura ácido cítrico – ácido acético y B es la proporción de la mezcla de líquido de cobertura ácido acético de 5% solución estándar – ácido cítrico de 0.3% solución estándar.

Diseño completamente al azar con un arreglo factorial A x B, con tres repeticiones.

3.2.4.1 Características del experimento

Número de repeticiones: 3

Número de tratamientos:	6
Unidad Experimental:	18 frascos de 250ml (228g)
Peso neto:	228g
Peso drenado:	116g
Tara frasco:	134g

3.2.4.2 Características de la unidad experimental

Capacidad del envase: 250ml

Relación de jícama – líquido de cobertura fue de 51% y 49% respectivamente.

Concentración de ácido cítrico de 0,3% solución estándar.

Concentración de ácido acético de 5% solución estándar.

Las dimensiones del bastón de jícama de forma rectangular son (1,5x1,5x3)cm

3.2.5 VARIABLES A EVALUAR

3.2.5.1 Variables cuantitativas

- pH
- Dureza instrumental (lbf/pulg²)
- Temperatura de escaldado (°C)
- Color
- Calidad prebiótica de la jícama sin procesar y del producto mínimamente procesado (mejor tratamiento).

3.2.5.2 Variables cualitativas

- Olor
- Color
- Sabor
- Textura (dureza)

3.3 MÉTODO DE PROCESAMIENTO

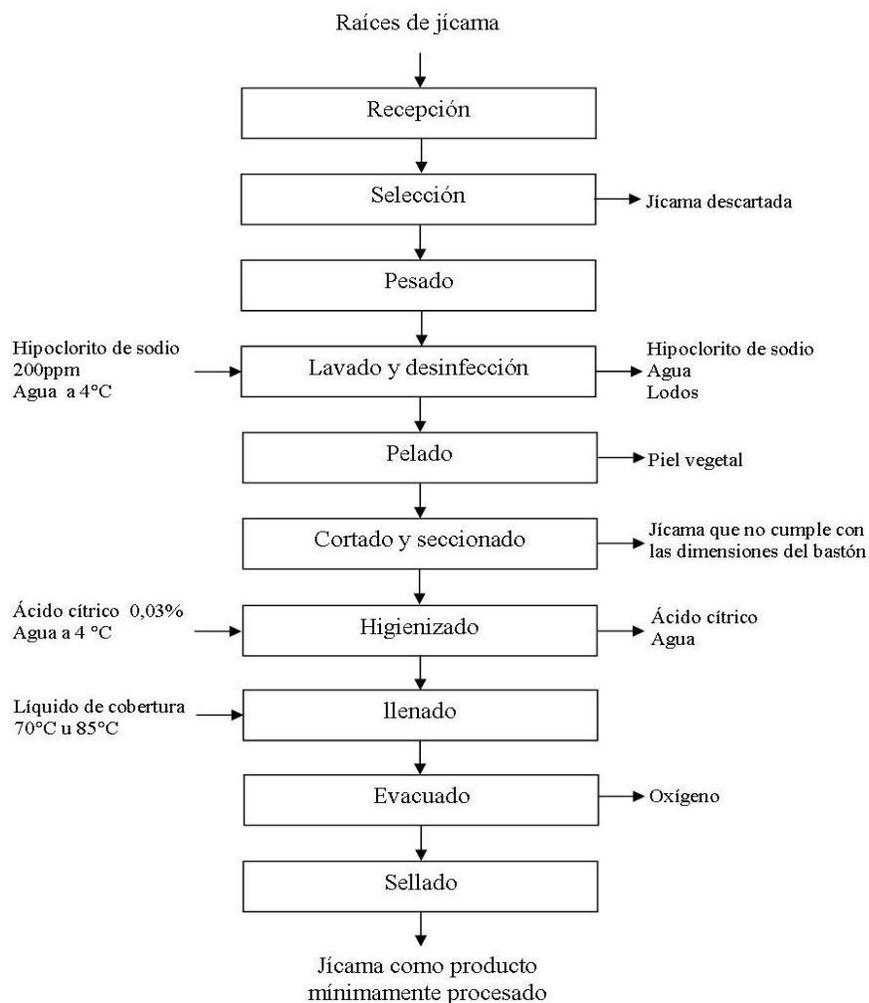


Figura 3. Diagrama de bloques para la elaboración de la jícama como producto mínimamente procesado

3.3.1 RECEPCIÓN

Se recibió la materia prima del proveedor, tomando en cuenta que no tenga agujeros causados por el cutzo (*Phyllophaga spp*), los cuales no presenten necrosis causadas por los hongos fusarium, la corteza de la cascara debe ser liza y sin imperfecciones, originadas por el azadón o palas, elementos que se usan durante la cosecha. Se supervisó la cosecha con el fin de verificar la madurez fisiológica de la planta, según el estudio de Álvarez *et al.* (2012) las raíces alcanzan su madurez a los 9 meses, dependiendo de la zona donde se cultiva. La cosecha se realiza cuando la planta está completamente marchita y sus hojas amarillas o reseca con tendencia a desprenderse. Se pesó en una balanza digital con precisión de 1g, para conocer qué cantidad de masa de raíz de jícama se recibió.

3.3.2 SELECCIÓN

Se seleccionó las raíces que tengan un diámetro mínimo de 25 cm y con un peso aproximado o superior a 400g, sin agrietamientos causados por la sobre madurez y que tengan tamaño y forma uniforme.

3.3.3 PESADO

Después de realizar la selección de la jícama, se pesó en una balanza digital con precisión de 1g, para conocer la cantidad de materia prima que ingresa al proceso y a su vez conocer la masa de jícama que no cumple con las características requeridas para la elaboración del producto.

3.3.4 LAVADO Y DESINFECCIÓN

Se lavó las raíces de jícama con agua corriente potable y al mismo tiempo se aplicó fricción con una fibra abrasiva sobre la corteza de la raíz, para facilitar la eliminación de materias extrañas como pequeñas ramas, tierra e insectos adheridos a la jícama, seguidamente se desinfectó las raíces, sumergiéndoles en agua potable a 4°C con 200ppm de hipoclorito de sodio por su acción bactericida.

3.3.5 PELADO

Esta acción se realizó con la finalidad de remover la corteza o piel vegetal, para esto se utilizó un cuchillo de acero inoxidable, con el objetivo de retirar la corteza, logrando de esta manera no aumentar las pérdidas de materia prima por esta acción.

3.3.6 CORTADO Y SECCIONADO.

En esta operación se da forma de bastón a la jícama con dimensiones de 1,5x1,5x3cm, esperando que tenga un aspecto visual atractivo al producto final. Esta operación se realizó tratando de aprovechar al máximo la raíz.

3.3.7 HIGIENIZADO

Se sumergió los batones de jícama en una solución con 0,03% de ácido cítrico, con el objetivo reducir la carga microbiana y a su vez para prevenir la acción de las enzimas polifenoloxidasas (PPO), además este proceso ayuda a eliminar las partículas de jícama y otras impurezas adheridas a los bastones durante el cortado y seccionado.

3.3.8 LLENADO

Los bastones de jícama se acomodaron en los frascos estériles y se vertió el líquido de cobertura, en una relación de jícama – líquido de cobertura de 51% y 49% respectivamente. El líquido de cobertura fue añadido a la temperatura de 70°C u 85°C según el tratamiento dejando un espacio de cabeza de 1cm.

3.3.9 EVACUADO

Se escaldó a los tratamientos T1, T2 y T3 a la temperatura de 55°C y a los tratamientos T4, T5 y T6 a la temperatura de 66°C por 4 minutos, con la finalidad de evacuar la mayor cantidad de aire del espacio de cabeza y reducir la carga microbiana.

3.3.10 SELLADO

Después del evacuado se enfriaron los envases sumergiéndolos en agua a 4°C, para producir un vacío parcial en el espacio de cabeza, lo cual sella herméticamente el envase.

3.4 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

3.4.1 MÉTODOS DE EVALUACIÓN CUANTITATIVOS

3.4.1.1 Evaluación de pH

El pH es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El mismo que indica la concentración de iones hidronio [H₃O⁺] presentes en determinadas sustancias.

El pH de la mezcla del líquido de cobertura ácido cítrico – ácido acético, fue evaluado a los 5 días de haber sido elaborado el producto, porque el pH de la jícama como producto mínimamente procesado se estabiliza y se tomó otra medición a los 20 días de haber sido elaborado el producto para confirmar la estabilidad del pH del producto.

Las mediciones se realizaron según la norma NTE INEN 380.



Figura 4. Potenciómetro de pH

3.4.1.2 Evaluación de la dureza instrumental (fuerza de ruptura) de la jícama.

La dureza es un importante atributo que debe ser analizado en el manejo de alimentos, ya que afecta el proceso y manipulación e influye en la vida media de los productos, así como en la aceptación de éstos por parte de los consumidores.

La dureza de la jícama fue evaluada con un penetrómetro para alimentos debidamente calibrado. Las mediciones de dureza para la jícama como producto mínimamente procesado se realizaron a los 5 días de haber sido elaborado el producto, porque se

fija el pH y por lo tanto, la lixiviación que existe entre el líquido de cobertura y la jícama se estabiliza.

Para la jícama fresca las mediciones de la dureza instrumental se realizaron el mismo día en que la raíz fue cosechada.

Para medir la dureza se tomó un bastón del producto envasado de cada uno de los tratamientos, los cuales fueron sometidos a la fuerza máxima de ruptura que soporta la muestra. El penetrómetro tiene una precisión de 0.25lbf.



Figura 5. Penetrómetro.

3.4.1.3 Evaluación de la temperatura de escaldado.

La temperatura del líquido de cobertura ácido acético – ácido cítrico se vertió en los envases a las temperaturas de 70°C y 85°C, según corresponda para cada tratamiento. Después de 15 segundos de vertido en el envase que contiene la jícama,

Las medidas fueron tomadas 15 segundos después, porque a partir de este período de tiempo la temperatura del líquido de cobertura se estabiliza.

Los datos obtenidos de esta medición dieron la temperatura a la cual se encuentra el líquido de cobertura y a la que se escaldó el producto por un período de tiempo de 4 minutos . La precisión del termómetro es de 0.1°C.



Figura 6. Termómetro digital.

3.4.1.4 Evaluación del color

El color es muy importante para el consumidor, al ser el primer parámetro a ser tomado en cuenta antes de comprar un producto.

Para la evaluación del color se usó tablas colorimétricas, el color se evaluó a la jícama como producto mínimamente procesado el primer día de haber sido elaborado el producto y después de 20 días se realizó otra evaluación del color.

Con la evaluación del día 1 se realizó una diferencia con la del día 20, para determinar si existía una diferencia de color en este período de tiempo.

Los datos obtenidos de color se procesó en el programa “processing” para obtener los rangos en la escala RGB (Red, Blue and Green).

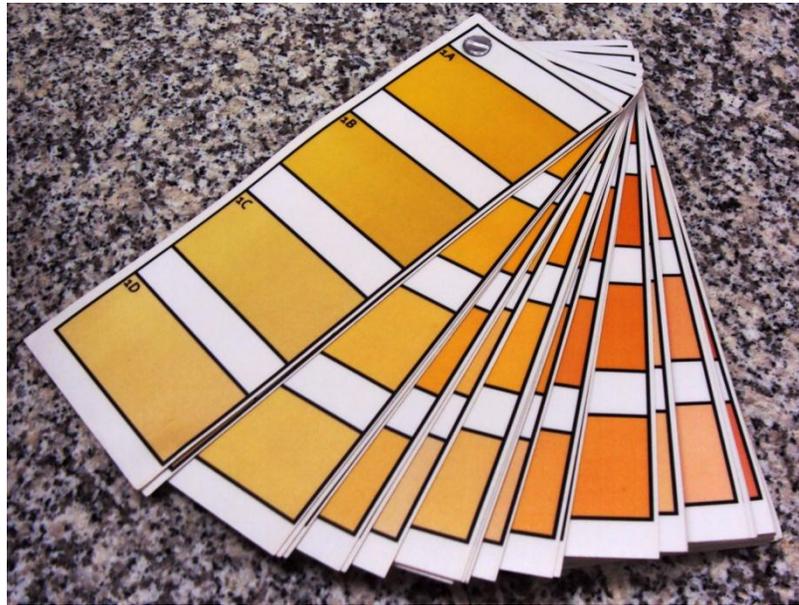


Figura 7. Tablas colorimétricas.

3.4.2 MÉTODO DE EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA JÍCAMA SIN PROCESAR Y MINIMAMENTE PROCESADA.

Se realizó una evaluación organoléptica de color, olor, sabor y textura (dureza), con las pruebas no paramétricas de Friedman. La evaluación organoléptica se efectuó a 15 panelistas los cuales comprendían edades entre 21 a 50 años.

3.4.2.1 Color.

La evaluación sensorial del color se realiza a través de este sentido se percibe las propiedades sensoriales externas de los productos alimenticios como es principalmente el color, aunque también se perciben otros atributos como la

apariciencia, la forma, la superficie, el tamaño, el brillo, la uniformidad y la consistencia visual (textura). Además el sentido de la vista percibe los colores los cuales se relacionan por lo general con varios sabores, no importa que sean agradables o no, esto se debe a la experiencia que tenga cada individuo (Hernandez, 2005).

Tabla 11. Evaluación sensorial del color

CARACTERÍSTICAS	Alternativas	Evaluación numérica	T1	T2	T3	T4	T5	T6
COLOR	Excelente	5						
	Atractivo	4						
	Normal, moderado	3						
	Poco atractivo	2						
	Nada atractivo	1						

3.4.2.2 Olor

Los atributos que se perciben con el sentido del olfato son el olor y el aroma, el primer atributo tiene que ver con el producido por los alimentos por la volatilización de sustancias que se esparcen por el aire llegando hasta la nariz y el segundo consiste en la percepción de sustancias aromáticas de un alimento después de colocarlo en la boca. Al igual que el sentido de la vista las sensaciones percibidas pueden ser agradables o desagradables de acuerdo a las experiencias del individuo (Hernandez, 2005).

Tabla 12. Evaluación sensorial del olor.

CARACTERÍSTICAS	Alternativas	Evaluación numérica	T1	T2	T3	T4	T5	T6
OLOR	Muy agradable	5						
	Agradable	4						
	Normal, moderado	3						
	Poco agradable	2						
	Desagradable	1						

3.4.2.3 Sabor

El sentido del gusto hace referencia a los sabores en los alimentos. Este atributo hace referencia a la combinación de tres propiedades: olor, aroma y gusto. Cuando un individuo o catador se encuentra resfriado no puede percibir olores ni sabores, es por esto que cuando se realice una evaluación sensorial de sabor, no sólo se debe tenerse en cuenta que la lengua del panelista este en perfectas condiciones sino además que no tenga problemas con la nariz y con la garganta (Hernandez, 2005).

Tabla 13. Evaluación sensorial del sabor.

CARACTERÍSTICAS	Alternativas	Evaluación numérica	T1	T2	T3	T4	T5	T6
SABOR	Muy agradable	5						
	Agradable	4						
	Normal, moderado	3						
	Poco agradable	2						
	Desagradable	1						

3.4.2.4 Textura (dureza)

La dureza sensorial es la fuerza requerida para romper una sustancia entre las muelas (sólidos) o entre la lengua y el paladar (semisólidos).

- La textura se ha clasificado de acuerdo a tres fases:
- Fase inicial: las calidades texturales se perciben con el primer bocado, antes de que la saliva disuelva o modifique la forma o disposición de las partículas.
- Fase de masticación: se percibe durante la masticación.
- Fase residual: cambios texturales que se llevan a cabo durante la masticación y efectos que producen recubrimiento del paladar por lo general, después de haberse deglutido la muestra del alimento.

La fase de masticación es la más importante para cuando se está catando un producto alimenticio, ya que cuando se está realizando este proceso se envía información al cerebro a través de impulsos nerviosos, el cual la relaciona con la información

almacenada, emitiendo una respuesta sobre la textura del alimento que se está masticando (Hernandez, 2005).

En el proceso de masticación intervienen los dientes, la lengua, el paladar, las encías, los músculos de la mandíbula, las glándulas salivales, los labios, y cada una de las articulaciones (Hernandez, 2005).

Tabla 14. Evaluación sensorial de la textura.

CARACTERÍSTICAS	Alternativas	Evaluación numérica	T1	T2	T3	T4	T5	T6
TEXTURA	Muy buena	5						
	Buena	4						
	Normal, moderada	3						
	Regular	2						
	Muy malo	1						

3.4.2.5 Aceptabilidad

Las pruebas de aceptabilidad permiten traducir las preferencias de los consumidores en atributos bien definidos para un producto. La información sobre los gustos y aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad, se obtiene empleando métodos de análisis denominados pruebas orientadas al consumidor (Ramírez, 2012).

Tabla 15. Evaluación sensorial de la aceptabilidad.

CARACTERÍSTICAS	Alternativas	Evaluación numérica	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ACEPTABILIDAD	Le gusta mucho	5						
	Agradable	4						
	Normal, moderado	3						
	Le gusta poco	2						
	Le disgusta mucho	1						

3.4.3 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO EN EL PRODUCTO TERMINADO.

3.4.3.1 Análisis microbiológico.

El análisis microbiológico fue realizado al mejor tratamiento después de 1 día, de haber sido elaborada la conserva de jícama por mínimo procesamiento.

Tabla 16. Parámetros y metodología de análisis microbiológico.

Parámetro analizado	Metodología Utilizada
E. coli	INEN 1529-8
Coliformes Totales	INEN 1529-8

3.4.3.2 Análisis de la capacidad prebiótica

Para evaluar la capacidad prebiótica de la jícama mínimamente procesada se utilizó el siguiente procedimiento:

- Licuar 116g de jícama del tratamiento dos con 60ml de agua destilada durante 3 minutos y filtrar.
- Suspender 1 g de agua de peptona en 66 ml de agua destilada.
- Se puso el jugo filtrado de la jícama en un frasco de laboratorio de 250ml y se añadió el agua de peptona hasta completar 100ml de volumen.
- Se esterilizo a 121°C a una presión de 1,6 bares durante 15 minutos.
- Se tomó 5×10^6 de *Lactobacillus acidophilus* y se agregó a la mezcla anterior de agua de peptona y jícama.
- Dejamos incubar a 37°C por los intervalos de tiempo establecidos de 24 y 48 horas. Tomamos un 1ml de la solución en cada intervalo de tiempo y hacemos una disolución (10^{-1}).
- Con la última disolución se realizó un conteo en la cámara de Neubauer.

El procedimiento anterior se repite, para preparar el medio de cultivo con la papa (*Solanum tuberosum*).

3.4.4 ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

Se realizó el análisis físico - químico al mejor tratamiento resultante de la presente investigación y para la jícama fresca. La actividad de agua se realizó únicamente a la jícama como producto mínimamente procesado.

Tabla 17. Métodos de laboratorio.

Parámetro analizado	Método de ensayo
Humedad	AOAC 925.10
Cenizas	AOAC 923.03
Nitrógeno total	AOAC 920.87
Grasa	AOAC 920.85
Fibra	AOAC 978.10
Calor total	Calorímetro
Minerales (Ca y K)	Espectrofotometría
Actividad del agua (a_w)	Aw meter

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 ANÁLISIS VARIABLES CUANTITATIVAS

4.1.1 PH

Los valores indicados en la siguiente tabla son los obtenidos del pH que fue medido a los 5 días de haber sido elaborada la conserva, en este período de tiempo el pH de la jícama como producto mínimamente procesado se estabiliza.

Tabla 18. Evaluación de pH.

Tratamientos		Repeticiones			Σ	\bar{x}
		I	II	III		
T1	A1B1	3,60	3,60	3,50	10,70	3,57
T2	A1B2	3,60	3,70	3,60	10,90	3,63
T3	A1B3	3,60	3,60	3,60	10,80	3,60
T4	A2B1	3,50	3,60	3,50	10,70	3,57
T5	A2B2	3,60	3,60	3,60	10,80	3,60
T6	A2B3	3,60	3,60	3,60	10,80	3,60

Tabla 19. Análisis de varianza (pH)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada	F. Tabular
					5% 1%
TOTAL	17	0,0294			
TRATAMIENTOS	5	0,0094	0,0019	1,1176 ns	3,11 5,06
FA(Temperatura)	1	0,0005	0,0005	0,2941 ns	4,75 9,33
FB (Proporción lc)	2	0,0077	0,0039	2,2941 ns	3,89 6,93
AXB	2	0,0012	0,0006	ns	3,89 6,93
E. EXPERIMENTAL	12	0,0200	0,0017		

CV: 1,15%

*: Significativo

** : Altamente significativo

ns: No significativo

Al realizar el análisis de varianza se aprecia que no hay significación estadística, esto quiere decir que todos los tratamientos son iguales y no existe la influencia de ninguno de los factores en la variación del pH.

Los resultados obtenidos permiten apreciar que existió un aumento de pH a 3,6 en el líquido de cobertura, ya que el mismo fue añadido a un pH de 2,6, esto se da debido al intercambio que existió entre el líquido de cobertura y la jícama.

Por lo tanto el pH de 3,6 es adecuado para bajar la acción de la polifenoloxidasas, la cual está encargada del pardeamiento de los alimentos que se produce por acción de este tipo de enzimas, así como enuncia Bello (2000), “En general, el sistema es activo en la zona situada entre los pH 5,0 y 7,0, con preferencia por el rango 6,0 – 6,5.

Aunque su pH óptimo no se encuentra bien definido. El sistema se inactiva cuando el pH del medio alcanza las zonas ácidas inferiores a 3,0.”

El ácido cítrico también previene el pardeamiento enzimático, ya que inhibe la polifenoloxidasas reduciendo el pH y secuestrando el cobre en el sitio activo de la enzima (Alzamora *et al.*, 2004).

La acidificación o reducción de pH limita el crecimiento de una serie de microorganismos, que no se desarrollan en pH ácidos. Algunas especies de *Streptococcus* y *Lactobacillus* así como ciertos mohos pueden crecer a pH superior a 3,6; prácticamente, sólo algunos mohos pueden crecer a pH inferiores. (Barreiro & Sandoval, 2006), por lo tanto, un pH ácido ayuda a bajar la actividad microbiana.

4.1.2 TEMPERATURA DE ESCALDADO

Las temperaturas registradas en la siguiente tabla fueron tomadas con un termómetro digital después de 15 segundos de haber vertido el líquido de cobertura, con el objetivo de determinar la temperatura de escaldado y con la cual se procedió a escaldar por 4 minutos para sellar herméticamente el envase.

Tabla 20. Evaluación de la temperatura de escaldado en °C.

Tratamientos		Repeticiones			Σ	\bar{x}
		I	II	III		
T1	A1B1	55,50	55,70	55,60	166,80	55,60
T2	A1B2	55,40	55,50	55,50	166,40	55,47
T3	A1B3	55,80	55,50	55,60	166,90	55,63
T4	A2B1	66,30	66,00	66,40	198,70	66,23
T5	A2B2	65,90	66,40	66,70	199,00	66,33
T6	A2B3	66,50	66,40	66,00	198,90	66,30

Tabla 21. Análisis de varianza (T)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada		F. Tabular	
						5%	1%
TOTAL	17	518,0361					
TRATAMIENTOS	5	517,4094	103,4819	1982,4119	**	3,11	5,06
FA(Temperatura)	1	517,3472	517,3472	9910,8659	**	4,75	9,33
FB (Proporción l c)	2	0,0144	0,0072	0,1379	ns	3,89	6,93
AXB	2	0,0478	0,0239			3,89	6,93
E. EXPERIMENTAL	12	0,6267	0,0522				

CV: 0,38%

*: Significativo

** : Altamente significativo

ns: No significativo

Una vez que fue realizado el análisis de varianza, se aprecia una alta significación estadística para tratamientos y para el factor A (temperatura), esto quiere decir que el factor A influye directamente en la temperatura de escaldado.

Al existir significación estadística se realizó las pruebas de Tukey al 5 %, para tratamientos y Diferencia Mínima Significativa (DMS) para el factor A (temperatura)

Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

	Tratamientos	Medias (°C)	Rangos
5	A2B2	66,33	a
6	A2B3	66,30	a
4	A2B1	66,23	a b
3	A1B3	55,63	c
1	A1B1	55,60	c
2	A1B2	55,47	c

En la tabla 22 de la prueba de Tukey al 5%, se puede evidenciar que existe diferencia entre los tratamientos que tienen en común el nivel A1 (temperatura 70°C), con los que tienen en común el nivel A2 (temperatura 85°C), esto se debe a la diferencia de 15°C de la temperatura inicial de los líquidos de cobertura. El rango “c” es el mejor, porque afectara en menor medida a la textura de la jícama.

Tabla 23. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor A.

FACTOR A	MEDIAS	RANGO
A2	66,29	a
A1	55,57	b

Al realizar la Diferencia Mínima Significativa para el factor A, se concluye que los niveles A1 (temperatura a 70°C) y A2 (temperatura a 85°C) son diferentes. El rango “b” afectara en menor escala a las paredes celulares de la jícama como producto mínimamente procesado.

Para el desarrollo del método de conservación de la jícama como producto mínimamente procesado es más conveniente la temperatura del nivel A1 (70°C) que corresponden a los tratamiento; 1, 2 y 3, esto se da cuando existe temperaturas elevadas las cuales puede producir cambios negativos, así como enuncia Vincent *et*

al. (2006), “se produce la desnaturalización proteica, la pérdida de sustancias solubles como vitaminas, sales minerales y azúcares. Los cloroplastos y cromoplastos se hinchan y desintegran, análogamente ocurre con los gránulos de almidón produciéndose su solubilización y gelatinización ocupando, finalmente, todo o parte del citoplasma celular.”

Los tratamientos térmicos disminuyen la firmeza de los vegetales; sin embargo, se ha comprobado que el escaldado Temperaturas Bajas – Tiempos Largos (LTLT), a pesar de ser un tratamiento térmico, protege al vegetal de la pérdida de firmeza, aun cuando se someta a un tratamiento térmico posterior. Se piensa que esta protección está íntimamente relacionada con la activación de la enzima pectinesterasa (PE) que desesterifica los grupos metil éster del ácido galacturónico de las pectinas, produciendo metanol y grupos carboxilo; estos últimos forman pectatos con los iones calcio y magnesio presentes en los tejidos vegetales, dando lugar, por sí mismos y por su interacción con otros polisacáridos como celulosa y hemicelulosa presentes en la pared celular a la formación de estructuras insolubles en agua (Aguilar, 1999).

El escaldado a baja temperatura (< 70°C) por tiempos largos conserva la dureza del vegetal, esto se da debido a la activación de la enzima pectinesterasa, la cual ocasiona una serie de cambios bioquímicos y produce menos solubilización de las sustancias pécticas lo que trae como resultado la formación de compuestos insolubles que dan lugar a un tejido más firme (Huerta, 2005).

Las polifenoloxidasas o tirosinasas, tienen una actividad óptima a pH 5 a 7 y 30 a 40 °C, que requieren de cobre como cofactor (el metal está de forma natural en el vegetal) (Badui, 2012). El escaldado por tiempo largo (4 min) y temperaturas bajas (55,5 y 66,3 °C), a la que se sometió a la jícama como producto mínimamente procesado, fue adecuada para inactivar la enzima polifenoloxidasa presente en la jícama.

El vacío que se produce en el espacio de cabeza del envase es importante, para reducir la disponibilidad de aire para posibles esporas de microorganismos existentes en el producto final, tal como indica Hübe *et al.* (2010) “El grado de vacío que se logra tendrá incidencia directa sobre la disponibilidad de oxígeno en el interior del envase y por lo tanto, sobre la posibilidad de desarrollo de algunos microorganismos esporulados aerobios o microaerofílicos que sobrevivan al tratamiento térmico. También afectará el tiempo de vida útil del producto”.

En consecuencia la temperatura de escaldado adecuada para el desarrollo de la jícama como producto minimamente procesado, es la temperatura de 55,5 °C que corresponde a los tratamientos T1, T2 y T3, porque es la que afecta en menor medida a la dureza de la jícama.

4.1.3 DUREZA INSTRUMENTAL (FUERZA DE RUPTURA)

La evaluación de la dureza fue efectuada a los 5 días, porque en este período de tiempo, el pH de la jícama como producto mínimamente procesado se estabiliza y deja de existir lixiviación entre la jícama y el líquido de cobertura.

Tabla 24. Evaluación de dureza en lbf/pulg²

Tratamientos		Repeticiones			Σ	\bar{x}
		I	II	III		
T1	A1B1	84,38	81,25	81,25	246,88	82,29
T2	A1B2	81,25	84,38	81,25	246,88	82,29
T3	A1B3	81,25	84,38	81,25	246,88	82,29
T4	A2B1	65,63	65,63	65,63	196,89	65,63
T5	A2B2	65,63	65,63	65,63	196,89	65,63
T6	A2B3	65,63	65,63	68,75	200,01	66,67

Tabla 25. Análisis de varianza (Dureza)

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. Calculada	F. Tabular
					5% 1%
TOTAL	17	7,8507			
TRATAMIENTOS	5	7,6840	1,5368	110,5612 **	3,11 5,06
FA(Temperatura)	1	7,6701	7,6701	551,8058 **	4,75 9,33
FB (Proporción l c)	2	0,0070	0,0035	0,2518 ns	3,89 6,93
AXB	2	0,0069	0,0035	ns	3,89 6,93
E. EXPERIMENTAL	12	0,1667	0,0139		

CV: 1,99%

*: Significativo

**: Altamente significativo

ns: No significativo

Al ser realizado el análisis de varianza correspondiente a la textura podemos apreciar que tenemos una alta significancia estadística para tratamientos y para el factor A, esto quiere decir, que la temperatura del líquido de cobertura tiene una influencia directa sobre la dureza de la jícama mínimamente procesada.

Al existir significación estadística se realizó las pruebas de Tukey al 5 % para tratamientos y Diferencia Mínima Significativa para los factores A (temperatura).

Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos.

Tratamientos		Medias (lbf/pulg ²)	Rangos
1	A1B1	82,29	a
2	A1B2	82,29	a
3	A1B3	82,29	a b
6	A2B3	66,67	c
5	A2B2	65,63	c
4	A2B1	65,63	c

En la tabla 26 de la prueba de Tukey al 5%, se evidencia que hay diferencia estadística entre los tratamientos que tienen en común la temperatura de 70°C (nivel A1) con los tratamientos que tienen en común la temperatura de 85°C (nivel A2). El rango “a” es el mejor, ya que la presión necesaria para deformar la jícama es de 82,29 lbf/pulg² y corresponde a los tratamientos 1, 2 y 3. Por lo tanto, estos tratamientos conservan en mayor medida la dureza en relación a la jícama fresca.

Tabla 27. Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para el factor A.

FACTOR A	MEDIAS	RANGO
A1	82,29	a
A2	66,00	b

Al realizar la Diferencia Mínima Significativa para el factor **A**, se concluye que los niveles A1 (temperatura a 70°C) y A2 (temperatura a 85°C) son diferentes. El mejor rango es “a”, porque es el que más se aproxima a la presión media de deformación de la jícama fresca que es de 89,50 lbf/pulg².

En la tabla 26 podemos observar que los tratamientos T1, T2 y T3 tienen en común el nivel A1 (temperatura del líquido de cobertura 70°C) con una media entre los tres tratamientos de 82,29 lbf/pulg², los mismos que son considerados como los más

adecuados, porque es la temperatura la que menos influyo en la dureza del producto, ya que la jícama sin procesar tiene una dureza promedio de 89,50 lbf/pulg². Por otro lado, los tratamientos T4, T5 y T6, tienen en común la temperatura de 85°C (nivel A2), en la cual estos tratamientos tuvieron una media de índice de penetración de 66,00 lbf/pulg², la cual representa una disminución de la dureza de un 26,82% con relación al 8,93% de los tratamientos que tienen una temperatura de 70°C (nivel A1).

Por lo tanto, el cambio de dureza en vegetales escaldados está asociado al ablandamiento de sus tejidos. Sin embargo, estos cambios pueden describirse mediante el daño que ocasiona el calor a las membranas celulares asociada la pérdida de la presión de turgencia y los cambios de la pectina por reacciones de polimerización y fenómenos de solubilización (Mendoza, 2012).

Por otro lado, la activación de la enzima pectinesterasa (PE), hidroliza los grupos metil-ester del material péctico liberando grupos carboxilo que forman sales con los cationes divalentes presentes en el medio. Esta unión entre cadenas adyacentes da como resultado una mayor firmeza de la estructura y su manifestación en la textura del producto (Fernández, 2008).

4.1.4 COMPARACIÓN DEL COLOR

El color fue comparado con la tabla colorimétrica el primer día para tener una referencia y para después ser evaluada a los 20 días para verificar si existe cambios de color en el producto procesado.

Tabla 28. Datos comparación del color.

Tratamientos		Repeticiones		
		I	II	III
T1	A1B1	C17D	C17D	C17D
T2	A1B2	C17D	C17D	C17D
T3	A1B3	C17D	C17D	C17D
T4	A2B1	C17D	C17D	C17D
T5	A2B2	C17D	C17D	C17D
T6	A2B3	C17D	C17D	C17D

Al tener como referencia un mismo color como es el C17D que está compuesto por los rangos de color dentro del RGB (Red, Green and Blue) con un valor para rojo de 193, verde 127 y 13 para azul, para el producto final.

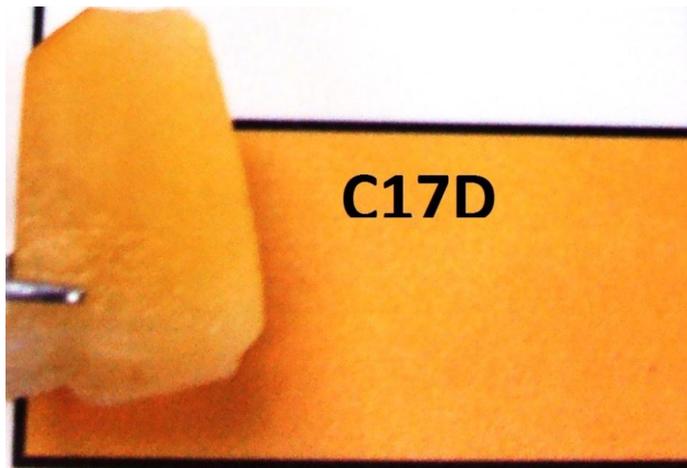


Figura 8. Color C17D

Al resultar los datos iguales no se puede realizar el análisis de varianza, porque el color se mantuvo durante los 20 días sin ningún cambio visible, esto concuerda con lo registrado por Huerta (2005), el cual indica que “en el estudio realizado para el desarrollo de una tecnología para la conservación de *Pachyrizus erosus* por procesamiento mínimo, encontró que los cambios de luminosidad son relativamente pequeños, no excediendo del 2 al 3% para un período de almacenamiento de 6 meses.”

En el transcurso de 20 días fue tomada la siguiente comparación de color, donde todos los tratamientos se mantuvieron iguales y no hubo una diferencia de color que se pueda registrar.

Por lo tanto, el tratamiento térmico ayuda a la inactivación de la enzima polifenoloxidasas, tal como enuncia Badui (2013) “Cada enzima tiene un intervalo óptimo de temperatura en el cual se logra una mayor actividad, la mayoría tiene un óptimo que se encuentra entre 30 y 45 °C”. En consecuencia las temperaturas (55,5 y 66,3 °C) usadas en el escaldado del producto son efectivas, porque inactivan la acción de la polifenoloxidasas, evitando así el cambio de color de la jícama por la acción de esta enzima.

El uso de compuestos químicos que disminuyan el pH del producto, o acidulantes, es una de las alternativas que se ha evaluado para el control del pardeamiento, ya que se ha visto que la actividad de la polifenoloxidasas (PPO) disminuye a pH menores a 4,5. El acidulante más común es el ácido cítrico (Gómez, 2010).

La mayoría de las enzimas disponen de rango de pH relativamente estrecho en el que presentan una actividad óptima y se desactivan en pH extremos (Badui, 2013). En la siguiente tabla se expone el pH óptimo de actividad de la polifenoloxidasas, la cual es responsable del pardeamiento enzimático.

Tabla 29. pH de actividad óptima de algunas enzimas

Enzima	pH óptimo
Pepsina	2,0
Quimosina	3,5
Catepsinas	3,5 – 5,5
Poligalacturonasa	4,4
α -amilasa	4-10
β -amilasa	6
Polifenoloxidasas	6,5
α -quimotripsina	6-9
Ficina	7

(Badui, 2013)

El escaldado por tiempos largos a bajas temperaturas, el pH y la composición del líquido de cobertura, fueron eficientes para inhibir la acción de la polifenoloxidasas, que es la encargada del pardeamiento enzimático y por ende del cambio de color de las frutas y vegetales. En consecuencia el cambio de color de la jícama como producto mínimamente procesado fue imperceptible.

4.2 VARIABLES CUALITATIVAS

Las variables cualitativas analizadas fueron color, olor, sabor, textura y aceptabilidad. La evaluación sensorial se realizó a los 20 días de haber sido elaborado el producto de jícama y fue aplicada a 15 estudiantes de la Universidad Técnica del Norte.

4.2.1 COLOR

El color es un atributo importante para cualquier alimento, ya que por medio de este se puede hacer una valoración, la misma que determinará si consumimos o no el alimento.

Tabla 30. Rangos de Friedman para el color.

PRODUCTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	4,00	4,00	1,50	4,00	6,00	1,50
R2	2,00	4,50	6,00	2,00	2,00	4,50
R3	5,50	3,00	3,00	3,00	5,50	1,00
R4	2,50	2,50	5,00	5,00	5,00	1,00
R5	6,00	1,00	3,00	3,00	3,00	5,00
R6	3,00	1,00	5,50	3,00	5,50	3,00
R7	1,50	6,00	4,50	3,00	4,50	1,50
R8	2,50	2,50	5,00	5,00	1,00	5,00
R9	6,00	4,50	2,00	2,00	4,50	2,00
R10	3,00	1,00	5,50	3,00	5,50	3,00
R11	6,00	2,00	2,00	4,50	4,50	2,00
R12	1,50	6,00	4,50	3,00	4,50	1,50
R13	2,50	5,50	2,50	2,50	5,50	2,50
R14	6,00	4,50	2,00	2,00	4,50	2,00
R15	2,50	2,50	5,00	5,00	1,00	5,00
Σ	54,50	50,50	57,00	50,00	62,50	40,50
\bar{x}	3,63	3,37	3,80	3,33	4,17	2,70

$$x^2 = \frac{12}{rK(K+1)} \Sigma R^2 - 3r(K+1)$$

K= Tratamientos

r= Degustadores

R= Rangos

Tabla 31. Análisis de Friedman para la evaluación sensorial del color.

Variable cualitativa	X ² Cal	X ² Tab	
		0,05	0,01
Color	5,30 ns	11,07	15,09

Una vez realizado el análisis de Friedman para la variable de color es no significativo, en consecuencia estadísticamente todos son iguales.

En los valores medios de la tabla 30, el color del tratamiento T5 tiene el mayor valor 4,17 ubicándose dentro de la escala de medida (Anexo 9) como atractivo y el color del tratamiento menos aceptado por el panel de degustadores, es el tratamiento T6 de 2,70 que encuentra en el rango de poco a atractivo acercándose a normal o moderado.

El 53,33% del panel de degustadores consideraron que la raíz de jícama tiene un color atractivo para el sentido de la vista.

El color de los tratamientos estadísticamente son iguales esto concuerda con el color evaluado con las tablas colorimétricas. No existe una variación perceptible del color entre los tratamientos debido a la eficiencia de los métodos utilizados (escaldado, la composición del líquido de cobertura y pH del mismo), para inhibir la acción de la enzima polifenoloxidasas responsable del pardeamiento enzimático.

Para Fennema (2010), “El color es probablemente la primera característica que el consumidor asocia con la calidad y la aceptabilidad de los alimentos”.

4.2.2 OLOR

El olor es la sensación resultante de la percepción de un estímulo por el sistema sensorial olfativo.

Tabla 32. Rangos de Friedman para el olor.

PRODUCTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	5,00	2,00	2,00	2,00	5,00	5,00
R2	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	1,00
R3	4,00	4,00	1,50	4,00	1,50	6,00
R4	1,50	1,50	4,50	4,50	4,50	4,50
R5	4,50	4,50	6,00	2,50	1,00	2,50
R6	3,00	6,00	3,00	3,00	3,00	3,00
R7	5,50	2,50	2,50	2,50	5,50	2,50
R8	6,00	1,50	1,50	4,00	4,00	4,00
R9	2,00	4,50	4,50	4,50	4,50	1,00
R10	4,50	4,50	6,00	2,50	1,00	2,50
R11	1,50	4,50	4,50	1,50	4,50	4,50
R12	3,00	6,00	3,00	3,00	3,00	3,00
R13	1,50	5,50	5,50	3,50	3,50	1,50
R14	5,50	2,50	2,50	2,50	5,50	2,50
R15	1,50	1,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Σ	53,00	55,00	55,50	48,50	55,00	48,00
\bar{x}	3,53	3,67	3,70	3,23	3,67	3,20

$$x^2 = \frac{12}{rK(K+1)} \Sigma R^2 - 3r(K+1)$$

K= Tratamientos

r= Degustadores

R= Rangos

Tabla 33. Análisis de Friedman para la evaluación sensorial del olor.

Variable cualitativa	X ² Cal	X ² Tab	
		0,05	0,01
Olor	1,10 ns	11,07	15,09

Realizado el análisis de Friedman para la variable de olor es no significativo, en consecuencia, estadísticamente todos los tratamientos son iguales, pero el tratamiento que tiene una diferencia mínima en comparación con la media de los otros tratamientos es el tratamiento tres que está ubicado en la escala de medida (Anexo 9) entre el rango de normal con una clara tendencia a agradable. La jícama mínimamente procesada adopto el olor del ácido cítrico y del ácido acético del líquido de cobertura.

El 60% del panel de degustadores calificaron al olor con el atributo de normal, esto quiere decir que no lo consideran agradable pero tampoco desagradable.

Por lo tanto, para el consumidor el olor de un alimento contribuye gradualmente al placer de comer. El olor, al igual que la apariencia, puede ser índice valioso de la calidad de un alimento e incluso de su buen estado y frescura (Grupo Latino, 2007).

4.2.3 SABOR

El sentido del gusto es el que permite detectar los sabores de los alimentos, este atributo hace referencia a la combinación de propiedades como aroma y gusto.

Tabla 34. Rangos de Friedman para el sabor.

PRODUCTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	1,50	3,50	3,50	1,50	5,50	5,50
R2	2,50	5,00	2,50	2,50	6,00	2,50
R3	3,50	3,50	1,50	5,50	5,50	1,50
R4	5,50	4,00	2,00	5,50	2,00	2,00
R5	2,50	2,50	5,50	2,50	2,50	5,50
R6	2,50	5,50	5,50	2,50	2,50	2,50
R7	1,50	4,00	4,00	1,50	6,00	4,00
R8	1,50	4,00	4,00	1,50	4,00	6,00
R9	4,50	1,50	4,50	4,50	1,50	4,50
R10	5,50	3,50	3,50	5,50	1,50	1,50
R11	2,00	6,00	4,50	4,50	2,00	2,00
R12	4,50	1,50	4,50	4,50	1,50	4,50
R13	1,50	4,00	4,00	1,50	4,00	6,00
R14	1,50	4,00	4,00	1,50	6,00	4,00
R15	2,50	5,50	5,50	2,50	2,50	2,50
Σ	43,00	58,00	59,00	47,50	53,00	54,50
\bar{x}	2,87	3,87	3,93	3,17	3,53	3,63

$$x^2 = \frac{12}{rK(K+1)} \Sigma R^2 - 3r(K+1)$$

K= Tratamientos

r= Degustadores

R= Rangos

Tabla 35. Análisis de Friedman para la evaluación sensorial del sabor.

Variable cualitativa	X ² Cal	X ² Tab	
		0,05	0,01
Sabor	3,66 ns	11,07	15,09

Una vez realizado el análisis de Friedman para la variable de sabor es no significativo, en consecuencia estadísticamente todos son iguales.

Los tratamientos con mayor aceptación por el panel de degustadores, fueron el tratamiento dos (70°C, proporción líquido de cobertura 1,5:1) y el tratamiento tres (70°C, proporción líquido de cobertura 1:1,5). Estos tratamientos fueron evaluados por el panel de degustadores dentro de la escala de medida(Anexo 9) en el rango de sabor normal, que no gusta ni disgusta a los panelistas, aproximándose de cercana a un sabor agradable. El atributo del sabor es primordial para la aceptabilidad del producto por parte del consumidor.

El 60% de los panelistas consideraron que la raíz de jícama es agradable, por el sabor dulce que provoca el contenido de azúcares de esta, en el sentido del gusto.

Por lo tanto, realizar un escaldado adecuado ayuda a mantener el sabor y olor de los alimentos, tal como señala Fellows (2000), “si el escaldado se realiza correctamente, la mayor parte de los alimentos no sufren cambios significativos ni en su aroma ni en su flavor”.

4.2.4 TEXTURA

La textura es percibida por la boca, ya que se determina como la fuerza requerida para comprimir un alimento entre la mandíbula o entre la lengua y el paladar.

Tabla 36. Rangos de Friedman para la textura.

PRODUCTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	2,00	5,00	2,00	5,00	2,00	5,00
R2	5,00	5,00	5,00	2,50	2,50	1,00
R3	4,50	1,50	4,50	4,50	4,50	1,50
R4	5,50	2,50	2,50	5,50	2,50	2,50
R5	3,50	5,50	5,50	1,50	1,50	3,50
R6	5,00	2,00	2,00	2,00	5,00	5,00
R7	3,00	6,00	3,00	3,00	3,00	3,00
R8	2,50	2,50	2,50	5,50	5,50	2,50
R9	3,50	5,50	5,50	1,50	1,50	3,50
R10	5,50	5,50	3,00	3,00	3,00	1,00
R11	3,50	5,50	5,50	1,50	1,50	3,50
R12	5,00	2,00	2,00	2,00	5,00	5,00
R13	5,50	5,50	1,50	3,50	3,50	1,50
R14	4,50	4,50	4,50	1,50	1,50	4,50
R15	5,00	5,00	2,00	2,00	2,00	5,00
Σ	63,50	63,50	51,00	44,50	44,50	48,00
\bar{x}	4,23	4,23	3,40	2,97	2,97	3,20

$$x^2 = \frac{12}{rK(K+1)} \Sigma R^2 - 3r(K+1)$$

K= Tratamientos

r= Degustadores

R= Rangos

Tabla 37. Análisis de Friedman para la evaluación sensorial de la textura.

Variable cualitativa	X ² Cal	X ² Tab	
		0,05	0,01
Textura	7,84 ns	11,07	15,09

Realizado el análisis de Friedman para la variable de textura es no significativo, en consecuencia estadísticamente todos son iguales.

En los valores medios de la tabla 36, los tratamientos con valores más altos son el tratamiento uno y dos con un valor de 4,23 ubicándose dentro de la escala de evaluación (Anexo 9) en textura buena, con tendencia a muy buena. Los tratamientos que fueron escaldados a la temperatura de 55,5°C (T1, T2 y T3) obtuvieron una mayor puntuación de los panelistas, ya que el tratamiento térmico afecto en menor medida a los tejidos vegetales, los cuales son responsables de la textura del producto.

El 80% de los panelistas ubicaron dentro de la escala de medida (Anexo 5) en buena textura, debido a la fácil compresión de esta entre la mandíbula.

4.2.5 ACEPTACIÓN

La aceptación de un alimento es dado por el conjunto de sensaciones percibidas, especialmente por los sentidos del gusto, la vista, el olfato y kinestésico del paladar.

Tabla 38. Rangos de Friedman para la aceptación.

PRODUCTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6
R1	2,50	5,50	2,50	2,50	5,50	2,50
R2	1,50	4,50	4,50	1,50	4,50	4,50
R3	3,00	3,00	1,00	5,50	5,50	3,00
R4	6,00	4,00	4,00	4,00	1,50	1,50
R5	2,50	2,50	5,50	5,50	2,50	2,50
R6	3,00	6,00	3,00	3,00	3,00	3,00
R7	4,00	6,00	4,00	1,50	4,00	1,50
R8	3,50	5,50	1,50	1,50	3,50	5,50
R9	1,50	4,50	1,50	4,50	4,50	4,50
R10	5,50	5,50	3,50	1,50	1,50	3,50
R11	5,00	6,00	3,00	3,00	3,00	1,00
R12	1,50	4,50	1,50	4,50	4,50	4,50
R13	3,50	5,50	1,50	1,50	3,50	5,50
R14	4,00	6,00	4,00	1,50	4,00	1,50
R15	3,50	6,00	3,50	3,50	3,50	1,00
Σ	50,50	75,00	44,50	45,00	54,50	45,50
\bar{x}	3,37	5,00	2,97	3,00	3,63	3,03

$$x^2 = \frac{12}{rK(K+1)} \Sigma R^2 - 3r(K+1)$$

K= Tratamientos

r= Degustadores

R= Rangos

Tabla 39. Análisis de Friedman para la aceptación del producto.

Variable cualitativa	X ² Cal	X ² Tab	
		0,05	0,01
Aceptación	13,02*	11,07	15,09

Realizado el análisis de Friedman para la variable de aceptabilidad es no significativo, en consecuencia estadísticamente todos son iguales.

Realizada la prueba de Friedman para la aceptabilidad, se puede evidenciar que el tratamiento mejor evaluado por el panel de degustadores fue el tratamiento dos con una media de 5,00, ubicándose dentro de la escala de medida (Anexo 9) en gusta mucho.

Por otro lado, el 33,33% de los panelistas les parece agradable y al 27,67% de los panelistas no les agrada ni les desagrada la raíz de jícama.

Finalmente para el Grupo Latino (2007), “el color, olor, gusto y sensación bucal de un alimento, influye en su aceptabilidad”.

4.3 EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA PARA EL MEJOR TRATAMIENTO

4.3.1 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

El análisis microbiológico se realizó al mejor tratamiento T2 (70°C; proporción del líquido de cobertura 1,5:1)

Tabla 40. Resultados microbiológicos.

Parámetros	Unidades	Jícama mínimamente procesada T2
E. Coli	Ufc/ml	0
Coliformes Totales	Ufc/ml	0

Los resultados microbiológicos demuestran que la metodología utilizada para la elaboración del producto es la adecuada, porque se demuestra que no hay una contaminación bacteriana, por lo tanto, esto contribuyó a la conservación del alimento y garantiza la inocuidad del mismo.

Dentro de las bacterias patógenas, los microorganismos de los géneros *Vibrio* y *Clostridium* son más sensibles a variaciones de pH que la mayor parte de las demás bacterias, mientras que *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Staphylococcus aureus* son las más resistentes, este último aunque resiste un pH de 4,2 sufre una fuerte reducción de su crecimiento. El pH más bajo al que es capaz de crecer *Clostridium botulinum* es 4,8 para los tipos A y B y de 5,7 para el E. el más bajo para que pueda producirse toxina es también de 4,8 (Vanaclocha & Requena, 2008).

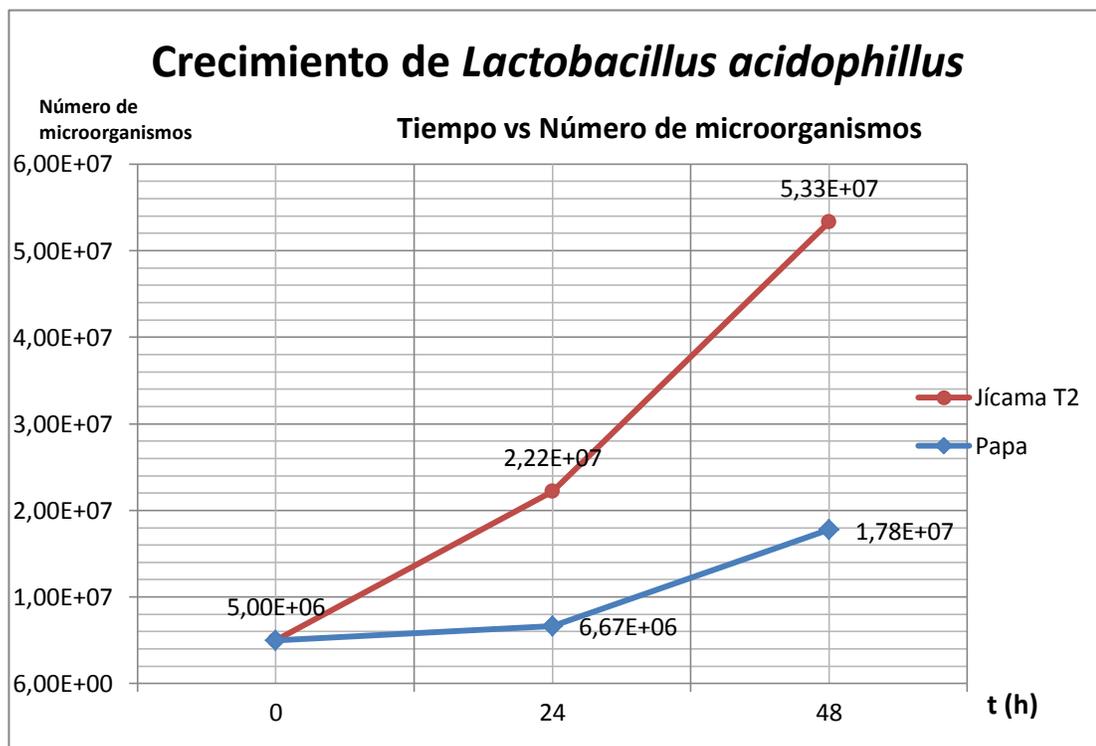
Por lo tanto, el pH de 3,6 de la jícama como producto mínimamente procesado conjuntamente con los métodos aplicados en la higienización, fueron efectivos para que no exista en los análisis unidades formadoras de colonias de coliformes y E. coli. Lo cual está dentro de los parámetros establecidos por la norma de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) Nro. 615-2003 (Anexo 10).

4.3.2 CAPACIDAD PREBIÓTICA DEL MEJOR TRATAMIENTO

Los prebióticos son generalmente hidratos de carbono de cadena corta, que pueden ser fermentados a lo largo del tracto gastrointestinal y estimular el crecimiento de bifidobacterias (efecto bifidogénico) u otras bacterias potencialmente beneficiosas.

Por ello, un requisito clave para que un ingrediente pueda ser clasificado como prebiótico es que no sea hidrolizado ni absorbido en la parte alta del tracto gastrointestinal, de forma que una cantidad significativa llegue intacta al colon. Entre los prebióticos más utilizados se pueden citar los fructooligosacáridos (FOS), la inulina y la lactulosa (Gil, 2010).

La atención se ha centrado en aumentar bacterias como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* como los grupos principales de bacterias “amigas”.(Astiasarán & Lasheras, 2003).



Gráfica 6. Curva de crecimiento de *Lactobacillus acidophilus*

En la gráfica anterior se evidencia la capacidad prebiótica de los fructooligosacáridos (FOS) que contiene la Jícama como producto mínimamente procesado, en comparación a otros alimentos que no contienen fructooligosacáridos como la papa.

Es indudable que los Fructooligosacáridos cumplieron un papel fundamental como nutriente de los *Lactobacillus acidophilus*, para que estos puedan desarrollarse de forma óptima.

Bernal *et al.* (2012), en su estudio de evaluación y cinética de crecimiento de *lactobacilli* utilizando fructanos de agave determinaron que: “la concentración de biomasa para *L. casei*, *L. paracasei* y *L. rhamnosus* varió dependiendo del grado de polimerización del fructano. *Lactobacillus acidophilus* creció bien sobre todos los substratos evaluados independientemente del grado de polimerización aunque el nivel más alto fue observado con fructanos de cadena corta. El crecimiento de *L. acidophilus* fue mayor es decir tuvo una mejor capacidad para hidrolizar los fructanos de cadena larga.”

En la siguiente gráfica del estudio de la “Cinética microbiana de *Lactobacilos acidophilus* en un medio de avena malteada con y sin sacarosa” realizado por Magallanes *et al.* (2013), determinaron que en un período de 24 horas crecieron 10 millones (log 7) de microorganismos.



Gráfica 7. Curva de crecimiento microbiano de *Lactobacillus acidophilus* en un medio de avena malteada sin sacarosa
(Magallanes *et al.*, 2013)

4.4 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO

Este es importante para conocer la composición química, su acción en el organismo, su valor alimenticio y calórico así como sus propiedades físicas, químicas, toxicológicas y también adulterantes, contaminantes, etc.

Tabla 41. Resultados físico - químicos de la jícama y de la jícama mínimamente procesada del tratamiento 2 (T2).

Parámetros	Unidades	Jícama	Jícama mínimamente procesada T2
Humedad	%	84,35	92,21
Materia seca	%	15,65	7,79
Cenizas	%	0,68	0,51
Grasa	%	0,21	0,25
Fibra	%	13,42	10,53
Proteína	%	2,13	1,97
Calor total	cal/g	3755,72	3876,47
Potasio	ppm	37,30	80,40
Calcio	ppm	93,00	106,00

La reducción de materia seca es notable, entre la jícama sin procesar y la jícama del mejor tratamiento, esto se debe al escaldado a baja temperatura (< 70°C) al que se sometió a la jícama, así como enuncia Barreiro & Sandoval., (2006), una pérdida de materia seca original (3-9%), la cual se incrementa al cortar o reducir el tamaño de partículas del producto a ser escaldado (8-26%).

Entre los compuestos hidrosolubles que mas tienden a perderse en el proceso están los los azúcares, las sales minerales, las proteínas y vitaminas hidrosolubles. Al disminuir la temperatura de escaldado se tienden a reducir las pérdidas por

lixiviación. (Barreiro & Sandoval, 2006), por esta razón existen diferencias entre la jícama y el producto mínimamente procesado.

Por otro lado, el aumento de potasio y calcio de la jícama como producto mínimamente procesado es mayor que la jícama fresca, ya que al preparar los líquidos de cobertura se utilizó agua potable que contiene sales de calcio, potasio y minerales, por lo tanto, en el análisis físico-químico se evidenció una diferencia entre la jícama mínimamente procesada T2 y la jícama fresca.

4.5 RENDIMIENTO DEL MEJOR TRATAMIENTO

Se realizó un diagrama de bloques del balance de materiales, para proceder al cálculo del rendimiento del mejor tratamiento.

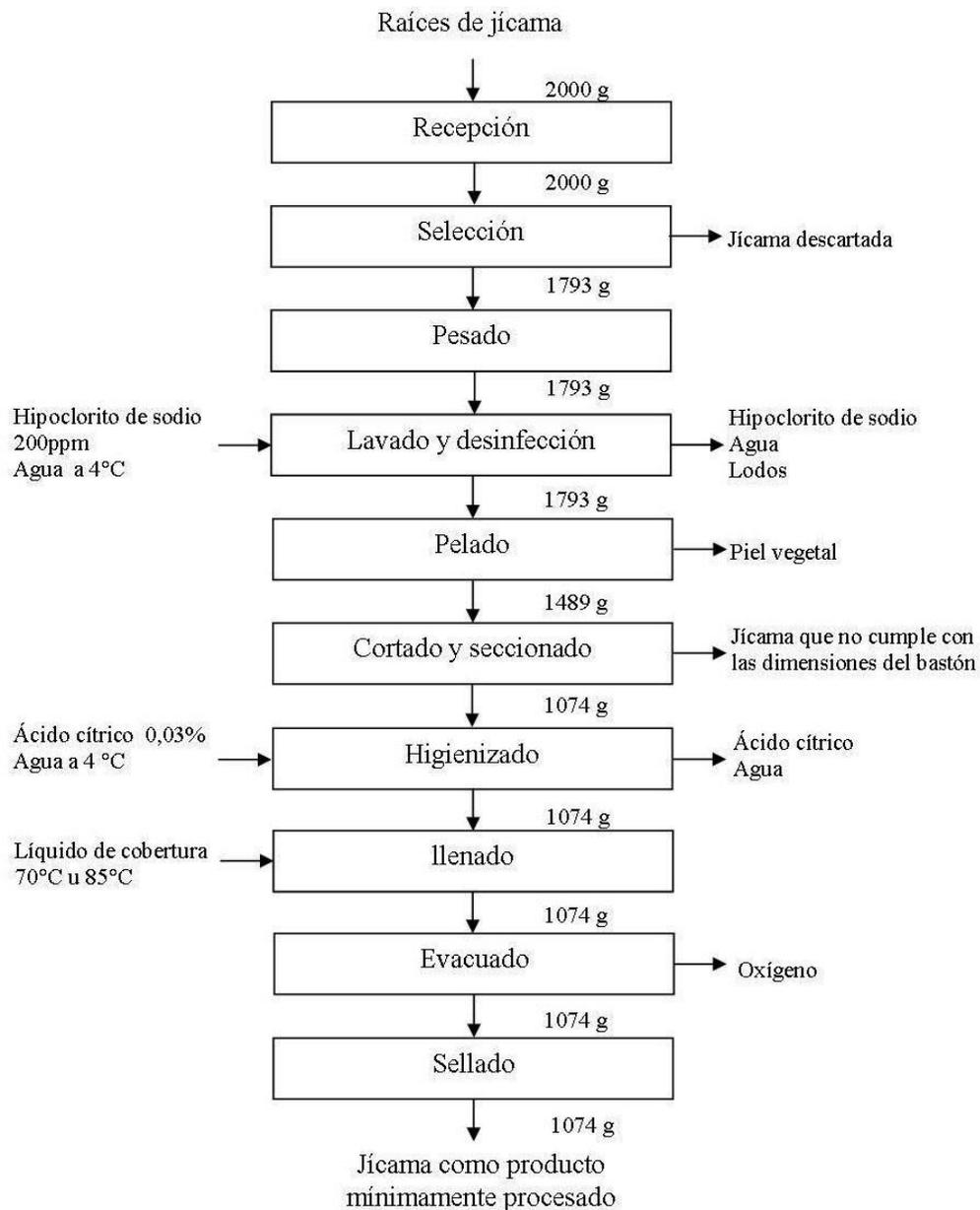


Figura 9. Diagrama de bloques para el balance de materiales de la jícama como producto mínimamente procesado.

El rendimiento de la jícama se calculó con la siguiente fórmula:

$$R = (\text{masa final} / \text{masa inicial}) \times 100\%$$

Se tuvo una masa inicial de 2000g de raíces de jícama y después de pasar por todo el proceso se obtuvo una masa final de 1074g. Por lo tanto:

$$R = (1074\text{g} / 2000\text{g}) \times 100\%$$

$$R = 53,70\%$$

4.6 COSTOS DE PRODUCCIÓN DEL MEJOR TRATAMIENTO

Se procesó 1 kg de jícama los cuales son equivalentes a 4 unidades de 228g, los costos de materia prima e insumos se detallan a continuación:

Tabla 42. Detalle costos de materia prima e insumos del mejor tratamiento.

Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario (USD)	Valor total (USD)
Jícama	kg	1	1,86	1,86
Ácido acético	l	0,33	1,62	0,53
Ácido cítrico	l	0,16	0,26	0,04
frasco	C/u	4	0,48	1,92
Agua	l	20	0,02	0,40
Hipoclorito de sodio	ml	2	0,01	0,02
Total				4,77

El costo total para la producción de 1Kg de jícama equivalentes a 4 unidades de 228g cada una de producto final es de 4,77 USD.

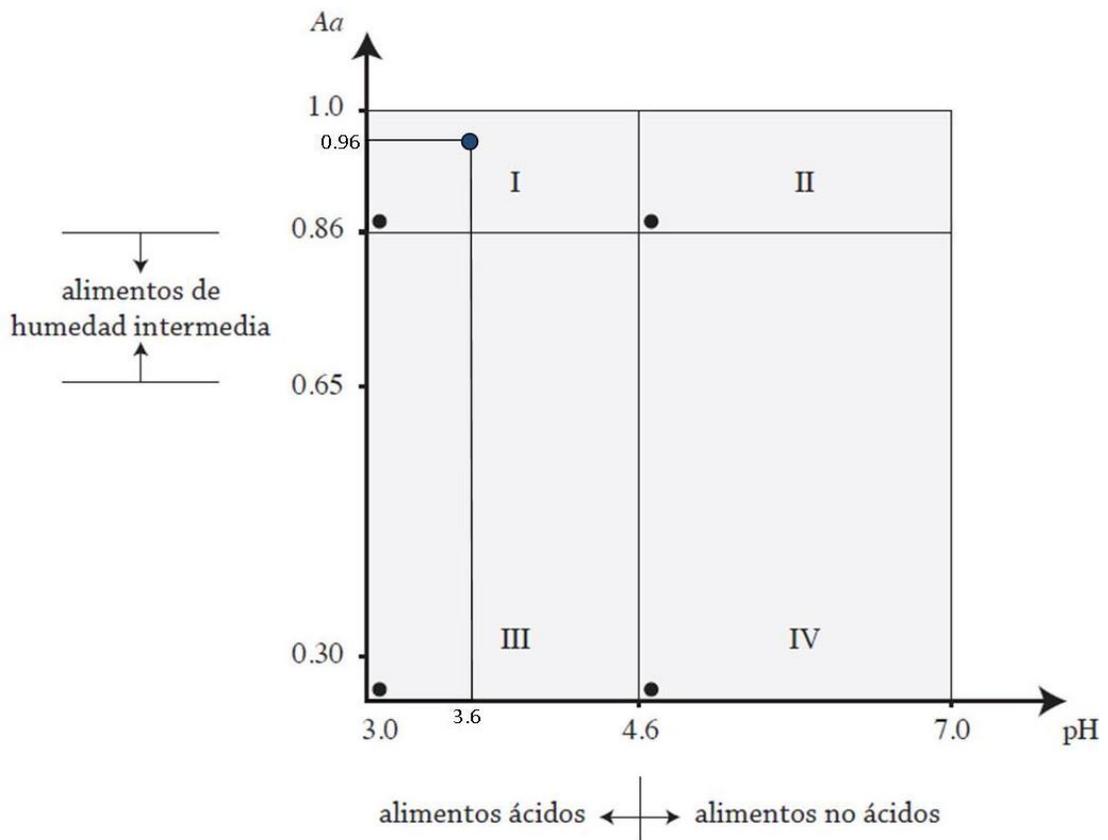
Para calcular el valor unitario de cada frasco de jícama mínimamente procesada, se divide el valor total de los costos de materia prima e insumos, para el número de

unidades producidas, lo que da un valor de 1,19 centavos de dólar por cada frasco de jícama mínimamente procesada de 228g.

4.7 ACTIVIDAD DEL AGUA (a_w)

Como una actividad adicional al mejor tratamiento (T2) de la presente investigación se hizo el análisis de laboratorio de actividad de Agua con el método Aw meter.

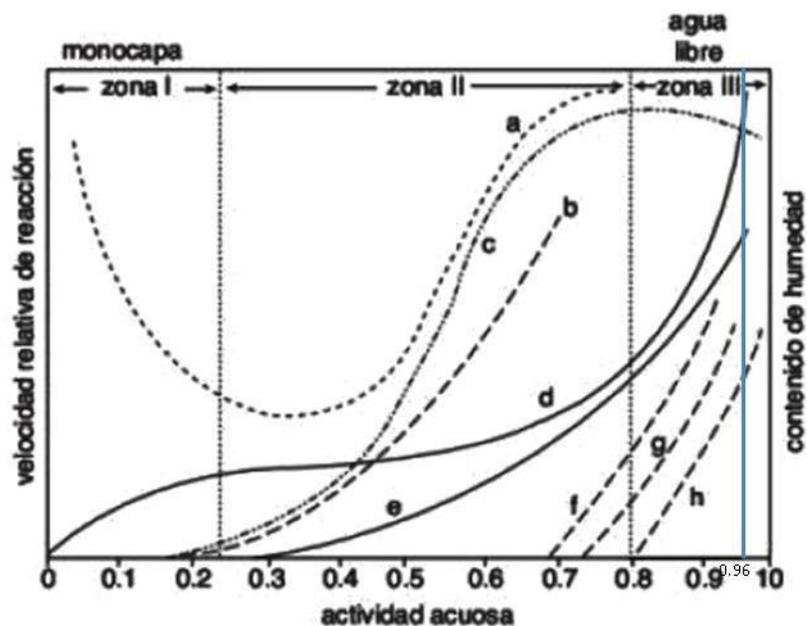
El resultado del análisis de a_w fue de 0,96. Este número adimensional se ubica en la gráfica de influencia de la actividad del agua (a_w) y el pH en la estabilidad de los alimentos.



Gráfica 8. Influencia de la actividad de agua (a_w) y el pH en la estabilidad de la jícama como producto mínimamente procesado.

Se puede evidenciar en la gráfica anterior, que a pesar de que la actividad del agua sea 0,96 y el pH de 3,6 del tratamiento dos, se ubica en la zona I que según Badui (2012), “están los ácidos con alto contenido de agua: vegetales frescos, jugos y alimentos acidificados como purés y encurtidos; debido a que los hongos crecen en estas condiciones, su conservación requiere de un moderado tratamiento térmico”.

El método utilizado para la conservación de la jícama es efectivo, a pesar que la actividad de agua sea alta, ya que el pH bajo (3,6) del líquido de cobertura, el contenido de ácido cítrico del mismo, impide el crecimiento de microorganismos, así como enuncia Alzamora *et al.*(2004) el crecimiento bacteriano está inhibido por la interacción a_w - pH y las enzimas son inactivadas por el escaldado.



Gráfica 9. Cambios que ocurren en la jícama en función de la actividad del agua.

a) oxidación de lípidos; b) reacciones hidrolíticas; c) oscurecimiento no enzimático; d) isoterma de adsorción; e,) actividad enzimática; f) crecimiento de hongos; g) crecimiento de levaduras. y h) crecimiento de bacterias.

En la gráfica 9 se aprecia que la jícama estará sujeta a cambios por el pardeamiento no enzimático (reacción de Maillard) y el crecimiento de bacterias.

El pardeamiento no enzimático es debido a una reacción que tiene lugar entre un grupo aldehído o cetona, procedente de los azúcares reductores, y grupos amino de aminoácidos o proteínas, una disminución del valor nutritivo y la producción de sabores extraños (Vanaclocha & Requena, 2008). Sin embargo el contenido de proteína de la jícama mínimamente procesada es de 1,97 g y no tendrá mayor incidencia la reacción de Maillard sobre el producto de jícama.

El crecimiento de las bacterias fue inhibido por la composición del líquido de cobertura, pH del mismo y el escaldado que se realizó al producto de la jícama mínimamente procesada.

En cuanto a la actividad enzimática de la polifenoloxidasas (pardeamiento enzimático), el ácido cítrico del líquido de cobertura actuó como secuestrante del cobre en el sitio activo de la enzima. En consecuencia se logró inactivar esta enzima.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 CONCLUSIONES

- La jícama como producto mínimamente procesado en relación a la jícama fresca presento variaciones decrecientes en los componentes orgánicos grasa, fibra y proteína debido al fenómeno de lixiviación que existe entre el líquido de cobertura y la jícama sin embargo en los componentes inorgánicos como potasio y calcio incrementan debido a la dureza del agua.
- Según el resultado del análisis organoléptico de la jícama mínimamente procesada se determinó que el tratamiento con mayor aceptabilidad fue el T2 (70°C; proporción de líquido de cobertura 1,5:1) y la jícama fresca fue evaluada en la categoría de gusta mucho.
- El pH del líquido de cobertura fue de 3,6 independientemente de la proporción del mismo (ácido acético: ácido cítrico), el cual inactivo la acción de la polifenoloxidasas causante del pardeamiento enzimático y evito la proliferación de microorganismos.

- La temperatura de 70°C del líquido de cobertura y el escaldado a 55,5°C afectó en menor medida la dureza de la jícama como producto mínimamente procesado debido a la mínima degradación de la estructura de los tejidos vegetales.
- La jícama mínimamente procesada independientemente de la temperatura del líquido de cobertura y la composición del mismo, tuvo un color amarillo levemente anaranjado (C17D) debido a la acción inactivadora del ácido acético y ácido cítrico sobre la polifenoloxidasas que es la encargada del pardeamiento enzimático.
- Se evidenció que los fructooligosacáridos (FOS) que contiene la jícama como producto mínimamente procesado sirve como prebiótico, esto se evidenció en el crecimiento acelerado de las bacterias *Lactobacillus acidophilus* en un medio con sustrato de jícama.
- Las características físicas, químicas y microbiológicas del mejor tratamiento demuestran que las primeras como la humedad se incrementa con respecto a la jícama fresca, debido a que parte del líquido de cobertura migró al sólido. Sin embargo los componentes orgánicos decrecen y los inorgánicos se incrementan debido a factores de lixiviación y dureza del agua.
- El elevado costo del envase de vidrio (0,48 USD) en relación a otros envases de menor precio, como las fundas de alta densidad y conjuntamente con el alto porcentaje de pérdida de materia prima en las operaciones de pelado y seccionado (35,95%), hizo que el costo de unitario de 116g de conserva de jícama fuera de 1,19 USD, por frasco de 250ml.

- Se confirma la hipótesis afirmativa debido a que fue posible desarrollar un método para la conservación de la jícama como producto mínimamente procesado afectando en menor medida las características de la jícama fresca.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se considera necesario realizar una evaluación de la vida en anaquel, utilizando otro tipo de envases a fin de diferenciar costos.
- Se debe realizar cortes longitudinales y transversales de la raíz de jícama, sin tomar en cuenta las dimensiones las cuales pueden reducir las pérdidas de proceso por la acción de cortado y seccionado.
- Se recomienda aumentar el pH de líquido de cobertura a 4, con aplicación de método ensayado y a fin de diferenciar las características físico químicas, organolépticas y microbiológicas

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Mendoza Rincón, R. (2012). *Evaluación de los procesos de precocción/congelación de tres presentaciones de papa criolla (Solanum tuberosum grupo phureja) variedad Colombia*. Bogotá.
- Aguilar, C., Reyes, M., De la Garza, H., & Contreras-Esquivel, J. (1999). Aspectos bioquímicos de la relación entre el escaldado TB-TL. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 54-62.
- Álvarez, G., Sánchez, S., & Uchuari, Y. (2012). *Manual técnico para el cultivo de jícama (Smallanthus sonchifolius)*. Loja: Universidad Nacional de Loja.
- Alzamora, M., Guerrero, N., Nieto, B., & Vidales, L. (2004). *Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas*. Food and Agriculture Organization.
- Andino, F., & Castillo, Y. (2010). *Curso Microbiología de los alimentos: Un enfoque práctico para la inocuidad alimentaria*. Estelí: Universidad del Norte
- Astiasarán Anchia, I., & Lasheras Aldaz, B. (2003). *Alimentos y Nutrición en la Práctica Sanitaria*. Madrid: Díaz de Santos.
- Badui, S. (2012). *La Ciencia de los Alimentos en la Práctica*. Naucalpan de Juárez: Pearson.
- Badui, S. (2013). *Química de los Alimentos*. Naucalpan de Juárez: Pearson.
- Barreiro Méndez, J., & Sandoval Briceño, A. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. Valle de Sartenejas: Equinoccio.

- Bello, J. (2000). *Ciencia bromatológica: principios generales de los alimentos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.
- Bernal , A., García, P., & López , M. (2012). Evaluacion y cinetica de crecimiento de. *XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Bioquímica, VII Congreso Internacional de Ingeniería Bioquímica y X Jornadas Científicas de Biomedicina y Biotecnología Molecular*. Zihuatanejo Guerrero.
- Castillo, M. E., & Vidal, S. A. (2009). *El Yacón: Nuevas Perspectivas en la Prevención y Tratamiento de la Salud*. Argentina: El Cid Editor.
- Colina, M. (2010). *Deshidratación de alimentos*. México: Trillas.
- Domene, M., & Rodríguez, M. (2014). *Fichas de Transferencia*. Valencia: Cajamar.
- Fellows, P. (2000). *Tecnología del procesado de los alimentos*. Zaragoza: Acribia
- Fennema, O. (2010). *Química de los Alimentos* . Zaragoza: Acribia editorial.
- Fernández, C. (2008). *CAracterización reológica y optimización de la textura de purés de patata frescos y congelados. efectos del proceso y adición de crioprotectores*. . Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Gil Hernández, Á. (2010). *Tratado de Nutrición "Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos"*. Madrid: Editorial Medica Panamericana.
- Gómez, A. (2008). Tecnología de obstáculos como método de inhibición del crecimiento de mohos en alimentos. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 52-68.
- Gómez, P. (2010). *Procesamiento mínimo de manzana: efecto de la radiación UV-C y la luz pulsada de alta intensidad sobre la calidad*. Buenos Aires: Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires.

- Grupo Latino. (2007). *Manual del Ingeniero de Alimentos*. D'Vinni Ltda.
- Hernandez, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Hübe, S., Flores, S., Balanza, M., Ordóñez, A., Profili, J., Nimo, M., y otros. (2010). *Guía de Buenas Prácticas para la elaboración de conservas vegetales*. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Huerta Espinosa, V. M. (2005). *desarrollo de una tecnología para la conservación de Pachyrizus erosus por procesamiento mínimo*. Habana: Universitaria.
- López, L. (2007). Valorización de la Raíz de Yacón: Obtención de un Jaraba Rico en Fructooligosacáridos . *Investigación y Desarrollo*, 93-106.
- Magallanes, P., Castillo, M., & Rodríguez, S. (2013). *Cinética microbiana de Lactobacilos Acidophilus en un medio de avena malteada con y sin sacarosa*. Chihuahua.
- Manrique, I., Gonzales, R., Valladolid, A., Blas, R., & Lizárraga, L. (2014). Producción de semillas en yacón (*Smallanthus Sonchifolius* (Poepp. & Endl.)) mediante técnicas de polinización controladas . *Ecología Aplicada*.
- Manrique, I., Párraga, A., & Hermann, M. (2005). *Jarabe de yacón: Principios y procesamiento*. Lima.
- Parzanese, M. (2013). Vegetales mínimamente procesados. *Alimentos Argentinos*, 30 - 39.
- Ramírez, J. (2012). Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *Reciteia*, 84-102.
- Sanjinez, E., Branco, I., Takito, S., & Corbari, J. (2010). Influencia de la deshidratación osmótica y de la adición de cloruro de calcio en la

conservación de kivis minimamente procesados. *Food Science and Technology (Campinas)*, 205-209.

Seminario, J., Valderrama, M., & Manrique, I. (2003). *el yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio*. Lima: Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).

Vincent Vela, M. C., Álvarez Blanco, S., & Zaragozá Carbonell, J. L. (2006). *Química industrial orgánica*. Valencia : Universidad Politécnica de Valencia. Servicio de publicación .

Vanaclocha, A., & Requena, J. (2008). *Procesos de Conservación de Alimentos*. Madrid: Grupo Mundi-Prensa.

Zúñiga, L., Ciro, H., & Osorio, j. (2007). Estudio de la dureza del queso edam por medio de un estudio de la dureza del queso edam por medio de análisis de perfil de textura y de perfil de textura y penetrometría por esfera. *Revista de la Facultad de Agronomía Universidad nacional de Colombia*, 3797-3811.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

ANEXO 1: PROCESAMIENTO.



Recepción



Selección

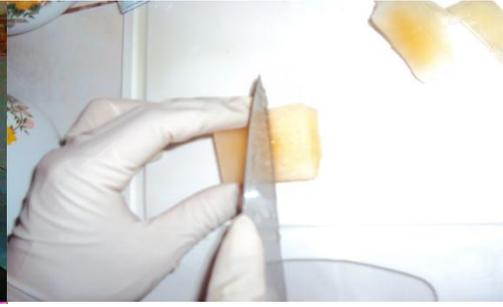
Pesaje



Lavado y desinfección



Pelado



Cortado y seccionado



Higienizado



Llenado



Evacuado



Sellado

ANEXO 2: MÉTODOS DE EVALUACIÓN CUANTITATIVOS.



Evaluación del pH



Evaluación de la dureza



Evaluación de la temperatura



Evaluación del color

ANEXO 3: RESULTADO ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA
LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME DE RESULTADOS

Datos:

Solicitado por: Sr. David Chamorro
Muestra de: Conserva de Jícama
Número de muestras: 01
Fecha de recepción: 16-01-2015
Fecha de análisis: 19 – 21 de enero de 2015

Descripción:

Código de laboratorio: 09.0105
Fecha de entrega de resultados: 23-01-2015
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada en el laboratorio.
Muestreado por: Cliente
Análisis solicitado: **Microbiológico**

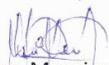
RESULTADOS:

Parámetro	Unidades	M2: Jícama Conserva
E. Coli	UFC/ml	0
Coliformes totales	UFC/ml	0

MÉTODOS DE LABORATORIO

Determinación de	Método
Enterobacterias (E.Coli, Coliformes Totales)	Placas petrifilm

Revizado por:


Dra. Moraima Mera
JEFA DE LABORATORIOS ECAA



ANEXO 4: RESULTADO ANÁLISIS BROMATOLÓGICO.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA
LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

INFORME DE RESULTADOS

Datos:

Solicitado por: Sr. David Chamorro
Muestra de: Jícama
Número de muestras: 02
Fecha de recepción: 16- 01 -2015
Fecha de análisis: 19 – 22 de enero de 2015

Descripción:

Código de laboratorio: 09.0105
Fecha de entrega de resultados: 23-01-2015
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a la muestra analizada en el laboratorio. Análisis en base seca
Muestreado por: Cliente
Análisis solicitado: **Bromatológico completo**

RESULTADOS:

Parámetro	Unidades	M1: Jícama	M2: Conserva de jícama
Humedad	%	84,35	92,21
Materia Seca	%	15,65	7,79
Cenizas	%	0,68	0,51
Grasa	%	0,21	0,25
Fibra	%	13,42	10,53
Proteína	%	2,13	1,97
Calor total	cal/g	3755.72	3876.47
Potasio	ppm	37.3	80.4
Calcio	ppm	93.0	106.0

MÉTODOS DE LABORATORIO

Determinación de	Método
Humedad, Cenizas	Gravimétrico
Nitrógeno Total	Kjeldahl
Grasa	Extracción con solventes
Fibra	Digestión ácido- básica
Calor total	Calorimétrico
Calcio, Potasio	Espectrofotometría

Revizado por:

Dra. Moraima Mera
JEFA DE LABORATORIOS ECAA



ANEXO 5: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA RAÍZ DE JÍCAMA.

CARACTERÍSTICAS	ALTERNATIVAS	EVALUACIÓN NUMÉRICA
COLOR	Excelente	13,33
	Atractivo	53,33
	Normal, moderado	0,00
	Poco atractivo	33,33
	Nada atractivo	0,00
OLOR	Muy agradable	6,67
	Agradable	26,67
	Normal, moderado	60,00
	Poco agradable	6,67
	Desagradable	0,00
SABOR	Muy agradable	0,00
	Agradable	60,00
	Normal, moderado	26,67
	Poco agradable	13,33
	Desagradable	0,00
TEXTURA	Muy buena	13,33
	Buena	80,00
	Normal, moderada	6,67
	Regular	0,00
	Muy malo	0,00
ACEPTABILIDAD	Le gusta mucho	13,33
	Agradable	33,33
	Normal, moderado	26,67
	Le gusto poco	26,67
	Le disgusta mucho	0,00

ANEXO 6: ACTIVIDAD DEL AGUA DE LA JÍCAMA MÍNIMAMENTE PROCESADA (T2)



Orden de trabajo N° 165355
Hija 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE: David Chamorro
DIRECCIÓN: Ibarra
FECHA DE RECEPCIÓN: 17 de noviembre del 2016
MUESTRA: Jícama
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Tubérculo fresco con cáscara color café
ENVASE: Funda de polietileno
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: 15 de noviembre del 2016
FECHA DE VENCIMIENTO: ---
LOTE: ---
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 17 – 18 de noviembre del 2016
REFERENCIA: 165355
MUESTREADO: Por el cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 25°C 26% HR

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	MÉTODO	RESULTADO
Actividad de agua (20°C)	Electrodo selectivo	0.967

Cecilia Luzuriaga
Dra. Cecilia Luzuriaga
 GERENTE GENERAL



El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.
 Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

INFORME TÉCNICO, FICHA DE ESTABILIDAD, INFORMACIÓN NUTRICIONAL PARA NOTIFICACIÓN SANITARIA

Análisis físico, químico, microbiológico, entomológico de: alimentos, aguas, bebidas, materias primas, balanceados, cosméticos, pesticidas, suelos, metales pesados y otros.
 Av. Pérez Guerrero Oa 21-11 y Versalles - Of. 12 B - 2do. Piso - Telfs.: 2560-225 / 2235-404 / 3214-333 / 3214-353 Cel.: 0999590-412
 e-mails: secretaria@labolab.com.ec / servicioalcliente@labolab.com.ec / ceciliacruzuriaga@labolab.com.ec / informes@labolab.com.ec
 Quito - Ecuador

www.labolab.com.ec

ANEXO 7: NORMA NTE INNEN 389

CDU 664.8

INNEN

AL 02. 01 - 314

Norma Ecuatoriana	CONSERVAS VEGETALES DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACION DEL ION HIDRÓGENO (pH)	INNEN 389 Primera Revisión 1985-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método potenciométrico para determinar la concentración del ion hidrógeno (pH) en conservas vegetales.</p> <p style="text-align: center;">2. INSTRUMENTAL</p> <p>2.1 Potenciómetro, con electrodos de vidrio.</p> <p>2.2 Vaso de precipitación de 250 cm³.</p> <p>2.3 Agitador.</p> <p style="text-align: center;">3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</p> <p>3.1 Si la muestra es líquida, homogeneizarla convenientemente mediante agitación.</p> <p>3.2 Si la muestra corresponde a productos densos o heterogéneos, homogeneizarla con ayuda de una pequeña cantidad de agua (recientemente hervida y enfriada) y mediante agitación.</p> <p style="text-align: center;">4. PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 Efectuar la determinación por duplicado sobre la misma muestra preparada.</p> <p>4.2 Comprobar el correcto funcionamiento del potenciómetro.</p> <p>4.3 Colocar en el vaso de precipitación aproximadamente 10 g ó 10 cm³ de la muestra preparada, añadir 100 cm³ de agua destilada (recientemente hervida y enfriada) y agitar suavemente,</p> <p>4.4 Si existen partículas en suspensión, dejar en reposo el recipiente para que el líquido se decante.</p> <p>4.5 Determinar el pH introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con la muestra, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas, en caso de que existan.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INNEN, Casilla 3999 - Baquerizo 454 - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

5. ERRORES DE METODO

5.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,1 unidades de pH; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

6. INFORME DE RESULTADOS

6.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

6.2 En el informe de resultados, deben indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse además cualquier condición no especificada en esta norma o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

6.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

(Continúa)

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

AOAC. *Method of Analysis* 10.030. *Hidrogen-ion Concentration (pH)*. Association of Official Analytical Chemists, Washington, 1975.

Joslyn. M. *Methods in Food Analysis*. 2th Ed. pp 347. Academic press. Nueva York, 1970.

Norma Sanitaria Panamericana OFSANPAN-IALUTZ A 008. *Norma Técnica General de métodos físicos y químicos para análisis de alimentos*. Oficina Sanitaria Panamericana. Washington, 1968.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: **TITULO: CONSERVAS VEGETALES. DETERMINACIÓN** Código:
NTE INEN 389 DE LA CONCENTRACIÓN DEL ION HIDROGENO (pH) **AL 02.01-314**
Primera revisión

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1978-06-01 Oficialización por Acuerdo No 1276 de 1978-06-01 publicado en el Registro Oficial No 91 De 1979-12-21 Fecha de iniciación del estudio:
--	---

Fechas de consulta pública: de AL

Subcomité Técnico:
Fecha de iniciación
Integrantes del Subcomité Técnico:

Fecha de aprobación:

NOMBRES: **INSTITUCIÓN REPRESENTADA:**

Posteriormente, para aprovechar la asistencia técnica prestada al INEN por organismos internacionales y para actualizar el texto de la norma de acuerdo a nueva bibliografía, la Dirección General dispuso la revisión de la norma, la que estuvo a cargo del personal técnico del INEN con asesoría de expertos internacionales.

Por esta razón no se consideró necesario convocar de nuevo al Subcomité Técnico.

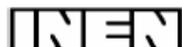
Otros trámites: ♦⁴ Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA** a **VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1985-12-26

Oficializada como: **OBLIGATORIA**
Registro Oficial No. 378 de 1986-02-19

Por Acuerdo Ministerial No. 74 de 1986-02-04

ANEXO 8: NORMA NTE INNEN 1529-8



CDU: 663.1

AL 01.05-306

<p>Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria</p>	<p>CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES Y <u>E. coli</u></p>	<p>INEN 1 529-8 1990-02</p>
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece la técnica del número más probable para la determinación de coliformes fecales y las pruebas confirmatorias de <u>Escherichia coli</u> e identificación de las especies del grupo coliforme fecal.</p> <p style="text-align: center;">2. TERMINOLOGIA</p> <p>2.1 Coliformes fecales. Es un grupo de coliformes que en presencia de sales biliares u otros agentes selectivos equivalentes fermenta la lactosa con producción de ácido y gas a temperatura entre 44 y 45,5°C. Este grupo contiene una alta proporción de <u>E. coli</u>, tipo I y II y que en general puede considerarse como equivalente a <u>E. coli</u> siendo por ello útiles como indicadores de contaminación fecal en los alimentos.</p> <p>2.2 <u>E. coli</u>. Es una especie bacteriana que a más de presentar las características del grupo coliforme fecal, produce indol a partir del triptófano; es positivo a la prueba del rojo de metilo y negativo a la de Voges Proskauer; no utiliza el citrato como única fuente de carbono. Las cepas indol positivas se llaman <u>E. coli</u> Tipo I y se supone que su hábitat natural primario es el intestino.</p> <p>2.3 Recuento de coliformes fecales. Es la determinación del número de coliformes fecales por gramo ó cm³ de muestra de alimento.</p> <p>2.4 Diferenciación de las especies del grupo coliforme fecal. Es el proceso realizado para confirmar la presencia de <u>E. coli</u> y diferenciar las especies y variedades del grupo coliforme fecal mediante el conjunto de pruebas bioquímicas conocidas como "IMVEC".</p> <p>2.5 IMVEC. Es una designación mnemónica de un grupo de cinco pruebas bioquímicas que consiste en:</p> <p>I = Verificación de la producción de indol a partir del triptófano</p> <p>M = Reacción del RM (rojo de metilo) para comprobar el descenso del pH del caldo glucosa tamponado</p> <p>V = Reacción de VP (Voges-Proskauer); para comprobar la producción de acetoina a partir de glucosa.</p> <p>E = Prueba de Eijkman, para comprobar la termotolerancia o crecimiento a 44 - 45,5 ± 0,2°C.</p> <p>C = Utilización del citrato como fuente de carbono.</p> <p style="text-align: center;">3. RESUMEN</p> <p>3.1 Este método se basa en la prueba de Eijkman modificada para detectar la fermentación de la lactosa con producción de gas a 44 - 45,5 ± 0,2°C y complementada con la prueba de indol a esta temperatura, estos ensayos se realizan en caldo brillante-bilis lactosa y en caldo triptona partiendo de un inóculo tomado de cada tubo gas positivo del cultivo para coliformes totales, (ver INEN 1 529-6) e incubados a 45,5 ± 0,2°C. La confirmación de <u>E. coli</u> y la diferenciación de las especies y variedades del grupo coliforme fecal, se realizan mediante los ensayos para indol, rojo de metilo, Voges-Proskauer y citrato sódico.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INNEN - Casilla 17-01-3999 - Baquerizo Moreno ES-29 y Almagro - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción

4. EQUIPO Y MATERIALES DE VIDRIO

4.1 Equipo usual en un laboratorio microbiológico en particular.

4.1.1 Citados en numeral 4 de la Norma INEN 1 529-6.

4.1.2 Placas porta objetos.

4.1.3 Baño de agua regulable a $44 - 45,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

5. MEDIOS DE CULTIVO Y REACTIVOS

5.1 Caldo verde brillante bilis-lactosa (BGBL) o similar, ver preparación caldos de cultivo en la Norma INEN 1 529-1.

5.2 Caldo triptona; ver preparación caldos de cultivo en la Norma INEN 1 529-1.

5.3 Agar eosina azul metileno (EMB); ver preparación agares en la Norma INEN 1 529-1.

5.4 Agar de contage en placa (PCA); ver preparación agares en la Norma INEN 1 529-1.

5.5 Caldo MR-VP; ver preparación caldos de cultivo en la Norma INEN 1 529-1.

5.6 Reactivos de Kovacs; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1 529-1.

5.7 Solución de Rojo de metilo; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1 529-1.

5.8 Solución de Creatina al 0,5%; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1 529-1.

5.9 Solución alcohólica de α -naftol al 6%; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1 529-1.

5.10 Solución de hidróxido de Potasio al 40%; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1 529-1.

5.11 Agar citrato de Simons; ver preparación agares en la Norma INEN 1 529-1.

5.12 Solución alcohol-acetona; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1 529-1.

5.13 Solución fenicada de cristal violeta al 1%; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1529-1.

5.14 Solución fenicada de fucsina básica al 1%; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1529-1.

5.15 Solución de lugol; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1529-1.

(Continua)

6. PROCEDIMIENTO

6.1 Coliformes fecales

6.1.1 Simultáneamente con el ensayo confirmatorio de la Norma INEN 1 529-6 inocular dos o tres asas de cada uno de los tubos presuntamente positivos en un tubo conteniendo 10 cm³ de caldo BGBL (5.1) y en otro que contenga aproximadamente 3 cm³ de caldo triptona (5.2) (ver esquema 1).

6.1.2 Incubar estos tubos a 45,5 ± 0,2°C (baño María) por 48 horas.

6.1.3 al cabo de este tiempo anotar la presencia de gas en los tubos de BGBL y añadir dos o tres gotas del reactivo de Kovacs a los tubos de agua triptona. La reacción es positiva para el indol si en cinco minutos se forma un anillo rojo en la superficie de la capa de alcohol amílico; en la prueba negativa el reactivo de Kovacs conserva el color original.

6.1.4 Los cultivos gas positivos en caldo verde brillante bilis-lactosa incubados a 30 ó 35°C y a 45,5°C y que producen indol a 45,5°C son considerados coliformes fecales positivos.

6.2 Confirmación de E. coli y diferenciación de las especies del grupo mediante las pruebas IMVIC. En situaciones que justifiquen el esfuerzo y sean necesarias la conformación de E. coli y la diferenciación de las especies del grupo coliforme fecal, realizar los ensayos para indol, rojo de metilo, Voges Praskauer y citrato sódico (Pruebas IMVIC), de la siguiente forma:

6.2.1 De cada tubo de caldo BGBL que sea positivo para coliformes fecales (6.1), sembrar por estría un asa en una placa individual de agar eosina azul de metilo o agar VRB previamente seca e identificada.

6.2.2 Incubar las placas invertidas a 35 - 37°C por 24 horas.

6.2.3 Para confirmar la presencia de E. coli, de cada placa escoger 2 - 3 colonias bien aisladas y típicas (negra o nucleada con brillo verde metálico de 2 - 3 mm de diámetro) y sembrar en estría en tubos de agar PCA o agar nutritivo inclinado e incubar los cultivos a 35 - 37°C por 24 horas.

6.2.4 Hacer extensiones a partir de los cultivos en agar PCA o nutritivo inclinado y teñirlos por el método de Gram, si se comprueba la pureza de los cultivos de sólo bacilos Gram. negativos no esporulados, utilizar éstos para la prueba IMVIC.

6.2.5 *Prueba para indol* Sembrar en un tubo de agua triptona un asa de cultivo puro (6.2.4), incubar 24 horas a 35 - 37°C. Añadir al tubo 0,5 cm³ del reactivo de Kovacs. La aparición de un color rojo oscuro en la superficie del reactivo, indica una prueba positiva. En la prueba negativa el reactivo conserva el color original.

6.2.6 *Prueba del rojo de metilo (RM)*. Sembrar en un tubo de caldo MR-VP un asa de cultivo puro (6.2.4) incubar 24 horas a 35 - 37°C, añadir a cada tubo aproximadamente 3 gotas de la solución de rojo de metilo, agitar; si el cultivo se torna rojo la prueba es positiva y negativa si hay viraje a amarillo.

(Continúa)

6.2.7 Prueba de Voges-Proskauer (VP). Sembrar en un tubo de caldo MR-VP un asa de cultivo puro (6.2.4) e incubar 24 horas a 35 - 37°C.

6.2.7.1 Luego de este período, añadir los siguientes reactivos cuidando de agitar el tubo después de cada adición:

- solución de creatina al 0,5%. 2 gotas
- solución alcohólica de α -naftol al 6% 3 gotas
- solución de hidróxido de potasio al 40% : 2 gotas.

6.2.7.2 Observar dentro de 15 minutos. La aparición de un color rosado o rojo brillante, generalmente al cabo de cinco minutos el resultado es positivo.

6.2.8 Prueba para la utilización del citrato. Un asa del cultivo puro (6.2.4) sembrar por estría en la superficie de la lengüeta de agar citrato inclinado e incubar 24 horas a 35 - 37°C. La reacción es positiva si hay crecimiento visible que se manifiesta por lo general en el cambio de color del medio, de verde a azul.

6.2.9 Considerar como E. coli a los microorganismos que presentan las siguientes características: bacilos Gram. negativos no esporulados que producen gas de la lactosa y reacción IMVEC ver Tabla 1.

7. CALCULOS

7.1 Coliformes fecales

7.1.1 Calcular la densidad de coliformes fecales sólo en base del número de tubos que a 45,5°C presentan gas en el caldo BEGL e indol en el caldo triptona, seguir las instrucciones de los numerales 8, 9 y 10 de la Norma INEN 1 529-6

7.2 E. coli. Para determinar el NMP de E. coli proceder según las instrucciones de los numerales 8, 9 y 10 de la Norma INEN 1 529-6 basándose únicamente en todos los tubos que presentan bacilos con las características indicadas en el numeral 6.2.9.

8. INFORME DE RESULTADOS

8.1 Coliformes fecales. Reportar NMP de coliformes fecales/g ó cm³ de muestra.

8.2 E. coli.

8.2.1 Reportar NMP de E. coli/g ó cm³ de muestra

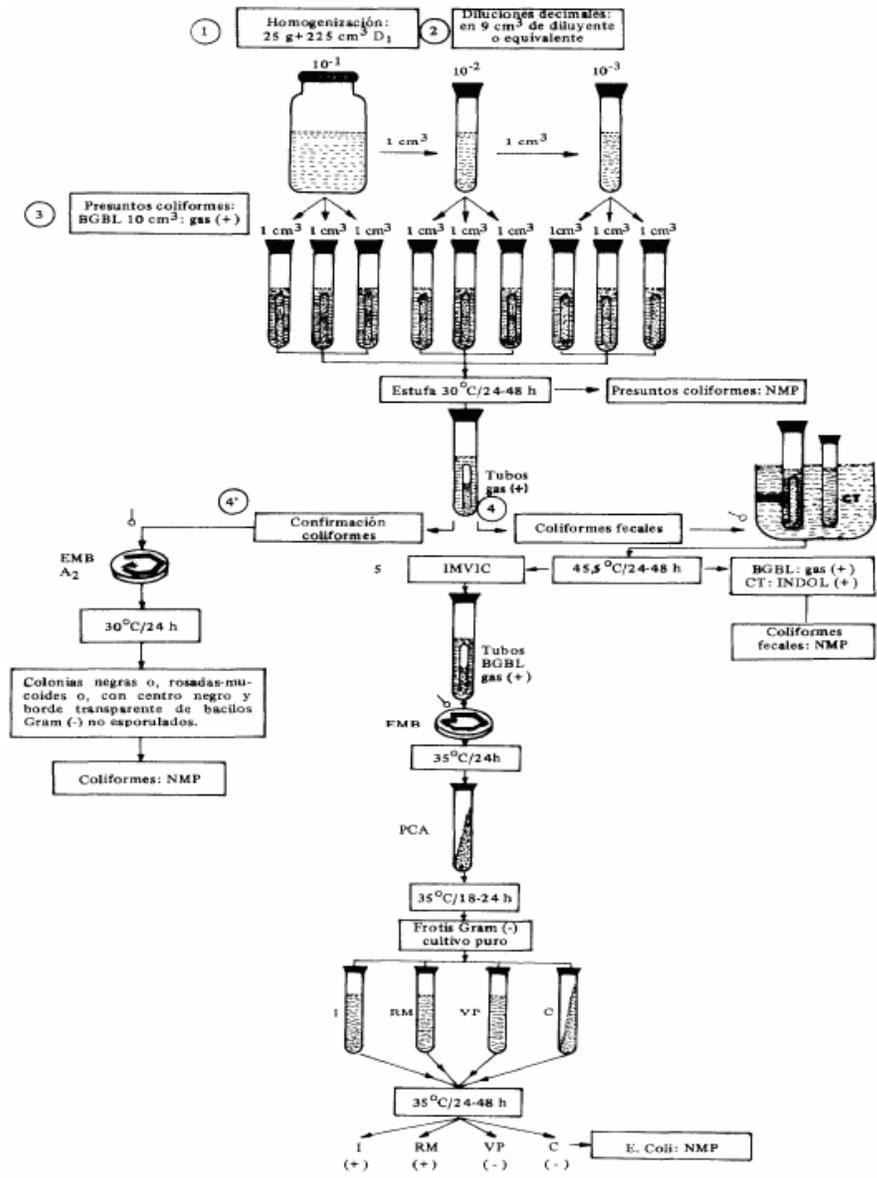
(Continúa)

TABLA 1

CLASIFICACION DE LOS COLIFORMES POR LAS PRUEBAS "IMVIC"					
	Gas en caldo B.G.B.L. 44 - 45,5°C	Prueba del indol 44 - 45,5°C	MR	VP	Crecimiento en Citrato
E. coli					
- Típico (tipo I)	+	+	+	-	-
- Atípico (tipo II)	-	-	+	-	-
Intermedios					
Típicos (tipo II)	-	+	+	-	+
Atípicos (tipo I)	-	-	+	-	+
Enterobacter-ae rógenos:					
Típico (tipo I)	-	-	-	+	+
Atípico (tipo II)	-	+	-	+	+
Esterobacter-ocaceae					
Irregulares:					
- Tipo I	-	-	-	-	-
- Tipo II	+	-	+	+	+
- Tipo V I	+	-	+	+	+
Irregulares, otros tipos	V*	V*	V*	V*	V*

(Continua)

ESQUEMA
COLIORMES TOTALES, FECALES, E. COLI



(Continúa)

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

INEN 1 529-1 *Control microbiológico de los alimentos. Preparación de medios de cultivo.*
INEN 1 529-6 *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del número más probable.*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma International ISO 4831 *Microbiology General Guidance for the enumeration of Coliforms - Most probable number Technique at 30°C.* Primera edición. Ginebra 1978.

I.C.M.S.F. *Microorganismos de los alimentos 1. Técnicas del análisis microbiológico.* Editorial Acribia, Zaragoza, España.

FAO-FOOD AND NUTRITION PAPER 14/4 *Manual of food quality control 4. Microbiological analysis.* Roma. 1979.

Food and Drug Administration Bureau of foods Division of Microbiology, *Bacteriological Analytical Manual.* 5ta. edición. 1978.

Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. *Método de examen microbiológico para alimentos y bebidas.* Normas recomendadas. Manual Práctico, Madrid, 1976.

International Dairy Federation; FIL-IDF-73 *Milk and Milk Products count of Coliform Bacteria,* International Dairy Federation. Bruselas, 1974.

Mossel D.A. Moreno García B. *Microbiología de los alimentos,* Editorial Acribia., Zaragoza, España, 1982.

Harrigan, W.F. McLance, M.E. *Métodos de laboratorio en microbiología de los alimentos y productos lácteos.* León, España, 1979.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 1529-8	TÍTULO: CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. DETERMINACION DE COLIFORMES FECALES Y E.coli	Código: AL 01.05-306
--------------------------------------	--	--------------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 1988-03-28	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:
---	--

Fechas de consulta pública: de a

Subcomité Técnico: **AL 01.05-306 Microbiología de los alimentos**
Fecha de iniciación: Fecha de aprobación: 1988-07-14
Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Dra. Nelly Camba (Presidenta)
Sr. Fernando Peñafiel
Dra. Luz Guerrero
Ing. Hayde Llerena
Ing. Edwin Santamaría
Dr. Víctor Villaroel
Ing. Mario Paredes
Dra. Magdalena Baus
Dra. Rosa de León
Dra. Teresa Avila
Ing. Luz Viteri

Dra. Hipatía Navas
Ing. Marcelo Prócel (Secretario Técnico)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA-ESPOL
BALANCEADOS VIGOR
PASTEURIZADORA QUITO
PASTEURIZADORA QUITO
GELEC S.A.
INEDECA NESTLE S.A.
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE-QUITO
DIRECCION MUNICIPAL DE HIGIENE-QUITO
DIRECCION MUNICIPAL DE HIGIENE-
AMBATO
INEN
INEN

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1990-02-08

Oficializada como: OBLIGATORIA
Registro Oficial No. 433 de 1990-05-09

Por Acuerdo Ministerial No. 157 de 1990-04-25

ANEXO 9: ENCUESTA DE DEGUSTACIÓN.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES FICAYA

Evaluación organoléptica de la Jícama (*Smallanthus sonchifolius*) como producto mínimamente procesado.

Observe y pruebe cada una de las muestras en el orden presentado, marque con una X de acuerdo a la nota del 1 al 5 según su preferencia, en cuanto al Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad.

Nombre y apellido: _____ Fecha: _____

ARACTERISTICAS	Alternativas	Evaluación numérica	T1	T2	T3	T4	T5	T6	J
COLOR	Excelente	5							
	Atractivo	4							
	Normal, moderado	3							
	Poco atractivo	2							
	Nada atractivo	1							
OLOR	Muy agradable	5							
	Agradable	4							
	Normal, moderado	3							
	Poco agradable	2							
	Desagradable	1							
SABOR	Muy agradable	5							
	Agradable	4							
	Normal, moderado	3							
	Poco agradable	2							
	Desagradable	1							
TEXTURA	Muy buena	5							
	Buena	4							
	Normal, moderada	3							
	Regular	2							
	Muy malo	1							
ACEPTACIÓN	Le gusta mucho	5							
	Agradable	4							
	Normal, moderado	3							
	Le gusta poco	2							
	Le disgusta mucho	1							
OBSERVACIONES	_____								

**ANEXO 10: DIRECCIÓN GENERAL DE SALUD AMBIENTAL (DIGESA)
NRO. 615-2003.**

(PROYECTO DE ACTUALIZACIÓN DE LA RM N° 615-2003 SA/DM)

**NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS
MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD
PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO**

**CAPÍTULO I
GENERALIDADES**

Artículo 1°.- Finalidad

La presente norma se establece para garantizar la seguridad sanitaria de los alimentos y bebidas destinados al consumo humano.

Artículo 2°.- Objetivo

Establecer las condiciones microbiológicas de calidad sanitaria e inocuidad que deben cumplir los alimentos y bebidas en estado natural, elaborados o procesados, para ser considerados aptos para el consumo humano.

Artículo 3°.- Ámbito de aplicación

La presente Norma Sanitaria es de obligatorio cumplimiento en todo el territorio nacional, para efectos de:

- 1) La obtención del Registro Sanitario de Alimentos y Bebidas.
- 2) La obtención del Certificado Sanitario Oficial de Exportación.
- 3) La vigilancia y control sanitario que realiza la Autoridad Sanitaria.
- 4) La verificación o comprobación de la eficacia del Plan HACCP.
- 5) Control analítico de cada lote de producto antes de ser liberado para su comercialización, para el caso de las fábricas que aún no implementan el Sistema HACCP.
- 6) Aclarar dirimencias, inmovilizaciones, denuncias, operativos

Artículo 4°.- Base legal y técnica

La presente norma sanitaria se establece en el marco del Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, aprobado por Decreto Supremo N° 007.98 SA y en concordancia técnico normativa con los Principios para el establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos para los Alimentos del Codex Alimentarius (CAC/GL-21(1997) y con la clasificación y planes de muestreo de la International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF)

**CAPÍTULO II
DISPOSICIONES GENERALES**

Artículo 5°.- Conformación de los criterios microbiológicos

Los criterios microbiológicos están conformados por:

- a) El grupo de alimento al que se aplica el criterio.
- b) Los agentes microbiológicos a controlar en los distintos grupos de alimentos.
- c) El plan de muestreo que ha de aplicarse al lote o lotes de alimentos.
- d) Los límites microbiológicos establecidos para los grupos de alimentos.

Artículo 6°.- Aptitud microbiológica para el consumo humano

					m	M
Bacterias Heterotróficas	2	3	5	2	10	50
Coliformes	5	2	5	0	< 2,2	-----
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10	2	5	0	Ausencia /100 mL	-----
17. ESTIMULANTES Y FRUITIVOS.						
17.1 Café y Sucedáneos de café						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i> (*)	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
(*) Para sucedáneos de café						
17.2 Hierbas de uso alimentario para infusiones (té, mate, manzanilla, boldo, otros)						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Enterobacteriaceas</i>	5	3	5	2	10 ²	10 ³
18. SEMICONSERVAS						
18.1 Semiconservas de pH > 4.6.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Aerobios mesófilos	3	3	5	1	10 ²	10 ³
Mohos (*)	3	3	5	2	10 ²	10 ³
Levaduras (*)	3	3	5	2	10	10 ²
<i>Enterobacteriaceas</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i> (**)	6	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i>	6	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g.	-----
(*) Solo para semiconservas de origen vegetal						
(**) Solo para semiconservas de origen animal						
18.2 Semiconservas de pH < a 4.6						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g.	
					m	M
Bacterias ácido lácticas	3	3	5	2	10 ²	10 ³
Mohos	3	3	5	2	10 ²	10 ³
Levaduras	3	3	5	2	10	10 ²
19. CONSERVAS.						
19.1 Alimentos de baja acidez, de pH > 4.6 procesados térmicamente y empacados en envases sellados herméticamente (de origen animal, algunos vegetales, guisados, sopas)						
Análisis	Plan de muestreo		Aceptación	Rechazo		
	n	c				
Prueba de Esterilidad Comercial(*)	5	0	Estéril Comercialmente	No estéril Comercialmente		